



**KTH Computer Science
and Communication**

Den svenska dataingenjören

En jämförande studie av 10 svenska civilingenjörsprogram inom det datavetenskapliga området

JON KARLFELDT

Examensarbetsrapport vid KTH CSC
Handledare: Viggo Kann
Examinator: Stefan Arnborg

TRITA xxx yyyy-nn

Referat

I Sverige erbjuder tio högskolor minst ett civilingenjörsprogram inom det datavetenskapliga området. Namnen på programmen varierar nästan lika mycket som innehållet, och det är lätt att ställa sig frågan: vad är egentligen en dataingenjör? Detta examensarbete gör ett försök att besvara den frågan genom att kartlägga ett program per lärosäte. Detta görs med avseende på programmets innehåll dels av ämneskunskaper och -färdigheter (disciplinärt innehåll), dels av allmänna ingenjörsfärdigheter, generella förmågor och olika förhållningssätt (ickedisciplinärt innehåll). Det disciplinära innehållet kartläggs och jämförs med hjälp av ACM/IEEE-CS Computer Science Curriculum 2008. Motsvarande roll för det ickedisciplinära innehållet fylls av högskoleförordningens examenskrav för civilingenjörsexamen. Vissa kopplingar görs också till CDIO-initiativet och dess Syllabus. Avslutningsvis studeras också hur utbildningsprogrammen har utvecklats under perioden 2006–2011 mot bakgrund av dels 2006 års kvalitetsutvärdering av Sveriges civilingenjörsutbildningar, dels 2007 års högskolereform, samt hur utvecklingsarbete bedrivs vid programmen idag. Slutsatser dras om mönster i utbildningsprogrammets innehåll, om relationen mellan styrdokument och verklighet samt om vilka effekter olika former av styrning från statsmakternas sida har fått – eller inte fått.

Abstract

The Swedish Computing Engineer – A Comparative Study of 10 Swedish M.Sc. in Engineering Programmes in Computer Science

In Sweden, ten higher education institutions offer at least one M.Sc. in Engineering degree programme in the field of Computer Science. The names of the programmes differ almost as much as their content, and it is easy to wonder: What, actually, is a Computing Engineer? This thesis attempts to answer that question by surveying one degree programme per university or university college. This is done through a study of the programme's content of disciplinary knowledge and skills, as well as of general engineering skills, capabilities and attitudes (its non-disciplinary content). The disciplinary content of the programmes is charted and compared using the ACM/IEEE-CS Computer Science Curriculum 2008. The corresponding role for the non-disciplinary content is played by the degree learning outcomes for the M.Sc. in Engineering degree, as specified in the Swedish Higher Education Ordinance. Certain connections are also made to the CDIO Initiative and its Syllabus. In conclusion, the development of the degree programmes during the period 2006–2011 is also studied, particularly in relation to the 2006 National Quality Review of Swedish engineering programmes and the 2007 higher education reform, as is the programmes' current work in educational development. Conclusions are drawn regarding: patterns in the programmes' content; the relation between governing documents and reality; and the effects – or lack thereof – of various forms of governmental control.

Förord

Det hela började, kan man nog säga, vintern 2002/2003. Jag var då studienämndsordförande på Datasektionen och konstaterade tillsammans med tre andra engagerade studenter att D-programmets obligatoriska del hade en del brister och borde designas om. Vi tog fram ett förslag – och fick igenom nästan alla våra idéer. Det fortsatte sommaren 2005, när jag som nytitillträdd kärstyrelseledamot för utbildningsfrågor via webb-tv följde den presskonferens på vilken regeringens proposition ”Ny värld – ny högskola” presenterades. Under året som följde blev jag djupt inblandad i ett otal delar av KTH:s arbete med att påbörja anpassningen till en i flera avseenden ny verklighet. Jag skulle hinna med att arbeta för en femårig civilingenjörsutbildning (och vinna) och mot en finkornigare betygsskala och graderade betyg på examensarbeten (och förlora). Jag skulle också upptäcka CDIO-initiativet och en gång för alla förstå betydelsen av pedagogiskt utvecklingsarbete vid högskolorna.

Så kom våren 2007 och det var dags att välja exjobbsämne. Plötsligt fanns idén där – att utgå inte i första hand från mina studier, utan från mitt kårengagemang. Ett ”Ja, jo, varför inte?” från examinatorn senare och jag var igång. Nåja, så pass igång att jag registrerades på exjobbskursen. Det skulle dröja fyra år, till vårterminen 2011, innan jag faktiskt påbörjade arbetet. Och nu, äntligen, är det avslutat.

Min förhoppning när jag började var att jag skulle kunna besvara ett antal frågor. Vad är egentligen en dataingenjör – finns det någon samsyn, eller har alla olika uppfattning? Skiljer sig Sverige från omvärlden? Bland de svenska utbildningarna, är det någon som sticker ut och har en helt egen profil? Och, kanske mest intressant ur det politiska perspektiv jag själv skulle komma att få under dessa fyra år, fick 2007 års högskolereform några effekter? Ledde den faktiskt till en förändring, en utveckling, en förbättring av utbildningarna? Eller hade alla bara trampat på som om ingenting hade hänt?

I den här rapporten får mina frågor i ganska stor utsträckning svar. När jag nu överlämnar den så är det ett antal personer jag vill tacka. Först av allt Viggo Kann, min handledare, som tålmodigt har väntat ut denna något segdragna process, och Stefan Arnborg, mångårig programansvarig för mitt eget utbildningsprogram, som direkt hakade på min udda idé och uppmuntrade mig att göra verklighet av den. Jag vill även tacka alla de programansvariga, programledare, utbildningsledare med flera vid de studerade programmen som ställt upp på långa intervjuer och utan vilkas bidrag denna studie inte hade kunnat bli hälften så intressant. Ett tack också till Kristina Edström och Ida Klasén på KTH:s enhet för högskolepedagogik för

värdefulla bidrag. Slutligen vill jag rikta ett extra stort tack till min mor Mika för hjälp med språkgranskningen av rapporten och till min hustru Helena för ovärderligt stöd, inte minst i slutskedet.

Jag riktar det som nu följer till alla, lärare såväl som studenter, som på något sätt arbetar med utbildningsutveckling vid landets civilingenjörutbildningar inom datavetenskap. Jag hoppas att denna rapport ska vara till hjälp i ert spännande och viktiga arbete.

Stockholm i februari 2012

Jon Karlfeldt

Innehåll

Förord

Resultaten i korthet	1
1 Inledning	7
1.1 Frågan: Vad är egentligen en dataingenjör?	7
1.2 Syftet: Att kartlägga och jämföra	8
1.3 Tidigare arbete inom området	8
1.4 Urval av utbildningsprogram	10
1.5 Metod och avgränsningar	12
2 Ämneskunskaper och -färdigheter	17
2.1 ACM/IEEE-CS Computer Science Curriculum 2008	17
2.2 Övergripande observationer	22
2.3 Observationer program för program	28
3 Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt	45
3.1 Högskoleförordningens examensmål	46
3.2 CDIO-initiativet och CDIO Syllabus	49
3.3 Övergripande observationer	52
3.4 Observationer program för program	60
4 Utbildningsprogrammets utveckling	67
4.1 Ny värld – ny högskola	67
4.2 Högskoleverkets kvalitetsutvärdering	69
4.3 Observationer program för program	72
5 Avslutande reflektioner	81
5.1 Vilka slutsatser har kunnat dras?	81
5.2 Vilket värde har denna studie?	83
5.3 Vilka frågor kan eller bör studeras närmare?	84
Litteraturförteckning	87

Bilagor

A	Genomförda intervjuer	89
B	Intervjumall	91
C	Programmets kurser och deras kategorisering	95
D	Utdrag ur högskoleförordningen	107

Figurer

1.1	Grafisk översikt över disciplinerna i CC2005	13
2.1	CS2008:s kunskapsmängd	19
2.2	Exempel på definition av en kunskapsenhet	20
2.3	Innehållsprofiler: medel, median och CS2008	26
2.4	Spridningen av poäng inom kunskapsområdena	28
3.1	Examensmål för civilingenjörsexamen före 2007	46
3.2	Examensmål för civilingenjörsexamen sedan 2007	48
3.3	CDIO Syllabus 2.0, nivå 1–3	50
3.4	Exempel på beskrivningar på nivå 4 i CDIO Syllabus	51
3.5	Exempel på mål i utbildningsplanen: MiUn	55
3.6	Exempel på mål i utbildningsplanen: LTH	56
3.7	Utdrag ur IUAE-matris från LiTH	57
3.8	Exempel på ”Generella förmågor” i BTH:s kursplaner	60
4.1	Kvalitetskriterierna i HSV:s kvalitetsutvärderingar före 2011	70

Tabeller

1.1	De fem disciplinerna i CC2005.	12
1.2	Utbildningsprogram som ingår i eller övervägdes för studien	14

2.1	Utökning av CS2008 med området Other Topics	21
2.2	Andel poäng inom OT-området	22
2.3	Fördelningen av poäng inom OT-området	24
2.4	CS2008:s kunskapsområden, med kompletteringar.	24
2.5	Poängfördelning över kunskapsområdena	25
A.1	Genomförda intervjuer	89
C.1	Förkortningar i kurslistorna	95

Resultaten i korthet

Vad är en dataingenjör? Den frågan utgör utgångspunkten för denna studie, som omfattar tio civilingenjörsprogram vid lika många svenska högskolor. Samtliga lärosäten med minst ett sådant program inom det datavetenskapliga området har inkluderats. Utbildningarna har analyserats med avseende på:

- Ämneskunskaper och -färdigheter
- Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt
- Programmets utveckling

Som denna rapport visar finns det en stor bredd av dataingenjörsutbildningar i Sverige. Såväl hård- som mjukvaruprofiler finns representerade, liksom både breda och spetsiga program med allt mellan 20 och 200 studenter per årskull. Genom denna studie har slutsatser kunnat dras om mönster i utbildningsprogrammets innehåll, om relationen mellan styrdokument och verklighet samt om vilka effekter olika former av styrning från statsmakternas sida har fått – eller inte fått. Dessa slutsatser presenteras nedan, tillsammans med hänvisningar till var i huvudtexten resonemangen utvecklas ytterligare.

Utgångspunkter

Datavetenskap är ett brett ämne. Det är, i ett sammanhang som detta, nödvändigt att i någon mån precisera vilken eller vilka delar av ämnet som ligger i fokus. I kapitel 1 redogörs för ACM/AIS/IEEE Computing Curricula 2005, CC2005, en samling riktlinjer för utformning av datavetenskapliga utbildningar. [9] CC2005 delar upp datavetenskapen i fem discipliner: Computer Engineering (CE), Computer Science (CS), Information Systems (IS), Information Technology (IT) och Software Engineering (SE). Denna studie fokuserar på disciplinen Computer Science, karaktäriserad av en kombination av teori och tillämpningar samt av ett fokus på mjukvara snarare än hårdvara. Vid samtliga lärosäten har det program valts ut som bäst passar in på beskrivningen av CS-disciplinen (även om det programmet i själva verket är, till exempel, ett CE- eller IT-program). De tio programmen presenteras i tabell 1.

Studiens huvudsakliga källa till information om programmets mål och innehåll är deras utbildningsplaner samt kursplaner för de tre första årens kurser. Därutöver

Lärosäte	Program	Disciplin	Andel data	Andel annat	Andel valfritt
BTH	Datorsäkerhet	CS	77%	23%	0%
CTH	Informationsteknik	SE	67%	27%	7%
KaU	Datateknik	CS	39%	46%	15%
KTH	Datateknik	CS	54%	33%	13%
LiTH	Informationsteknologi	CS/IT	50%	50%	0%
LTH	Datateknik	CE	52%	48%	0%
LTU	Datateknik	CS/CE	44%	47%	10%
MiUn	Datateknik	CS	58%	35%	7%
UmU	Teknisk datavetenskap	CS	75%	26%	0%
UU	Informationsteknologi	CS	61%	36%	4%
Medelvärde			58%	37%	5%
Medianvärde			56%	35%	5%

Tabell 1. De tio utbildningsprogram som ingår i studien. Procenttalen anger hur stor andel av varje programs tre första år som ägnas åt datavetenskapligt innehåll respektive annat innehåll (t.ex. matematik, fysik eller hållbar utveckling), samt hur stor andel som utgörs av valfritt utrymme.

har programansvariga lärare vid samtliga program intervjuats om såväl dessa frågor som programmens utveckling.

Ämneskunskaper och -färdigheter

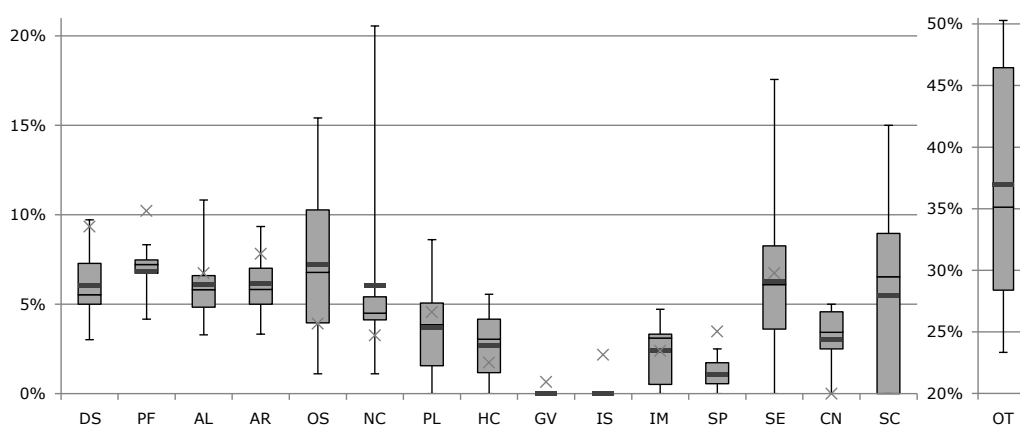
ACM/IEEE-CS Computer Science Curriculum, de Computer Science-specifika riktlinjerna inom CC2005, utgör i sin senaste utgåva, CS2008 [7], grunden för analyserna i kapitel 2. CS2008 delar upp datavetenskapsämnet i 14 kunskapsområden, *knowledge areas*, presenterade i tabell 2. De har där kompletterats med områdena Other Topics (OT) och Students' Choice (SC) som motsvarar ämnen utanför datavetenskapen respektive valfria block i programmen. Kursplanerna för samtliga kurser inom de tio programmens tre första år har analyserats och deras poäng har fördelats över ett eller flera av dessa områden. Figur 1 ger en översiktssbild av resultatet av den fördelningen, i form av minimi-, maximi-, kvartil- och medelvärden. Där markeras också en referensnivå baserad på CS2008:s rekommendationer för minsta antal undervisningstimmar per kunskapsområde.

Analysen av programmens ämnesinnehåll visar att det finns en ”minsta gemensamma nämnare”. Vid de tio programmen är ungefär 30% av de tre första årens poäng lika fördelade över de olika kunskapsområdena (om än med variationer i det exakta innehållet). Bland annat är lärosätena överens om att en dataingenjör ska ha en matematisk grund om minst en termins ren matematik att stå på. Som framgår av figur 1 finns det också ett antal områden där majoriteten av programmen är relativt överens om omfattningen. Däremot finns inget allmänt konsensus kring utbildningens innehåll i stort – det finns ingen gemensam ”svensk modell”. Istället

ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

DS	Discrete Structures	GV	Graphics and Visual Computing
PF	Programming Fundamentals	IS	Intelligent Systems
AL	Algorithms and Complexity	IM	Information Management
AR	Architecture and Organization	SP	Social and Professional Issues
OS	Operating Systems	SE	Software Engineering
NC	Net Centric Computing	CN	Computational Science
PL	Programming Languages	SC	Student's Choice
HC	Human-Computer Interaction	OT	Other Topics

Tabell 2. CS2008:s kunskapsområden, med kompletteringar.



Figur 1. Programmens spridning av poäng inom respektive kunskapsområde. Lådan omfattar kvartil 2-3, det tjocka strecket anger medelvärdet och ändpunkterna anger min- respektive max-värdena. Som jämförelse markerar kryssen CS2008-nivån.

är den exakta sammansättningen av ämnesinnehåll en stor del av vad som definierar respektive programs profil.

På några punkter går åsikterna isär kraftigt: andelen OS varierar mellan 1% och 15% och andelen SE mellan 0% och 18%. När det gäller hur studietiden ska fördelas mellan datavetenskapliga ämnen och andra ämnen skiljer sig programmen än mer åt: andelen poäng inom Other Topics-området varierar från 23% till 50%. Detta är i stor utsträckning kopplat till hur mycket fysik och elektroteknik som ingår i programmen. Det generella mönstret (till vilket det finns undantag åt båda håll) är därvidlag att äldre utbildningar har fler poäng inom dessa ämnen medan yngre utbildningar har färre.

Trots den variationsrikedom som programmens ämnesmässiga profiler uppvisar är det ändå intressant att också jämföra det svenska genomsnittet med referensvärdena från CS2008 (se även här figur 1). Vid en sådan analys framgår det tydligt att det i Sverige är vanligt med ett större fokus på OS och NC. Dessutom tycks det ingå i den svenska ingenjörstraditionen att ha åtminstone några poäng inom numeriska metoder, det vill säga CN-området – något som CS2008 inte anser ingår i den nöd-

vändiga kärnan. I gengäld har de studerade programmen avsevärt mindre inslag av framförallt SP (främst saknas moment inom etik, juridik och samhällsfrågor) och PF. Dessutom har ingen av de tio utbildningarna ett endaste obligatoriskt poäng inom vare sig GV eller IS, två områden som man i Sverige synes vara överens om utgör specialiseringar och inte del av en grundutbildning.

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

Merparten av en civilingenjörsutbildning ägnas åt att förmedla kunskaper och färdigheter inom något ämne, exempelvis datalogi, matematik, fysik eller ekonomi. Däremot innehåller en sådan utbildning också moment fokuserade på icke ämnes-specifika ingenjörsfärdigheter, generella förmågor eller olika förhållningssätt – det ickedisciplinära innehållet. Hit hör till exempel kommunikationsfärdigheter, samarbetsförmåga och hållbarhetsperspektiv, och området utgör fokus för kapitel 3.

Ett svenskt civilingenjörsprogramms ickedisciplinära innehåll styrs ytterst av de examensmål som finns angivna i högskoleförordningens examensordning. Sedan 2007 års högskolereform är dessa relativt utförliga och inordnade i tre kategorier: kunskap och förståelse, färdighet och förmåga respektive värderingsförmåga och förhållningssätt. De ickedisciplinära målen återfinns främst inom de två senare. En student ska, enligt lag, ha nått alla dessa mål för att en civilingenjörsexamen ska få utfärdas, och det är upp till varje enskilt lärosäte att tillse att så sker. Det kan därför förväntas att lärosätena och programmen gör tydliga kopplingar i sina lokala examensmål, utbildningsplaner och kursplaner till dessa överordnade mål. Så är dock som regel inte fallet. Faktum är att en kvantitativ analys av de studerade programmens ickedisciplinära innehåll, med utgångspunkt i högskoleförordningens mål, visade sig praktiskt omöjlig att genomföra på grund programmens bristande dokumentation på området.

Den knapphändiga behandlingen av ickedisciplinära mål i utbildningarnas styrdokument gör att det ofta är oklart huruvida de överordnade målen uppfylls. Majoriteten av programmen saknar helt en systematisk kartläggning av hur utbildningens innehåll förhåller sig till högskoleförordningens examensmål. Det är därmed svårt att tydligt belägga att målen faktiskt nås. De av programmen som har någon form av kontroll i det här avseendet använder alla varianter på samma verktyg: målmatriser. En målmatris anger för varje kurs och varje överordnat mål huruvida kursen bidrar till att uppfylla målet och i så fall på vilket sätt. Fyra av programmen har sådana matriser idag, och ytterligare två arbetar med att ta fram dem. Användning av målmatriser är bland de studerade programmen i vart fall delvis kopplat till anslutning till det internationella *CDIO-initiativet* för utveckling av ingenjörsutbildningar.

En viktig observation mot bakgrund av den bristande förekomsten av ickedisciplinärt innehåll i kurs- och utbildningsplaner är att styrdokumentet i stor utsträckning inte stämmer överens med verkligheten. Det faktiska ickedisciplinära innehållet i programmen synes i allmänhet vara mer omfattande än vad dessa handlingar ger sken av. Detta må vara bättre än den omvända situationen, men en diskrepans av

UTBILDNINGSPROGRAMMENS UTVECKLING

det här slaget kan ändå inte betraktas som tillfredsställande. Som det är är målstyrningen på området otillräcklig, och som en följd därav är det oklart hur mycket av det ickedisciplinära innehållet som egentligen examineras. Här finns en tydlig förbättringspotential hos alla de studerade programmen, och i vissa fall är den mycket stor.

Ett annat gemensamt förbättringsområde är progression, det vill säga att en viss färdighet eller förmåga lärs ut och tränas på en successivt djupare och mer avancerad nivå under utbildningens gång. Av de tio programmen har ingen ett helhetsgrepp kring progression. Även de som tydligast har dokumenterat sitt ickedisciplinära innehåll har ingen fullständig kontroll över progressionen inom färdigheterna. Vissa initiativ på området finns, men etablerade metoder och verktyg saknas.

Avslutningsvis är det intressant att observera att synen på de överordnade målens roll och på hur man bör arbeta med dem varierar en hel del mellan programmen. Vissa ser högskoleförordningens examensmål som väl avvägda och som en god vägledning, medan andra ifrågasätter deras ändamålsenlighet såväl som de reella möjligheterna att nå dem inom ramen för en utbildning präglad av höga förväntningar från arbetsmarknaden när det gäller ämneskunskaper. Ingen av de intervjuade ifrågasätter dock att målen är normerande och att uppfyllelse av dem måste eftersträvas. Två huvudsakliga tillvägagångssätt för detta framträder: integration av ickedisciplinära moment i ämneskurser respektive särskilda kurser i exempelvis kommunikation eller hållbar utveckling. Även här går åsikterna, som sagt, isär något. Vissa intervjuade menar att integration är den mest trovärdiga modellen och att särskilda kurser riskerar att bli ett slags alibi, utan koppling till utbildningen i övrigt. Andra säger istället att det är mycket viktigt att ickedisciplinärt innehåll lärs ut av dem som kan det; att begära att, exempelvis, en datalogilärare ska undervisa i etikfrågor riskerar att bli kvacksalveri.

Utbildningsprogrammets utveckling

Datavetenskapen är ett ämne i ständig utveckling. Verkligheten förändras tillräckligt fort för att landets dataingenjörsprogram ska behöva ses över i stort sett årligen som ett led i ett kontinuerligt förbättringsarbete. Utöver denna löpande utveckling sker ibland större förändringar, ofta motiverade av externa händelser. I denna studie behandlas två sådana händelser: 2007 års högskolereform och 2006 års kvalitetsutvärdering av de svenska civilingenjörsutbildningarna.

I januari 2007 trädde en ny högskolelag och högskoleförordning i kraft, med en mängd förändringar för svensk högre utbildning. Två av dessa var av särskild vikt för de häri studerade programmen: en ny examensbeskrivning för civilingenjörsexamen, med ett antal nya och förändrade mål, samt en förlängning av utbildningen från 4,5 till 5 år. Den som eventuellt förväntade sig en revolution inom svensk ingenjörsutbildning med anledning av detta har dock sannolikt skäl att vara besviken. Högskolereformens direkta effekter synes nämligen vara begränsade. Att döma av de genomförda intervjuerna blev den främsta konkreta följderna av reformen en

omformulering av alla kursmål på lärandemålsform – och inte ens det har fått fullt genomslag fem år efter reformen. I stor utsträckning tycks man vid lärosätena ha sett de nya examensmålen som en kodifiering av vad som redan gällde, snarare än som en förändring eller utveckling. Huruvida denna bild stämmer överens med lagstiftarens avsikt får här vara osagt.

Större konkreta resultat fick den andra viktiga händelsen: Höskoleverkets senaste kvalitetsutvärdering av civilingenjörsutbildningar. Verket genomför i sin roll som tillsynsmyndighet över högskoleväsendet den typen av utvärderingar med ett antal års mellanrum, och den senaste redovisades 2006. Denna studies entydiga slutsats är att denna utvärderingsprocess resulterar i konkreta åtgärder. Konsekvent har samtliga program idag angripit en klar majoritet av de utvecklingsbehov som påtalades i 2006 års rapport. På samma sätt som studenters lärande sannolikt styrs mer av vad som examineras än av vad som står i kursplanen tycks det alltså förhålla sig så att utvärdering är ett kraftfullare verktyg än målstyrning när det gäller statsmakternas möjligheter att påverka landets högskoleutbildningar. Helt i linje med detta framstår det som att 2011 års omdaning av Höskoleverkets utvärderingssystem till att fokusera på studenternas examensarbeten kommer att få, och redan har fått, tydliga följder. Samtliga studerade program har redan i större eller mindre utsträckning anpassat sitt kvalitetsarbete efter det nya systemet. Flera programansvariga uttrycker viss oro över att utvärderingssystemets ensidiga fokus riskerar att göra att utvecklingsarbete utan direkt koppling till examensarbeten prioriteras ned.

Avslutningsvis kan en observation göras rörande det tidigare nämnda CDIO-initiativet. Dess koncept för utveckling av ingenjörsutbildningar har under de senaste fem åren fått en alltmer framskjuten position i debatten vid de studerade programmen och lärosätena. I denna studie framstår CDIO som ett kraftfullt och ändamålsenligt verktyg. De program som har arbetat enligt CDIO-konceptet tycks ha lättare att säkerställa måluppfyllelse. Däremot vittnar de om att det kräver en rejäl arbetsinsats och att det inte fungerar att införa CDIO halvhjärtat. En hypotes är att inslagen av CDIO-baserad eller -inspirerad utbildningsutveckling vid landets dataingenjörsprogram kommer att växa under 10-talets första hälft.

Kapitel 1

Inledning

1.1 Frågan: Vad är egentligen en dataingenjör?

Det finns i Sverige en stor mångfald högskoleutbildningar inom data- och IT-området, omfattandes allt från två till fem års studier. Även om man, som i denna rapport, inskränker sig till utbildningar som leder till civilingenjörsexamen så stöter man på en rad olika benämningar: datateknik och datavetenskap, informationsteknik och informationsteknologi, programvaruteknik och datorsäkerhet. Inte heller tycks dessa begrepp alltid tolkas på samma sätt – vad som vid ett lärosäte kallas datateknik kan vid ett annat heta informationsteknik, och vice versa. Frågan är om man, trots de många benämningarna och variationerna i vad de står för, ändå kan säga: detta är vad vi menar när vi säger dataingenjör.

Frågan blir inte lättare när man går bortom frågan om vilka utbildningsprogram som erbjuds vid landets högskolor. Också inom näringslivet finns en uppsjö av olika uppfattningar om och förväntningar på dataingenjören. Vissa ser en mjukvaruutvecklare, andra en systemarkitekt. Några ser en chipdesigner, andra en teknikkunnig ledare. Är begreppet civilingenjör i sig så brett att alla dessa roller ska kunna omfattas av samma typ av utbildning, eller representerar de flera, i grunden olika, riktningar inom det övergripande data/IT-paraplyet? Andra faktorer komplicerar bilden ytterligare. Bland annat branschorganisationer – nationella såväl som internationella – publicerar till exempel rekommendationer gällande vad man bör kunna om man är den ena eller andra typen av datavetare. Det är också så att ingenjörsbegreppet i sig har olika innebörd i olika länder. En svensk civilingenjör kan exempelvis ha en ganska annorlunda utbildning bakom sig än en tysk diplomingenjör, och bådas utbildningar kan skilja sig ordentligt från den som en brittisk Master of Engineering har genomgått. Sammantaget är det uppenbart att det är allt annat än entydigt vad som avses när ordet dataingenjör används.

Denna studie utforskar den övergripande frågan om vad som definierar åtminstone en typ av dataingenjör: den svenska civilingenjören inom datavetenskap. Vilka kunskaper och färdigheter har en sådan ingenjör, och hur förhåller sig dessa till de regler och riktlinjer som finns?

1.2 Syftet: Att kartlägga och jämföra

Högskoleverket, som är tillsynsmyndighet över de svenska högskolorna, granskar i fleråriga cykler kvaliteten på landets civilingenjörsutbildningar och yttrar sig över vad som är bra respektive dåligt. Detta är *inte* den här studiens syfte. Den tar istället sikte på att kartlägga och jämföra de aktuella programmen längs tre dimensioner:

- **Ämneskunskaper och -färdigheter:** Vilka kunskaper och färdigheter inom det datavetenskapliga området förmedlas på respektive program? Kan olika profiler identifieras? Finns det någon gemensam ”svensk profil”?
- **Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt:** Högskoleförordningen ställer för civilingenjörsexamen upp vissa krav på andra färdigheter än de ämnesrelaterade/disciplinära. Hur väl uppfylls dessa krav? Har programmen olika syn på dessa färdigheters plats i utbildningen, eller på vilket som är det bästa sättet att lära ut dem?
- **Utbildningsutveckling:** Finns det ett systematiskt utvecklingsarbete vid programmen och hur ser det i så fall ut? Vad ledde 2006 års nationella kvalitetsutvärdering och 2007 års högskolereform till på programnivå? Hur påverkar Högskoleverkets nya utvärderingssystem den framtida utvecklingen, och vilka initiativ är på gång idag?

I alla dessa avseenden utforskas viktigare nationella mönster, likheter och skillnader mellan programmen samt intressanta avvikelser från normen. För den första dimensionen, ämneskunskaper och -färdigheter, används Computer Science Curriculum 2008 från ACM och IEEE Computer Society som analytiskt ramverk.¹ [7] För de två andra används de källdokument som hör till respektive frågeställning som utgångspunkt för analysen. Det innebär högskoleförordningens examensbeskrivning för dimension två samt Högskoleverkets utvärderingsrapport respektive högskolereformens förarbeten för dimension tre.

1.3 Tidigare arbete inom området

Jämförande studier av utbildningsprogram på detaljnivå tycks inte vara något som görs i omfattande utsträckning. I förstudierna inför detta arbete identifierades ingen fullt ut jämförbar studie, med vilket ska förstås att samma eller liknande ramverk har använts för att jämföra utbildningar på ett liknande sätt. Ett antal verk förtjänar dock att nämnas, då de i åtminstone någon omfattning har bäring på detta arbete.

¹ACM, Association for Computing Machinery, är världens största organisation för akademiker och yrkesverksamma inom dataområdet. IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers, är världens största branschorganisation för el-, elektronik-, data- och IT-ingenjörer. Computer Society är en underorganisation till IEEE.

1.3. TIDIGARE ARBETE INOM OMRÅDET

1.3.1 Ämneskunskaper och -färdigheter

År 2001 genomförde medlemmarna i IDEA League² en jämförande studie av sina respektive utbildningar i *Computer Science*, det vill säga datavetenskap. [6] Studiens syfte var att skapa ett underlag för överenskommelser om att ömsesidigt erkänna studieresultat och underlätta för studenter att flytta mellan lärosätena. Jämförelsen var av det skälet bred, snarare än djup, och omfattade utöver utbildningarnas innehåll även frågor såsom antagningsprocedurer, poängsystem, förekomsten av praktik, förutsättningar för mobilitet och användning av kandidat-/Bachelor-examen som ett etappmål i utbildningen. Ämnesinnehållet jämfördes utifrån en egen kategorisering och visade på betydande skillnader lärosätena emellan. Exempelvis stack ETH Zürich ut med sin relativt stora mängd obligatoriska kurser inom matematik, elektroteknik och fysik. Imperial College, å andra sidan, var ett exempel på en utbildning med mycket få obligatorier utanför dataområdet och istället ett starkt fokus på programmering och hårdvaruarkitektur. Denna enkla jämförelse av endast fyra program var på så vis en utmärkt illustration av att det – i vart fall ur ett internationellt perspektiv – knappast finns någon generell samsyn på hur ett datavetenskapligt program bör vara uppbyggt.

Som nämndes ovan gjordes innehållsanalysen i IDEA-studien på en relativt grund nivå. Ett exempel på en betydligt mer detaljerad analys återfinns i en delrapport ur ett amerikanskt examensarbete från 2008. [12] I denna jämfördes 50 amerikanska universitets grund- och fortsättningskurser i datalogi med avseende på använt programmeringsspråk, paradig (imperativt, objektorienterat, funktionellt eller någon form av blandning) och modell för grupparbete. Själva resultaten var utan särskild betydelse för denna studie, men rapporten illustrerar att en relativt storskalig kvantitativ jämförelse av utbildningsprogram baserad på analys av webbpublicerade kursplaner är genomförbar.

1.3.2 Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

I vart fall i Sverige har de ickedisciplinära färdigheterna i ingenjörsutbildningar hamnat i starkare fokus under de senaste fem åren, av två huvudskäl: förändringarna i högskoleförordningen 2007 och spridningen av CDIO-initiativet (se avsnitt 3.2 för en närmare presentation av detta). Dessa två skeenden har lett till att det har blivit allt vanligare med artiklar och rapporter kring frågan om hur utbildningsprogram kan såväl utformas som analyseras med avseende på sådana färdigheter. Bland dessa återfinns bland annat interna rapporter från högskolor, framtagna som underlag för utvecklingsarbete. Sådana rapporter kan avse såväl kartläggningar av enskilda program (se t.ex. [10]) som utredningar av hur program mål ska kopplas till högskoleförordningens examenskrav (se t.ex. [13]). Utan att ha direkt och omedelbar relevans för denna studie har dessa texter underlättat planering och genomförande genom att belysa flera av de frågeställningar och utmaningar som präglar området.

²Imperial College (London), TU Delft, ETH Zürich och RWTH Aachen

I den högskoleförordnings- och CDIO-inspirerade textfloran finns också artiklar publicerade i vetenskapliga tidskrifter eller presenterade på konferenser. Här kan särskilt nämnas publiceringen av den metod för kvantitativ analys av innehållet av ickedisciplinära färdigheter som utformades av några av CDIO-initiativets tidiga medlemmar. [1] Denna studie var ursprungligen avsedd att använda sig av den metoden, men en kvantitativ studie visade sig oöverkomligt svår att genomföra, givet tillgången på data (se närmare diskussion i kapitel 3).

1.3.3 Utbildningsutveckling

Utifrånanalyser av utbildningsprogramms utveckling samt strukturer och processer för sådan utveckling är något som synes utföras i första hand av tillsyns- och ackrediteringsorgan. I sammanhanget är Högskoleverkets senaste utvärdering av civilingenjörsutbildningarna [14] det sannolikt viktigaste referensverket. Till skillnad från det nya, resultatfokuserade utvärderingssystem, som kommer att tillämpas i nästa utvärderingscykel, genomfördes den senaste utvärderingen med större fokus på lärosätenas egna kvalitetssystem. Rapporten innehåller därför en mängd intressanta observationer på temat utbildningsutveckling.

Av intresse som internationell kontrast är möjligen treårsuppföljningen av ett omdesignat ingenjörsprogram i informatik vid politekniska högskolan i Porto, Portugal. [2] Detta gäller särskilt eftersom programmet i fråga är utformat med utgångspunkt i ACM:s curriculum (som denna studie använder som analysramverk) och CDIO:s syllabus (som har haft stort inflytande på flera av de studerade programmen och även kan relateras till högskoleförordningens examenskrav). Just kopplingen mellan CDIO och högskoleförordningen, och då specifikt hur den senare kan användas som utgångspunkt för CDIO-anpassning av en utbildning i en svensk kontext, är en relevant fråga när svenska ingenjörsprogramms utveckling studeras. Denna fråga behandlas närmare i en artikel skriven av företrädare för KTH till 2009 års CDIO-konferens. [5]

1.4 Urval av utbildningsprogram

Inför frågan om vilka utbildningsprogram som skulle ingå i studien fanns en ursprunglig, enkel utgångspunkt: Datateknikprogrammet vid KTH – det program inom vilket detta examensarbete genomförs – skulle ingå. Målet blev därför att hitta en lämplig uppsättning jämförbara utbildningar.

Elva svenska lärosäten har rätt att bedriva civilingenjörsutbildningar. Tio av dessa (KTH inkluderat) har minst ett program som är mer eller mindre jämförbart med KTH:s D-program och av dem har fyra två program och ett – Blekinge Tekniska Högskola – hela tre. Det elfte lärosätet, Mälardalens högskola, har visserligen ett program inom robotik som skulle kunna klassas som i någon mån datavetenskapligt. Det har dock alltför starka drag av elektroteknik och är i sina datainslag alltför starkt hårdvaruorienterat för att vara jämförbart med de aktuella programmen vid övriga lärosäten.

1.4. URVAL AV UTBILDNINGSPROGRAM

Att välja bland fanns alltså 16 program vid 10 högskolor. Som en rimlig avgränsning i syfte att hålla omfattningen på studien på en lämplig nivå för ett examensarbete fattades i samråd med handledare beslutet att välja ett program per lärosäte. Då ett av dessa, D-programmet på KTH, var givet på förhand blev uppgiften att välja ut de mest jämförbara bland resterande utbildningar. Det var dock önskvärt med ett något mer stringent kriterium än ”mest likt KTH:s program”. Lösningen blev den uppdelning av dataområdet som görs i ACM/AIS/IEEE Computing Curricula 2005.

1.4.1 Computing Curricula 2005

En handfull branschorganisationer har under många års tid publicerat ”curriculum guidelines”, eller riktlinjer för studieplaner, inom sina respektive delar av det större data- och IT-området (en kort historik över detta återfinns i kapitel 2). År 2005 släpptes, i ett samarbete mellan organisationerna ACM, IEEE Computer Society och AIS³ *Computing Curricula 2005 – Overview Report* [9]. I denna, hädanefter kallad CC2005, görs för första gången ett försök att inordna alla disciplinspecifika läroplansriktlinjer i ett gemensamt ramverk. Rapporten, som ännu 2012 har förblivit oreviderad, delar in ämnesområdet i fem discipliner: Computer Engineering, Computer Science, Information Systems, Information Technology och Software Engineering. Dessa beskrivs närmare i tabell 1.1 och figur 1.1.

1.4.2 Klassificering av programmen

Med ledning av CC2005:s definitioner av de olika disciplinerna inom dataområdet gjordes nedanstående (tabell 1.2) klassificering av de 17 aktuella utbildningsprogrammen. De som valdes ut för studien listas först. Övriga återfinns under det horisontella strecket.

Som framgår av tabellen är majoriteten av programmen att betrakta som Computer Science-program (CS), om än i några fall med dragning åt något annat håll, alternativt med andra särskiljande egenskaper. Eftersom D-programmet vid KTH finns bland dessa var det naturligt att använda följande urvalsprincip: Om lärosätet har ett och endast ett CS-program, välj detta. Annars, välj det program som ligger närmast definitionen av CS-disciplinen.

I två fall är de program som valdes ut inte primärt CS-program. I båda dessa saknar lärosätet i fråga ett CS-klassat program. I fallet Chalmers fanns två kandidater, varav ett CE- och ett SE-program. Här bedömdes det senare ligga närmare definitionen av CS. I fallet Lund fanns också två kandidater, båda CE-program. Inget av dem bedömdes till sin övergripande karaktär mer CS-lik än det andra, men det som valdes har dels fler högskolepoäng inom kurser av CS-typ och är dels inte lika nischat just mot kommunikationsteknik.

³AIS, Association for Information Systems, är en branschorganisation med fokus på IT:s roll i organisationer.

Disciplin	Beskrivning
CE Computer Engineering	Design och konstruktion av datorer och datorbaserade system, inklusive hårdvara, mjukvara och kommunikation. Fokus på tillämpning av elektroteknik och matematik på dator- och datarelaterade problem.
CS Computer Science	Design och implementation av mjukvara, utveckling av effektiva sätt att lösa dator- och datarelaterade problem samt utveckling av nya sätt att använda datorer. Brett område, från teoretiska grunder till spjutspetstillämpningar inom exempelvis intelligenta system, nätverksteknik och bioinformatik.
IS Information Systems	Integration av informationstekniska lösningar och affärsprocesser i syfte att möjliggöra effektivt arbete i effektiva organisationer. Fokus på information, med en syn på tekniken som ett verktyg för att hantera denna.
IT Information Technology	Det tekniska komplementet till IS. Fokus på tillämpningar och teknikens roll i organisationer.
SE Software Engineering	Utveckling och underhåll av tillförlitliga, effektiva och ändamålsenliga mjukvarusystem. Sammanför matematiska och datalogiska principer med arbets- och tankesätt från klassiska ingenjörsciensdiscipliner.

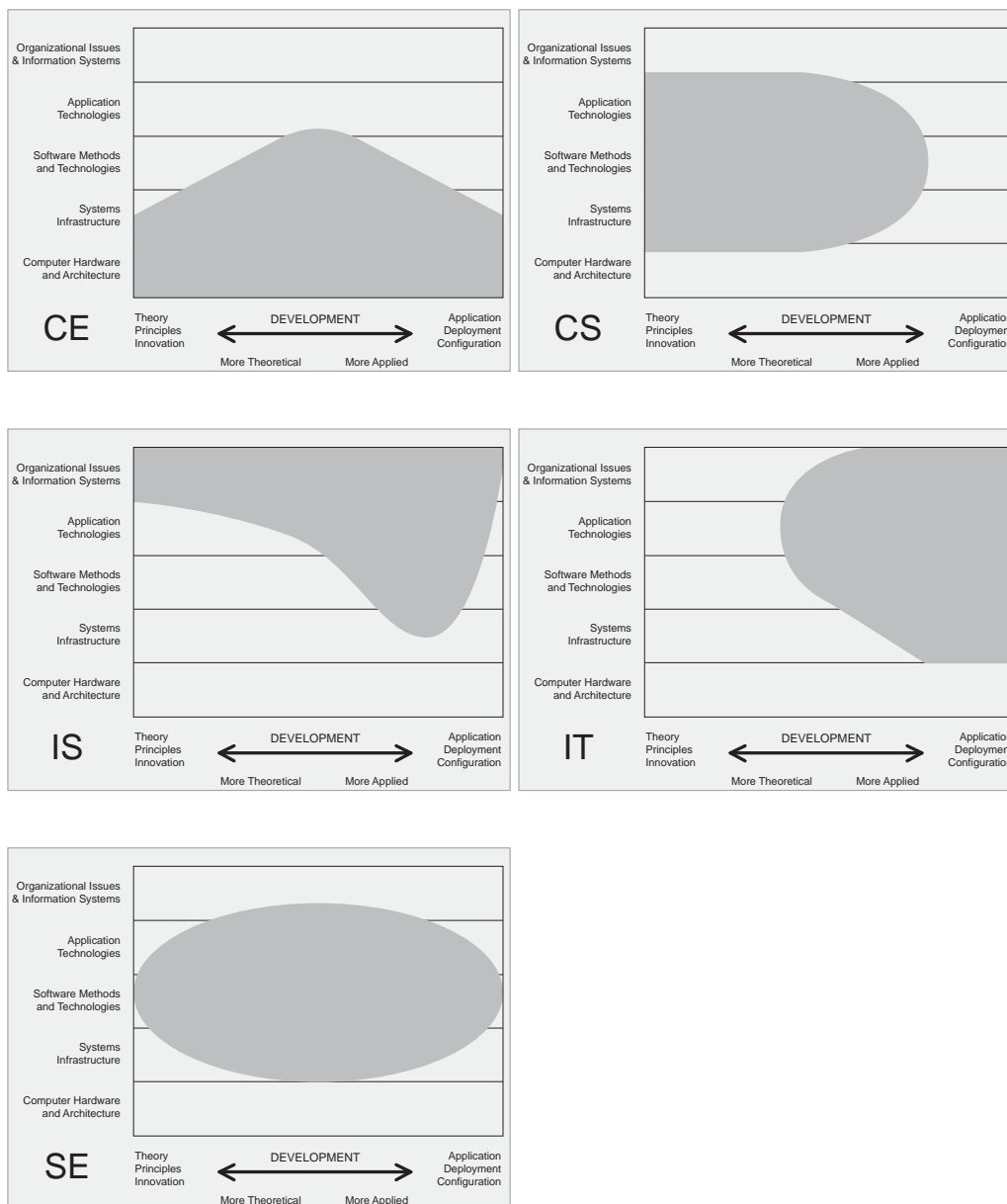
Tabell 1.1. De fem disciplinerna i CC2005.

1.5 Metod och avgränsningar

Analysen av de tio utbildningsprogrammets innehåll och utveckling gjordes utifrån tre huvudsakliga källor:

- Aktuella utbildnings- och kursplaner samt relaterade styrdokument. Beskrivningen av kursinnehåll och -mål användes som utgångspunkt för ämnesinnehållsanalyserna i kapitel 2. Samma beskrivningar användes, tillsammans med utbildningsplanerna, eventuella målmatriser och kursplanernas beskrivningar av examinationsformerna, som utgångspunkt för analyserna kring personliga, professionella och interpersonella färdigheter i kapitel 3. Totalt har ca 300 kursplaner gått igenom. Metoden i denna del beskrivs mer i detalj i respektive kapitel.
- Högskoleverkets utvärdering av civilingenjörsprogrammen från 2006. Redogörelserna för bedömarens synpunkter och programmets egna själv-

1.5. METOD OCH AVGRÄNSNINGAR



Figur 1.1. Grafisk översikt över disciplinerna i CC2005, hämtad från [9]. X-axeln utgör en skala från mer teoretisk kunskap till vänster till mer tillämpad kunskap till höger. Y-axeln börjar nertill med datorhårdvara och arkitektur och går upp till organisationsfrågor och informationssystem via systeminfrastruktur, mjukvarumetoder och -tekniker samt tillämpningar. Det skuggade området motsvarar respektive disciplinens ungefärliga inriktning.

värderingar och föreslagna åtgärder användes som delunderlag för bedömningar av programmens utveckling i kapitel 4.

- Djupintervjuer med den eller de lärare vid respektive lärosäte som har det mest direkta ansvaret för det aktuella programmets utformning och innehåll. Syftet med dessa var tudelat. För det första att få en allmän beskrivning av programmet samt motiveringar till och beskrivningar av tankarna bakom dess utformning. För det andra att få en redogörelse för hur utvecklingsarbetet bedrivs vid programmet samt vilka förändringar som har genomförts, håller på att genomföras eller planeras. Därutöver kontrollerades riktigheten i de skriftliga källor som använts och den intervjuade ombads reagera på resultaten av analyserna av dessa. Den intervjumall som användes återfinns i bilaga A.

Lärosäte	Program	Disciplin	Ev. kommentar
BTH	Datorsäkerhet	CS	Tydligt specialiserat
CTH	Informationsteknik	SE	CS-program saknas på lärosätet
KaU	Datateknik	CS	Mycket stort inslag av icke datavetenskapliga kurser
KTH	Datateknik	CS	
LiTH	Informationsteknologi	CS/IT	Kan ses som CS, men drar åt IT
LTH	Datateknik	CE	CS-program saknas på lärosätet
LTU	Datateknik	CS/CE	Kan ses som CS, men drar åt CE
MiUn	Datateknik	CS	
UmU	Teknisk datavetenskap	CS	
UU	Informationsteknologi	CS	
BTH	Datateknik och elektroteknik	CE	
BTH	Spel- och programvaruteknik	SE	
CTH	Datateknik	CE	
KTH	Informationsteknik	CS/CE	Kan ses som CS, men drar åt CE
LiTH	Datateknik	CE	
LTH	Informations- och kommunikationsteknik	CE	Relativt specialiserat
UmU	Interaktion och design	IS/CE	Tvåvetenskapligt, orienterat mot industridesign

Tabell 1.2. Utbildningsprogram som ingår i eller övervägdes för studien

1.5. METOD OCH AVGRÄNSNINGAR

Det sista utgjorde en ändring jämfört med den ursprungliga planen, enligt vilken en skriftlig enkät skulle fylla merparten av intervjuernas funktion. I samband med utformningen av sagda enkät blev det dock tydligt att uppföljningsintervjuer i alla händelser skulle bli nödvändiga, och att värdet av att, med samma svarande, genomföra både enkät och intervju skulle vara mycket begränsat.

Analyserna på kursnivå begränsas i huvudsak till de tre första åren av varje program. Huvudskälet till detta är att dessa tre år som regel är hårt styrda vad gäller vilka kurser som ska läsas – alla eller nästan alla är obligatoriska. Från och med årskurs fyra erbjuder dock nästan alla program en betydande valfrihet. Att då finna ett rättvist och jämförbart urval av kurser från respektive program vore mycket svårt. Den kvantitativa jämförelsen i kapitel 2 grundar sig helt på kurser från årskurs 1–3. I de fall det finns obligatoriska kurser i de högre årskurserna har dessa dock också studerats (om än inte inkluderats i de kvantitativa analyserna), eftersom deras existens ofta förklarar avvikelser från gängse mönster i de lägre årskurserna.

Redan under planeringsskedet gjordes ett antal avgränsningar med syftet att hålla omfattningen på studien inom rimliga ramar för ett examensarbete:

- Studien skulle, som redan har avhandlats, endast omfatta ett program per lärosäte.
- Analyser genomförda med hjälp av hierarkiskt uppbyggda ramverk, såsom ACM/IEEE:s curriculum eller CDIO:s syllabus, skulle inte göras på en djupare hierarkisk nivå än vad som motsvarar en rimlig avvägning mellan nytta och arbetsinsats.
- Bedömningar av de analyserade programmens uppfyllelse av mål eller kriterier i de använda ramverken skulle inte innefatta någon sammanvägd värdering av programmens kvalitet, varken jämförande eller för varje utbildning för sig.
- I studien ingick i allmänhet inte att föreslå förändringar i något av de studerade utbildningsprogrammen eller i deras utvecklingsarbete.

Den andra av dessa punkter blev aktuell för analysen av ämnesinnehåll, vilket behandlas närmare i avsnitt 2.1. Därutöver ledde omständigheterna till att ytterligare en – oplanerad – betydande avgränsning blev nödvändig: på grund av bristande tillgång på användbara data kom programmets innehåll av ickedisciplinära färdigheter inte att analyseras kvantitativt, varken utifrån CDIO:s syllabus, högskoleförordningens examenskrav eller en kombination av dessa.

Kapitel 2

Ämneskunskaper och -färdigheter

Ett utbildningsprogramms ämnesinnehåll är det som mest påtagligt definierar programmet. Detta är helt naturligt, av historiska orsaker (fokus på annat än ämneskunskaper är på många sätt ett relativt nytt påfund) såväl som av det skälet att utbildningar som regel byggs upp kring ett visst ämne eller en viss kombination av ämnen. Dessa förhållanden, tillsammans med svensk högskoleutbildnings struktur med indelning i kurser, gör att tillgången på information om ett programs ämnesinnehåll överlag är mycket god. Utförliga mål- och innehållsbeskrivningar i kursplaner gör det möjligt att genomföra en kanske inte uttömmande, men ändå utförlig kvantitativ analys av ett utbildningsprogramms innehåll. Detta kapitel inleds med en introduktion till det ramverk som har använts för att genomföra en sådan analys, följt av en redogörelse för resultaten.

2.1 ACM/IEEE-CS Computer Science Curriculum 2008

The Association for Computing Machinery, ACM, publicerade redan 1968 sitt första *Computing Curriculum*, en vägledning för utformning av utbildningsprogram i det då mycket unga dataämnet. Nästa utgåva kom tio år senare, och ungefär samtidigt gav IEEE Computer Society ut en motsvarande skrift. Den senare var i jämförelse mer ingenjörsorienterad och tog dessutom sikte på att överbrygga gapet mellan hårdvara och mjukvara. IEEE-CS hann ge ut en andra utgåva av sina rekommendationer 1983 innan de två organisationerna beslutade sig för att slå samman sina initiativ och ge ut ett gemensamt *curriculum*.

Den första frukten av ACM:s och IEEE:s samarbete på området kom 1991, med ett radikalt förändrat upplägg jämfört med tidigare studieplansriktlinjer. Medan de äldre riktlinjerna hade redogjort för en uppsättning specificerade kurser gick man nu över till att definiera en kunskapsmängd, en *body of knowledge*, som ansågs vara vad varje datavetare bör behärska. Denna struktur består än idag. När det tio år senare var dags att revidera riktlinjerna igen kom arbetsgruppen fram till att dataområdet nu hade vuxit så mycket, så snabbt och blivit så pass brett att det inte längre var möjligt att på ett meningsfullt sätt presentera en enda uppsättning riktlinjer.

De valde att döpa om den nya utgåvan från *Computing Curriculum* till *Computer Science Curriculum* [8] och inledde ett arbete med att ta fram motsvarande texter för ett antal andra discipliner inom dataområdet.

År 2005 kom *Computing Curricula* [9] (nu i pluralis), en översiktsrapport som definierade fem discipliner, varav Computer Science var en (se avsnitt 1.4.1 för en närmare redogörelse). Tre år senare kom sedan den reviderade version av Computer Science-riktlinjerna, CS2008, som används som ramverk i denna studie. [7] I viss utsträckning behöver 2008 års rapport dock läsas ihop med den från 2001, eftersom den nyare endast utgör en interimistisk revidering, och därför utelämnar vissa delar. Dessa återfinns i den senaste fullständiga versionen, CS2001.

2.1.1 Uppbyggnad och egenskaper

CS2008 definierar en kunskapsmängd för sin disciplin, uppdelad i 14 kunskapsområden, *knowledge areas*. Dessa är i sin tur uppdelade i totalt 142 kunskapsenheter, *knowledge units*, varav 65 lyfts fram som kärnkunskap (se figur 2.1). De 65 kärnkunskapsenheter ses i CS2008 som den minsta gemensamma nämnaren för varje CS-utbildning.

Varje kunskapsområde definieras, utöver av de enheter som ingår i det, genom en generell beskrivning av områdets omfattning och plats i helheten. Kunskapsenheter, i sin tur, beskrivs genom en förteckning per enhet över ingående ämnen samt lärandemål, på ett sätt som i stor utsträckning påminner om hur många svenska kursplaner är utformade (för ett exempel, se figur 2.2). Det förtjänar dock att påminnas om att kunskapsenheter inte är tänkta som kurser, utan som *kursmoment*. Exempelvis kan en grundkurs i datalogi innefatta kunskapsenheter (eller delar av dem) från både Programming Fundamentals, Algorithms and Complexity och Human-Computer Interaction. Detta återspeglas i kursplanen, som tar upp såväl innehåll som lärandemål från samtliga ingående kunskapsenheter.

De 65 kärnkunskapsenheter har, utöver innehåll och lärandemål, även ett rekommenderat antal föreläsningstimmar. Detta ska, enligt CS2008-rapporten, förstås som det minsta antal timmar av undervisning i föreläsningsform som antas krävas för att täcka in kunskapsenheten. Det påpekas dock att detta inte ska ses som argumentation för eller emot någon viss undervisningsform, utan endast som ett försök att på ett så universellt sätt som möjligt specificera enheternas omfattning.

2.1.2 Tillämplighet i sammanhanget

Arbetsgruppen bakom CS2008 lyfter själva i rapportens förord fram att de, trots försök att skapa ett så internationellt gångbart ramverk som möjligt, har haft svårt att frigöra sig från ett amerikanskt perspektiv. Sålunda finns om inte en explicit så i vart fall en implicit utgångspunkt i den amerikanska utbildningsstrukturen och -traditionen. Redan utifrån detta är det relevant att ställa sig frågan hur tillämpligt ramverket är på svenska förhållanden och därtill hur lämpligt det är för uppgiften att göra en jämförande studie av utbildningsprogram.

2.1. ACM/IEEE-CS COMPUTER SCIENCE CURRICULUM 2008

Overview of the Body of Knowledge		
<p>DS. Discrete Structures (43 core hours) DS/FunctionsRelationsAndSets (6) DS/BasicLogic (10) DS/ProofTechniques (12) DS/BasicsOfCounting (5) DS/GraphsAndTrees (4) DS/DiscreteProbability (6)</p> <p>PF. Programming Fundamentals (47 core hours) PF/FundamentalConstructs (9) PF/AlgorithmicProblemSolving (6) PF/DataStructures (10) PF/Recursion (4) PF/EventDrivenProgramming (4) PF/ObjectOriented (8) PF/FoundationsInformationSecurity (4) PF/SecureProgramming (2)</p> <p>AL. Algorithms and Complexity (31 core hours) AL/BasicAnalysis (4) AL/AlgorithmicStrategies (6) AL/FundamentalAlgorithms (12) AL/DistributedAlgorithms (3) AL/BasicComputability (6) AL/PversusNP AL/AutomataTheory AL/AdvancedAnalysis AL/CryptographicAlgorithms AL/GeometricAlgorithms AL/ParallelAlgorithms</p> <p>AR. Architecture and Organization (36 core hours) AR/DigitalLogicAndDataRepresentation (7) AR/ComputerArchitectureAndOrganization (9) AR/InterfacingAndI/OStrategies (3) AR/MemoryArchitecture (5) AR/FunctionalOrganization (6) AR/Multiprocessing (6) AR/PerformanceEnhancements AR/DistributedArchitectures AR/Devices AR/DirectionsInComputing</p> <p>OS. Operating Systems (18 core hours) OS/OverviewOfOperatingSystems (2) OS/OperatingSystemPrinciples (2) OS/Concurrency (6) OS/SchedulingandDispatch (3) OS/MemoryManagement (3) OS/DeviceManagement OS/SecurityAndProtection (2) OS/FileSystems OS/RealTimeAndEmbeddedSystems OS/FaultTolerance OS/SystemPerformanceEvaluation OS/Scripting OS/DigitalForensics OS/SecurityModels</p>	<p>NC. Net-Centric Computing (15 core hours) NC/Introduction(2) NC/NetworkCommunication (7) NC/NetworkSecurity (6) NC/WebOrganization NC/NetworkedApplications NC/NetworkManagement NC/Compression NC/MultimediaTechnologies NC/MobileComputing</p> <p>PL. Programming Languages (21 core hours) PL/Overview(2) PL/VirtualMachines(1) PL/BasicLanguageTranslation(2) PL/DeclarationsAndTypes(3) PL/AbstractionMechanisms(3) PL/ObjectOrientedProgramming(10) PL/FunctionalProgramming PL/LanguageTranslationSystems PL/TypeSystems PL/ProgrammingLanguageSemantics PL/ProgrammingLanguageDesign</p> <p>HC. Human-Computer Interaction (8 core hours) HC/Foundations (6) HC/BuildingGUIInterfaces (2) HC/UserCenteredSoftwareEvaluation HC/UserCenteredSoftwareDevelopment HC/GUIDesign HC/GUIProgramming HC/MultimediaAndMultimodalSystems HC/CollaborationAndCommunication HC/InteractionDesignForNewEnvironments HC/HumanFactorsAndSecurity</p> <p>GV. Graphics and Visual Computing (3 core hours) GV/FundamentalTechniques (2) GV/GraphicSystems (1) GV/GraphicCommunication GV/GeometricModeling GV/BasicRendering GV/AdvancedRendering GV/AdvancedTechniques GV/ComputerAnimation GV/Visualization GV/VirtualReality GV/ComputerVision GV/ComputationalGeometry GV/GameEngineProgramming</p> <p>CN. Computational Science (no core hours) CN/ModelingAndSimulation CN/OperationsResearch CN/ParallelComputation</p>	<p>IS. Intelligent Systems (10 core hours) IS/FundamentalIssues (1) IS/BasicSearchStrategies (5) IS/KnowledgeBasedReasoning (4) IS/AdvancedSearch IS/AdvancedReasoning IS/Agents IS/NaturalLanguageProcessing IS/MachineLearning IS/PlanningSystems IS/Robotics IS/Perception</p> <p>IM. Information Management (11 core hours) IM/InformationModels (4) IM/DatabaseSystems (3) IM/DataModeling (4) IM/Indexing IM/RelationalDatabases IM/QueryLanguages IM/RelationalDatabaseDesign IM/TransactionProcessing IM/DistributedDatabases IM/PhysicalDatabaseDesign IM/DataMining IM/InformationStorageAndRetrieval IM/Hypermedia IM/MultimediaSystems IM/DigitalLibraries</p> <p>SP. Social and Professional Issues (16 core hours) SP/HistoryOfComputing (1) SP/SocialContext (3) SP/AnalyticalTools (2) SP/ProfessionalEthics (3) SP/Risks (2) SP/SecurityOperations SP/IntellectualProperty (3) SP/PrivacyAndCivilLiberties (2) SP/ComputerCrime SP/EconomicsOfComputing SP/PhilosophicalFrameworks</p> <p>SE. Software Engineering (31 core hours) SE/SoftwareDesign (8) SE/UsingAPIs (5) SE/ToolsAndEnvironments (3) SE/SoftwareProcesses (2) SE/RequirementsSpecifications (4) SE/SoftwareVerificationValidation (3) SE/SoftwareEvolution (3) SE/SoftwareProjectManagement (3) SE/ComponentBasedComputing SE/FormalMethods SE/SoftwareReliability SE/SpecializedSystems SE/RiskAssessment SE/RobustAndSecurity-EnhancedProgramming</p>

Figur 2.1. CS2008:s kunskapsmängd

PF/Recursion [core]*Minimum core coverage time: 4 hours**Topics:*

- The concept of recursion
- Recursive mathematical functions
- Simple recursive functions
- Divide-and-conquer strategies
- Recursive backtracking

Learning Objectives:

1. Describe the concept of recursion and give examples of its use.
2. Identify the base case and the general case of a recursively defined problem.
3. Compare iterative and recursive solutions for elementary problems such as factorial.
4. Describe the divide-and-conquer approach.
5. Implement, test, and debug simple recursive functions and procedures.
6. Determine when a recursive solution is appropriate for a problem.

Figur 2.2. Exempel på definition av en kunskapsenhet

Inledningsvis kan konstateras att CS2008 täcker in om inte hela så i vart fall en mycket stor del av datavetenskapsämnet och strukturerar det på ett begripligt och överblickbart sätt. Ramverket lämpar sig därför väl som verktyg för klassificering av programmens datavetenskapliga ämnesinnehåll. Däremot tas, av fullt rimliga skäl, inga ämnen utanför dataområdet upp. Sådana förekommer dock i allra högsta grad i de studerade programmen, varför CS2008:s kunskapsmängd har kompletterats med ett "Övrigt"-område (Other Topics, OT) i enlighet med tabell 2.1. Eftersom varje enhet inom OT motsvarar ett helt akademiskt ämne eller grupp av ämnen skulle varje sådan enhet i teorin kunna delas in i beståndsdelar på ett lika detaljerat sätt som CS2008 delar in datavetenskapsämnet. Givet denna studies fokus är en djupare detaljnivå inom Other Topics dock inte nödvändig.

Ett klassificeringsproblem som återstår berör valfria kurser. Tre års studier motsvarar 180 högskolepoäng (hp). Av de studerade programmen har sex helt fyllt dessa med obligatoriska eller villkorligt valbara kurser.¹ De resterande fyra har lämnat ett ovillkorat valfritt utrymme på mellan 5 och 15 hp. Studenterna får här välja att läsa vad som helst. Vad de faktiskt väljer skulle sannolikt gå att utröna genom

¹Villkorligt valbar innebär att en delmängd av ett begränsat antal kurser måste väljas, såsom en av två eller två av sex. Sådana kursblock har hanterats på så vis att som blockets poängfördelning har räknats genomsnittet av de ingående kursernas poängfördelning.

2.1. ACM/IEEE-CS COMPUTER SCIENCE CURRICULUM 2008

Kunskapsenhet	Beskrivning
OT/Mathematics	All matematik som inte ryms inom DS
OT/ElectricalEngineering	Elektroteknik, med undantag för digitalteknik som ryms inom AR
OT/Physics	Fysik
OT/ManagementAndEconomics	Management, ekonomi, organisationslära och liknande ämnen
OT/EnvironmentAndSustainability	Miljö- och hållbarhetsrelaterade ämnen
OT/VariousSciences	Andra vetenskaper som inte ryms i någon av de tidigare enheterna, t.ex. kemi och lingvistik
OT/EngineeringSkills	Ingenjörsfärdigheter, allt ifrån kommunikation via projektmetodik till perspektiv på yrkesrollen, förutom sådant som ryms inom SP eller OT/ManagementAndEconomics

Tabell 2.1. Utökning av CS2008:s kunskapsmängd med området Other Topics, OT

statistikuttag ur studiedokumentationssystemet Ladok, men en sådan undersökning faller utanför ramen för denna studie. De valfria blocken har därför givits ett eget kunskapsområde, Student's Choice (SC). I vissa fall bör ett lågt poängantal inom ett visst kunskapsområde vid ett program ses i ljuset av närvaron av ett SC-utrymme; de studenter som så önskar kan som regel välja att inom ramen för detta utrymme komplettera med valfria kurser från det underrepresenterade området.

En liknande fråga uppenbarar sig när det gäller de fyra program som tillämpar obligatoriskt eller rekommenderat kandidatexamensarbete (de vid Chalmers, Karlstad, KTH och Mittuniversitetet) samt det program som har en projektkurs med tydlig examensarbetskaraktär (det i Luleå). Inte heller när det gäller dessa poäng går det att veta vad varje student väljer att inrikta sig på. Antagandet har därför gjorts att ca 80% av ett examensarbete handlar om ämnesinnehåll och resterande 20% om generella ingenjörsfärdigheter²). Examensarbetskurernas 15 hp har därmed hanterats så att 3 hp har hänförs till området OT/EngineeringSkills och resterande till SC-området.

En sista återstående frågeställning är hur timangivelserna för kärnkunskapsenheterna – alltså det minsta antal föreläsningstimmar som antas behövas för att täcka in respektive enhet – ska hanteras. Eftersom undervisningsformerna varierar såväl mellan som inom de studerade programmen är det knappast möjligt att översätta mellan CS2008:s timmar och programmens högskolepoäng utan samtal med enskilda lärare och/eller genomgång av kurscheman. Sådana aktiviteter faller utanför denna studies omfång, varför inga jämförelser har gjorts i absoluta tal. Istället har

²Någon empirisk grund för detta antagande finns inte, utan det utgör en något godtycklig uppskattning, som dock framstår som i och för sig rimlig.

timangivelserna använts på så vis att varje kunskapsområdes andel av det totala antalet kärntimmar har räknats ut. På så vis bildas en rekommenderad relativ fördelning av fokus mellan CS2008:s kunskapsområden. Denna tar dock inte hänsyn till Other Topics-området. Andelarna har därför skalats om utifrån programmets genomsnittliga OT-andel på 37% för att skapa en referensfördelning som är jämförbar med programmets fördelningar.

2.2 Övergripande observationer

En av frågorna som ställdes inför denna studie var hur pass stor samsyn som fanns mellan lärosätena och, som konsekvens, hur pass lika programmen skulle vara varandra. Slutsatsen är, något otydligt uttryckt, att såväl likheterna som skillnaderna är tydliga. Det finns tveklöst en gemensam kärna, men denna minsta gemensamma nämnare är betydligt mindre än summan av de kärnkunskapsenheter som CS2008 lyfter fram. Utanför den kärnan finns en betydande variation, med olika fokusområden och ofta också olika uttalad profil på programmen. Nedan följer först en genomgång av mönstren vad gäller kursinnehåll utanför det datavetenskapliga området och sedan en granskning av de delar som ingår i CS2008:s kunskapsmängd. En fullständig lista över i programmen ingående kurser och deras CS2008-klassificering återfinns i bilaga C.

2.2.1 Icke datavetenskapligt innehåll

Som framgår av tabell 2.2 varierar andelen högskolepoäng utanför CS2008-området (inom kunskapsområde OT) kraftigt: från 23% på BTH till 50% i Linköping, med ett medelvärde på 37%. Skälen till denna variation är i huvudsak två.

För det första, och sannolikt viktigast, varierar mängden poäng inom elektroteknik och fysik rejält: mellan 0 och 23 respektive mellan 0 och 25,5 högskolepoäng eller, sett till summan av de två ämnena, mellan 3 och 34,5 högskolepoäng. I intervjuerna framkommer att programmen har ganska varierande inställning till denna typ av teknik- och naturvetenskaplig breddning. De med många poäng hänvisar ofta till en syn på civilingenjörsutbildningen som en bred utbildning, där ”ingenjörsmäs-

	Andel		Andel
Lärosäte	OT-poäng	Lärosäte	OT-poäng
BTH	23%	LTH	48%
CTH	27%	LTU	47%
KaU	46%	MiUn	35%
KTH	33%	UmU	26%
LiTH	50%	UU	36%

Tabell 2.2. Andel poäng inom OT-området under programmets tre första år

2.2. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

sig allmänbildning” är en viktig komponent.³ De med få poäng menar istället som regel att tanken att en ingenjör ”måste” kunna ellära, mekanik och liknande hör till en svunnen tid och att det idag är viktigare att uppnå såväl bredd som djup inom det numera i sig mycket breda dataområdet.

För det andra varierar mängden matematik, med vilket ska förstås sådant som inte ryms inom DS-området i CS2008. Det rör sig sålunda i första hand om linjär algebra, differential- och integralkalkyl samt matematisk statistik. Annat som förekommer är till exempel differentialekvationer, transformer och olika former av tillämpad matematik. Antalet poäng inom dessa områden varierar mellan 19 och 41.⁴ På programmen med mindre mängd ickediskret matematik liknar resonemangen som regel de för fysik och elektroteknik: poängen behövs till datavetenskap. En större mängd matematik motiveras vanligen på ett av två sätt: antingen med att det finns ett egenvärde i mycket matematik, eftersom det tränar studenterna i matematisk-logiskt tänkande (det är alltså inte själva *kunskaperna* i matematik som är det centrala), eller med att den aktuella matematiken är nödvändig förkunskap för senare kurser, typiskt sett inom ämnen som reglerteknik och signalbehandling.

Fördelningen av respektive programs OT-poäng över de olika delområdena framgår av tabell 2.3. Vid en jämförelse mellan programmen är det viktigt att komma ihåg att studenter vid program som har ett valfritt utrymme mycket väl kan använda detta för OT-kurser. Dock kan det nog antas att de flesta studenter i första hand väljer datavetenskapliga kurser (även om en undersökning av studenternas fria kursval kan vara en intressant fråga för en framtida uppföljningsstudie).

2.2.2 Datavetenskapligt innehåll

Tabell 2.4 påminner om förkortningarna som används i CS2008. I tabell 2.5 visas fördelningen av poäng inom de datavetenskapliga kunskapsområdena (alla utom OT) för de tio programmen, medel- och medianvärden för dessa samt fördelningen i CS2008. Figur 2.3 visar samma sak i form av ett radardiagram, men bara för medel-, median- och CS2008-värdena.⁵ När det gäller CS2008-värdena i tabellen och figuren behöver det påpekas att de timangivelser som dessa är baserade på (se slutet av avsnitt 2.1.2 ovan) bara omfattar det datavetenskapliga innehållet. För att göra den relativa timfördelningen i CS2008 jämförbar med den relativa poängfördelningen i de studerade programmen, som ju även har OT-innehåll, har CS2008-andelarna skalats om baserat på den genomsnittliga mängden OT-innehåll, 37%. Annorlunda uttryckt antas det, i detta sammanhang, att CS2008-värdena avser en referensutbildning som har genomsnittligt mycket OT-innehåll.

³Det bör noteras att det inte alltid är programmen själva som står för denna syn; i några fall är det lärosättesgemensamma regler som styr antalet poäng inom exempelvis fysik och kemi.

⁴Om poängen inom DS och OT/Mathematics slås ihop blir variationen något mindre: från 33 till 50,5, med sex av tio program mellan 45 och 47. Synen på den totala mängd matematik som bör ingå är sålunda något mer gemensam.

⁵För motsvarande diagram för de enskilda programmen, se avsnitt 2.3.

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

	OT/Mathematics	OT/ElectricalEngineering	OT/Physics	OT/ManagementAndEconomics	OT/EnvironmentAndSustainability	OT/VariousSciences	OT/EngineeringSkills
BTH	16%	2%	0%	0%	0%	0%	6%
CTH	11%	0%	1%	3%	2%	0%	10%
KaU	20%	5%	14%	0%	0%	1%	6%
KTH	18%	0%	4%	2%	0%	0%	8%
LiTH	21%	9%	6%	0%	4%	1%	9%
LTH	23%	13%	4%	1%	2%	1%	5%
LTU	20%	4%	8%	3%	2%	5%	4%
MiUn	18%	1%	4%	1%	1%	1%	8%
UmU	17%	1%	4%	0%	0%	0%	4%
UU	20%	6%	0%	3%	0%	0%	7%
Medel	18%	4%	5%	1%	1%	1%	7%
Median	19%	3%	4%	1%	1%	0%	6%

Tabell 2.3. Fördelningen av poäng inom OT-området

DS	Discrete Structures	GV	Graphics and Visual Computing
PF	Programming Fundamentals	IS	Intelligent Systems
AL	Algorithms and Complexity	IM	Information Management
AR	Architecture and Organization	SP	Social and Professional Issues
OS	Operating Systems	SE	Software Engineering
NC	Net Centric Computing	CN	Computational Science
PL	Programming Languages	SC	Student's Choice
HC	Human-Computer Interaction	OT	Other Topics

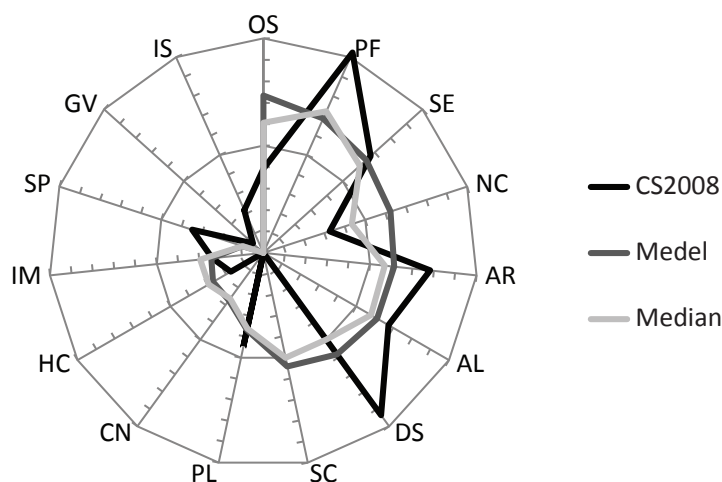
Tabell 2.4. CS2008:s kunskapsområden, med kompletteringar.

2.2. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

Lärosäte	DS	PF	AL	AR	OS	NC	PL	HC
BTH	5%	8%	11%	5%	15%	21%	3%	1%
CTH	8%	4%	5%	5%	4%	5%	6%	4%
KaU	5%	8%	8%	6%	4%	4%	2%	0%
KTH	10%	7%	7%	5%	1%	1%	4%	3%
LiTH	4%	5%	6%	3%	4%	8%	0%	6%
LTH	3%	7%	3%	9%	7%	4%	1%	1%
LTU	5%	7%	4%	7%	9%	5%	1%	1%
MiUn	6%	7%	6%	6%	5%	6%	9%	3%
UmU	9%	7%	5%	9%	11%	4%	5%	5%
UU	6%	8%	6%	6%	11%	3%	4%	3%
Medel	6%	7%	6%	6%	7%	6%	4%	3%
Median	5%	7%	6%	6%	6%	4%	4%	3%
CS2008	9%	10%	7%	8%	4%	3%	5%	2%

Lärosäte	GV	IS	IM	SP	SE	CN	SC
BTH	0%	0%	0%	1%	7%	0%	0%
CTH	0%	0%	3%	3%	18%	3%	7%
KaU	0%	0%	2%	0%	0%	0%	15%
KTH	0%	0%	3%	2%	6%	5%	13%
LiTH	0%	0%	4%	2%	4%	4%	0%
LTH	0%	0%	0%	1%	9%	5%	0%
LTU	0%	0%	0%	1%	1%	3%	10%
MiUn	0%	0%	4%	1%	4%	3%	7%
UmU	0%	0%	5%	0%	10%	5%	0%
UU	0%	0%	3%	1%	6%	3%	4%
Medel	0%	0%	2%	1%	6%	3%	5%
Median	0%	0%	3%	1%	6%	3%	5%
CS2008	1%	2%	2%	3%	7%	0%	0%

Tabell 2.5. Poängfördelning över kunskapsområdena under programmets tre första år



Figur 2.3. Innehållsprofiler: medel, median och CS2008. Varje radiell markering motsvarar 1 procentenhet (maximum=10%).

2.2.3 Avvikelser från CS2008

Som framgår av tabell 2.5 och figur 2.3 avviker de studerade programmens sammanvägda ämnesinnehållsprofil från CS2008 på flera punkter, ibland ganska mycket och åt båda håll – uppåt såväl som neråt. Signifikant högre andelar hos den svenska medianen jämfört med CS2008 kan noteras för Net-Centric Computing (NC), Human-Computer Interaction (HC), Operating Systems (OS) och Computational Science (CN). Signifikant lägre andel återfinns inom Graphics and Visual Computing (GV), Intelligent Systems (IS), Social and Professional Issues (SP), Discrete Structures (DS) och Programming Fundamentals (PF).

Inom ovannämnda områden finns det ofta tydliga, återkommande förklaringar till de stora avvikelserna. När det gäller NC och HC beror de exempelvis på att många av programmen har en särskild kurs i nätverk/kommunikation respektive människa-datorinteraktion, och att denna ensam är stor nog att fylla hela CS2008-kvoten. Därtill finns sådana moment integrerade i andra kurser. Sammantaget rör det sig dock inte om enorma skillnader: översatt till högskolepoäng motsvarar det 1,8 respektive 2,0 hp extra inom NC respektive HC.

Övervikten av OS-moment är något större, motsvarande 3,7 hp. Detta dras främst upp inte av särskilda OS-kurser (som dock förekommer), utan av moment som i CS2008 har placerats i OS-området utan att nödvändigtvis handla direkt om operativsystem. Detta gäller sådant som scriptspråk, inbäddade system och två ämnen som tycks vara på stark frammarsch: säkerhet och samtidighet (concurrency).

CN, till sist, är uppenbart ett område med traditioner i de svenska ingenjörsutbildningarna. Särskilt de äldre tekniska högskolorna framhåller att numeriska metoder är en del av arvet från gamla tiders ingenjörsutbildningar – men betonar samtidigt att det inte ses som otidsenligt, utan som alltjämt relevant och viktigt.

2.2. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

Fyra av de tio programmen har en särskild kurs i numeriska metoder och ytterligare tre har någon form av modelleringskurs med starka inslag av ämnet. Eftersom CS2008 inte innehåller några kärnenheter under CN-området blir avvikelserna ganska stora: motsvarande 5,6 hp extra.

När det gäller områden med undervikt är det särskilt två som sticker ut: GV och IS, där inte ett enda av de studerade programmen har ett enda obligatoriskt poäng. I intervjuerna framhålls ofta att det finns valfria kurser inom dessa områden, men att de inte ses som baskunskap eller allmänbildning, varför de inte är obligatoriska. Underskottet jämfört med CS2008 motsvarar 1,2 och 4,0 hp för GV respektive IS.

Ett annat intressant område med tydligt underskott är SP, som i genomsnitt har fått 4,7 hp mindre än vad en CS2008-riktig fördelning motsvarar. Visserligen ska detta vägas mot de moment som har inordnats under OT/EngineeringSkills (som har i genomsnitt 12 hp), men det rör sig ändå i relativt stor utsträckning om olika saker. De svenska programmen saknar genomgående inslag av sådant som dataämnets historia, immaterialrätt, personlig integritet, riskfrågor och – med vissa undantag – samhällsperspektiv och etik.

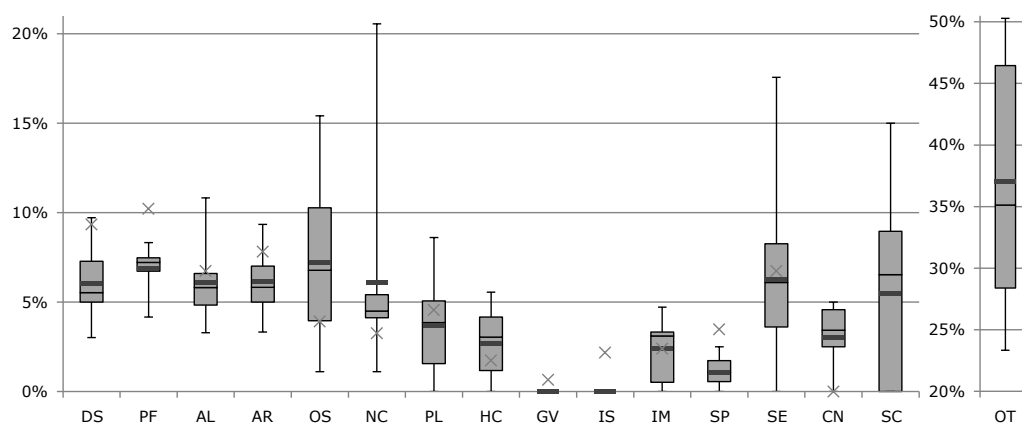
Kanske mest slående, åtminstone kvantitativt sett, är det relativa underskottet inom basområdena DS och PF. De studerade programmen har i genomsnitt 7,8 respektive 5,9 hp mindre än vad områdenas andelar i CS2008 skulle motsvara. När det gäller DS tycks förklaringen vara den stora mängd ickediskret matematik som programmen innehåller – i genomsnitt 33 hp. Kanske är det en del av arvet från äldre ingenjörsvetenskapsdiscipliner att den totala tiden som läggs på matematik i så pass stor utsträckning ligger utanför det som har direkt koppling till datavetenskapen. Gällande PF så finns ingen uppenbar förklaring. Visserligen saknar de flesta program innehåll från enheterna PF/FoundationsInformationSecurity och PF/SecureProgramming, men det förklarar inte att samtliga tio program ligger klart under CS2008-nivån för PF-området i stort. Det tycks helt enkelt vara så att relativt sett mindre tid ägnas åt att lära ut och träna grundläggande programmeringsfärdigheter.

2.2.4 Likheter och skillnader programmen emellan

I föregående avsnitt utforskades genomsnittsvärdena för alla tio program. Dessa säger dock inte nödvändigtvis något om vilka mönster som framträder när programmen jämförs med varandra. Figur 2.4 ger en illustration av spridningen mellan programmen inom respektive kunskapsområde. Det har redan nämnts att inget program har obligatoriska poäng inom GV och IS. Figuren visar, utöver denna likhet, att det finns ett antal områden där man tycks vara relativt överens i Sverige.

En tydlig majoritet av programmen (med vilket ska förstås åtminstone sju av de tio) tycks vara mer eller mindre överens om hur stor andel av tiden som ska läggas på PF (7–8%), AR (5–7%), NC (4–6%), SP (0–1%), IM (2–5%) och CN (3–5%). Det bör dock noteras att ett av dessa, NC, bjuder på den största spännvidden av alla områden; av de tre program som inte faller inom intervallet 4–6% ligger ett (KTH) på endast 1% och ett (BTH) på hela 21%. Det är också värt att påpeka att två av de program som faller utanför konsensusspannet för IM, BTH och Luleå, gör det

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER



Figur 2.4. Programmens spridning av poäng inom respektive kunskapsområde under de tre första åren. Lådan omfattar kvartil 2–3, det tjocka strecket anger medelvärde och ändpunkterna anger min- respektive max-värdena. Som jämförelse markerar kryssen CS2008-nivån.

endast därför att deras obligatoriska databaskurs ligger i årskurs fyra och därmed inte ingår i underlaget för denna jämförelse.

För de ovannämnda områdena ligger minst sju av programmen samlade inom ett mindre intervall. Bland resterande områden är variationen däremot något större. När det gäller HC är de tio programmen delade i två tydliga läger: 0–1% (fyra program) och 3–5% (fem program). Skiljelinjen går mellan dem som har en särskild kurs i människa-datorinteraktion/interaktionsprogrammering och dem som inte har det. Ett liknande mönster ses hos CN, där åtta program visserligen är överens om det tidigare nämnda intervallet på 3–5%, men där de två återstående ligger på 0%. Avgörande är, analogt med HC, existensen eller inte av en obligatorisk kurs eller kursdel i numeriska metoder eller modellering.

Slutligen finns två områden som bjuder på mycket stor spridning programmen emellan. OS-området går från 1% (KTH) till 15% (BTH), med relativt jämn fördelning däremellan. SE-området, å sin sida, går från 0% (Karlstad) till 18% (Chalmers), även där med ganska god spridning inom spannet. Detta tycks vara två områden som ofta är utmärkande för ett programs profilering, vilket utforskas närmare nedan.

2.3 Observationer program för program

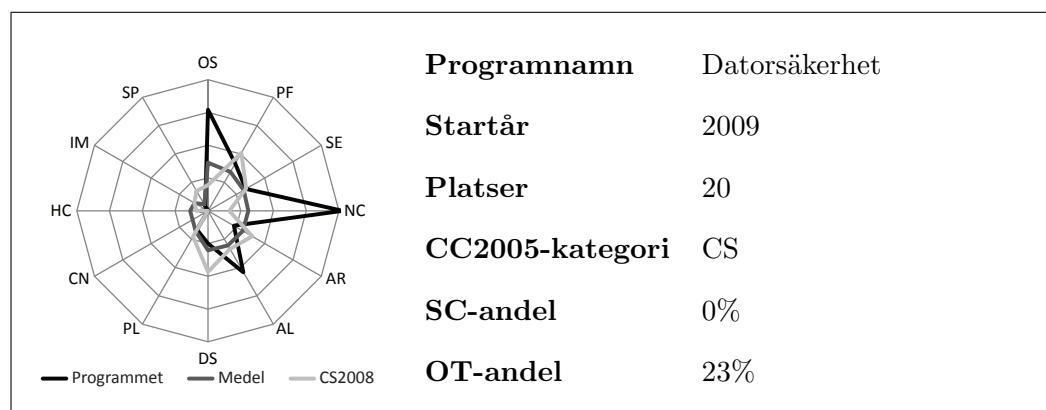
I föregående avsnitt behandlades övergripande mönster, såsom generella likheter mellan programmen och förhållandet mellan det svenska genomsnittet och CS2008. Nedan följer en redogörelse för varje programs profil, dels utifrån ett CS2008-perspektiv, dels baserat på de generella beskrivningar av respektive program som har gjorts i intervjuerna.

I de radardiagram som inleder varje programs avsnitt har några justeringar gjorts i syfte att öka tydligheten. Dels återges de för denna studie skapade SC- och

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

OT-områdena (Student's Choice respektive Other Topics) inte i själva diagrammen, utan istället i text till höger om dem. Dels har GV- och IS-områdena i CS2008 (Graphics and Visual Computing respektive Intelligent Systems) utelämnats helt, då samtliga studerade program ligger på 0% i dessa områden. Slutligen har kunskapsområdena sorterats i fallande ordning efter genomsnittlig andel. Varje radiell markering (heldragen) motsvarar 5 procentenheter. Det innebär att diagrammen för BTH och Chalmers har ett omfång från 0–20 procentenheter, de för Umeå och Uppsala har ett från 0–15 procentenheter och övriga diagram har ett omfång från 0–10 procentenheter.

2.3.1 Blekinge Tekniska Högskola



BTH har erbjudit datavetenskapliga civilingenjörsutbildningar sedan 90-talet. Den nuvarande strukturen med tre program – Datorsäkerhet, Spel- och programvaruteknik samt Data- och elektroteknik – har funnits på plats sedan 2009 och kom till som ett svar på vikande ansökningssiffror. Småskaligheten vid lärosätet är orsak till omfattande samläsning mellan dessa tre program och i viss utsträckning även mellan dem och andra civilingenjörsprogram. Datorsäkerhet har dessutom ett antal gemensamma kurser med kandidatprogrammet i IT-säkerhet. Skalan är också skälet till avsaknaden av inriktningar/specialiseringar – snarare är de tre dataingenjörsprogrammen att betrakta som inriktningar förpackade i varsitt program.

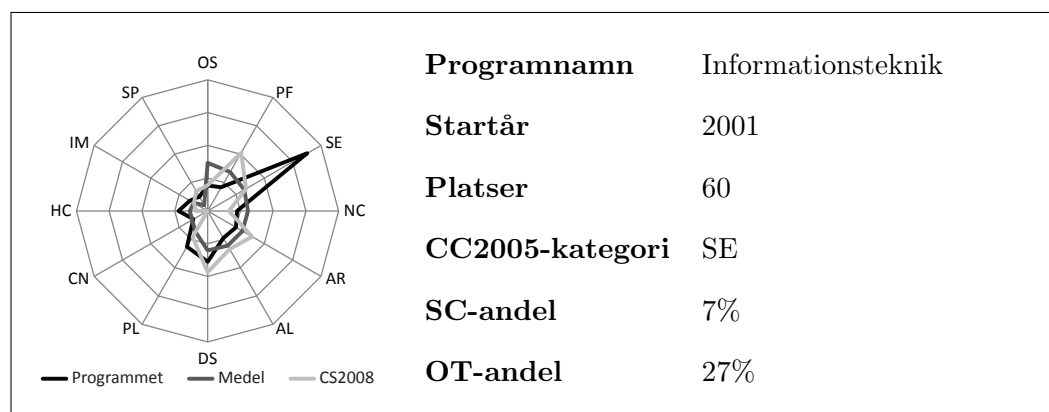
Datorsäkerhet är förvisso ett Computer Science-program (CS) enligt CC2005-uppdelningen, men ett specialiserat sådant. Det beskrivs i intervjun som klart tillämpat och ”hands-on”, delvis därför att säkerhetsämnet i stor utsträckning saknar teoribildning. Detta ska dock inte missförstås som att utbildningen inte ger studenterna någon teoretisk grund; såväl matematiska och allmändatalogiska kurser som exempelvis kryptologikurserna bidrar till en sådan. När programmet designades hämtades en hel del inspiration från dataingenjörsutbildningar vid andra lärosäten. Anställningsbarhet var en viktig faktor när kurs pusslet lades. CS2008 och liknande riktlinjer användes inte på något direkt sätt i designprocessen.

CS2008-analysen målar upp en bild av ett program med lägre Other Topics-innehåll (OT) än något av de andra programmen (bland annat ingen fysik, mycket

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

lite elektroteknik och inga miljö-/hållbarhetsmoment). Det har också en mycket kraftig övervikt av Operating Systems (OS), Net-Centric Computing (NC) och – i något mindre mån – Algorithms and Complexity (AL). I intervjun bekräftas denna bild och förklaras med den utpräglade säkerhetsinriktningen; för att uppnå nödvändigt djup inom specialiseringen har praktiskt taget allt ”klassiskt civilingenjörssinnehåll” skalats bort och ersatts med säkerhetsrelaterade kurser som, på grund av hur CS2008 är uppbyggt, huvudsakligen hamnar inom de tre överrepresenterade områdena. Däremot lyfts det fram att utbildningen är betydligt bredare än den ser ut; i många fall lärs generella kunskaper och färdigheter ut, men med säkerhetsperspektivet som utgångspunkt eller ”krydda”.

2.3.2 Chalmers Tekniska Högskola



Chalmers första civilingenjörsprogram inom dataområdet, Datateknik, startade 1983. Informationsteknikprogrammet tillkom i samband med den stora IT-boomen omkring millennieskiftet, bland annat i syfte att komplettera det klart hårdvaruinriktade D-programmet med ett med tydligare mjukvaruprofil. De två programmen delar idag ett antal masterinriktningar mellan sig. Flera av dessa är också gemensamma med Göteborgs Universitet, som Chalmers delar ett antal natur- och teknikvetenskapliga institutioner med. Ett visst, mindre, överlapp finns också med civilingenjörsprogrammen i elektroteknik respektive industriell ekonomi, som ingår i samma organisatoriska enhet som de två datavetenskapliga programmen.

IT-programmet beskrivs i intervjun som mjukvaruinriktat, men med hårdvaruperspektiv – något som framhålls som viktigt givet den ökande betydelsen av inbäddade system. Det beskrivs också som balanserat med avseende på teori kontra praktik, med både höga abstraktionsnivåer och tidiga tillämpningsmoment som viktiga delar av utbildningen. Momenten med fokus på teknikens roll i ett större sammanhang beskrivs som färre än önskvärt, men med en ökande trend. Klassningen som Software Engineering (SE) snarare än Computer Science (CS) i CC2005-uppdeleningen ses som riktig vid programmet, men båda disciplinernas riktlinjer används som referens vid internt utvecklingsarbete.

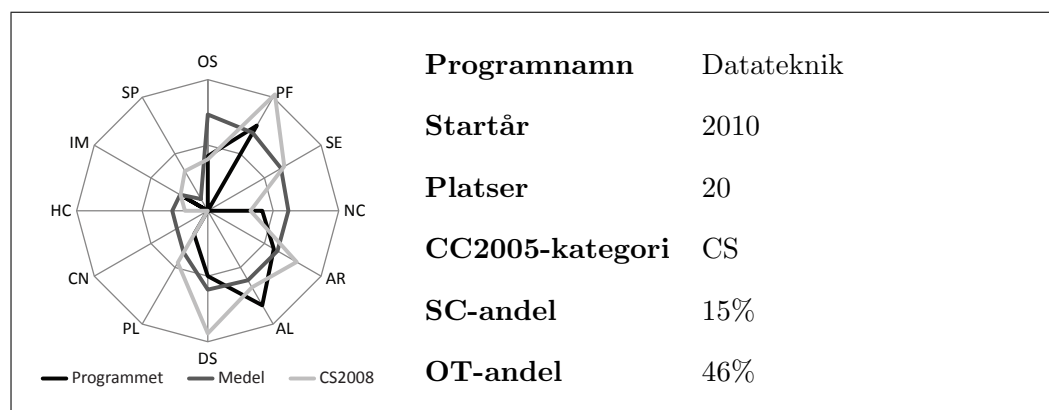
Den absolut viktigaste observationen i CS2008-analysen är inte förvånande, givet

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

programmets inriktning: andelen Software Engineering-poäng (SE) är med sina 18% i särklass högst bland de studerade programmen. Under SE-rubriken återfinns bland annat projektkurser i både årskurs 1 och 2, men även djupa programvarukonstruktionsteknikkurser utan motsvarighet på de andra studerade programmen. Till dessa hör exempelvis *Modelldriven mjukvaruutveckling* och *Testning, felsökning och verifiering*. Utöver SE är även Programming Languages-området (PL) något över-representerat, vilket får anses ha samma principiella grundorsak och bland annat är kopplat till en medveten ökning av antalet programmeringsparadigm som studenterna exponeras för och får träna sig i att använda. Givet det nyss nämnda och det starka mjukvarufokuset i utbildningen är det vid första anblick anmärkningsvärt att dess Programming Fundamentals-andel (PF), 4%, är den lägsta observerade. I intervjun förklaras detta delvis med att även grunderna i programmering i viss utsträckning lärs ut i ett SE-sammanhang och ur ett SE-perspektiv. Samtidigt uttrycks en önskan om att utveckla undervisningen i och träningen av grundläggande programmeringsfärdigheter. Under det svenska snittet ligger också Operating Systems-området (OS). Givet programmets profil är det mest slående inom det området, jämfört med övriga program, att det saknas obligatoriska moment i data-säkerhet (annan än nätverkssäkerhet).

Inom Other Topics-området (OT), vars andel ligger en bra bit under genomsnittet, kan noteras både en avsaknad av elektrotekniska kurser och obligatoriska fysikkurser (det finns en valbar). Även mängden matematik ligger lågt – faktiskt lägst av alla de tio programmen. I intervjun uttrycks trots detta en öppenhet för att i framtiden ytterligare minska mängden (icke-diskret) matematik till förmån för fler poäng inom teoretisk datalogi. Villkoret för en sådan utveckling sägs vara om detta skulle bedömas fungera lika bra eller bättre när det gäller att träna studenternas matematiska tänkande. Dock framhålls att det faktum att studenterna oftast är mer vana vid ”klassisk” matematik gör det lättare att gå djupare och behandla mer avancerade koncept – något som anses ha ett egenvärde – inom exempelvis analys än inom, till exempel, automatteori.

2.3.3 Karlstad Universitet



KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

D-programmet i Karlstad är bara ett drygt år gammalt, men har sina rötter i det nu nedlagda IT-programmet som startade 2002. Det senare led, liksom flera andra civilingenjörsprogram, under ett antal år av ytterst få sökande – under ett par år antogs inte en enda student. Omstruktureringen av programmet är ett led i att dels anpassa sig till förutsättningarna, dels försöka locka fler studenter. I dagsläget antas 20 studenter/år till Datateknik, och ytterligare några enstaka väljer D efter att ha börjat på *Bred ingång*. Mängden samläsning dels med övriga civilingenjörsprogram, dels med högskoleingenjörsprogrammet i datateknik är relativt stor. Det finns även ett masterprogram i datavetenskap med visst överlapp under de senare åren, men det har uppvisat svaga söksiffror och dess framtid får anses osäker.

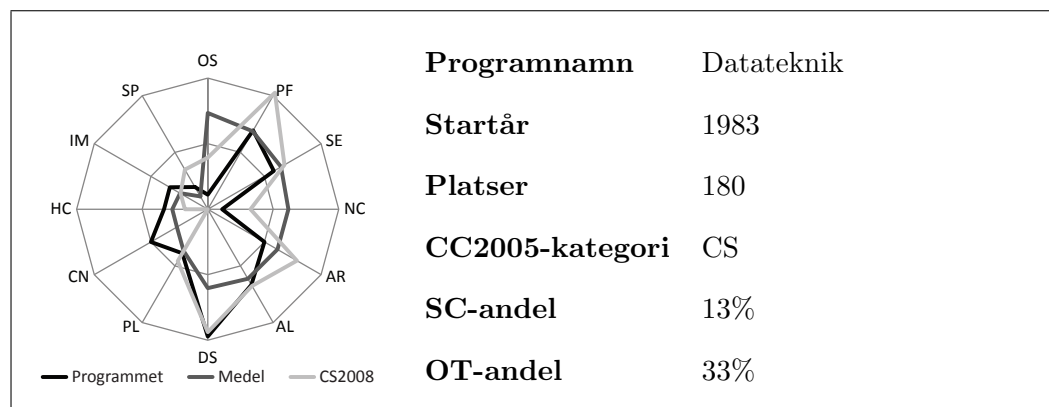
Programmet beskrivs i intervjun som ett typiskt civilingenjörsprogram vad avser balansen mellan teori och praktik. Dess ämnessiga profil präglas av lärosätets fokusområden på forskningssidan: datasäkerhet, datakommunikation och programvarukonstruktion. Allra tydligast sägs detta vara när det gäller datasäkerhet. Karlstad var där tidigt ute och hade tydliga säkerhetsinslag i utbildningen redan när IT-programmet startade 2002, medan övriga studerade program i allmänhet har börjat föra in datasäkerhetsmoment först under de senaste åren. Annars påverkas innehållet på ett påtagligt sätt av de stora kraven på samordning med övriga civilingenjörsprogram, särskilt under det första året. Viss inspiration har också hämtats från utbildningar vid andra lärosäten och från näringslivskontakter. Noterbart är att det ursprungliga förslaget till nuvarande utbildningsplan, i samband med D-programmets inrättande, togs fram av en extern konsult med branschbakgrund.

Programmet i Karlstad sticker i CS2008-analysen ut på framför allt en punkt: den mycket stora mängden fysik. Under det första läsåret ägnas hela 25,5 hp åt detta ämne, jämfört med genomsnittet på drygt 8 hp. Skälet är att alla lärosätets civilingenjörsutbildningar inleds med två och en halv gemensam termin. D-programmet saknar därför möjlighet att välja bort någon eller några av de aktuella kurserna, trots att nyttan senare i utbildningen av exempelvis termodynamik beskrivs som mycket begränsad. En annan problematisk följd av detta upplägg är att det finns en stark övervikt av matematik tidigt i utbildningen. Detta har, uppges det, historiskt lett till en del avhopp. Idealiskt, sägs det i intervjun, vore att en del av matematiken bytte plats med datavetenskapliga kurser som nu ligger i högre årskurser.

Kombinationen av mycket Other Topics-innehåll (OT), ett rekommenderat kandidatexamensarbete (med valfria kurser som alternativ) och det faktum att vissa obligatoriska kurser har förlagts till år 4 och 5 gör att programmet hamnar lågt på flera CS2008-områden. Specifikt finns under år 1–3 inte en enda poäng inom Human-Computer Interaction (HC), Software Engineering (SE) och Social and Professional Issues (SP). De två senare förekommer i högre årskurser (2,5 hp SP under termin 7, 15 hp SE under termin 9). Att det saknas större HC-inslag i utbildningen bekräftar i intervjun, även om det påpekas att konstruktion av grafiska gränssnitt förekommer i vissa uppgifter i obligatoriska kurser. Det medges också att SE-området möjligen kommer in väl sent i utbildningen (såvida inte studenterna tar valfria kurser i det under årskurs 3). Som en möjlig delförklaring anges att avsaknaden av en professor inom området har lett till att ämnet har hamnat lite i skymundan.

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

2.3.4 Kungliga Tekniska Högskolan



Av de studerade programmen är det vid KTH det absolut största, med regelmässigt över 200 antagna varje år, överintag inräknat. Därtill brukar en handfull *Öppen in-gång*-studenter välja Datateknik varje år. Programmets storlek gör att samläsning sällan tillämpas under de inledande åren, men på avancerad nivå läses en hel del kurser gemensamt med studenter från andra program som har valt masterinriktningar med dataprofil. Detta gäller särskilt Teknisk fysik och Industriell ekonomi samt, i mindre utsträckning, Elektroteknik och Medieteknik. Det noteras dock att sedan övergången under 2004 från en matris- till en linjeorganisation inom hela KTH har programmen slutit sig mer och mängden korspecialiseringar minskat.

Likheterna till trots är beröringspunkterna på kursnivå med informationsteknikprogrammet färre än med tidigare nämnda utbildningar, eftersom det senare är lokaliserat i Kista. Annars är D- och IT-programmen relativt lika varandra, även om det senare drar mer åt hårdvaruhållet.⁶ De två utbildningarna var mer olika förr men har närmat sig varandra med åren, och diskussioner har på senare tid förts om en sammanslagning, dock ännu utan något slutgiltigt beslut. Slutligen finns ett samarbete med Stockholms Universitet som innebär att kandidat-, magister- och masterstudenter i datalogi därifrån i stor utsträckning har tillgång till samma kursutbud som KTH:s civilingenjörstudenter.

I intervjun beskrivs programmet som tungt inom mjukvara och matematik. Det sägs också ha en jämförelsevis något mer teoretisk profil (något som hänger samman med att teoretisk datalogi är ett starkt forskningsområde vid lärosätet), om än med tydligt fokus på praktiskt tillämpbar teori. Mjukvaruprofilen finns sedan programmets barndom men har blivit än tydligare med åren. Försök att införa mer hårdvarunära inslag har gjorts, men dessa har som regel inte tagits emot väl av studenterna och har sedermera tagits bort. Detta är representativt för hur programmets utveckling har styrts; studenternas synpunkter och önskemål lyfts fram som den enskilt viktigaste kraften bakom förändringar. Samtidigt noteras att studenterna inte

⁶Ett exempel så gott som något på att det inte finns en etablerad svensk terminologi för datavetenskapens olika grenar är att KTH:s D-program närmast motsvarar Chalmers IT-program och vice versa.

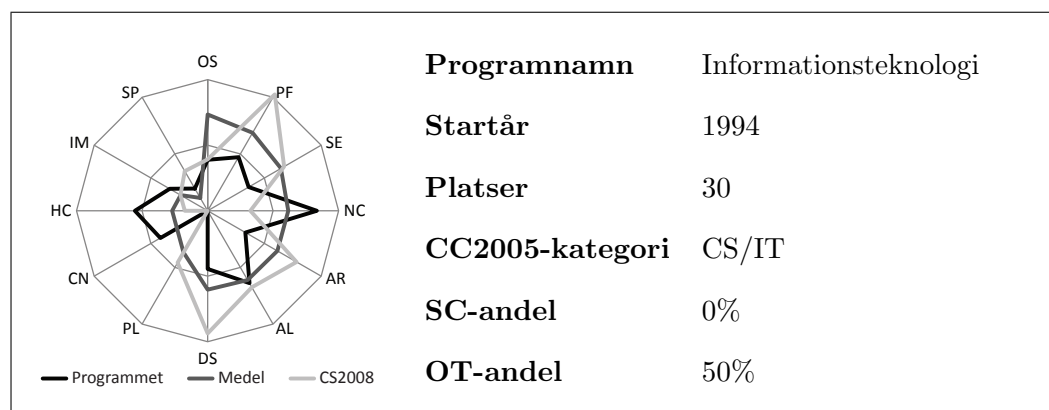
KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

får sina åsikter ur tomma luften, utan att de ofta har god kontakt med näringslivet och hämtar mycket inspiration därifrån. Ett aktuellt exempel på denna process är att projektkursen i årskurs tre just ska byta metodik från vattenfallsmodellen till en agil modell som följd av att studenterna har fört fram vilken kompetens industrin efterfrågar.

Det uppgivna fokuset på teori och mjukvara syns i CS2008-analysen, där Discrete Structures-andelen (DS) på 10% är den högsta bland de tio programmen medan andelen Operating Systems (OS) respektive Net-Centric Computing (NC), båda på 1%, är den lägsta. Även Architecture and Organization (AR) ligger under såväl snittet som CS2008-nivån (om än inte lika mycket som de två tidigare områdena). Den stora mängden DS, realiserad genom 6 hp logik och 12 hp diskret matematik, uppges vara ett historiskt fenomen, delvis kopplat till lärosätets forskningsinriktning. De låga OS- och AR-nivåerna motiveras med att sådana kurser inte har efterfrågats, även om det medges att det skulle kunna vara relevant att föra in något obligatoriskt moment i parallellprogrammering. När det gäller NC förväntas en stor mängd självlärande, samtidigt som många studenter väljer att läsa någon eller några av de många valfria kurser som erbjuds inom området. Det kan i sammanhanget noteras att både en OS-kurs och en NC-kurs är obligatoriska på den absolut vanligaste masterinriktningen, datalogi.

Inom OT-området noteras en avsaknad av elektroteknik och en mycket liten mängd hållbarhetsrelaterade inslag. Det tidigare motiveras i intervjun med att studenterna faktiskt inte behöver mer än gymnasiekunskaper inom ämnet. Av det skälet togs den tidigare obligatoriska elteknikkursen bort för fem år sedan. När det gäller hållbarhet fanns en ekologikurs före 2004, men den togs bort eftersom studenterna fann den irrelevant. Avsikten var då att perspektivet skulle föras in i andra kurser, men det har inte skett i tillräcklig utsträckning. Som följd ska en ny kurs i hållbar utveckling införas i programmet samtidigt med ett antal andra förändringar som är planerade till 2012. Dessa avhandlas närmare i avsnitt 4.3.4 om pågående och planerade utvecklingsinitiativ.

2.3.5 Linköpings Tekniska Högskola



2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

Linköping var med marginal först i landet med en datavetenskaplig civilingenjörsutbildning när datatekniklinjen startade 1975. När IT-programmet kom till knappt 20 år senare var den stora skillnaden mot D-programmet inte innehållet utan pedagogiken – utbildningen tillämpar så kallat problembaserat lärande, PBL, under de första tre åren.⁷ Under en tid marknadsfördes programmet som en datautbildning mer anpassad för kvinnliga studenter, och könsfördelningen var också jämnare än på D. Även idag är likheten med Datateknik stor, och de två programmen läser till exempel samma matematik och fysik och har gemensamma masterinriktningar. Dessa delas även i viss mån med Y-programmet (Teknisk fysik och elektroteknik). De ämnesmässiga skillnaderna utgörs i första hand dels av IT:s uttalade profil mot nätverk, säkerhet och datakommunikation, dels av programmets större fokus på mänsklig/språklig kommunikation och större inslag av projektarbete.

Programmet beskrivs i intervjun som ett klart praktiskt inriktat program, där studenterna tränas mer i ingenjörskonst än på de flesta liknande utbildningar – något som hänger samman med den använda pedagogiken. Samtidigt framhålls att programmet har större teoretiska inslag, särskilt inom matematik och teknikvetenskap, än ett SE-program som t.ex. det vid Chalmers. Utbildningens hemvist i CC2005-ramverket är inte helt uppenbar; i intervjun beskrivs den upplevda identiteten som en balansgång mellan å ena sidan klassisk dator teknik (Computer Engineering, CE) och å andra sidan datavetenskap (Computer Science, CS) och mjukvarukonstruktion (Software Engineering, SE). Samtidigt finns klara drag av Information Technology (IT) i form av det relativt stora fokuset på teknikens sammanhang. Positioneringen utåt uppges delvis vara styrd av rekryteringsstrategiska överväganden.

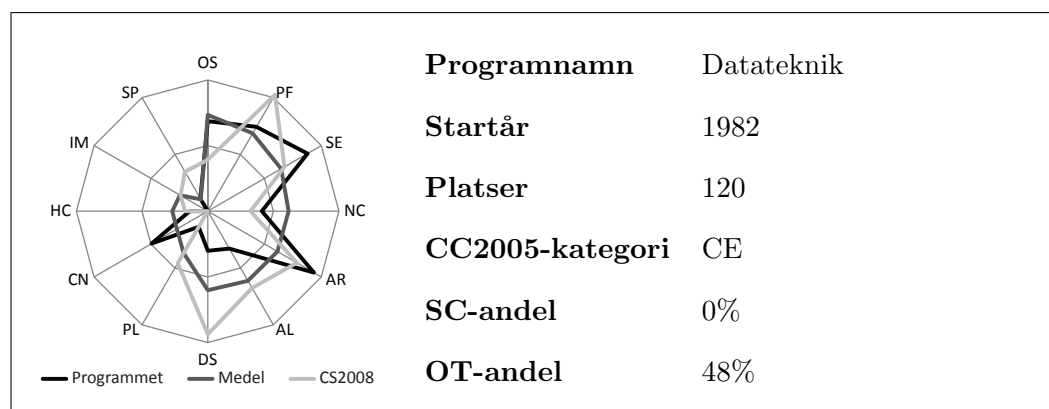
Kanske på grund av programmets inte helt rena CS-profil är avvikelserna från såväl det svenska snittet som CS2008-nivåerna betydande inom flera kunskapsområden. Discrete Structures (DS) och Architecture and Organization (AR) är under-representerade, vilket i intervjun beskrivs som väntat. På samma sätt är de högre nivåerna inom Net-Centric Computing (NC) och Human-Computer Interaction (HC) att vänta givet utbildningens inriktning. De enda analysresultat som beskrivs som något oväntade är lägstanoteringen inom Programming Languages (PL) – inte ett enda poäng – och den mycket låga nivån inom Programming Fundamentals (PF). Det senare kan inte, som i Chalmersfallet, förklaras med många poäng inom Software Engineering (SE) (även här ligger Linköping under snittet). Däremot bör existensen av den i sammanhanget unika projektterminen – en hel termin organiserad kring ett stort mjukvaruutvecklingsprojekt – antagligen vägas in i jämförelsen. Den kan förväntas ge betydande praktisk erfarenhet av programmering även om den rent faktiskt har kommit att klassas in i andra kunskapsområden. När det gäller avsaknaden av PL-poäng framhålls i intervjun att exponering för olika paradigmer faktiskt förekommer i utbildningen (utan att detta synes komma till uttryck i kursplanerna). Andra PL-moment, såsom typlära, kompilator konstruktion och avancerade objekt-orienteringsämnen ingår dock mycket riktigt inte i programmets tre första år.

Av alla de studerade programmen är Linköpings det med störst andel Other

⁷Detta berörs närmare i avsnitt 3.4.5.

Topics-innehåll (OT), hela 50%. Här ingår bland annat en stor mängd elektroteknik och fysik samt ovanligt mycket matematik, något som i intervjun sägs till stor del vara aspekter av kommunikationsteknik. Det ska också nämnas att programmet har något fler poäng inom OT/EngineeringSkills än genomsnittet, vilket ligger i linje med dess profil, samt att det med sina 8 hp inom området ligger på en solklar förstaplats när det gäller OT/EnvironmentAndSustainability. Det är i sammanhanget intressant att notera att medan det vid många program sägs finnas en avsikt att hållbarhetsperspektiv ska tas upp i disciplinära kurser så har inget så tydligt som Linköpings IT-program försökt försäkra sig om att så faktiskt sker. Våren i årskurs 3 har ett terminsovergripande hållbarhetstema; frågorna berörs i samtliga kurser under terminen och delarna vävs ihop till en sammanhållen helhet.

2.3.6 Lunds Tekniska Högskola



LTH har en av de äldsta och största dataingenjörsutbildningarna i landet. Två decennier efter starten fick den intern konkurrens av programmet i informations- och kommunikationsteknik, InfoCom, som startades i syfte att erbjuda en utbildning med tydligare fokus mot telekom. Jämfört med detta är Datateknik en något bredare utbildning, med mer av såväl hård- som mjukvara men däremot mindre av människa-datorinteraktion och kommunikationssystemteknik. De två programmen är dock inte mer olika än att de har samläsning av såväl grundläggande kurser i bland annat programmering och fysik som många valfria kurser på avancerad nivå. Det finns också inriktningar som är gemensamma för de två programmen.

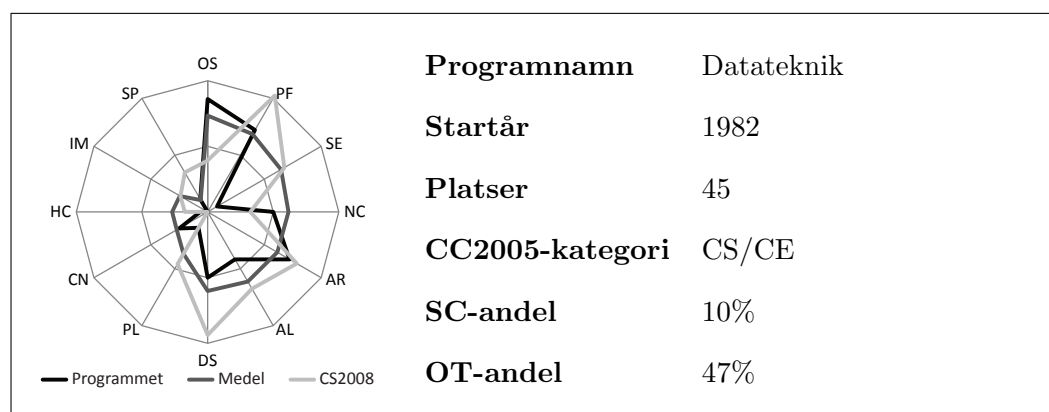
Till skillnad från de andra i detta sammanhang studerade utbildningarna med namnet Datateknik, men i likhet med dem vid Chalmers och i Linköping, så hör Lunds D-program i CC2005-ramverket inte hemma i facket Computer Science (CS) utan i Computer Engineering (CE). Detta syns genom ett jämförelsevis stort hårdvarufokus, även om programmet i intervjun beskrivs som inriktat mot både hård- och mjukvara. Studenterna sägs uppleva utbildningen som teoretisk, men det betonas också att det i allra högsta grad är fråga om en yrkesutbildning – en identitet som stärks av att många av lärarna har industrianknytning. Jämte liknande utbildningar på andra håll i landet nämns också näringslivskontakter som den främsta

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

källan till inspiration rörande vilka ämneskunskaper och -färdigheter som ska ingå i programmet.

Mest framträdande i CS2008-analysen är den mycket stora mängden elektroteknik – störst av alla de studerade programmen med sina 23 hp. Detta är ett tydligt uttryck för att det är fråga om ett CE- och inte ett CS-program, något som också syns på att även Architecture and Organization-andelen (AR) är den högsta bland de 10 programmen. Mängden matematik, 41 hp, utgör ännu en förstaplats och motiveras med att djupare kunskaper i exempelvis analys och linjära system krävs för att klara av kurserna i exempelvis signalbehandling och reglerteknik. Sammantaget gör detta att antalet poäng som återstår för icke hårdvaruorienterade datavetenskapliga kunskapsområden är klart mindre än genomsnittet. Sålunda är både Programming Languages (PL) och Human-Computer Interaction (HC) underrepresenterade och Information Management (IM) saknas helt. Inget av detta sägs i intervjun vara oväntat, och det pågår inte heller några diskussioner om att öka andelen tid som läggs på dessa områden. Däremot diskuteras den låga andelen Discrete Structures (DS), och det finns viss intern opinion för att det matematiska fokuset bör flyttas åt det diskreta hållet. Det vore i så fall inte första gången i programmets historia; mängden ickediskret matematik var ännu större för ca 10 år sedan. Givet det nu sagda är det närmast lite förvånande att andelen Software Engineering-poäng (SE) är högre än såväl snittet som CS2008-nivån. Detta tycks hänga samman främst med en serie kurser under den gemensamma rubriken ”Ingenjörprocessen för programvaruutveckling”, där mjukvarukonstruktionsämnet angrips ur såväl ett tekniskt perspektiv som med fokus på teknikens och ingenjörsvetenskapens sammanhang.

2.3.7 Luleå Tekniska Universitet



Datateknikprogrammet i Luleå är ett av landets äldsta och skapades ursprungligen för att stödja basindustrin i Norrland. Till skillnad från många andra äldre D-program, som har sina rötter i utbildningar i elektroteknik eller teknisk fysik, så bildades Luleås ur maskinteknikprogrammet. Detta märktes länge i en ämnesinnehållsmässig slagsida åt detta håll, men under de senaste fem åren har programmet genomgått vad som i intervjun beskrivs som en modernisering. Flera kurser

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

inom andra ingenjörsvetenskaper har fått ge vika för mer renodlat datavetenskapligt innehåll. Kvar finns dock inriktningen mot inbyggda system, som i stor utsträckning är gemensam med elektro- och maskinteknikprogrammen. Bortsett från denna sker samläsning med andra program huvudsakligen inom de grundkurser som är gemensamma för alla civilingenjörsutbildningar vid lärosätet. Beröringspunkterna är däremot relativt få med universitetets enda andra datavetenskapliga utbildning, kandidatprogrammet i systemvetenskap.

I intervjun beskrivs programmet som klart präglad av sina starka industrikontakter. Det sägs vara en utbildning som har gått från ett hårdvaru- mot ett mjukvarufokus och som visserligen har en tydlig teoretisk grund men som är klart tillämpat till sin natur. I CC2005-ramverket hade det 2005, före de ovannämnda förändringarna, säkerligen klassats som Computer Engineering (CE), men får idag ändå ses som i första hand ett Computer Science-program (CS), även om CERötterna fortfarande syns tydligt. Idag används faktiskt CS2008 som riktmärke för utbildningens disciplinära innehåll, men ett riktmärke som enligt intervjun ”tillämpas selektivt”. Liksom i många andra fall hämtas inspiration också från de andra svenska datavetenskapliga programmen, liksom från näringslivet.

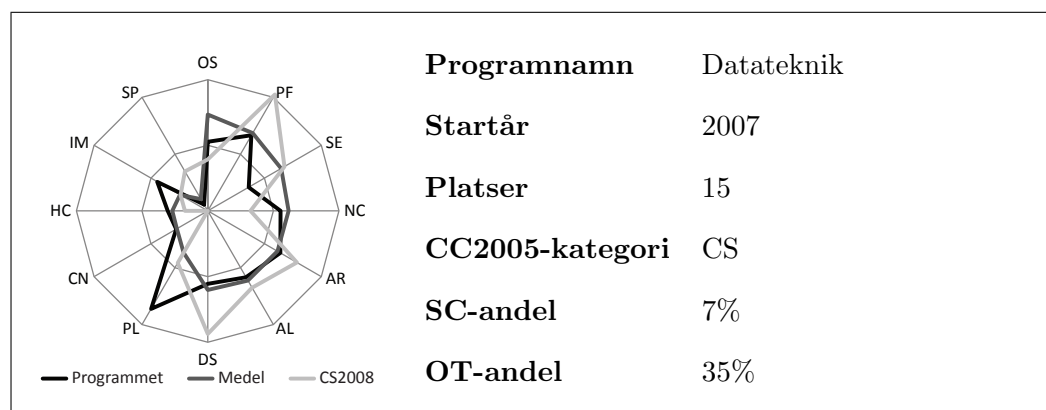
Programmet ligger relativt lågt på flera CS2008-områden, som en följd av den höga andelen Other Topics-innehåll (OT) på 47%. Detta gäller särskilt Information Management (IM), som helt saknar poäng, och Software Engineering (SE), som under de första tre åren endast återfinns som ett 1,5 hp-moment i en kurs. Däremot kommer en IM-kurs att införas i årskurs 3 från och med hösten 2012, och det finns en SE-kurs i termin 7. I intervjun påpekas dessutom att det övervägdes att flytta SE-kursen till årskurs 3, men att det inte tilläts då den var klassad som avancerad nivå. Som svar på detta undersöks just nu möjligheten att skapa en liknande kurs på grundnivå. Samtidigt, framhålls det, är det inte riktigt så illa som det kan verka, då många SE-ämnen kommer upp ”i förbigående” och/eller tränas implicit i såväl den större projektkursen som i småprojekt i flera andra kurser. Situationen är liknande för de något mindre underrepresenterade områdena Programming Languages (PL) och Algorithms and Complexity (AL), som också har obligatoriska kurser i årskurs 4. Där finns dock inga planer på att lägga till innehåll tidigare i utbildningen, då det inte bedöms finnas plats för det. Något lågt ligger också Human-Computer Interaction (HC). Det berättas i intervjun att det fanns en kurs inom området under första halvan av 00-talet, men att den lades ner i samband med att lärosätet förlorade lärare som forskar inom det fältet. Nu håller såväl en grundkurs som en avancerad kurs inom interaktionsdesign på att nyutvecklas, och dessa är planerade att starta 2013.

Det enda CS2008-område som är överrepresenterat är Operating Systems (OS), något som beskrivs som en del av programmets profil (och kanske delvis kopplat till dess mer hårdvarunära historia). OS-andelen är intressant nog hög trots avsaknaden av en specifik operativsystemkurs, något som beror på ett medvetet invävande av OS-perspektivet i flera olika kurser. Den huvudsakliga övervikten återfinns annars, som nämnts, inom OT-området, där programmet utmärker sig dels genom att vara ett av bara två bland de studerade med en obligatorisk kurs i ekonomi,

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

dels genom att ha hela två obligatoriska fysikkurser och en obligatorisk kemikurs. Ekonomikursen, som också har en projektdimension, motiveras med att det är bra för studenterna att också få lära sig lite om företagande, entreprenörskap och ledarskap. Fysiken och kemin, däremot, är påbjudna från centralt håll och gemensamma för alla Luleås civilingenjörsprogram. Från D-programmets håll har man försökt argumentera för att slippa åtminstone kemin och gärna också en av fysikkurserna, men hittills utan framgång. En sista intressant egenhet är att den första matematik-kursen börjar först i termin 2 – ett medvetet designbeslut syftandes till att undvika att matematik är det första de nya studenterna konfronteras med.

2.3.8 Mittuniversitetet



Mittuniversitetets, eller snarare dåvarande Högskolans i Sundsvall-Härnösand, första utbildning inom dataområdet startade 1984. 1997 kom det första dataorienterade magisterprogrammet, och under 90-talet pågick också en tid ett samarbete med KTH där de första två åren av en civilingenjörsutbildning kunde läsas vid Mittuniversitetet. Lärosätets första egna datavetenskapliga civilingenjörsutbildning skapades dock först 2003, i form av informationsteknologiprogrammet. Det nuvarande datateknikprogrammet var ursprungligen en inriktning vid detta, men i samband med 2007 års högskolereform knoppades inriktningen av till dagens utbildning som så småningom ersatte IT-programmet helt. Det finns idag flera närliggande utbildningar vid lärosätet. Dit hör dels ett kandidatprogram i datateknik och en tvåårig utbildning i mobila applikationer och nätverkstjänster, dels fem olika distansutbildningar, inklusive en högskoleingenjörsutbildning i datateknik. Det finns visserligen en viss idémessig koppling mellan dessa och civilingenjörsprogrammet, men samläsning dem emellan uppges endast förekomma sparsamt. Faktum är att samläsning mellan civilingenjörs- och andra studenter systematiskt undviks under årskurs 1-3, bland annat genom att medvetet använda en annan standardlängd på kurser (6 hp istället för 7,5). Å andra sidan förekommer en ovanlig form av samverkan mellan de olika civilingenjörsprogrammen i form av en kurs i produktutveckling under termin 1, där de olika programmets studenter går in i sina respektive ämnesmässiga roller och arbetar tillsammans.

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

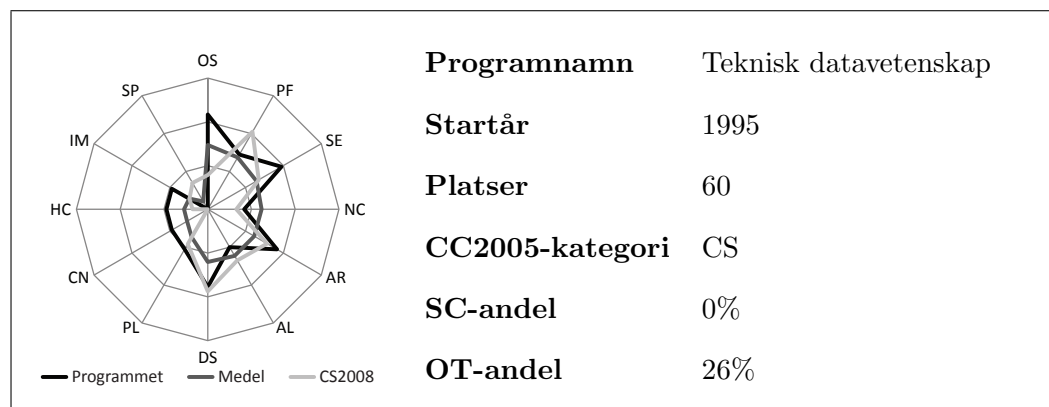
När det gäller de högre årskurserna har dessa en tid delvis lästs tillsammans med internationella masterstudenter, men framtiden för den ordningen är osäker, givet effekterna av införandet av studieavgifter. Däremot har i år ett nytt samarbete med KTH inletts. Detta har formen att Mittuniversitetets D-studenter är garanterade plats på masterinriktningarna vid KTH:s D-program förutsatt att de första tre åren slutförs inom viss tid. Samarbetet förväntas leda till att ca hälften av de just nu 10-20 studenterna per kull flyttar till KTH.

I intervjun påpekas att en beskrivning av programmets natur är något avhängig vilken masterinriktning som studenterna väljer – lärosätets egna eller någon av KTH:s. Den egna inriktningen, tillämpad datateknik, beskrivs som i hög grad praktisk (om än forskningsanknuten), med det uttalade målet att förbereda studenterna för en yrkesroll som ledare för programutvecklingsprojekt. Samtidigt framhålls att KTH-samarbetet har framtvingat ett antal förändringar av årskurs 1-3 med det övergripande resultatet att dessa har blivit mer teoretiska än förr. Samtidigt har de också breddats något och fått ett större inslag av hårdvaruperspektiv. Synpunkterna från KTH:s D-program beskrivs som mer omfattande och starkare än vad som varit fallet för de två andra program som ingår i samarbetet. Dessa synpunkter har sålunda varit den största enskilda bidragande faktorn till programmets nuvarande utformning, även om en strukturerad process med enkäter till och möten med de tre grupperna forskare/lärare, nuvarande studenter samt näringsliv och alumner också har varit viktig. Sagda process gav också intressanta insikter i hur de tre gruppernas syn på utbildningen skiljer sig åt: Näringslivet efterfrågar projektledning och annat yrkesrollsrelaterat innehåll – generellt mer ”mjuka” ämnen – och i andra hand matematiskt/teoretiskt innehåll, eftersom sådant ses som beständigt. Studenterna å sin sida vill som regel ha mindre teori och efterfrågar i stället i första hand en bred utbildning. Lärarna, slutligen, vill framför allt ha spetskurser inom sina respektive forskningsområden.

CS2008-analysen visar tydliga tecken på det medvetet skapade släktskapet med KTH:s program, men samtidigt också på några intressanta skillnader. Inledningsvis kan det dock vara intressant att notera att Mittuniversitetets program, jämte Uppsalas, är det enda som ligger riktigt nära det svenska genomsnittet. Den enda punkt där det sticker ut nämnvärt är Programming Languages (PL), där det med 9% noterar den högsta andelen bland de 10 programmen. Det utmärkande draget är den obligatoriska kursen i programspråksteori som saknar direkt motsvarighet hos övriga program. Jämfört med KTH:s ligger detta program också signifikant högre inom Operating Systems (OS) och Net-Centric Computing (NC) – områden där det snarast är KTH som ligger lågt. Dessa tre områdens högre nivå gentemot KTH:s program kompenseras av avsaknaden av ett valfritt block samt klart färre poäng inom Discrete Structures (DS) (där KTH ligger onormalt högt). Avslutningsvis kan nämnas att programmet ligger något lågt inom Software Engineering (SE), vilket orsakas av att dess enda projektkurs tycks mer fokuserad på teknik än på projektarbete. Det förhållandet bekräftar i intervjun men beskrivs inte som ett medvetet ställningstagande.

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

2.3.9 Umeå Universitet



Umeås civilingenjörsutbildning inrättades förvisso först 1995, men redan 1985 startade dess föregångare Datavetarlinjen, en magisterutbildning som ända från början hade en tydlig ingenjörprofil. Idag har universitetet ytterligare en civilingenjörsutbildning inom det vidare datavetenskapliga området, Interaktion och Design, som dock är mycket annorlunda till sin utformning och i CC2005-ramverket snarast skulle klassas som något mellan Information Systems (IS) och Computer Engineering (CE). Samläsning förekommer både med detta program och med övriga civilingenjörsutbildningar inom många av grundkurserna. Denna utveckling drivs på från institutionerna av kostnadsskäl och får ibland oönskade effekter. Exempelvis är det svårt att få in programspecifikt innehåll tidigt i utbildningen, och det har inträffat att samlästa kurser fallerat på grund av att studenter från olika program har radikalt olika förkunskaper. Beröringspunkterna är färre med det kandidatprogram i datavetenskap som också finns vid lärosätet. Detta aspirerar på att fylla ett av industrin uttryckt behov av en utbildning som, i CC2005-termer, ligger mer i riktning mot Information Systems (IS) och Software Engineering (SE).

I intervjun beskrivs Teknisk Datavetenskap som ett program som försöker få studenterna "in i matchen" snabbt, som är "hands-on" och som har ett fokus på mjukvaruutveckling. Av de studerade utbildningarna är Umeås den enda där Computing Curricula-familjen av riktlinjer medvetet har använts som ett verktyg i utvecklingen av programmet. Under omdesignen i samband med 2007 års högskolereform var avsikten ursprungligen att använda CS2001 som mall rakt av, men till sist genomfördes ett antal kompromisser. Dit hör att utelämnat innehåll inom Intelligent Systems (IS) eller Graphics and Visual Computing (GV), till förmån för bland annat fler poäng inom Operating Systems (OS). Vidare har det med facit i hand konstaterats att vad som var avsett att vara ett renodlat CS-program i någon mån snarare blev ett SE-program.⁸ Vid sidan om Computing Curricula hämtas inspiration till programmets ämnesinnehåll ur regelbundna uppföljningar med näringslivet och med

⁸I den kategorisering som gjordes i inledningen av denna studie bedömdes dock programmet trots allt passa bäst in i CS-kategorin. Detta visar hur de olika disciplinerna flyter in en hel del i varandra, något som också syns tydligt i figur 1.1.

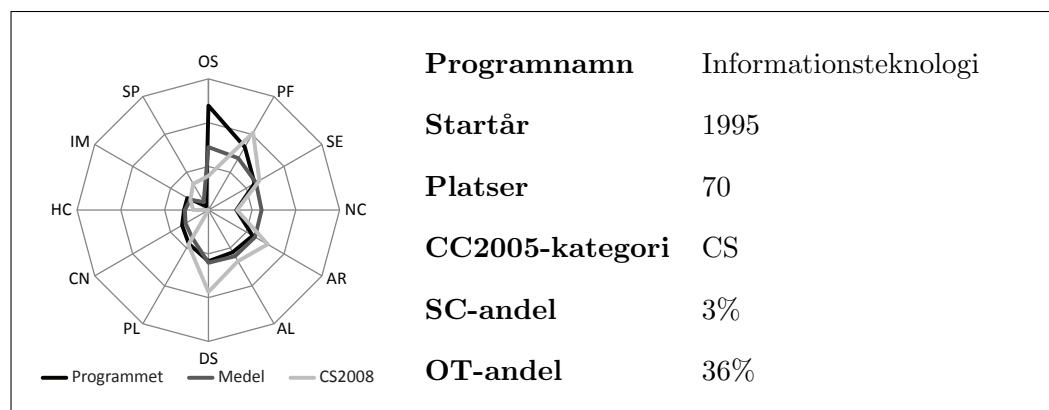
KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

alumner. Databaskursen i årskurs 3 är ett exempel på en kurs som skapats till följd av sådan återkoppling.

Att programmet har utformats med utgångspunkt i *Computer Science Curriculum* märks i CS2008-analysen bland annat genom den låga andelen Other Topics-poäng (OT) (26%, vilket är näst lägst). Att det vidare har en dragning åt SE-hållet märks på den låga andelen poäng inom elektroteknik och den höga andelen SE-poäng (högst bland de program som klassats som CS). Annars sticker programmet framför allt ut genom en hög andel OS-poäng, som förklaras nästan helt och hållet med 15-poängskursen *Dator teknik och inbyggda system*. Övriga områden ligger i huvudsak strax över (till följd av den låga OT-andelen) eller i linje med CS2008- och snittnivåerna. Värt att anmärka på är kanske främst att Social and Professional Issues (SP) ligger något lågt, samtidigt som också OT/EngineeringSkills är under snittet. På det temat nämns i intervjun att det förr fanns en flerårig perspektivkurs men att den konsekvent fungerade dåligt i praktiken, varför en övergång gjordes till att i stor utsträckning försöka väva in ickedisciplinärt innehåll i ämneskurser. Analysen visar inte huruvida detta har lyckats, men däremot att det i vart fall inte har fått något betydande genomslag i kursplanerna.

Avslutningsvis bör två påpekanden göras. För det första har programmet två obligatoriska kurser i årskurs 4, på vardera 7,5 hp, i projektledning respektive hållbarhetsfrågor. För det andra är programmet ett av dem som mycket medvetet har valt att inte följa trenden mot obligatoriskt kandidatexamensarbete. Detta uppges i intervjun hänga samman med en oro att en 3+2-uppdelning av programmet skulle kunna riskera att leda till en ”avingenjörifiering” av utbildningen, på grund av mycket starka naturvetartraditioner vid lärosätet.

2.3.10 Uppsala Universitet



Uppsalas första datavetenskapliga utbildning, ett magisterprogram, startade 1981. På ingenjörssidan fanns länge endast inriktningar inom programmet i teknisk fysik, men 1995 startade det här studerade Informationsteknologiprogrammet. Det är alltså det enda primärt datavetenskapliga civilingenjörsprogrammet vid lärosätet, även om programmet System i Teknik & Samhälle har en IT-inriktning som

2.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

dock är betydligt grundare ur ett dataperspektiv. Kandidat- och masterprogram i datavetenskap finns också, liksom masterprogram i inbyggda system och människa-dator-interaktion. Med dessa förekommer en hel del samläsning: med kandidatstudenterna läses främst data- men även matematikkurser under de två första åren, och med samtliga masterprogram finns flera gemensamma specialiseringskurser. När det gäller samarbeten med andra utbildningar är det värt att notera att programmet har band till flera utländska lärosäten – bland annat i Finland, Kina och USA – och att Uppsalastudenterna genomför gemensamma projekt med studenter från dessa.

IT-programmet beskrivs i intervjun som i huvudsak mjukvaruorienterat, men med tydliga hårdvaruaspekter. Exempelvis finns kurser i både inbyggda system och datorarkitektur, och grunderna i signalbehandling ingår i utbildningens obligatoriska del. Tidigare var programmet profilerat mot trådlös kommunikation, men det har på senare år snarare rört sig i riktning mot inbyggda system och samtidigt gått mot högre abstraktionsnivåer och blivit något mer teoretiskt. Denna utveckling har i stor utsträckning styrts av studenternas intresse. Utöver studenterna har även näringslivsrepresentanterna i programråd och utbildningsnämnd varit en viktig källa till inspiration när det gäller programmets upplägg och innehåll. Slutligen bör nämnas att programmet arbetar medvetet med att sätta in studenternas kunskaper i såväl organisations- som samhällssammanhang. Detta kommer bland annat till uttryck i den relativt stora mängden projektkurser, den första redan i årskurs 1.

Det mest framträdande i CS2008-analysen är hur pass nära det svenska genomsnittet som Uppsalas utbildning ligger; för 11 av de 16 kunskapsområdena (SC och OT inkluderade) ligger IT-programmet mindre än en procentenhet från genomsnittet, och för åtta av dessa mindre än en halv procentenhet ifrån. Detta är något anmärkningsvärt eftersom samtliga övriga program (med undantag endast för Mittuniversitetets) på flera sätt avviker tydligt från de genomsnittliga värdena. Det enda område där IT-programmet verkligen sticker ut är Operating Systems (OS), där de 11 procenten ligger en bra bit över både CS2008-nivån på 4% och snittet på 7%. Detta beskrevs i intervjun som aningen förvånande, men tycks närmast vara en effekt av att CS2008 har valt att placera såväl inbyggda som distribuerade system inom OS-området. Utöver dessa ämnen, som båda har egna obligatoriska kurser inom programmet, är det främst 15 hp-kursen i processororienterad programmering som bidrar till den höga OS-andelen. Värt att notera är att denna kurs bland annat tar upp parallellism/samtidighet, något som ännu är relativt ovanligt bland de studerade programmen men (som nämnades i avsnitt 2.2.3) är på väg in.

I den i allmänhet, som nämnt, synnerligen genomsnittliga poängfördelningen är det ändå värt att notera ett par saker. För det första erbjuder Uppsalas IT-program, som det enda av de studerade, under de första tre åren en – förvisso inte obligatorisk, men ändå – kurs inom Graphics and Visual Computing-området (GV), nämligen 10 hp-kursen Datorgrafik. Detta anges hänga samman med den forskning inom bildanalys och människa-dator-interaktion som bedrivs vid lärosätet, och kursen uppges vara ganska populär. Populariteten till trots planeras den dock flyttas till det valfria området för årskurs 4 från och med läsåret 12/13. För det andra så hittar man även ett par anmärkningsvärda egenskaper inom det genomsnittligt

KAPITEL 2. ÄMNESKUNSKAPER OCH -FÄRDIGHETER

stora Other Topics-området (OT). Dels är programmet ett av bara två helt utan poäng inom fysik, dels saknas poäng också inom OT/EngineeringAndSustainability. Det första finner sannolikt sin förklaring i att det är fråga om ett relativt ungt program som från början har byggts upp som en ganska ren CS-utbildning. Det andra framhålls i intervjun som något som behöver vidareutvecklas. Visserligen behandlas en del perspektiv kring social och ekonomisk hållbarhet i momenten inom OT/EngineeringSkills (där IT-programmet, som ett medvetet designval, har en hög andel poäng – den näst högsta bland de studerade), men miljöfrågorna lyser i dagsläget med sin frånvaro. Den utpekade vägen framåt är att bygga in perspektivet i existerande kurser snarare än att inrätta ”alibikurser”.

Kapitel 3

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

Titeln på detta kapitel är omständlig och kanske till och med något otydlig. Huvudsakligen beror detta på att det inte finns något vedertaget samlingsbegrepp för det som kapitlet behandlar. Med ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt ska förstås allt det inom ett utbildningsprogram som inte direkt hänger samman med programmets huvudsakliga ämnesområde eller -områden. Hit hör, i sammanhanget civilingenjörsutbildningar, förmågor som att kommunicera i tal och skrift eller arbeta i grupp samt allmänna ingenjörsfärdigheter såsom problemlösning och experimentell metod. Men det inkluderar också sådant som systemtänkande, samhällsperspektiv, källkritik och etiska ställningstaganden. Kort sagt, mycket av det som anses skilja en ingenjör från någon som endast är ämneslärare.

Som nämnades i avsnitt 1.5 var den ursprungliga avsikten att genomföra en kvantitativ analys av ickedisciplinärt innehåll i utbildningarna, på motsvarande sätt som för det disciplinära innehållet. Det visade sig dock tidigt vara omöjligt att göra med programmets utbildnings- och kursplaner som huvudsaklig informationskälla, eftersom dessa endast i mycket liten utsträckning tar upp sådant ickedisciplinärt innehåll. Istället presenteras nedan en kvalitativ analys av de övergripande tillvägagångssätt som de olika programmen har valt för att förmedla ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt, samt hur och i vilken utsträckning detta tillvägagångssätt kommer till uttryck i respektive utbildnings styrande dokument.

Som utgångspunkt för analysen används de mål som enligt högskoleförordningen ska vara uppfyllda för civilingenjörsexamen ska få utfärdas. Kapitlet inleds med en redogörelse för dessa samt en kort presentation av CDIO-initiativet och dess *CDIO Syllabus*, ett internationellt samarbete som under denna studie har visat sig ha relativt stor betydelse för de aktuella utbildningarnas arbete med ickedisciplinärt innehåll. Sist följer en presentation av resultaten av analysen.

3.1 Högskoleförordningens examensmål

Svensk högskoleutbildning regleras i huvudsak i högskolelagen (SFS 1992:1434) och högskoleförordningen (SFS 1993:100), fastställda av riksdagen respektive regeringen. Bland annat anger dessa vissa övergripande mål för all högre utbildning, såsom att den ska utveckla studenternas ”förmåga att göra självständiga och kritiska bedömningar” liksom deras ”beredskap att möta förändringar i arbetslivet”. Huvuddelen av statsmakternas reglering av den högre utbildningens mål, och indirekt dess innehåll, görs dock i bilaga 2 till högskoleförordningen, den så kallade examensordningen. Denna infördes 1993 och ersatte det tidigare linjesystemet, i vilket den centrala regleringen av högre utbildning var betydligt starkare och mer direkt innehållsstyrande. I examensordningen anges för varje typ av examen – inklusive både generella examina som kandidat- och masterexamen och yrkesexamina som läkar-, jurist och civilingenjörsexamen – de krav som ska vara uppfyllda för att examen ska få utfärdas. Kraven har formen av mål som den enskilde studenten ska ha uppnått. För yrkesexamina sades det redan från början att dessa mål skulle ”spegla arbetslivets krav för yrket” (se [16, sid. 57]). Hur målen sedan uppnås har överlåtit åt lärosätena att själva besluta om.

Före 2007 var målen för civilingenjörsexamen, som framgår av figur 3.1, mycket kortfattade. Som del av det årets högskolereform¹ gjordes en allmän översyn av examensordningen och så gott som samtliga examina fick kraftigt utökade målbeskrivningar. För yrkesexamina var en av avsikterna att tydligare koppla utbildningen till det aktuella yrket, och generellt att utforma målen på ett sådant vis ”att de skall kunna användas för att utarbeta kriterier för kvalitetsutvärdering av respektive utbildning” ([16, sid. 93]).

För att erhålla civilingenjörsexamen skall studenten ha

- tillägnat sig kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen i en sådan omfattning som fordras för att förstå och kunna tillämpa de matematiska och naturvetenskapliga grunderna för det valda teknikområdet,
- förvärvat kunskaper om och färdigheter i att utforma produkter, processer och arbetsmiljö med hänsyn till människors förutsättningar och behov samt till samhällets mål avseende sociala förhållanden, resurshushållning, miljö och ekonomi,
- förvärvat kunskapsmässiga förutsättningar att, efter något års yrkesverksamhet inom sitt område, självständigt kunna svara för utveckling eller utnyttjande av ny teknik på internationellt konkurrenskraftig nivå.

Härutöver gäller de mål som respektive högskola bestämmer.

Figur 3.1. Högskoleförordningens examensmål för civilingenjörsexamen före 2007

¹Se avsnitt 4.1 för en något djupare diskussion av denna.

3.1. HÖGSKOLEFÖRORDNINGENS EXAMENSMÅL

3.1.1 Examensmålen utformning och egenskaper

Sedan 2007 är målen för civilingenjörsexamen tolv till antalet och indelade under tre rubriker (hämtade från 1992 års högskoleutredning): ”Kunskap och förståelse”, ”Färdighet och förmåga” samt ”Värderingsförmåga och förhållningssätt” (se figur 3.2; avsnittet om civilingenjörsexamen återfinns i sin helhet i bilaga D). Den första av dessa samlar i stort sett hela målbilden för utbildningarnas disciplinära innehåll. Resterande 10 av 12 mål behandlar i huvudsak just ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt. De måste dock naturligtvis läsas i en disciplinär kontext; förmågorna att ”modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden” och att ”utveckla och utforma produkter, processer och system” är exempelvis generella ingenjörsfärdigheter, samtidigt som de givetvis i någon mån är kopplade till den ingenjördisciplin som studeras.

En granskning av skillnaderna mellan masterexamens och civilingenjörsexamens respektive mål i examensordningen ger en bild av vad det är statsmakterna ser som särskiljande för civilingenjörer. En mer detaljerad jämförelse av dessa återfinns i [13]. I korthet kan nämnas att det för civilingenjörsexamen finns två helt egna mål, utan motsvarighet hos masterexamen, nämligen de om lagarbete och samverkan respektive utveckling och utformning (mål 5 respektive 6 under ”Färdighet och förmåga”). Det senare är tämligen naturligt – det är ju detta som utgör ingenjörrollen. Det tidigare är dock särskilt intressant – just förmåga till lagarbete anses alltså av regeringen som särskilt kännetecknande för civilingenjörer. Utöver dessa två egna mål finns mindre skillnader i flera av de andra målen. Dessa ger sammantaget bilden att en civilingenjör i större utsträckning förväntas sätta in sina kunskaper och färdigheter i ett större sammanhang och anlägga en helhetssyn. Även detta får anses vara av särskilt intresse vid en analys, såsom denna, av civilingenjörsutbildningar.

3.1.2 Tillämplighet i sammanhanget

En lämpligare utgångspunkt för en analys av svenska civilingenjörsutbildningars ickedisciplinära innehåll än just högskoleförordningens examensmål är svår att tänka sig. Dels är målen normativa, vilket innebär att validiteten definitionsmässigt är hög. Dels utformades de, som nämnts ovan, med den uttalade avsikten att de skulle kunna användas som startpunkt för kvalitetsutvärderingar. Målen i sig räcker dock inte helt som ramverk för en analys. Bedömningen har gjorts att de i det här sammanhanget behöver kompletteras i två avseenden:

- För att möjliggöra en strukturerad analys av utbildningsinnehållet behöver i vart fall vissa av målen delas upp i mindre beståndsdelar.
- Det finns visst ickedisciplinärt innehåll som inte låter sig inordnas under något av högskoleförordningens mål, varför en ”övrigt”-rubrik med vissa underrubriker behöver läggas till, analogt med ”Other Topics”-området i föregående kapitel.

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

Kunskap och förståelse

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området.

Färdighet och förmåga

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,
- visa förmåga att skapa, analysera och kritiskt utvärdera olika tekniska lösningar,
- visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna ramar,
- visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap samt visa förmåga att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden även med begränsad information,
- 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,
- visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning, och
- 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.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällsrelaterade och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,
- 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, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens.

Figur 3.2. Högskoleförordningens examensmål för civilingenjörsexamen sedan 2007

3.2. CDIO-INITIATIVET OCH CDIO SYLLABUS

CDIO-initiativets CDIO Syllabus utgör ett ramverk som kan användas för båda dessa ändamål. Det behandlas närmare i nästa avsnitt.

På grund av den brist på användbara data som nämndes redan inledningsvis och som beskrivs i detalj i avsnitt 3.3 nedan genomfördes dock aldrig ovannämnda anpassningar/utökningar av högskoleförordningsmålen som analytiskt ramverk. Det påverkar dock inte målens relevans i sammanhanget, givet deras ställning som styrande regler för de studerade utbildningarna. Samtidigt är det viktigt att tydliggöra att denna studie inte tar ställning till frågan om högskoleförordningens examensmåls ändamålsenlighet eller kvaliteten på annat sätt.

3.2 CDIO-initiativet och CDIO Syllabus

CDIO, ursprungligen en förkortning för ”Conceive – Design – Implement – Operate”, började som en idé i slutet på 1990-talet vid Massachusetts Institute of Technology, MIT, om att ingenjörutbildningar världen över behövde reformeras och praktiska ingenjörsfärdigheter ges större utrymme. I samarbete med de svenska lärosätena Chalmers, KTH och LiTH lanserades våren 2000 CDIO-initiativet som ett internationellt samarbetsnätverk. Nätverket har sedan dess vuxit till över 50 medverkande lärosäten från samtliga kontinenter. Till CDIO:s aktiviteter hör bland annat att arrangera återkommande konferenser och att publicera material relaterat till utveckling av ingenjörutbildningar.

Kärnan i CDIO-initiativet är CDIO Syllabus, en systematisk förteckning över kunskaper, färdigheter, förmågor och förhållningssätt som enligt CDIO bör ingå i en ingenjörutbildning. Den första versionen av CDIO Syllabus [3] var det första konkreta resultatet av initiativet och kom 2000. Denna byggde i stor utsträckning på synpunkter från företrädare för industrin och kopplades också i viss mån till ackrediteringskriterier utformade ur ett näringslivsperspektiv. Ett drygt decennium senare, sommaren 2011, kom version 2.0 [4] som bland annat tillförde ett tydligare miljö- och hållbarhetsperspektiv, fler aspekter av kommunikation samt nya avsnitt relaterade till internationalisering och mobilitet. Därtill skapades en utökning av ramverket (kallad Extended CDIO Syllabus) med två större avsnitt om ledarskap och entreprenörskap.

3.2.1 CDIO Syllabus uppbyggnad och egenskaper

CDIO Syllabus är indelad i fyra huvudområden – ett avseende disciplinär kunskap och förståelse och övriga tre avseende olika aspekter av ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt (se figur 3.3). Det första området är till sin natur disciplinspecifikt och behandlas inte närmare inom CDIO-ramverket. Istället förväntas det att andra ramverk, såsom ACM/AIS/IEEE Computing Curricula i fallet datavetenskap, fyller den funktionen. De tre övriga huvudområdena finns specificerade i fyra nivåer (för ett exempel på nedersta nivån, se figur 3.4).

Som nämndes i föregående avsnitt kan CDIO Syllabus användas jämte högskoleförordningens examensmål och delvis komplettera dessa. Samtliga mål i högskole-

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

The CDIO Syllabus	
<p>1 DISCIPLINARY KNOWLEDGE AND REASONING</p> <p>1.1 KNOWLEDGE OF UNDERLYING MATHEMATICS AND SCIENCES</p> <p>1.2 CORE ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE</p> <p>1.3 ADVANCED ENGINEERING FUNDAMENTAL KNOWLEDGE, METHODS AND TOOLS</p> <p>2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES</p> <p>2.1 ANALYTICAL REASONING AND PROBLEM SOLVING</p> <p>2.1.1 Problem Identification and Formulation</p> <p>2.1.2 Modeling</p> <p>2.1.3 Estimation and Qualitative Analysis</p> <p>2.1.4 Analysis With Uncertainty</p> <p>2.1.5 Solution and Recommendation</p> <p>2.2 EXPERIMENTATION, INVESTIGATION AND KNOWLEDGE DISCOVERY</p> <p>2.2.1 Hypothesis Formulation</p> <p>2.2.2 Survey of Print and Electronic Literature</p> <p>2.2.3 Experimental Inquiry</p> <p>2.2.4 Hypothesis Test, and Defense</p> <p>2.3 SYSTEM THINKING</p> <p>2.3.1 Thinking Holistically</p> <p>2.3.2 Emergence and Interactions in Systems</p> <p>2.3.3 Prioritization and Focus</p> <p>2.3.4 Tradeoffs, Judgment and Balance in Resolution</p> <p>2.4 ATTITUDES, THOUGHT AND LEARNING</p> <p>2.4.1 Initiative and Willingness to Make Decisions in the Face of Uncertainty</p> <p>2.4.2 Perseverance, Urgency and Will to Deliver, Resourcefulness and Flexibility</p> <p>2.4.3 Creative Thinking</p> <p>2.4.4 Critical Thinking</p> <p>2.4.5 Self-awareness, Metacognition and Knowledge Integration</p> <p>2.4.6 Lifelong Learning and Educating</p> <p>2.4.7 Time and Resource Management</p> <p>2.5 ETHICS, EQUITY AND OTHER RESPONSIBILITIES</p> <p>2.5.1 Ethics, Integrity and Social Responsibility</p> <p>2.5.2 Professional Behavior</p> <p>2.5.3 Proactive Vision and Intention in Life</p> <p>2.5.4 Staying Current on the World of Engineering</p> <p>2.5.5 Equity and Diversity</p> <p>2.5.6 Trust and Loyalty</p> <p>3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION</p> <p>3.1 TEAMWORK</p> <p>3.1.1 Forming Effective Teams</p> <p>3.1.2 Team Operation</p> <p>3.1.3 Team Growth and Evolution</p> <p>3.1.4 Team Leadership</p> <p>3.1.5 Technical and Multidisciplinary Teaming</p> <p>3.2 COMMUNICATION</p> <p>3.2.1 Communication Strategy</p> <p>3.2.2 Communication Structure</p> <p>3.2.3 Written Communication</p> <p>3.2.4 Electronic/Multimedia Communication</p> <p>3.2.5 Graphical Communication</p> <p>3.2.6 Oral Presentation</p> <p>3.2.7 Inquiry, Listening and Dialog</p> <p>3.2.8 Negotiation, Compromise and Conflict Resolution</p> <p>3.2.9 Advocacy</p> <p>3.2.10 Establishing Diverse Connections and Networking</p>	<p>3.3 COMMUNICATIONS IN FOREIGN LANGUAGES</p> <p>3.3.1 Communications in English</p> <p>3.3.2 Communications in Languages of Regional Nations</p> <p>3.3.3 Communications in Other Languages</p> <p>4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT – THE INNOVATION PROCESS</p> <p>4.1 EXTERNAL, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT</p> <p>4.1.1 Roles and Responsibility of Engineers</p> <p>4.1.2 The Impact of Engineering on Society and the Environment</p> <p>4.1.3 Society's Regulation of Engineering</p> <p>4.1.4 The Historical and Cultural Context</p> <p>4.1.5 Contemporary Issues and Values</p> <p>4.1.6 Developing a Global Perspective</p> <p>4.1.7 Sustainability and the Need for Sustainable Development</p> <p>4.2 ENTERPRISE AND BUSINESS CONTEXT</p> <p>4.2.1 Appreciating Different Enterprise Cultures</p> <p>4.2.2 Enterprise Stakeholders, Strategy and Goals</p> <p>4.2.3 Technical Entrepreneurship</p> <p>4.2.4 Working in Organizations</p> <p>4.2.5 Working in International Organizations</p> <p>4.2.6 New Technology Development and Assessment</p> <p>4.2.7 Engineering Project Finance and Economics</p> <p>4.3 CONCEIVING, SYSTEMS ENGINEERING AND MANAGEMENT</p> <p>4.3.1 Understanding Needs and Setting Goals</p> <p>4.3.2 Defining Function, Concept and Architecture</p> <p>4.3.3 System Engineering, Modeling and Interfaces</p> <p>4.3.4 Development Project Management</p> <p>4.4 DESIGNING</p> <p>4.4.1 The Design Process</p> <p>4.4.2 The Design Process Phasing and Approaches</p> <p>4.4.3 Utilization of Knowledge in Design</p> <p>4.4.4 Disciplinary Design</p> <p>4.4.5 Multidisciplinary Design</p> <p>4.4.6 Design for Sustainability, Safety, Aesthetics, Operability and other Objectives</p> <p>4.5 IMPLEMENTING</p> <p>4.5.1 Designing a Sustainable Implementation Process</p> <p>4.5.2 Hardware Manufacturing Process</p> <p>4.5.3 Software Implementing Process</p> <p>4.5.4 Hardware Software Integration</p> <p>4.5.5 Test, Verification, Validation and Certification</p> <p>4.5.6 Implementation Management</p> <p>4.6 OPERATING</p> <p>4.6.1 Designing and Optimizing Sustainable and Safe Operations</p> <p>4.6.2 Training and Operations</p> <p>4.6.3 Supporting the System Life Cycle</p> <p>4.6.4 System Improvement and Evolution</p> <p>4.6.5 Disposal and Life-End Issues</p> <p>4.6.6 Operations Management</p>

Figur 3.3. CDIO Syllabus 2.0, nivå 1–3 (exklusive utökningarna 4.7–4.8 om ledarskap och entreprenörskap)

3.2. CDIO-INITIATIVET OCH CDIO SYLLABUS

2.3 SYSTEM THINKING

2.3.1 *Thinking Holistically*

A system, its function and behavior, and its elements

Transdisciplinary approaches that ensure the system is understood from all relevant perspectives

The societal, enterprise and technical context of the system

The interactions external to the system, and the behavioral impact of the system

2.3.2 *Emergence and Interactions in Systems*

The abstractions necessary to define and model the entities or elements of the system

The important relationships, interactions and interfaces among elements

The functional and behavioral properties (intended and unintended) that emerge from the system

Evolutionary adaptation over time

Figur 3.4. Exempel på beskrivningar på nivå 4 i CDIO Syllabus

förordningen kan kopplas till områden i CDIO Syllabus, och överensstämmelsen är bitvis så pass bra att det inte framstår som otänkbart att den senare utgjorde en av inspirationskällorna när den nya examensordningen utformades. CDIO Syllabus är dock mer omfattande, dels på bredden (vissa avsnitt låter sig helt enkelt inte inordnas under något av högskoleförordningens mål), dels – och framför allt – på djupet. Det senare är helt naturligt; examensordningens roll är att vara normerande och fungera som utgångspunkt för kvalitetsutvärderingar medan Syllabusens roll är att fungera som ett verktyg för utformning och utveckling av utbildningsprogram.

Jämfört med ACM/AIS/IEEE Computing Curricula lider CDIO Syllabus betydligt mindre av ett USA-centrerat perspektiv. Redan från start var såväl Nordamerika som Europa representerade, och sedan dess har lärosäten i ett stort antal länder i olika delar av världen varit delaktiga i att utveckla ramverket. Det får därför i relativt hög grad anses vara allmängiltigt, och i allra högsta grad vara tillämpligt i en svensk kontext.

3.2.2 Högskolornas användning av CDIO

Tre av de lärosäten som är representerade i den här studien, Chalmers, KTH och LiTH, är medgrundare till CDIO-initiativet. Utöver dessa är ytterligare ett, Umeå Universitet, medlem i nätverket. Att ett lärosäte är medlem är dock inte liktydigt med att alla dess utbildningsprogram tillämpar CDIO på samma sätt – eller ens gör det alls. På KTH, exempelvis, var det länge endast farkostteknikprogrammet som medverkade fullt ut, medan D-programmet först de senaste åren gradvis har

börjat tillämpa CDIO-konceptet. Bland de studerade programmen vid dessa fyra lärosäten är IT-programmet i Linköping utan tvekan det där CDIO har tillämpats mest explicit och konsekvent och dessutom under längst tid.

Utöver de fyra ovannämnda har två av programmen, de i Karlstad och Uppsala, i någon utsträckning använt sig av CDIO i utbildningsutvecklingsarbetet, om så bara som informell inspirationskälla. I intervjuerna med de resterande programmens företrädare har det nämnts att CDIO har haft påverkan på den allmänna debatten kring utveckling av ingenjörsutbildningar, även för dem som inte själva är medlemmar i nätverket eller använder sig av konceptet. Den långsiktiga trenden tycks helt klart peka i riktning mot ökad användning av CDIO-konceptet i utbildningsutvecklingen.

3.3 Övergripande observationer

Som nämndes redan inledningsvis var avsikten ursprungligen att göra en kvantitativ jämförelse motsvarande den i föregående kapitel. Högskoleförordningens examensmål framstod då som ett än mer ändamålsenligt analytiskt ramverk än vad ACM/AIS/IEEE Computing Curricula gjorde för det disciplinära innehållet. Målens normativa natur innebär att alla utbildningar ska uppfylla dem, varför det framstod som rimligt att det ickedisciplinära innehållet relativt lätt skulle gå att inordna under dem. Av samma skäl verkade det inte orimligt att tänka sig att de flesta lärosäten som del av sin interna kvalitetssäkring skulle ha dokumenterat hur målen uppnås vid respektive utbildning, vilket givetvis skulle underlätta analysen. Det senare har dock visat sig inte vara fallet; någon dokumentation av kopplingen mellan å ena sidan högskoleförordningens mål och å andra sidan programmål och/eller enskilda kursmål tycks, med vissa undantag, inte finnas för de studerade utbildningarna. Inte heller har det vid en analys av utbildnings- och kursplaner, så som de är skrivna, med säkerhet gått att fastställa att målen faktiskt uppnås genom utbildningsprogrammen i fråga. Det ska redan nu påpekas att det inte innebär att målen faktiskt inte uppnås, utan endast att detta inte går att härleda ur programmens styrdokument (denna fråga behandlas närmare nedan, i avsnitt 3.3.5).

I avsaknad av dokumentation av ovannämnda slag skulle en kvantitativ analys kräva en mer ingående studie av enskilda kurser och/eller intervjuer med enskilda lärare. Detta ligger utanför denna studies ramar. Nedan följer därför istället en kvalitativ redogörelse för hur ickedisciplinärt innehåll behandlas i kurs- och utbildningsplaner. Det redogörs också för vad som har framkommit i intervjuerna rörande syn på och förhållningssätt till högskoleförordningens examensmål, tillvägagångssätt för att tillse att målen uppfylls samt till sist i vilken utsträckning detta faktiskt lyckas.

3.3.1 Syn på och förhållningssätt till högskoleförordningen

I intervjuerna har en ganska stor spännvid kunnat skönjas i synen på de av statsmakterna fastställda målen för civilingenjörsexamen och hur lärosätena bör förhålla sig till dem. Den vanligaste uppfattningen tycks vara att regler är regler och att det är självklart att man måste se till att målen uppfylls. Samtidigt ses det som en grann-

3.3. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

laga uppgift att åstadkomma detta genom ett systematiskt arbete med utbildnings- och kursplanerna. Detta beror bland annat på att kursplaner som regel inte fastställs centralt, utan utformas av respektive lärare – en ordning man antingen inte anser sig kunna ändra på (då den är beslutad på högre nivå) eller inte vill ändra på (då man dels vill distribuera arbetsbördan, dels vill ge lärarna ett mått av självständighet). Förvisso är det inget av detta som omöjliggör ett systematiskt kursplanearbete, men det ifrågasätts av flera av de intervjuade om det är värt ansträngningen. Dels upplever man sig ändå ha tillräckligt god kontroll över hur det är ställt med måluppfyllelsen, dels sägs kursvärderingar och arbete med ”verkligt” kursinnehåll av flera vara effektivare verktyg. Slutligen anses också bedömningen av examensarbetena utgöra en kontrollpunkt vid vilken faktisk, till skillnad från teoretisk, måluppfyllelse säkras (mer om detta i avsnitt 4.2.3).

I några fall uttalas mer bestämda åsikter. Ett par av de intervjuade pekar ut säkring av uppfyllelse av högskoleförordningsmålen som centralt och högt prioriterat. I ett av fallen nämns det aktuella lärosätets mindre storlek som skälet till detta, med motiveringen att ”Högskoleverket vet att KTH är bra i alla händelser, men vi måste verkligen kunna bevisa det för att få kvalitetsstämpeln”. I ett annat fall är inställningen till målen betydligt mer avvaktande, för att inte säga kritisk: ”Det märks att de inte har skrivits av ingenjörer ... de skjuter över och vid sidan om målet.” Kraven beskrivs som för högt ställda och inkräktades på ämnesinnehållet: ”Målbilden är idealiserad. Det rör sig visserligen om bra, meningsfulla färdigheter, men färdigheter som blir aktuella först längre fram i karriären. Det krävs minst 10 år för att bli ’färdig’, men vi har bara de första fem på oss. Det här hinns inte med i utbildningen – vi behöver tiden för datakurser.”

Oberoende av inställning till högskoleförordningen är de intervjuade överens om att den inte utgör den enda källan till inspiration för vilket ickedisciplinärt innehåll som ska ingå i utbildningen. De andra källor som nämns i störst utsträckning är CDIO och näringslivet, de senare ofta genom externa representanter i programråd, utbildningsnämnder eller motsvarande. En av de intervjuade nämner att till dessa näringslivsrepresentanters vanligaste synpunkter, som förs fram gång på gång, hör just vikten av ”generella kompetenser”. I samma andantag brukar de dock också, uppges det i intervjun, säga att ett stärkande av undervisning på det området givetvis inte får ske på bekostnad av utbildningens teknik- och matematikinnehåll.

3.3.2 Tillvägagångssätt

Det finns i grunden två olika sätt att förmedla ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt inom ramen för en ingenjörsutbildning: genom integration i disciplinära kurser eller genom särskilda ickedisciplinära kurser. Alla de studerade programmen har minst en sådan särskild kurs, eller i vart fall en kurs med ett betydande separat moment centrerat kring ickedisciplinärt innehåll. Till att börja med bör nämnas att samtliga program har minst en projektkurs (några har flera, och i Linköping har man en hel projekttermin), i vilken/vilka studenterna får tillämpa sina ämneskunskaper och disciplinära färdigheter samtidigt som de undervisas och

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

får träning i sådant som grupparbete, projektmetodik och kommunikation. Utöver dessa är det vanligaste en kurs i kommunikation, vilket hälften av programmen har, och någon form av ”perspektivkurs”. Det senare är en kurs med det uttalade målet att sätta in utbildningen i ett större sammanhang, och minst hälften av programmen har en sådan (eventuellt fler, beroende på hur pass vid definition som används). I flera av intervjuerna framhålls vikten av att lärarna i ickedisziplinära kurser har en medvetenhet om sammanhanget för kursen – det ska alltid finnas ett yrkesrollsfokus. Med ett exempel från en intervju: ”Studenterna ska lära sig att skriva en etisk policy, inte att diskutera filosofi.”

När det gäller integration av ickedisziplinärt innehåll i ämneskurser så varierar synen kraftigt bland de intervjuade (och, i förlängningen, bland programmen). I ena änden av spektrat finns synen att separata kurser oftast blir till något slags alibin med svag koppling till och relevans för utbildningen i övrigt. Istället förordas huvudsakligen integrerad undervisning, tillämpning och examination – förenat med att kursmålen innefattar också de ickedisziplinära delarna. I andra änden finns synen att ”vi ska inte ägna oss åt kvacksalveri”; att överdrivna integrationsförsök endast leder till att personer utan rätt kompetens försöker lära ut innehållet. Som exempel nämns att det är viktigt med separat undervisning i kommunikation – ledd av lärare specialiserade inom det området – men att rapportskrivning med mera givetvis ska tränas även i andra kurser. Ett par av de intervjuade nämner slutligen att det inte alltid är trivialt att få med enskilda kursansvariga lärare på integrationsmodellen; de vill ibland ”ha sina kurser i fred”. En av de intervjuade ger ett exempel på en lärare i en datateknisk kurs som blankt vägrade att lyfta in ett etikmoment.

Oaktat de divergerande grundinställningarna så använder samtliga studerade utbildningar i någon utsträckning båda tillvägagångssätten, och de flesta intervjuade är överens om att båda modellerna behövs i någon utsträckning. Ett specialfall i sammanhanget är utbildningen i Linköping som använder den så kallade PBL-metodiken. Detta behandlas närmare i avsnitt 3.4.5 nedan.

3.3.3 Innehåll i utbildningsplaner

Samtliga studerade programs utbildningsplaner berör på ett eller annat sätt icke-disciplinära mål för, och komponenter i, utbildningen. Fokus kommer nedan, givet utgångspunkten i examensmålen i högskoleförordningen, att ligga på programmets lokalt beslutade mål.

Utbildningsplanerna varierar mycket kraftigt i utformning och omfattning. Det gäller även om man, som nu, endast tittar på de delar som avser utbildningens mål. Tre av programmen – de vid KTH, Mittuniversitetet och Umeå Universitet – har valt att ordna sina lokala mål på samma sätt som i högskoleförordningen, under de tre rubrikerna ”Kunskap och förståelse”, ”Färdighet och förmåga” och ”Värderingsförmåga och förhållningssätt” (för ett exempel, se figur 3.5). Dessa är i sammanhanget av medellängd. Målen för programmet i Linköping är istället strukturerade i enlighet med de första två nivåerna i CDIO Syllabus och är de i särklass mest utförliga av de tio (se avsnitt 3.4.5 nedan för en något närmare diskussion).

3.3. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

Kunskap och förståelse

En civilingenjör i datateknik skall kunna

- visa goda kunskaper i systemutveckling och avancerad programmering, databashantering, säkerhet och tillförlitlighet för nätverk och kommunikationssystem,
- visa fördjupade kunskaper inom datakommunikation, människa-datorinteraktion, distribuerade system, trådlös kommunikation och webbt teknik, samt
- visa avancerade kunskaper inom ett eller flera av följande områden; multimedial kommunikation, mobila tjänster, datornätverk, webbtjänster, distribuerade applikationer.

Färdighet och förmåga

En civilingenjör i datateknik skall kunna

- visa god förmåga att självständigt och i grupp identifiera problem, lösa, implementera och driftsätta samt vid behov inhämta ny kunskap,
- visa fördjupad färdighet att använda datorer som verktyg för att lösa problem, styra processer, samt att kombinera och tillämpa kunskaper och färdigheter från olika ämnesområden, och
- visa avancerade färdigheter i modellering och analys av algoritmer och system.

Värderingsförmåga och förhållningsätt

En civilingenjör i datateknik skall kunna

- identifiera tjänstemarknad, utvecklingstrender och aktuella tillämpningar, samt kunna omsätta denna kännedom i problemformuleringar och innovationer, och
- redogöra för människans roll i datoriserade system.

Figur 3.5. Exempel på mål i utbildningsplanen, strukturerade enligt högskoleförordningens modell (tagna från Mittuniversitetet).

Resterande program har alla betydligt mer kortfattade mål, som sträcker sig från några meningar till en kortare punktlista i längd (för ett exempel, se figur 3.6).

Samtliga utbildningsplaners mål har det gemensamt att de utgör en blandning av precisering och komplettering av målen i högskoleförordningen. Det finns inte i allmänhet någon uppenbar direkt koppling mot de senare; det går inte att säga att uppfyllande av de lokala målen automatiskt innebär uppfyllande av de nationella målen. Tvärtom börjar ett stort antal av utbildningsplanerna med att citera de nationella målen och sedan säga att ”utöver dessa gäller även följande”. Med två undantag – Chalmers och LiTH – görs inte heller i utbildningsplanerna någon koppling mellan vare sig nationella eller lokala mål å ena sidan och listan över kurser

Utbildningen inom datateknik skall ge

- förmåga att arbeta med utveckling och modellering av komplexa tekniska system och tillämpningar där datorer och programvara utgör väsentliga komponenter,
- förmåga att i sin yrkesverksamhet kontinuerligt tillgodogöra sig, samt delta i, den snabba utvecklingen inom det datatekniska området,
- förmåga att delta i stora utvecklingsprojekt med många utvecklare från ett flertal discipliner och höga kvalitets- och kostnadskrav,
- förmåga att utveckla system av datorer och programvara som är anpassade efter människors olika behov.

Figur 3.6. Exempel på mål i utbildningsplanen, enkel punktlista (tagna från LTH).

å andra sidan; det går inte att utläsa vilka kurser som ska bidra till uppfyllande av vilka mål. Undantagen är de två ovannämnda utbildningar som, som ett led i sitt CDIO-arbete, har kompletterat den traditionella utbildningsplanen med en matris som gör just denna koppling mellan kurser och övergripande mål (för ett exempel, se figur 3.7). Liknande så kallade målmatriser har också tagits fram vid Mittuniversitetet och i Umeå, även om de där inte formellt ingår i utbildningsplanen.

Något som inte går att se tydligt hos något av programmen är huruvida det förekommer någon systematisk progression inom det ickedisciplinära området under utbildningens gång, eller hur den i så fall ser ut. Progression innebär i sammanhanget att en viss färdighet eller förmåga lärs ut och tränas på en successivt djupare och mer avancerad nivå. Inte ens i de ovannämnda målmatriserna som finns vid vissa program går detta att utläsa; där framgår endast att, exempelvis, kommunikationsförmåga lärs ut i kurserna A, B och C – inget sägs om hur förmågan ska utvecklas och fördjupas mellan dessa kurser. Det får antas att detta inte innebär att progression inte förekommer, men faktum är att den i så fall inte är dokumenterad. Inte i något fall synes det finnas en helt tydlig helhetsbild av progressionsfrågorna. De intervjuade bekräftar i stort denna bild, men understryker i flera fall att det ändå finns en hyfsad koll på progressionen, genom läro- och timplansarbete, strukturerade samtal mellan lärare och liknande. I ett antal av intervjuerna framhålls också att progression är något man arbetar med eller har för avsikt att arbeta med under den närmaste framtiden (se kapitel 4).

3.3.4 Innehåll i kursplaner

Den första och viktigaste observationen kring de ca 300 kursplaner som har granskats inom ramen för denna studie är att de uppvisar ett mycket starkt fokus på ämnesinnehåll. Det innebär att de överlag är ytterst tunna på innehåll relaterat till ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt. Det främsta undantaget är, av uppenbara skäl, de särskilda ickedisciplinära kurser som förekommer i viss

3.3. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

IT	Termin 1-6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	21	22	23	24	25	31	32	33	41	42	43	44	45	46
4vt	TAMS36	Samnollkthetslära																											
	TATA61	Flervariabel- och vektoranalys																											
	TFYA49	Elektromagnetism - teori och tillämpning																											
	TSEA48	Dator teknik																											
	TSKS06	Linjära system för kommunikation																											
	THEN18	Engelska																											
5ht	TDDD36	Projekttermin: Säkra mobila system																											
	THFR05	Kommunikativ franska																											
	THTY05	Kommunikativ tyska																											
6vt	TANA79	Numeriska beräkningar																											
	TAOP86	Kombinatorisk optimering med miljö tillämpningar																											
	TDDD46	Databas teknik																											
	TSRT91	Reglerteknik																											
	TEAE01	Industriell ekonomi, grk																											
	TGTU60	Informationssökning																											

Figur 3.7. Utdrag ur IUAE-matris från LiTH. För varje kurs anges vilka avsnitt i CDIO Syllabus (1.1–4.6) som kursen berör, i vilket kursmoment det görs samt huruvida det sker i form av (I)ntroduktion, (U)ndervisning, (A)nvändning eller (E)xamination av de aktuella färdigheterna, förmågorna eller förhållningssätten.)

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

utsträckning – men då endast för att det ickedisciplinära innehållet *är* ämnesinnehållet. I andra kurser är kursmål som inte är direkt kopplade till det disciplinära innehållet, utan istället avser generella ingenjörsfärdigheter eller liknande, tämligen ovanliga. Sådana mål förekommer generellt något oftare (eller mindre sällan) i datavetenskapliga kurser, medan de nästan inte förekommer alls i matematikkurser.

Till det allmänna mönstret ovan finns det två undantag som förtjänar att nämnas redan här. Båda diskuteras mer i detalj under respektive lärosätes avsnitt nedan. I Lund följer kursmålen, med några undantag, högskoleförordningsstrukturen med de tre rubrikerna, vilket innebär att ickedisciplinära mål med nödvändighet förekommer i viss utsträckning, även om de ibland framstår som närmast pliktskyldiga. På BTH har istället alla kursplaner ett avsnitt med rubriken ”Generella förmågor” som listar vilka sådana som kursen lär ut eller tränar. Dock motsvaras dessa sällan av några kursmål. Slutligen, utöver dessa exempel på explicit angivande av ickedisciplinärt innehåll i kursplanerna så är det förstås så att de program vars utbildningsplaner innefattar en målmatris implicit, genom matrisen, har en lista med ickedisciplinära mål för varje kurs.

Det är intressant att, utöver målen, också studera examinationsbeskrivningarna i kursplanerna. Där syns tydligt att i den mån det trots allt förekommer ickedisciplinära mål så tycks de ofta inte ingå i examinationen. Om de examineras så sker det i stort sett alltid i moment med underkänt och godkänt som enda möjliga betyg; kursbetyget avgörs nästan undantagslöst (förutom, förstås, i särskilda ickedisciplinära kurser) av den rent ämnesinnehållsorienterade examinationen. Denna bild bekräftas i stort i intervjuerna, och en av de intervjuade kommenterar saken så här: ”När det gäller examination är det enda vi egentligen kan att sätta betyg på en tenta.” Samtidigt förtjänar det att nämnas att andra sätt att examinera på ämnesinnehållet – främst labbar och projekt – är vanligt förekommande i teknikkurser. Det enda ämne som nästan helt konsekvent examineras med endast skriftlig tentamen är matematik. Det påpekas också i ett par intervjuer att även i fallet examination så finns det många gånger ickedisciplinära inslag utan att detta är dokumenterat. Exempelvis sägs förmåga till grupparbete och kommunikation ofta examineras implicit i inlämnings- och labb-moment.² Till sist kan nämnas att inflytande från programledningen på examinationsformer (och för den delen undervisningsformer) i enskilda kurser i flera av intervjuerna sägs vara beroende av en personlig relation till lärarna och ett intresse från deras sida, och att graden av sådant intresse varierar mellan olika institutioner.

Frågan är vilken roll det spelar att ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt på ovan beskrivet sätt i stor utsträckning utelämnas ur kursmål och (i vart fall betygsgrundande) examination. I [11] argumenteras för att risken är att detta leder till att studenterna nedprioriterar läraaktiviteter som inte är direkt kopplade till kursernas ämnesinnehåll. En prövning av den hypotesen ligger utanför

²Argumentationen är att prestationen i momentet delvis utgör ett mått på dessa ickedisciplinära färdigheter, då de påverkar förmågan att uppnå ett gott resultat i vad som i grunden är en bedömning av disciplinära kunskaper och färdigheter.

3.3. ÖVERGRIPANDE OBSERVATIONER

denna studies ramar, men givet kursplanernas sammantaget relativt svaga fokus på ickedisciplinärt innehåll så är det en fråga som är värd att studera närmare.

3.3.5 Uppfyllelse av högskoleförordningens examensmål

Det har konstaterats att utbildnings- och kursplanernas målformuleringar för majoriteten av programmen inte är kopplade till högskoleförordningens mål. Det hindrar dock givetvis inte att dessa mål ändå uppfylls, och frågan om i vilken grad det görs i dagsläget har ställts i intervjuerna. Kanske något förvånande, givet att det handlar om lagstadgade krav, är svaret inte konsekvent ”helt och hållet, naturligtvis”. Faktum är att många av de intervjuade inte har kunnat ge ett definitivt svar på hur god uppfyllelsen är, just eftersom någon systematisk matchning av utbildningsinnehållet mot förordningens mål inte har gjorts (undantaget är, än en gång, de program som har tagit fram målmatriser).

Sammantaget anser ett par av de intervjuade att deras program uppfyller målen väl, ett par har svårt att svara och resten menar att uppfyllelsen är relativt god. Den sista gruppen pekar samtidigt ut något eller några konkreta områden där de anser att det behövs, eller i vart fall finns utrymme för, förbättringar. De oftast nämnda områdena är hållbar utveckling och kommunikationsförmåga. Det tidigare ses i flera fall som en utmaning att integrera i utbildningen på ett bra sätt. Det senare tycks av flera ses som den enskilt största utmaningen inom det ickedisciplinära området. En av de intervjuade är något pessimistisk och säger ”Vi uppfyller inte ens rimligt ställda krav inom området – vilket innebär att vi är lika dåliga som alla andra. Studenterna är svikna långt innan de ens börjar här. Vi kan inte detta i Sverige, alls.” En annan konstaterar att bristande skrivkunighet bland studenterna är ett stort problem – som ofta inte uppmärksammas förrän de lämnar in en examensarbetsrapport med låg språklig kvalitet: ”Ingen tittar på vad de skriver under fyra års tid. Lärarna anser att det tar för lång tid att ge individuell återkoppling på skrivuppgifter och låter därför bli. Då går det som det går.” Flera av programmen arbetar just nu med dessa, allmänt utpekade, svaga områden, men ett antal av de intervjuade nämner också pågående arbete med att få in etikfrågor på ett bättre sätt. Den ökade betydelsen av framförallt säkerhets- och upphovsrättsfrågor i informationssamhället har aktualiserat det perspektivet, menar man.

De egenidentifierade svagheter till trots är ändå konsensus bland de intervjuade att verkligheten är bättre än vad utbildningarnas styrdokument antyder: ”Vi bemöter dessa frågor bättre än vad vi förmår dokumentera – saker tränas, men implicit, utspritt över flera kurser.” Frågan är om dokumentationen med tiden kommer att bli bättre, eller om det är mer sannolikt att den rådande diskrepansen mellan det skrivna och det verkliga kommer att bestå eller till och med växa. De intervjuade är också relativt överens om att det finns mycket som är svårt att dokumentera, främst långsiktiga lärandemål, såsom förmåga till matematisk-logiskt tänkande. Givet att Högskoleverkets nya kvalitetsutvärderingssystem (se avsnitt 4.2.3) lägger mindre vikt vid styrdokumentet och mer vid det faktiska resultatet är en viktig pådrivande kraft för god dokumentation borta.

3.4 Observationer program för program

De viktigaste delarna av analysen av de studerade utbildningarnas ickedisciplinära innehåll har redan redogjorts för ovan. Även en del observationer från enskilda intervjuer, inklusive några direkta citat, har tagits upp under de övergripande observationerna. Detta har gjorts dels eftersom de har ansetts återspegla eller illustrera ett mer generellt mönster, dels i syfte att inte i onödan peka ut vem bland de intervjuade som står bakom dem. Nedan följer i första hand intressanta exempel från de olika utbildningarna, samt i relevant utsträckning en redogörelse för avvikelser från de allmänna mönstren.

3.4.1 Blekinge Tekniska Högskola

Utmärkande för BTH är att samtliga kursplaner har ett avsnitt benämnt "Generella förmågor" som listar de generella (eller ickedisciplinära) förmågor som tränas i kursen (för ett exempel, se figur 3.8). Visserligen saknas det en programövergripande systematik för dessa kursplaneavsnitt, men det är ändå uppenbart att påbudet om att ha ett sådant avsnitt har förmått de kursansvariga lärarna att faktiskt fundera i ickedisciplinära termer. Det är något som inte kan sägas gälla generellt bland de studerade programmen. Den främsta invändning som kan resas mot modellen är att de uppräknade generella förmågorna sällan återfinns också bland kursernas mål och sällan examineras explicit. Möjligen kan detta på sikt komma att ändras som en följd av det arbete som just nu pågår med att ta fram en målmatris som kopplar kurser och deras mål till de överordnade examensmålen.

3.4.2 Chalmers Tekniska Högskola

Som en av grundarna till CDIO-initiativet har Chalmers beslutat att alla civilingenjörsprogram ska tillämpa CDIO-konceptet. I intervjun nämns dock att CDIO faktiskt inte har varit någon stark direkt inspirationskälla till det ickedisciplinära innehållet i IT-programmet. Istället har det snarare varit en fråga om att det fär-

I kursen tränas följande generella förmågor:

- Kvalitetstänkande
- Etiskt ställningstagande
- Förmåga att kommunicera med icke-expert (inom området)
- Kritiskt förhållningssätt och förmåga till självkritik
- Muntlig och skriftlig presentation.

Figur 3.8. Exempel på "Generella förmågor"-avsnitt i BTH:s kursplaner (taget från kursen Säkerhetsteknikens grunder)

3.4. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

diga programmet har analyserats utifrån ett CDIO-perspektiv och kvalitetssäkrats i efterhand med hjälp av CDIO Syllabus.

I sin modell för förmedling av ickedisciplinärt innehåll betonas särskilt betydelsen av en tidig projektkurs (redan i termin 2) och av kursen Kommunikation och ingenjörskompetens, som bland annat syftar till att ge perspektiv på utbildningen och yrkesrollen. Den har också nyligen utökats med ett moment kring gruppdynamik. Detta lyfts fram som det främsta exemplet hittills på en målsättning från programledningen att arbeta mer med personlig utveckling och utveckla arbetssättet i flera av kurserna i syfte att ge studenterna fler tillfällen under utbildningen att reflektera över sina kunskaper, förmågor och ambitioner.

3.4.3 Karlstad Universitet

Som diskuterades i avsnitt 2.3.3 är utbildningen i Karlstad kraftigt präglad av att de första 2,5 terminerna är gemensamma för samtliga civilingenjörsprogram vid lärosätet. Detta har också som följd att kursmålen i de berörda kurserna inte är anpassade till, eller kan anpassas till, just D-programmet. Det är därför mycket svårt för programledningen att arbeta med ickedisciplinärt innehåll under det första dryga året. För flera av kurserna, främst de utanför det datavetenskapliga området, får det också följderna att deras roll ur ett progressionsperspektiv och i programmet i stort inte framgår.

Karlstads D-program är en av de utbildningar bland de studerade som startade efter att den nya examensordningen trädde i kraft 2007. Detta gjorde att de överordnade målen användes explicit i utformningen av det nya programmet, då man ”ändå skulle bygga något nytt”. Samtidigt upplevs överblicken över måluppfyllelse idag vara otillräcklig, varför ett arbete har inletts med att ta fram en målmatris av det slag som har diskuterats tidigare. Det uttalade syftet är just att kunna garantera måluppfyllelse och även att underlätta arbetet med progression och generellt med ickedisciplinärt innehåll.

3.4.4 Kungliga Tekniska Högskolan

KTH är en av CDIO:s medgrundare, men på D-programmet har konceptet börjat tillämpas först under de senaste åren. Huvuddelen av det CDIO-relaterade arbetet uppges just nu handla om progression, ett område som i intervjun uppges behöva stärkas. Idag utgör förkunskapskrav för kurser och master-inriktningar det enda formaliserade verktyget för att arbeta med progression. Den modell med målmatriser som används vid vissa av de andra studerade programmen (liksom vid andra program på KTH) för att ge systematik åt ett sådant arbete har medvetet valts bort, då värdet har setts som alltför tveksamt givet arbetsinsatsen som krävs. Istället eftersträvas mer, och mer strukturerad, kommunikation mellan lärarna inom programmet.

Överlag anses programmets nuvarande modell för förmedling av ickedisciplinärt innehåll fungera bra, och den programsammanhållande kursen, med moment varje

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

termin under de första tre åren, nämns som ett viktigt forum för löpande dialog med studenterna kring dessa och andra frågor. Framför allt när det gäller skriftlig kommunikation uttrycks dock en önskan att sprida ut träningen mer och öka färdighetsprogressionen. Det nämns också att tröskeln rent generellt skulle kunna höjas på de flesta ickedisciplinära delområden, men att frågan är var gränsen går för när det är den bästa användningen av undervisningstiden.

I kursplanerna kan noteras två intressanta detaljer. För det första följer många av dem upp uppräknings av kursens mål med ”för att” och en uppräknings av syften eller bakomliggande tankar till målen. Använt rätt är detta en modell som kan bidra till att främja reflektion hos såväl studenter som lärare över kursens roll i utbildningen som helhet. För det andra delar flera av kursplanerna upp målen i mål för godkänt betyg och mål för högre betyg, något som inte har observerats vid något av de andra studerade programmen.

3.4.5 Linköpings Tekniska Högskola

LiTH är ännu ett av de lärosäten där **kommunikation på främmande språk** nämns i intervjun som ett ickedisciplinärt moment som behöver ges större utrymme i programmet. Just nu diskuteras hur det ska göras, med idéer som att kräva antingen ett utbytesår, ett engelskspråkigt examensarbete eller en eller flera engelskspråkiga kurser. Med detta undantag uppges annars programmets **måluppfyllelse vara mycket god**, som en följd av medveten stark orientering efter högskoleförordningens mål och ett omfattande CDIO-relaterat arbete. Linköpings program är också det av de studerade som tycks ha den mest långtgående användningen av målmatriser. Dels finns den programövergripande matrisen (se figur 3.7), dels har många kurser därutöver en mer detaljerad matris, i vilken det beskrivs närmare på vilket sätt man arbetar med de aktuella målen i kursen. Matriserna beskrivs som ett arbetskrävande men värdefullt verktyg. Dock påpekas att det finns en svaghet i att långt ifrån alla lärare har helhetsbilden på programmet och den egna kursens plats och roll i det. Det finns också ett tolkningsutrymme i vad det innebär att ”introducera”, ”undervisa i” respektive ”använda” en viss färdighet inom ramen för en kurs, vilket givetvis påverkar korrektheten i den bild som matriserna ger. Som det sammanfattas i intervjun: ”Man får inte tro att strukturen gör att allt bara funkar, utan man måste följa vad som händer i verkligheten.”

Det mest särskiljande draget hos Linköpings IT-program, såväl gentemot de andra studerade programmen som mot övriga på LiTH, är den pedagogiska modellen. Programmet tillämpar så kallat problembaserat lärande, **PBL**, en modell med rötterna i medicinsk utbildning i 1960-talets Kanada. Fokus i PBL ligger, enligt IT-programmets utbildningsplan, på ”problemlösningsförmåga, förmåga att självständigt identifiera inlärningsbehov i relation till det aktuella problemet, samt förmåga att samarbeta både i lärande och i problemlösning”. Varje termin under de tre första åren delas studenterna in i så kallade basgrupper på 6–8 studenter. En försvarlig del av läraaktiviteterna bedrivs i dessa grupper, som under återhållsam handledning tar sig an så kallade vinjetter – verklighetsanknutna situationer beskrivna i text, bild

3.4. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

eller på annat sätt. Genom vinjetterna exponeras studenterna för verklighetstroga problemställningar som kräver användning av de kunskaper och färdigheter som de för tillfället har att lära sig.

För var och en av de sex inledande terminerna finns det en **terminsansvarig** lärare, som samordnar alla terminens PBL-aktiviteter inom de olika kurserna och tillser att de skapar en sammanhållen helhet. De terminsansvariga fungerar också som samordnare och handledare för basgruppshandledarna. Utöver dessa funktioner nämns i intervjun också att de terminsansvarigas roll gör det möjligt för dem att **säkra progression** i det ickedisciplinära innehållet. I kombination med den praktiska avstämningsspunkt som projektterminen i årskurs tre utgör sägs detta borge för god progression även i avsaknad av explicita, systematiska styrmedel för ändamålet.

3.4.6 Lunds Tekniska Högskola

Liksom på de flesta andra håll saknas på Lunds D-program en systematisk kartläggning av progression av ickedisciplinära färdigheter, men det uppges finnas ett etablerat mönster av att lärarna begär mer i senare kurser. Kraven på exempelvis såväl skriftlig som muntlig kommunikation är högre längre fram i utbildningen, och studenterna förväntas i större utsträckning kunna resonera utifrån till exempel ett samhällsperspektiv. Examinationen av det ickedisciplinära innehållet följer gängse mönster av att som regel ske i rena underkänt/godkänt-moment. Dock framhålls i intervjun att detta inte är liktydigt med att dessa moment inte påverkar slutbetyget, då exempelvis system med bonuspoäng till tentamen är relativt vanliga.

Målen i kursplanerna är konsekvent strukturerade på samma sätt som i högskoleförordningen och innehåller därmed ofta ickedisciplinära komponenter. Särskilt målen under rubriken "Värderingsförmåga och förhållningssätt" ger dock det bestämda intrycket att påbudet att använda den aktuella formen för målen inte i tillräcklig utsträckning har åtföljts av instruktioner till eller dialog med lärarna kring vad de olika rubrikerna innebär och hur mål bör formuleras. Till exemplen på detta hör målet "kunna bedöma svårigheten att skriva olika program" i kursen Programmeringsteknik och målet "ha förmåga att skriva en teknisk rapport av god kvalitet" i kursen Elektronik. Båda dessa har placerat under "Värderingsförmåga och förhållningssätt", något som givetvis kan ifrågasättas.

3.4.7 Luleå Tekniska Universitet

Liksom vid övriga studerade utbildningar utan målmatriser finns det vid Luleås D-program ingen uttrycklig dokumentation av om eller hur de överordnade målen uppfylls. Däremot tycks detta perspektiv vara i allra högsta grad levande i diskussionen kring utbildningens utveckling. Bland annat har man de senaste åren medvetet minskat antalet inriktningar och dragit ner något på valfriheten, bland annat för att göra det lättare att säkerställa att alla studenter får likvärdig träning i ickedisciplinära färdigheter.

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

Programmet skiljer ut sig något med en ovanligt hög andel kursplaner där målen inte är skrivna som förväntade studieresultat. Detta kan eventuellt förklaras med att någon större kursplaneöversyn inte synes ha genomförts i samband med högskolereformen. En sådan pågår dock just nu, varför, sägs det i intervjun, situationen ska ha förbättrats avsevärt till läsåret 2012/2013. Detta arbete ska även beröra progressionsfrågor. På den punkten uppges, som i de flesta fall, verkligheten idag vara bättre än vad som framgår av styrdokumentet. Som exempel nämns i intervjun hur studenterna i de inledande projektarbetena endast behöver redogöra för *hur* de har gått tillväga, medan de i senare kurser också förväntas förklara *varför* de har gjort som de har gjort.

3.4.8 Mittuniversitetet

Vid Mittuniversitetet var Datateknik ursprungligen en inriktning på det dåvarande IT-programmet, men i samband med 2007 års högskolereform bröts den ut till ett eget program, samtidigt som det gamla lades ner. Som del av den processen formulerades lärandemål för hela utbildningen som sedan bröts ner i beståndsdelar, vilka kopplades till kurser. Denna metodik används fortfarande internt i utvecklingsarbetet men dokumenten publiceras inte längre. I samband med att programmet skapades formulerades också så kallade förkunskapskedjor som kopplade tidigare kursers kursmål till senare kursers förkunskapskrav. Denna dokumentation underhålls inte längre, men uppges i intervjun ha varit mycket viktig för att få lärarna att förstå sina respektive kursers roll i helheten och därmed också kunna förmedla det budskapet i sin undervisning.

En av de principiella förändringar som högskolereformen 2007 förde med sig är den att de angivna målen för en kurs eller ett program ska betraktas som det minimum som måste vara uppfyllt för att studenten ska bli godkänd. Det ska alltså inte vara möjligt att få godkänt betyg utan att helt uppfylla alla mål. Denna förändring har dock ännu inte fått fullt genomslag vid landets högskolor. Det får trots de formella kraven alltjämt anses mycket vanligt (förmodligen vanligare än inte) att examinationen i en kurs är utformad på ett sådant sätt att fullständig måluppfyllelse inte garanteras. Exempelvis kan kriteriet för godkänt anges som en viss minsta totalpoäng på en tentamen. Om denna poäng går att uppnå genom att prestera särskilt väl på vissa delar, trots att man inte tar några poäng alls på andra delar, utgör det ett brott mot grundprincipen.

Mot denna bakgrund är det mycket intressant att studera uppbyggnaden av examinationen i kursen Grundläggande datavetenskap vid Mittuniversitetet. Kursens innehåll har inordnats under fyra lärandemål. Varje mål har sedan ett eget examinationsmoment med endast underkänt och godkänt som betyg, och godkänt på kursen kräver godkänt på vart och ett av dessa moment. Kursen avslutas sedan med en icke obligatorisk tentamen, vars enda roll är att erbjuda studenterna möjligheten att få ett högre betyg än det lägsta godkända. Modellen används visserligen i sin rena form endast i denna enda kurs, men flera andra kurser följer samma grundidé och kan till exempel ha ett examinationsmoment som kräver att studenten blir god-

3.4. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

känd på en uppsättning ”quizar”, eller elektroniska kontrollskrivningar, som täcker in varsin del av kursen. På så vis blir det likaledes omöjligt att bli godkänd utan att ha uppnått miniminivån på varje enskild kursdel.

3.4.9 Umeå Universitet

Vid utbildningen i Umeå är kursernas ickedisciplinära innehåll och roll i uppfyllandet av högskoleförordningens examensmål dokumenterade i en CDIO-baserad målmatris. Denna uppdateras på årlig basis, då faktisk måluppfyllelse såväl som progression stäms av. Arbetssättet beskrivs som ”jobbigt men nyttigt”. Matrisens innehåll återspeglas dock än så länge inte i majoriteten av de i kursplanerna angivna kursmålen. Arbetet med att åtgärda detta pågår. Programmålen i utbildningsplanen uppges också kunna utvecklas vidare med utgångspunkt i detta arbete. Totalt sett uppges i alla händelser i intervjun att måluppfyllelsen – sett gentemot både högskoleförordningen och CDIO Syllabus – är god, med undantag för kommunikation på främmande språk, där förbättringar sägs behövas.

3.4.10 Uppsala Universitet

IT-programmet i Uppsala saknade vid tidpunkten för denna studie lokala program mål, då dessa var under utveckling. Kursmålen utmärker sig dock som de som antagligen mest konsekvent faktiskt är skrivna på lärandemålsform. Programmet ligger också i toppen vad gäller mängden alternativa examinationsformer. Båda dessa förhållanden förklaras i intervjun med att lärosätet har en forskargrupp inom datavetenskapens didaktik och en överlag god kultur när det gäller undervisnings- och examinationsformer.

Som programmets främsta utvecklingsbehov relativt högskoleförordningens examensmål nämns att sociala, etiska och miljömässiga aspekter behöver integreras i disciplinära kurser i större utsträckning. Det uppges också finnas en del att göra när det gäller progression. På det området pågår just nu tre utvecklingsprojekt: ett centrerat kring projektarbetsmetodik, ett som behandlar yrkesmässiga färdigheter i allmänhet och ett som arbetar med att försöka visualisera progressionen på ett bra sätt. Försök har vidare gjorts vid programmet med såväl förkunskapskedjor som målmatriser enligt CDIO-modell, men inget av dessa har befunnits ensamt fylla de behov som finns av att skapa struktur kring ickedisciplinärt innehåll och progression. Istället används en blandad ”verktygslåda” med, vad det verkar, relativt stor framgång.

Avslutningsvis är det värt att nämna ett exempel från programmet på hur man kan arbeta med långtgående integrering av disciplinär och ickedisciplinär utbildning, trots att detta kommer från de valfria kurserna under utbildningens senare del. I kursen IT i samhället, på 15 hp, får studenterna i projektgrupper ta sig an ett verkligt problem från en extern uppdragsgivare, oftast vid Akademiska sjukhuset i Uppsala. Kursens syfte är att ge ”en betydande teoretisk och praktisk kunskap om samspelet mellan teknik, användare och organisation baserat på relevanta kunskaper

KAPITEL 3. ICKEDISCIPLINÄRA FÄRDIGHETER, FÖRMÅGOR OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT

inom människa-datorinteraktion, psykologi och systemkonstruktion samt erfarenhet av hur systemutvecklingsprojekt bedrivs i praktiken i samhället.” Målen för denna enda kurs spänner över en betydande del av det spektrum av färdigheter, förmågor och förhållningssätt som tas upp i högskoleförordningen, samtidigt som kursen, som sagt, utförs i ett ”skarpt läge”, med en verklig uppgift från samhället.

Kapitel 4

Utbildningsprogrammets utveckling

Utbildningsprogram är något som tenderar att befinna sig i ett tillstånd av ständig utveckling, och detta är i allra högsta grad sant inom ett så föränderligt ämnesområde som datavetenskap. I detta kapitel granskas de studerade programmets utveckling under perioden 2006–2011 mot bakgrund av två viktiga händelser: 2007 års högskolereform och 2006 års av Högskoleverket (HSV) utförda kvalitetsutvärdering av landets civilingenjörsutbildningar. Med andra ord berörs inte samtliga förändringar som har gjorts vid programmen under denna tid, utan endast de som kan förknippas med någon av dessa två händelser. Därutöver redogörs i korthet för pågående eller planerat utvecklingsarbete samt för formerna för detta arbete.

Till skillnad från i de två tidigare kapitlen finns inget separat avsnitt för övergripande observationer. Dessa är istället invävda i respektive avsnitt för de två ovan nämnda händelserna. Programspecifika observationer följer därefter, på motsvarande sätt som i föregående kapitel. Detta kapitel baserar sig, utöver på de primära dokumenten relaterade till högskolereformen eller HSV-utvärderingen, uteslutande på de genomförda intervjuerna med representanter för utbildningsprogrammen.

4.1 Ny värld – ny högskola

I juni 2005 presenterades regeringens proposition 2004/05:162, ”Ny värld – ny högskola”. [15] Bakgrunden var huvudsakligen den sedan ett antal år pågående Bologna-processen, ett mellanstatligt initiativ syftandes till att genom harmonisering och samarbete etablera ett gemensamt europeiskt område för högre utbildning. Propositionen ledde fram till det som på andra platser i denna rapport benämns som 2007 års högskolereform, en reform som innebar en stor mängd förändringar för svensk högre utbildning.

För landets civilingenjörsprogram var framför allt två komponenter i reformen särskilt framträdande: den nya examensbeskrivningen i högskoleförordningen (som behandlades i avsnitt 3.1), förenad med den i Bologna-processen delvis nya synen på utbildningsmål, respektive förlängningen av utbildningen från 4,5 till 5 år. Det senare ingick inte i det ursprungliga förslaget i ”Ny värld – ny högskola”, utan var

en förändring som genomfördes av riksdagens utbildningsutskott efter omfattande lobbying från högskolorna och teknologkåren.

4.1.1 Lärosätenas reaktioner – eller brist därpå

Samtliga lärosäten tycks i någon mån ha agerat på central nivå med anledning av de strukturförändringar som högskolereformen innebar. I de flesta fall lanserades lärosätes- eller fakultetsövergripande översyner av utbildningarna. Tre av de här studerade programmen – de vid BTH, Karlstad Universitet och Mittuniversitetet – tillkom efter 1 januari 2007 och var därför aldrig del av något sådant initiativ. De intervjuade representanterna vittnar dock samstämmigt om att det inte på något vis innebar att deras program ”slapp undan” förändringarna; den enda skillnaden var att de redan från början kunde utformas med det nya ramverket som utgångspunkt.

Vare sig man tittar på de befintliga programmen, som sågs över, eller de nyutformade kan man dock konstatera en sak: den som eventuellt väntade sig någon revolution inom svensk ingenjörsutbildning till följd av högskolereformen blev sannolikt besviken. Skillnaderna mot förr blev knappast gigantiska. Inte ens vid Chalmers, som från första början valde att dela upp sina civilingenjörsprogram i en treårig grunddel och en tvåårig masterprogramsdel, skedde det några i grunden omvälvande förändringar i själva innehållet. Om man däremot ser bortom det och tittar på attityder så kan möjligen det faktum att man vid samtliga program nu medvetet och uttryckligen arbetar med och diskuterar vikten av ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt beskrivas som en liten revolution.

De tidigare nämnda centrala initiativen tog i de flesta fall inte något helhetsgrepp kring varje program, utan huvudfokus tycks i allmänhet ha legat på att se över kursmål (och i vissa fall programmål) för att säkerställa att dessa hade formen av så kallade ”learning outcomes” – ”lärandemål” eller ”förväntade studieresultat” på svenska. Bort skulle kursmål formulerade som att studenterna skulle ”ha kännedom om” det ena eller andra, eller som var rena uppräkningslistor av kursinnehållet. Dessa skulle ersättas med konkret utvärderingsbara mål som uttryckte vad studenterna faktiskt skulle kunna *göra* efter avslutad kurs. Det är dock ännu relativt vanligt förekommande med kursmål skrivna på gammalt manér. Detta gäller trots omfattande översyner, och trots det faktum att alla intervjuade programansvariga uppger att samtliga kursmål vid det här laget verkligen borde vara formulerade som förväntade studieresultat. Den förklaring som ges är som regel att kursmålen, till syvende och sist, fastställs av de enskilda lärarna, med på sin höjd indirekt inflytande från programledningen, och att vissa lärare helt enkelt inte har omfamnat den nu fem år gamla nyordningen än.

Utöver arbetet med kursmålens *form* så tittade flera utbildningar också på deras, och på programmålen, *innehåll*. Vid några program konstaterades det att vissa nya examensmål nog inte uppfylldes i dagsläget. Förlängningen av utbildningen med ett halvår var därför i dessa fall mycket välkommen. Den gav nämligen utrymme att lägga till nya kurser eller utöka befintliga i syfte att möta de nya kraven. Sammantaget tycks ändå de flesta utbildningarna ha betraktat de nya examensmålen mer

4.2. HÖGSKOLEVERKETS KVALITETSUTVÄRDERING

som en kodifiering av vad som redan gällde än som en förändring, utveckling eller skärpning av kraven. Det framstår som sannolikt att detta är huvudskälet till att det bara var vid ett fåtal av de studerade programmen som det genomfördes en fullskalig kartläggning av utbildningens innehåll relativt de nya examensmålen.

4.1.2 Kopplingen till CDIO

Under de år som har gått sedan ”Ny värld – ny högskola” presenterades har CDIO-initiativet tvivelsutan vuxit i storlek. Därutöver har dess idéer och verktyg också på ett tydligt sätt vuxit i betydelse för och inflytande över svensk ingenjörutbildning. Före 2005 var CDIO något som i huvudsak diskuterades vid de tre svenska högskolor som medgrundade initiativet, och då inte ens vid alla utbildningar på dessa lärosäten. Sex år senare är det istället något som är bekant för alla landets anordnare av civilingenjörutbildningar och som de allra flesta av dessa åtminstone på något sätt har förhållit sig till.

Det framstår inte som osannolikt att högskolereformen delvis har fungerat som en katalysator för denna utveckling. Som nämnades i avsnitt 3.2.1 kan ett visst släktskap skönjas mellan högskoleförordningens examensmål för civilingenjörsexamen och CDIO Syllabus. Vid flera program tycks man ha sett CDIO-konceptet som ett relativt bekvämt sätt att försäkra sig om att högskoleförordningens examensmål uppfylls; det är enkelt att koppla de enskilda examensmålen till avsnitt i CDIO Syllabus, och den senare är detaljerad nog att kunna användas som verktyg för utbildningsutveckling. Mönstret är på intet sätt universellt, men det är tydligt. Som exempel har man vid KTH utformat en strategi (se [5]) för hur man kan implementera CDIO vid ett lärosäte med högskoleförordningens mål som utgångspunkt.

4.2 Högskoleverkets kvalitetsutvärdering

Högskoleverket är tillsynsmyndighet över högskolorna och har regeringens uppdrag att granska utbildningarnas kvalitet. Detta arbete bedrivs i form av kvalitetsutvärderingar som utförs per *utbildningsområde*. Ett utbildningsområde är ett visst ämne, grupp av ämnen eller utbildningstyp – som till exempel civilingenjörutbildningar. Utvärderingarna genomförs över fleråriga cykler. Den senaste granskningen av civilingenjörprogrammen genomfördes under 2005 och rapporten [14] publicerades 2006. Det är den utvärderingsomgången som utgör grunden för denna studie, och det system som användes då som diskuteras i avsnitt 4.2.1. Det system som används med start 2011 är annorlunda på flera sätt och diskuteras i avsnitt 4.2.3.

4.2.1 Uppbyggnad, egenskaper och tillämplighet i sammanhanget

Det utvärderingssystem som HSV använde sig av vid tidpunkten för den senaste civilingenjörutvärderingen kan i stort sägas ha inneburit en utvärdering av lärosätenas och programmens interna organisation, arbete och kvalitetssystem. Systemet baserades på en granskning av tre grupper av kvalitetskriterier (se figur 4.1).

<p>Utbildningens förutsättningar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lärarkompetens (t.ex. antalet anställda lärare, andelen av dem som är disputerade och deras tillgång till ämnesmässig och pedagogisk kompetensutveckling) • Utbildningsmiljö (t.ex. huruvida det är en forskande miljö) • Infrastruktur (t.ex. tillgång till litteratur, datorer och annan utrustning) <p>Utbildningens utformning:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Styrdokument (t.ex. huruvida kursplanerna innehåller lärandemål utarbetade i enlighet med examensordningen) • Undervisning, kurslitteratur och examination (t.ex. säkring av forskningsanknytning och progression) <p>Utbildningens resultat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Säkring av examensmålen (t.ex. huruvida krav finns klart dokumenterade och om lärosätet kan visa att studenterna når målen)

Figur 4.1. Kvalitetskriterierna i HSV:s kvalitetsutvärderingar före 2011

Själva utvärderingen genomfördes dels genom att lärosätena såväl som de enskilda programmen lämnade in självvärderingar, dels genom att en bedömargrupp gjorde platsbesök. Vid de senare gjordes bland annat intervjuer med lärare och studenter. Synpunkter lämnades sedan på både lärosätes- och programnivå och kunde beröra vilka som helst av kvalitetskriterierna, såsom andelen disputerade lärare, kursplanernas utformning eller vilka examinationstyper som tillämpades.

I detta sammanhang har endast synpunkterna på programnivå studerats. För de lärosäten vars program tillkom efter utvärderingen (BTH, Karlstad Universitet och Mittuniversitetet) har de nuvarande programmens närmaste föregångare studerats istället. Detta innebär Datateknik och Programvaruteknik vid BTH respektive Informationsteknologi i Karlstad och vid Mittuniversitetet. Det har i intervjuerna visat sig att synpunkterna på dessa, nu avvecklade, program i samtliga fall har haft i vart fall någon betydelse när de nya programmen har utformats och i ganska stor utsträckning äger relevans även för dem.

4.2.2 Utvärderingens slutsatser och programmens reaktioner

Samtliga aktuella utbildningar fick, så att säga, godkänt av Högskoleverket, såtillvida att examensrätten inte ifrågasattes i något av fallen. Alla fick de också både positiv återkoppling på vissa punkter och förslag på eller uppmaningar till förbättringar på andra.

För programmen vid de mindre tre mindre lärosätena – BTH, Karlstad Universitet och Mittuniversitetet – uttrycktes konsekvent oro för att studentunderlaget var

4.2. HÖGSKOLEVERKETS KVALITETSUTVÄRDERING

för litet. Detta befarades kunna göra det svårt att upprätthålla kvaliteten inom hela kursutbudet utan att minska antalet tillgängliga kurser alltför mycket. I fallet BTH ansågs programmen ha ett förhållandevis litet kursutbud, i de två andra fallen ansågs antalet inriktningar vara alltför stort givet antalet studenter. Det kan noteras att alla dessa program idag har ersatts av andra, där dessa synpunkter har bemötts i stor utsträckning (se nedan under respektive lärosäte). Även några av de större lärosätena – KTH, LiTH och Uppsala Universitet – fick synpunkten att **valfriheten** vid de aktuella programmen var **ovanligt stor** och/eller antalet inriktningar många. Detta ansågs kunna försvåra upprätthållandet av ett sammanhållet program där **måluppfyllelse kan garanteras**.

Synpunkterna i övrigt var varierade, men återkommande teman inkluderade följande.

- Önskemål om bättre eller mer strukturerade kontakter med näringslivet och omvärlden i övrigt.
- Efterfrågan på fler och/eller bättre inslag av ickedisciplinärt innehåll, främst avseende perspektiv på yrkesrollen, kommunikationsförmåga och hållbar utveckling.
- Behov av att se över kursplanernas skrivningar om mål och examinationsformer, främst att de tidigare inte var formulerade som lärandemål och att de senare inte var tillräckligt varierade.

Överlag tycks lärosätena ha tagit till sig av Höskoleverkets synpunkter, då åtgärder idag har vidtagits med anledning av merparten av dem. I några fall, då den intervjuade tillträdde efter utvärderingen, har det inte gått att få säkra svar på om några åtgärder har vidtagits och i så fall vilka. På ytterligare ett mindre antal punkter har lärosätet i fråga inte accepterat verkets resonemang och – med en tydlig motivering – valt att inte genomföra några förändringar.

4.2.3 Det nya systemet och dess effekter

Sedan januari 2011 tillämpar Höskoleverket, efter beslut av regeringen, ett nytt kvalitetsutvärderingssystem. De huvudsakliga egenskaperna hos detta samt skillnaderna jämfört med det gamla systemet är som följer:

- Medan det gamla systemet fokuserade på strukturer och processer vid lärosätena så är i det nya systemet utbildningarnas konkreta resultat den enda utvärderingsgrunden. Ingen granskning görs av lärosätenas interna organisation eller arbete.
- Absolut störst tyngd ges i det nya systemet åt en stickprovsstudie av studenternas självständiga arbeten (uppsatser/examensarbeten). Dessa granskas i syfte att klarlägga om studenterna har uppnått de i högskoleförordningen fastställda målen för utbildningen.

- Utöver examensarbetsgranskningen inkluderar det nya systemet också en självvärdering, enkäter till alumner (med fokus på upplevelse av måluppfyllelse och av utbildningens relevans för arbetsmarknaden) och intervjuer med nuvarande studenter (med fokus på upplevelse av måluppfyllelse).

Den första utvärderingen av civilingenjörsutbildningarna inom ramen för detta system kommer att genomföras under 2012–2013. Att denna utvärdering är i antågande har haft som effekt att de flesta program har inlett ett allmänt arbete med intern granskning och översyn av utbildningen. Det nya systemets egenskaper uppges i intervjuerna starkt påverka detta arbetes fokus. Praktiskt taget alla studerade program har pågående eller planerade initiativ relaterade till examensarbetena. Till dessa hör att vidareutbilda handledarna och utöka stödet till dem och att på olika sätt söka höja den språkliga kvaliteten i rapporterna. Andra exempel är att se över målen för och utformningen av examensarbetskursen samt att i allmänhet stärka upp regelverket kring examensarbeten. Konsekvent uttrycks en viss oro för att utvärderingssystemets starka ensidiga fokusering på just examensarbetet kan komma att leda till att andra aspekter av utbildningen blir lidande i det interna kvalitetsarbetet.

4.3 Observationer program för program

I föregående avsnitt har i grova drag redogjorts för allmänna mönster i Höskoleverkets synpunkter på programmen i 2006 års kvalitetsutvärdering samt för lärosätenas reaktioner på dessa och på 2007 års högskolereform. Nedan beskrivs intressanta exempel på programnivå, liksom eventuella avvikelser från de allmänna mönstren. Varje lärosätesavsnitt avslutas också med en översiktlig beskrivning av hur utvecklingsarbete bedrivs vid programmet och vilka utvecklingsinitiativ som var pågående eller planerade vid tidpunkten för intervjun.

4.3.1 Blekinge Tekniska Högskola

När datorsäkerhetsprogrammet startade 2009 hade det redan gått över två år sedan reformerna i "Ny värld – ny högskola" trädde i kraft, och fyra år sedan Höskoleverket genomförde sin utvärdering – som programmet givetvis inte ingick i. Av de skälen är det något vanskligt att alls tala om utveckling till följd av någon av dessa händelser. Det kan dock konstateras att programmets tillkomst och utformning delvis är en effekt av en av de omständigheter som noterades av Höskoleverket: det relativt lilla studentunderlaget. Medan program vid större lärosäten kan erbjuda flera inriktningar är detta program närmast att betrakta som en inriktning i sig, och beskrivs också så i intervjun; av programmets totalt 300 högskolepoäng är endast knappt 70 helt valfria, och obligatoriska kurser förekommer så sent som i termin 9. Att göra på detta sätt tycks dock ha varit klokt: de studenter som än så länge har börjat på programmet uppges uppskatta det och vara nöjda med att veta vad de får. Den tydliga säkerhetsprofilen fungerar också som rekryteringsargument.

4.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

I intervjun nämns att en fördel med att studentgruppen är så pass liten är att utbildningsutvecklingsarbetet vid programmet kan bedrivas relativt informellt; det är lätt att samla samtliga inskrivna studenter, samtala med dem om utbildningen, ta in deras synpunkter och förslag och diskutera förändringsidéer med dem. Detta kan göras löpande, och det är förhållandevis enkelt att snabbt vidta åtgärder när så behövs. Utvecklingsarbete bedrivs också mer formaliserat i gemenskap med övriga civilingenjörsutbildningar vid högskolan, med vilka regelbundna utvecklings- och samrådsmöten hålls.

Alla nuvarande utvecklingsprojekt och -initiativ uppges vara kopplade till Högskoleverkets stundande kvalitetsutvärdering. Bland dessa nämns särskilt en total översyn av kursplanerna, med målet att de ska stämma med verkligheten. I planeringen ingår också att "slå ner på vissa saker" som upplevs behöva förbättras. Det tas också ett helhetsgrepp kring hela programmet och "alla ställningstaganden prövas en extra gång".

4.3.2 Chalmers Tekniska Högskola

Bland Högskoleverkets kommentarer i kvalitetsutvärderingen återfinns för Chalmers del beröm för IT-programmets ambitioner kring industri- och alumnikontakter. I intervjun uppges att dessa alltså är starka, delvis ännu starkare. Däremot framfördes synpunkten att "planeringen av progressionen i de generella kompetenserna behöver fördjupas på detaljnivå". På den punkten lyfts i intervjun fram att det finns planer på att komplettera målmatriserna med ett mer explicit angreppssätt för progression. Till de uttalade målen hör att i högre grad medvetandegöra lärarna om deras kursers roll i helheten.

Chalmers interna organisation är delvis präglad av högskolans ställning som stiftelseägd och därmed ickestatlig. Medan kollegialt beslutsfattande är något av en norm bland de statliga högskolorna så påminner Chalmers beslutsstrukturer betydligt mer om dem i ett företag. Exempelvis är det de programansvariga som ensamma fattar beslut om programmets utformning, och de har en betydande frihet att lägga upp utvecklingsarbetet som de finner bäst (även om arbetet på kursnivå är något mer reglerat, med bland annat kursvärderingar). Till stöd har de programråd med representanter för såväl studenterna som samhället och avnämarna. I IT-programmets fall möts detta råd fyra gånger per år och lägger ungefär halva sin tid på utvärdering och andra halvan på framåtblickande aktiviteter. Därutöver möts programledningen och representanter för studentsektionen varannan vecka för att diskutera aktuella frågor.

Utöver det ovan nämnda arbetet med progression och det av det nya utvärderingssystemet motiverade arbetet kring examensarbeten, som återfinns vid alla de studerade programmen, pågår det vid Chalmers även just nu ett arbete med att se över alla programbeskrivningar, inklusive programmålen. För IT:s del görs detta gemensamt med data- och elektroteknikprogrammen samt med programmet i industriell ekonomi.

4.3.3 Karlstad Universitet

2006, när utvärderingsresultaten kom och högskolereformen beslutades, var avvecklingen av det gamla IT-programmet i Karlstad redan planerad, varför inga ändringar gjordes i det. Däremot påverkades det nuvarande programmet under sin utvecklingsfas. Dels genomfördes med anledning av den nya examensordningen en fakultetsövergripande insats kring att utforma nya utbildningsplaner samtidigt som externa konsulter togs in för att ge ett utifrånperspektiv på utbildningarna. Dels togs flera av Högskoleverkets synpunkter på det gamla programmet med i arbetet med det nya.

I kvalitetsutvärderingen nämndes bland annat att samarbetet med näringslivet behövde stärkas och systematiseras, något som har gjorts i det nya D-programmet; gästföreläsningar är vanligt förekommande och ca en gång i månaden hålls frukostmöten mellan studenter och företag. Det har också tillsatts en koordinator för samverkansfrågor och universitetet har byggt ett stort testlabb där företag hyr in sig för att testa lösningar och där många studenter gör sina examensarbeten. Vidare har den vetenskapliga kompetensen i lärarkåren, en annan synpunkt från Högskoleverket, höjts och idag är endast ett fåtal lärare odisputerade. Samtidigt hålls lärarnas ingenjörskompetens alltså på en hög nivå. I likhet med BTH har Karlstad också skapat ett program med en högre andel obligatoriska kurser (fyra av programmets fem år) i syfte att kunna garantera hög kvalitet trots ett relativt litet antal studenter.

En utvärderingssynpunkt som delvis har varit svår att hantera handlar om att programmålen ska återspeglas i kurserna. Som nämndes i avsnitt 3.4.3 är de första 2,5 terminerna gemensamma för alla lärosätets civilingenjörsprogram, varför programledningen endast har begränsad möjlighet att påverka deras innehåll, utformning och mål. Detta första dryga år i utbildningen lyfts också i intervjun som ett område där det finns utvecklingspotential. Bland annat finns en önskan från D-programmets sida om att minska koncentrationen av matematikkurser i början, då denna ofta uppges som skälet till tidiga avhopp från utbildningen. För de studenter som är kvar efter två år uppges genomströmningen vara mycket god.

Ansvar för utveckling av programmet ligger hos ett programråd med såväl externa representanter som studentmedverkan. Programmet beskrivs dock i intervjun som ännu så pass ungt att utvecklingsarbetet närmast utgör en fortsättning på utformningsprocessen. När den första årskullen har tagit examen avses en omfattande översyn av programmet göras, utifrån de erfarenheter som har gjorts.

4.3.4 Kungliga Tekniska Högskolan

De största ändringar som gjordes i KTH:s datateknikprogram i direkt anslutning till högskolereformen 2007 var, liksom vid de flesta andra lärosäten, en översyn av kursplanerna i syfte att omformulera alla mål på lärandemålsform. Under åren som har följt har det dock funnits en levande diskussion kring vilka av de överordnade målen som eventuellt inte uppfylls på ett tillfredsställande sätt. Detta har delvis

4.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

motiverats av att Högskoleverket i sin rapport bland annat framförde att de såg det som något oklart hur ickedisciplinära kunskaper och färdigheter säkerställs i programmet. Denna diskussion har nyligen mynnat ut i ett beslut att införa en särskild kurs i hållbar utveckling.

I 2006 års utvärdering lyftes även vissa frågetecken kring den stora valfriheten i utbildningen, med många inriktningar och ett omfattande helt valfritt utrymme. Farhågor uttrycktes att detta kunde göra det svårt att skapa ett sammanhållet program och säkerställa att alla studenter uppfyller målen. Delvis knyter detta förstås an till den ovannämnda synpunkten om säkring av ickedisciplinära förmågor. Programledningen slår delvis ifrån sig denna kritik och understryker att man ser ett egenvärde i stor valfrihet; utifrån en liten, stabil kärna ska studenterna få forma sin egen utbildning – programmet ska inte ”mekaniseras”. Samtidigt påpekas att omvandlingen av inriktningarna till delvis självständiga masterprogram för ett par år sedan har skapat ett tydligare ramverk kring var ansvaret ligger för olika program mål.

Ägarskapet för programmet vilar hos grundutbildningsgruppen vid KTH:s skola för datavetenskap och kommunikation (CSC). Denna saknar externa representanter, men sådana finns istället i skolans styrelse, som gentemot KTH centralt ytterst ansvarar för utbildningens kvalitet. Utvecklingsarbete bedrivs vanligen i en implicit ettårscykel, skapad av läro- och timplaneprocessen. Därtill motiverades en del särskilda insatser åren efter den senaste nationella utvärderingen av CSC-skolans ansökan om Högskoleverkets utmärkelse ”Framstående utbildningsmiljö”, som skolan också tilldelades 2009.

Det främsta aktuella utvecklingsprojektet vid programmet utgörs av en rad förändringar som beslutades efter att intervjuerna med de programansvariga genomfördes men innan denna rapport färdigställdes. Genom detta beslut utgår kurserna i flervariabelanalys och Markovprocesser samt fysikkursen ur programmets obligatoriska del. De två första bedömdes inte behövas av majoriteten av programmets studenter, medan den senare bedömdes mindre angelägen än den tidigare nämnda kursen i hållbar utveckling. Därutöver stryks uppsatsmomentet i kursen i diskret matematik. Det sålunda frigjorda utrymmet används, utöver till hållbar utveckling-kursen, till att utöka introduktionskursen i datalogi med 3hp parallellprogrammering och projektkursen Mjukvarukonstruktion med 3hp agila metoder. Den senare flyttas dessutom till årskurs 2, med motiveringen att studenterna behöver få mer projekterfarenhet tidigare. Detta ger 12hp över, som tillförs det valfria utrymmet i årskurs 3, vilket därmed växer till 23hp. I och med detta har antalet obligatoriska poäng i praktiken återgått till den nivå de låg på innan civilingenjörsprogrammen förlängdes med en termin 2007.¹

¹De nya kurserna och momenten bedöms baserat på den information som finns tillgänglig i dagsläget sannolikt kunna kategoriseras som 6hp OT/EAS (hållbar utveckling), 3hp OS (parallellprogrammering) och 3hp SE (agila metoder). Se tabell C.1 och kapitel 2 för en uttydning respektive förklaring av förkortningarna.

4.3.5 Linköpings Tekniska Högskola

IT-programmet i Linköping låg delvis ett steg före när högskolereformen genomfördes; de två första årskurserna var redan sedan tidigare genomlysta och anpassade utifrån ett Bologna-processperspektiv och en plan för ytterligare omstruktureringar fanns redan på plats. De synpunkter som lämnades i kvalitetsutvärderingen gällande kurs- och program mål avverkades också relativt snart efteråt.

Under de följande åren har övriga utvärderingskommentarer betats av tämligen systematiskt. Det höga antalet inriktningar har minskat (från 16 till 12, varav flera är gemensamma med D-programmet) och förväntas minska ytterligare. De upplevda bristerna kring **hållbar utveckling har bemötts med en tematermin** och det högsta antalet hållbarhetspoäng (8hp) bland de studerade programmen. Dessutom har en valfri kurs i Grön IT inrättats, och det övervägs att göra den obligatorisk. Det efterfrågade tydliggörandet av yrkesrollen har genomförts genom ändringar i utbildningsplanen och ett "Vart leder utbildningen?"-moment i termin 2. De punkter där programmet fick goda vitsord, exempelvis den kontinuerliga träningen i **kommunikation och PBL-modellen**, framstår alltså som aktuella.

Beslut om programmets utformning fattas i en utbildningsnämnd som är gemensam med 12 andra program och där det finns näringslivsrepresentanter (som för övrigt står värd för ett nämndsammanträde per år). Däremot bedrivs det praktiska utvecklingsarbetet i en programplanegrupp som också ansvarar för läro- och timplanen. Även de terminsansvariga (se avsnitt 3.4.5) utgör en viktig del av det löpande uppföljnings- och utvärderingsarbete som ligger till grund för många utvecklingsinitiativ. Kvalitetssystemet kompletteras slutligen med alumnienkäter med några års mellanrum och användning av så kallade balanserade styrkort (balanced scorecards), en delvis standardiserad modell för verksamhetsuppföljning och -styrning.

När det gäller aktuella utvecklingsaktiviteter så är de flesta relaterade till examensarbeten. I intervjun uppges att undervisningskvaliteten ses som ett flaggskepp vid programmet och att man upplever sig som beroende av höga betyg i Högskoleverkets utvärdering för att klara konkurrensen med andra lärosäten. Regelverket för examensarbeten stärktes därför upp vid årsskiftet, och "språkstugor" har införts för att hjälpa studenterna med rapportskrivande. Dessutom har beslutet nyligen fattats att **kandidatexamensarbete** ska bli obligatoriskt på alla civilingenjörsprogram vid lärosätet. Just det är en reform som IT-programmet har stretat emot mot men som till sist har blivit oundviklig, givet utvecklingen i landet i övrigt. Funderingar finns kring att koppla examensarbetskursen till programmets projekttermin.

4.3.6 Lunds Tekniska Högskola

De "Ny värld – ny högskola"-relaterade initiativen vid LTH:s D-program var i sammanhanget inte anmärkningsvärda. Däremot har de senaste åren ett antal åtgärder vidtagits med anledning av Högskoleverkets utvärdering. Exempelvis efterfrågade verket en introduktion till yrket i början av utbildningen och en projektkurs tidigare än i termin 4. Numera finns båda dessa i termin 2. Likaså nämndes att hållbar-

4.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

hetsinslagen behövde stärkas, vilket ledde till integrering av ett uttryckligt sådant moment i fysikkursen samt införandet av samhällsdelen av "Ingenjörprocessen"-trion av kurser. Det tidigare påbörjade projektet med att utvärdera och förbättra examinationsformerna har också gått i mål, och utvecklingen mot mer varierad examination fortsätter. Däremot tycks det oklart vad, om något, som har gjorts med anledningen av synpunkten att muntlig kommunikation tränas otillräckligt.

LTH är ett av de lärosäten vid vilket det sammanställs en årsrapport för varje program. Denna skrivs av programledaren, vanligen med en hög grad av studentmedverkan, och ger ofta idéer till nya utvecklingsprojekt. Eventuella beslut om förändringar av programmet fattas sedan i en utbildningsnämnd som är gemensam för 8–10 program och i vilken programledaren är föredragande. Liksom vid övriga studerade program ligger huvudfokus just nu på examensarbetena. I fallet Lund uppges dock i intervjun att detta inte enbart beror på det nya utvärderingssystemet, utan att det var det tema som, så att säga, stod på tur att behandla efter ett antal år utan relaterade förbättringsinitiativ. Samtidigt förs på LTH i stort just nu en diskussion kring obligatoriska kandidatexamensarbetens vara eller icke vara. I intervjun nämns att en ännu större diskussion om en tydligare indelning av utbildningen i en treårig grunddel och en tvåårig masterdel antagligen är på gång.

4.3.7 Luleå Tekniska Universitet

Högskoleverket hade i 2006 års utvärdering förhållandevis få synpunkter på D-programmet. Bedömaregruppen önskade sig främst mer systematiserade näringslivskontakter och ett tydligt system för utvärdering på programnivå, två önskemål som båda har tillgodosetts. Betydligt större åtgärder ledde högskolereformen 2007 till. Stora förändringar gjordes såväl i utbudet av kurser som i deras innehåll. Mycket av detta var kopplat till ett centralt påbjudet initiativ kring uppdelning av kurser i grundnivå och avancerad nivå, med tydliga kriterier för båda nivåerna. Bland annat ställdes kravet att endast den som aktivt forskar inom det aktuella området får leda en kurs på avancerad nivå. På D-programmet tillkom också två nya kurser med syftet att bättre möta de nya examensmålen: Datateknik och ingenjörsvetenskap, som introducerar utbildningen och yrkesrollen, samt den större projektkursen.

Utvecklingsarbetet vid programmet bedrivs huvudsakligen genom ett programråd. I detta finns representanter från varje årskurs och från studentkåren, företrädare för studievägledningen samt externa ledamöter. Rådet sammanträder två gånger per termin och behandlar frågor som rör såväl utbildningens innehåll som det konkreta genomförandet av olika kurser. De formella besluten om förändringar i programmet fattas av programkoordinatören efter samråd i programrådet och med alla programmets lärare. De senare medverkar också i den årliga översyn som görs av programmet, där alla nuvarande kurser går igenom och eventuella förslag på nya kurser diskuteras. Bland pågående utvecklingsinitiativ återfinns de nya kurser som diskuterades i avsnitt 2.3.7 och den kursplaneöversyn som nämndes i avsnitt 3.4.7. Därutöver håller förberedelserna inför nästa utvärderingsomgång på att inledas, med bland annat utarbetande av bedömningsgrunder och kriterier för examensarbeten.

4.3.8 Mittuniversitetet

ITM-institutionen vid Mittuniversitetet, till vilken D-programmet hör, började redan under tidigt 00-tal med lärandemålsstyrda kursplaner. Något större arbete i det avseendet behövdes därför inte inför högskolereformen. Programmets föregångare, Informationsteknologi, fick också i kvalitetsutvärderingen mycket goda omdömen på den punkten. Högskoleverket konstaterade att tydliga mål var definierade för såväl hela utbildningen som varje inriktning (en av vilka sedan blev det nuvarande D-programmet). Målen ansågs också kunna följas upp då det genom en målmatris var väl definierat hur de skulle uppnås via kurser. Liksom Karlstad Universitet fick dock även Mittuniversitetet viss kritik för att antalet inriktningar syntes väl ambitiöst givet studentunderlaget, något som bidrog till omstöpningsen av utbildningen – en omstöpningsen som anses ha fallit väl ut.

Högskoleverket efterfrågade också en ”systematisk och strukturerad utvärderingsmetod på programnivå för [programmets] utvecklings- och kvalitetsarbete”. En sådan finns idag på plats i form av ett årligt utvärderingsarbete, där studenterna i en enkät får bedöma såväl kursers upplevda värde som kvaliteten på genomförandet. Resultaten ligger sedan till grund för såväl åtgärder mot mindre välfungerande eller uppskattade kurser som diskussioner kring hur goda delar av utbildningen kan tas ännu bättre tillvara. Ansvaret för utvecklingsarbetet ligger hos det programråd som är gemensamt för alla universitetets civilingenjörsutbildningar. I detta sitter inte bara de vanligen förekommande representanterna från näringslivet, utan även gymnasielärarrepresentanter, något som uppges vara värdefullt ur ett rekryteringsperspektiv. Rådet fokuserar dock huvudsakligen på de första tre årskurserna, medan de senare hanteras mer självständigt av respektive programansvarig.

Som berördes i avsnitt 2.3.8 har Mittuniversitetet nyligen lanserat ett samarbete med KTH i vilket programmets studenter erbjuds att läsa sina sista två år i Stockholm istället. De anpassningar av programmet som detta samarbete har krävt uppges i intervjun ha tagit i princip all förändringskraft i anspråk de senaste åren. När man nu blickar framåt ligger fokus delvis kvar där, då KTH-anpassningarna nu ska gå vidare från program- till kursnivå. Samtidigt ska det förberedas för nästa nationella utvärdering och en översyn ska göras av de ickedisciplinära kurserna. På agendan finns också att bygga upp alumniverksamheten (bland annat för att kunna genomföra alumnienkäter) och att fortsätta det år 2007 inledda arbetet med att ta fram betygskriterier för all examination i utbildningen.

4.3.9 Umeå Universitet

Umeå är ett av de lärosäten där betydelsen av att civilingenjörsutbildningen förlängdes i samband med införandet av den nya examensordningen lyfts fram särskilt i intervjun. Motiveringen som ges är att det gav utrymme att lägga till de moment som krävdes för att uppfylla de nya kraven. Utrymmet användes till kurserna Projektledning och Teknik för hållbar utveckling, båda i termin 7, samt nya projektmoment tidigare i utbildningen. Trots detta uppges det i intervjun att vis-

4.3. OBSERVATIONER PROGRAM FÖR PROGRAM

sa saker slätades över, något som har börjat bli tydligt under den nu pågående CDIO-implementationen vid programmet. Som ett led i CDIO-arbetet angräps även de viktigare synpunkterna på utbildningen som lämnades i kvalitetsutvärderingen. Dessa var att ickedisciplinärt innehåll behöver integreras i fler kurser och att det behövs en bättre helhetsbild av metoderna för examination av detta innehåll.

Högskoleverket lyfte vidare fram den datadidaktiska forskning som bedrivs vid lärosätet som ett positivt exempel. De underströk dock också behovet av ett systematiskt och strukturerat utvärderingsarbete som del av programmets kvalitetsystem. Ett sådant uppges finnas på plats idag och innefattar bland annat ett näringslivsnätverk som möts tre gånger per år, delvis gemensamt med andra civilingenjörsprogram. Ingår gör också terminsvisa årskurskollegier vid vilka studenterna ger återkoppling på föregående termin samtidigt som de får en introduktion till den kommande (inklusive en diskussion kring terminsinnehållets roll i helheten). Studenternas och näringslivsrepresentanternas synpunkter utgör sedan ingångsvärden i det fakultetsgemensamma kvalitetsystemet. Detta omfattar årsvisa verksamhetsberättelser med analyser utifrån överordnade mål och tidigare beslutade (fleråriga) aktivitetsplaner samt uppföljning av tidigare projekt. Ansvaret för utbildningsutveckling ligger hos programrådet, som länge har haft en relativt svag ställning i universitetets matrisorganisation, då pengarna har funnits hos institutionerna. Under 2012 väntas dock sannolikt en förändring som skulle innebära mer formell makt åt programråden.

I förhållande till det nya utvärderingssystemet har programmet gjort den på sätt och vis mycket enkla och direkta anpassningen att kursmålen för examensarbetskursen har skrivits om till att vara i grunden desamma som högskoleförordningens examensmål. Utvecklingsarbetet vid programmet utgörs annars just nu huvudsakligen av den tidigare nämnda genomgripande CDIO-anpassningen av utbildningen. Särskilt fokus ligger på O:et, Operate, i CDIO, där programmet i intervjun beskrivs ha svagheter idag. En av idéerna till stärkande på den punkten är att starta ett större *open source*-projekt vid programmet, som ska underhållas löpande av studenterna, en årskull åt gången. Därigenom ska de få träning i att utveckla i befintliga system.

4.3.10 Uppsala Universitet

I Uppsala innebar högskolereformen en hel del "runtstökande" för civilingenjörsutbildningarna då man gick från kursmoduler på 5 gamla *poäng* till moduler på 5 nya *högskolepoäng* (där 1 poäng = 1,5 högskolepoäng). Därutöver skedde den relativt vanliga översynen av samtliga kursplaner, även om den i detta programs fall har varit ovanligt framgångsrik. Högskoleverket kritiserade särskilt kursplanernas starka ämnesinnehållsfokus i kvalitetsutvärderingen, men idag framstår målen som tillhörandes de mest utvecklade bland de studerade programmen. I intervjun uppges att ovannämnda processer ledde till en del nyttig omvärdering av hur man vid fakulteteten tänker kring såväl program som kurser.

I kvalitetsutvärderingen lyftes också ett antal andra synpunkter på IT-programmet. Bland annat nämndes svaga näringslivskontakter och en ovanligt stor valfri-

KAPITEL 4. UTBILDNINGSPROGRAMMENS UTVECKLING

het, med befarade svårigheter att upprätthålla ett integrerat program som följd. Kontakterna med näringslivet uppges i intervjun ha utvecklats avsevärt sedan dess. Vidare sägs en rad förändringar i programmets tre första år ha lett till en mer integrerad, sammanhållen helhet, där studenterna har lättare att förstå sammanhanget. Verket ifrågasatte också avsaknaden av naturvetenskap och hållbarhetsinslag bland de obligatoriska kurserna. Kurser i exempelvis fysik uppges i intervjun medvetet ha valts bort; IT är i sig ett brett ämne, och det finns inte plats för hur stor ytterligare breddning som helst. Hållbarhetsfrågan kvarstår dock än idag, och beskrivs också som den del av de nya examensmålen krav som det har varit svårast att hitta en tillfredsställande lösning på. Arbetet på den punkten är ännu pågående.

I samband med kvalitetsutvärderingen lyfte IT-programmet själva synpunkten att större vikt behöver läggas vid utvärdering. Detta har idag realiserats genom systematiskt utvärderingsarbete i ettårscykler på såväl kurs- som programnivå. En direkt koppling finns mellan detta och förbättringsarbetet vid programmet. Till de nuvarande utvecklingsinitiativen hör de i föregående kapitel nämnda progressionsprojekten samt examensarbetsrelaterade initiativ. Det uppges också i intervjun finnas tankar kring att få in parallellism/concurrency på bredare front, att flytta runt lite bland kurserna i årskurs 3 och att eventuellt göra den i förra kapitlet beskrivna projektkursen IT i samhället obligatorisk.

Kapitel 5

Avslutande reflektioner

Merparten av denna rapports innehåll utgörs av en kartläggning och jämförelse av de studerade programmen, utan några mer omfattande subjektiva värderingar från författarens sida. Detta är i enlighet med den specifikation och de avgränsningar av detta examensarbete som beskrevs i inledningen. Från första början var också sagt att inga försök ska göras att bedöma utbildningarnas relativa eller absoluta kvalitet, och så kommer heller inte att ske. Däremot går det ändå att göra vissa synteser och dra vissa slutsatser av de analyser som har genomförts. Dessa redogörs för nedan. Vidare görs en mycket kortfattad självvärdering; vilken ny kunskap tillför denna rapport och hur kan denna kunskap användas? Slutligen berörs nedan det faktum att många frågor endast har behandlats översiktligt i denna rapport, och andra inte alls. Med avstamp i dessa frågor presenteras några idéer till uppföljningsstudier.

5.1 Vilka slutsatser har kunnat dras?

Den enklaste och mest generella slutsats som har kunnat dras under arbetet med denna studie är att Sveriges högskolor bjuder på en mycket bred flora av datavetenskapliga civilingenjörsutbildningar: från kraftig hårdvaruorientering till tydligt mjukvarufokus; från relativt praktiska till mer teoretiska inriktningar; från breda utbildningar med en stark ingenjörsmässig och naturvetenskaplig bas till mer specialiserade program med en stark spets inom datavetenskapen. Från litet till stort och gammalt till ungt, och med en mångfald av pedagogiska idéer och modeller. Valfriheten för landets dataintresserade studenter får sammanfattningsvis betecknas som mycket god.

Inom studiens tre analysdimensioner kan det följande ses som de främsta slutsatserna.

Ämneskunskaper och -färdigheter

- **Det finns en ”minsta gemensamma nämnare”.** Vid de tio programmen är ungefär 30% av de tre första årens poäng lika fördelade över de olika kun-

skapsområdena (om än med variationer i det exakta innehållet). Bland annat är lärosätena överens om att en dataingenjör ska ha en matematisk grund om minst en termins ren matematik att stå på. Däremot finns inget allmänt konsensus kring utbildningens innehåll i stort – det finns ingen gemensam ”svensk modell”.

- **Det svenska snittet matchar inte CS2008-fördelningen.** Visserligen är variansen mellan programmen rätt stor, men det svenska genomsnitt som ändå finns avviker på flera punkter från CS2008-ramverkets referensfördelning av tid mellan kunskapsområden. I Sverige är det bland annat vanligt med ett relativt större fokus på områdena Operating Systems och Net-Centric Computing, samtidigt som det finns ett historiskt arv av kurser inom Computational Science. I gengäld innehåller programmen klart mindre av Social and Professional Issues (främst etik, juridik och samhällsfrågor) samtidigt som inget av programmen har obligatoriska kurser inom Graphics and Visual Computing eller Intelligent Systems.

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

- **Styrdokumentet stämmer inte med verkligheten.** Det faktiska icke-disciplinära innehållet i programmen tycks överlag vara mer omfattande än vad utbildnings- och kursplaner ger sken av. Det må vara bättre än den omvända situationen, men en diskrepans av det här slaget kan ändå inte betraktas som tillfredsställande. Som det är är målstyrningen på området otillräcklig, och som en följd därav är det oklart hur mycket av det icke-disciplinära innehållet som egentligen examineras.
- **Det är ofta oklart huruvida målen uppfylls.** Majoriteten av programmen saknar helt en systematisk kartläggning av hur utbildningens innehåll förhåller sig till högskoleförordningens examensmål. Det är därmed svårt att tydligt belägga att målen faktiskt nås.
- **Ingen har ett helhetsgrepp kring progression.** Även de program som tydligast har dokumenterat det icke-disciplinära innehållet har ingen fullständig kontroll över progressionen inom färdigheterna. Vissa initiativ på området finns, men etablerade metoder och verktyg saknas.
- **Många kursplaner saknar fortfarande lärandemål.** Trots att det vid denna studies genomförande har gått mer än fyra år sedan 2007 års högskole-reform trädde i kraft finns det fortfarande ett betydande antal kurser över hela landet vars mål inte är konsekvent formulerade som förväntade studieresultat.

Utbildningsprogrammets utveckling

- **Högskolereformens direkta effekter synes begränsade.** Att döma av de genomförda intervjuerna tycks den främsta konkreta följden av ”Ny värld –

5.2. VILKET VÄRDE HAR DENNA STUDIE?

ny högskola” ha varit en omformulering av kursmål – och som nämns ovan har inte ens det nått hela vägen. Den som väntade sig en revolution inom svensk ingenjörsutbildning har sannolikt skäl att vara något besviken.

- **Högskoleverkets kvalitetsutvärdering leder till åtgärder.** Konsekvent har samtliga program angripit en klar majoritet av de utvecklingsbehov som påtalades i den senaste kvalitetsutvärderingen.
- **Det nya utvärderingssystemet får stort genomslag, och leder till viss oro.** Samtliga studerade program har i större eller mindre utsträckning anpassat sitt kvalitetsarbete till att fokusera på examensarbetena. Flera programansvariga uttrycker oro över att utvärderingssystemets ensidiga fokus riskerar att göra att annat utvecklingsarbete prioriteras ned.
- **CDIO framstår som ett kraftfullt och ändamålsenligt verktyg.** De program som har arbetat enligt CDIO-konceptet tycks ha lättare att säkerställa måluppfyllelse. Däremot vittnar de om att det kräver en rejäl arbetsinsats och att det inte fungerar att införa CDIO halvhjärtat.

5.2 Vilket värde har denna studie?

Rapportförfattaren ser två huvudsakliga användningsområden för resultaten av denna studie: Dels kan de utgöra ett verktyg för ledningarna för de berörda lärosätena och programmen (och andra, besläktade, program) i deras utvecklingsarbete, främst genom att de skapar en överblick som tidigare har saknats. Dels illustrerar de vilka de reella effekterna av åtgärder från statsmakterna – i form av regleringar eller utvärderingar – kan bli, och kan på så vis utgöra en grund för utvärdering såväl av dessa åtgärder som av vissa aspekter av lärosätenas kvalitetssystem.

Utifrån dessa två användningsområden bedöms följande konkreta resultat vara av potentiell betydelse.

Ämneskunskaper och -färdigheter

- Studien har formulerat en metod för att skapa en i huvudsak objektiv översikt över ett utbildningsprograms ämnesprofil och har dessutom skapat en sådan översikt över de tio häri aktuella programmen.
- Studiens presentation av programprofilerna gör det enkelt att identifiera respektive programs mer respektive mindre betonade ämnesområden samt avgöra om profilen stämmer överens med beskrivningar eller avsikter.

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

- Studien har visat på utbredda brister i dokumentationen av ickedisciplinärt innehåll, särskilt i jämförelse med dokumentationen av det disciplinära innehållet.

- Studien har identifierat progression som ett framträdande gemensamt förbättringsområde för de studerade utbildningarna.

Utbildningsprogrammets utveckling

- Studien presenterar stöd för att 2007 års högskolereform inte medförde några större förändringar på kort sikt. Dock kan, knappt fem år efter ikraftträdandet, vissa mer långsiktiga attitydförändringar ändå börja skönjas.
- Studien presenterar starkt stöd för att Högskoleverkets kvalitetsutvärderingar leder till konkreta åtgärder vid lärosätena.
- Studien presenterar starkt stöd för att det nya kvalitetsutvärderingssystemet redan nu fungerar styrande för programmets utvecklingsarbete, med ett tydligt fokus på examensarbeten som följd

5.3 Vilka frågor kan eller bör studeras närmare?

Det går att ställa många följdfrågor med anledning av denna rapport. Flera av dem skulle kunna utgöra utgångspunkten för framtida studier, antingen vid respektive lärosäte för sig eller inom ramen för olika samarbeten. Vissa av dem skulle också kunna passa som ämne för framtida examensarbeten.

Nedan följer en redogörelse för vad författaren av denna rapport ser som de mest framträdande av de följdstudier som skulle kunna genomföras.

Ämneskunskaper och -färdigheter

- Gå en nivå djupare i CS2008. Kartlägg vilka kunskapsenheter inom respektive område som förekommer, antingen i hela program eller för vissa delar. Detta kräver sannolikt en mycket djupare analys med bland annat lärarintervjuer och görs antagligen enklast på programnivå.
- Karaktärisera den gemensamma kärnan. Titta närmare på de 30% av poängen som är lika fördelade över kunskapsområdena. Vad anses i Sverige vara oundgänglig kunskap för en dataingenjör?
- Gör en internationell jämförelse. Kartlägg ett eller flera utländska dataingenjörsprogram och jämför med programmen i denna studie.
- Utforska studentperspektivet. Hur uppfattar studenterna sin egen utbildning? Genomför exempelvis en sistaårs- eller alumnieenkät för studenter från de olika programmen och fråga hur de ser på sin utbildning och vad de betraktar som dess viktigaste delar. Kan med fördel även spänna över det ickedisciplinära området.

5.3. VILKA FRÅGOR KAN ELLER BÖR STUDERAS NÄRMARE?

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

- Genomför den kvantitativa analysen där det går. En begränsad kvantitativ analys av ickedisciplinärt innehåll är sannolikt möjlig vid de utbildningar som har målmatriser. Troligen krävs ändå en viss mängd lärarintervjuer.
- Gör en närmare analys av programmålen. Undersök hur de egentligen förhåller sig till målen i högskoleförordningen. Finns det någon koppling och hur ser den i så fall ut?
- Undersök CDIO:s betydelse. Gör en strukturerad jämförelse mellan de program som tillämpar CDIO och de som inte gör det. Finns det systematiska skillnader?
- Kartlägg hur olika ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt lärs ut vid de olika programmen. Finns det mönster i vilket tillvägagångssätt som används för ett givet ickedisciplinärt område?
- Studera hur studenternas lärande påverkas av regleringsformerna. Undersök genom enkäter och/eller intervjuer eventuella skillnader i ickedisciplinärt lärande mellan studenter vid kurser som har explicita ickedisciplinära mål och examinationsmoment och de som inte har det.
- Utvärdera de överordnade målen. Träng djupare in i lärares, studenters och avnämares syn på högskoleförordningens mål. Är målen ändamålsenliga? Kan de förbättras?

Utbildningsprogrammets utveckling

- Gör en objektiv studie av utvecklingen. Denna studie grundade sig i den här delen helt på intervjuer. Gör istället en jämförelse av 2005 års kurs-, utbildnings- och läro- och timplaner med de nuvarande och genomför en objektiv granskning av förändringarna.
- Utforska utvärderingsdrivna förändringar i större detalj. Granska närmare och mer systematiskt synpunkter i nationella utvärderingar och därefter genomförda förändringar. Försök utforma en metod för kvantitativa jämförelser mellan utbildningar.
- Jämför högskolornas/programmets kvalitetssystem. Gör en systematisk jämförelse av de strukturer och processer som utgör kvalitetssystemen och kartlägg likheter och skillnader, samt effekter av dessa.
- Undersök (om något år) effekterna av det nya utvärderingssystemet på utbildningarnas ramverk för examensarbeten. Sammanställ de initiativ som har tagits för att höja kvaliteten på examensarbeten. Värdera dessa och identifiera framgångsfaktorer. Utforma rekommendationer eller så kallade *best practices*.

Litteraturförteckning

- [1] Johan Bankel, Karl-Fredrik Berggren, Madelaine Engström, Ingela Wiklund, Edward F. Crawley, Diane Soderholm, Khalid el Gaidi och Sören Östlund. Benchmarking Engineering Curricula with the CDIO Syllabus. *International Journal of Engineering Education*, 21(1):121–133, 2005.
- [2] Antonio Costa och Angelo Martins. Three Years of CDIO/ACM-based Informatics Engineering Undergraduate Program at ISEP. I *Proceedings of the 6th International CDIO Conference*, 2010.
- [3] Edward F. Crawley. The CDIO Syllabus – A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education. Rapport, CDIO, 2001.
- [4] Edward F. Crawley, Johan Malmqvist, William A. Lucas och Doris R. Brodeur. The CDIO Syllabus v2.0 – An Updated Statement of Goals for Engineering Education. I *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*, 2011.
- [5] Kristina Edström, Sigbritt Karlsson, Eva Malmström Jonsson och Mats Hanson. A Strategy for Implementing CDIO Across an Institution. I *Proceedings of the 5th International CDIO Conference*, 2009.
- [6] Walter Gander, Jim Cunningham, Frederik Jansen och Wolfgang Thomas. Comparison of Curricula in Computer Science. Rapport, IDEA League, 2001.
- [7] Interim Review Task Force. Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS2001. Rapport, Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2008.
- [8] Joint Task Force on Computing Curricula. Computing Curricula 2001 – Computer Science, Final Report. Rapport, Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society, 2005.
- [9] Joint Task Force on Computing Curricula. Computing Curricula 2005, Overview Report. Rapport, Association for Computing Machinery, Association for Information Systems & IEEE Computer Society, 2005.
- [10] Ida Klasén. Civilingenjörsprogrammet i informationsteknik – genomlysning och kartläggning av programmet. Rapport, KTH, 2011.

LITTERATURFÖRTECKNING

- [11] Ida Klasén. Weak Representation of Engineering Skills in Learning Objectives and Assessment – Structural Problems. I *Proceedings of the 6th International CDIO Conference*, 2010.
- [12] Amanda Owens Debler. Towards a Standard for Comparing Computer Science Foundation Curricula. Graduate research report, University of Maryland University College – Europe, 2008.
- [13] Anders Rosén, Kristina Edström, Dan Borglund, Jakob Kutteneuler, Stefan Hallström och Karl Garne. Program mål inom den nya utbildningsstrukturen på KTH. Rapport, KTH, 2010.
- [14] Rapport 2006:8R Utvärdering av utbildningar till civilingenjör vid svenska universitet och högskolor. Högskoleverket, 2006.
- [15] Prop. 2004/05:162 Ny värld – Ny högskola. Regeringsproposition, Utbildningsdepartementet, 2005.
- [16] Ds 2004:2 Högre utbildning i utveckling – Bologna processen i svensk belysning. Slutrapport, Utbildningsdepartementet, 2004.

Bilaga A

Genomförda intervjuer

Lärosäte	Namn	Funktion	Datum
BTH	Stefan Axelsson	Programansvarig	22/6
CTH	Wolfgang Ahrendt	Programansvarig	5/7, 10/10
KaU	Thijs Jan Holleboom	Programledare	30/8
KTH	Stefan Arnborg	Programansvarig ¹	18/5
	Stefan Nilsson	Programansvarig ¹	15/9
LiTH	Jonas Detterfelt	Utbildningsledare	4/10
	Simin Nadjm-Tehrani	Utbildningsnämndsledamot	12/10
LTH	Martin Höst	Programledare	3/8
LTU	Jingsen Chen	Programkoordinator	18/1
MiUn	Magnus Eriksson	Programansvarig	19/9
UmU	Fredrik Georgsson	Programansvarig	22/6
UU	Björn Victor	Programansvarig	23/8

Tabell A.1. Genomförda intervjuer

Samtliga intervjuer genomfördes under perioden maj 2011 till januari 2012. Utöver ovanstående intervjutillfällen har också samtliga intervjuade beretts möjlighet att yttra sig skriftligt över de avsnitt i denna rapport som berör deras program. Deras synpunkter har därefter arbetats in i den slutgiltiga versionen.

¹Stefan Nilsson tog över som programansvarig 1/7 2011.

Bilaga B

Intervjumall

Nedanstående intervjumall har använts som utgångspunkt i intervjuerna med representanterna för utbildningsprogrammen. Vissa frågor har inte aktualiserats i alla intervjuer, och i vissa fall har frågor som inte finns med i mallen tagits upp. Denna mall ger dock en god bild av vilka ämnen som har berörts i samtalen.

Den intervjuade

Bakgrundsinformation

- Vad har du för funktion relativt programmet (programansvarig, utbildningsledare osv.)?
- Hur länge har du haft den funktionen, och hur länge har du, på något sätt, varit inblandad i programmets utveckling?
- Vad har du för utbildnings- och yrkesbakgrund?

Programmet

Grundfakta

- När startade programmet?
- När startade lärosätets första program inom dataområdet (om annat)?
- Hur många studenter antas varje år?

Karaktärisering

- Hur skulle du beskriva programmets karaktär? Utgå gärna från något eller några av följande ofta använda motsatspar:
 - Teoretiskt eller praktiskt
 - Fokus på själva tekniken eller på dess sammanhang
 - Inriktning mot hårdvara eller mjukvara
 - Fokus på utveckling av ny teknik eller tillämpning av befintlig

Relation till andra program

- Vilka andra program på lärosätet, om några, skulle du anse är närliggande det aktuella programmet?
- Vad skiljer programmen åt?
- I vilken utsträckning och på vilket sätt förekommer samarbete och/eller samordning med andra program (vid detta eller andra lärosäten)?

Ämneskunskaper och -färdigheter

ACM/AIS/IEEE Computing Curricula

- Känner du till ACM/AIS/IEEE Computing Curricula?
- Hur anser du att programmet förhåller sig till områdesindelningen i CS2005 (CE, CS, IS, IT, SE)?
- Hur anser du att programmet förhåller sig till CS2008:s *Body of Knowledge*?

Framtagande av programinnehåll

- Har ni använt er av Computing Curricula i utvecklingen av programmet och i så fall hur?
- Hur har ni i övrigt kommit fram till vilka kunskaper och färdigheter inom dataområdet som ska, respektive inte ska, ingå i programmet?

Kartläggningen

- Min analys av programmet utifrån CS2008 visar följande: [...]
- Känner du igen dig i beskrivningen?
- Hur ser du på resultaten, specifikt vad avser avvikelserna från genomsnittet respektive CS2008-nivåerna?

Ickedisciplinära färdigheter, förmågor och förhållningssätt

Nuläge relativt högskoleförordningen

- Hur anser du att programmet förhåller sig till högskoleförordningens examensmål för civilingenjörsexamen?

Framtagande av programinnehåll

- Det finns olika tillvägagångssätt för att införliva ickedisciplinärt innehåll i utbildningen, till exempel genom särskilda kurser eller genom moment i disciplinära kurser. Vilken modell har ni valt och varför?
- Upplever du att den använda modellen fungerar bra?
- Har ni uttryckligen använt er av högskoleförordningens mål i utvecklingen av programmet och i så fall hur?

- Hur har ni i övrigt kommit fram till vilka kunskaper och färdigheter utöver de rent ämnesrelaterade som ska, respektive inte ska, ingå i programmet?

Kartläggningen

- Min analys av omnämmandet av ickedisciplinärt innehåll i programmets styrdokument visar följande: [...]
- Känner du igen dig i beskrivningen?
- Hur ser du på resultaten, specifikt vad avser potentiella brister relativt högskoleförordningens krav?

Utbildningsprogrammets utveckling

Ny värld – ny högskola

- Hur bekant är du med de ändringar som gjordes i högskoleförordningens examensbeskrivning 2007?
- Genomförde ni, på program- eller lärosätetsnivå, med anledning av ändringarna:
 - Någon kartläggning/utvärdering?
 - Några särskilda utvecklingsinsatser?
- Vilka mål krävde störst ändringar? Vad gjordes?

Högskoleverkets kvalitetsgranskning

- Högskoleverkets utvärdering av civilingenjörsutbildningarna 2006 visade, avseende det aktuella programmet, följande: [...]
- Hur reagerade ni på omdömet? Har ni vidtagit några åtgärder med anledning av det och i så fall vilka?

Programmets utveckling

- Hur ser den formella organisationen kring programmets styrning och utveckling ut? Var fattas besluten? Är studenter och externa representanter inblandade och i så fall hur?
- Bedrivs utvärdering och utveckling cykliskt eller kontinuerligt/vid behov?
- Vilka är de vanligaste drivkrafterna för förändring?
- Vilka initiativ är på gång eller övervägs just nu? Vad motiverar dem?
- Hur påverkar Högskoleverkets nya utvärderingssystem programutvecklingen?

Bilaga C

Programmets kurser och deras kategorisering

I denna bilaga listas samtliga obligatoriska och villkorligt valbara kurser under de tre första åren i de studerade programmen samt den poängfördelning som har gjorts på kunskapsområden i CS2008-ramverket. Kurslistan för respektive program är den senast beslutade vid tidpunkten för intervjun med programmets representant (se bilaga A).

För varje program listas kurserna terminsvis (med terminen angiven i vänstermarginalen), och inom terminerna listas först de obligatoriska och sedan de villkorligt valbara kurserna i inbördes alfabetisk ordning. Block av villkorligt valbara kurser har märkts ut genom att kursnamnen inleds med "V x/y :", med innebörden att x av totalt y kurser ska väljas. I ett fall, märkt "V*:", gäller särskilda regler, som förklaras nedanför kurslistan. Kurser som löper över flera terminer listas i alla dessa, med poängen uppdelade dem mellan. Efter kurserna i en given termin listas även i förekommande fall helt valfritt utrymme.

DS	Discrete Structures	SE	Software Engineering
PF	Programming Fundamentals	CN	Computational Science
AL	Algorithms and Complexity	SC	Student's Choice
AR	Architecture and Organization	OT/M	Mathematics
OS	Operating Systems	OT/EE	Electrical Engineering
NC	Net Centric Computing	OT/P	Physics
PL	Programming Languages	OT/MAE	Management And Economics
HC	Human-Computer Interaction		
GV	Graphics and Visual Computing	OT/EAS	Environment And Sustainability
IS	Intelligent Systems		
IM	Information Management	OT/VS	Various Sciences
SP	Social and Professional Issues	OT/ES	Engineering Skills

Tabell C.1. Förkortningar i kurslistorna

Blekinge Tekniska Högskola

- 1** **Analys**
OT/M 7,5hp
Linjär algebra
OT/M 7,5hp
Programmering, datastrukturer och algoritmer
PF 7hp, HC 0,5hp
Säkerhetsteknikens grunder
OS 1,5hp, NC 4,5hp, SP 1,5hp
- 2** **Analys**
OT/M 7,5hp
Diskret matematik
DS 7,5hp
Programmering, datastrukturer och algoritmer
PF 8hp, AL 4,5hp, NC 1hp, HC 1,5hp
- 3** **Digitalteknik**
AR 4,5hp, OT/EE 3hp
Kryptering I
AL 7,5hp
Matematisk statistik
DS 1,5hp, OT/M 6hp
Realtids- och operativsystem
OS 7,5hp
- 4** **Dataskommunikation och nätverksteknik 1**
NC 7,5hp
Dataskommunikation och nätverksteknik 2
NC 7,5hp
Datorteknik
AR 3,75hp, OS 3,75hp
Kryptering II
AL 7,5hp
- 5** **Litet programvaruprojekt**
SE 12hp, OT/ES 3hp
Nätverkssäkerhet 1
NC 7,5hp
Programmering i UNIX-miljö
OS 7,5hp
- 6** **Digital undersökningsteknik och digitala bevis**
OS 6hp, NC 1,5hp
Kompilator- och översättarteknik 1
OS 1,5hp, PL 6hp
Nätverkssäkerhet 2
NC 7,5hp
Teknisk kommunikation
OT/ES 7,5hp

Chalmers Tekniska Högskola

- 1 **Digital- och datorteknik**
AR 7,5hp
Diskret matematik
DS 7,5hp
Objektorienterad programvaruutveckling
PF 4,5hp, PL 0,5hp, HC 2hp, SE 0,5hp
Objektorienterad programvaruutveckling, fortsättningskurs
PF 1,5hp, PL 2,5hp, SE 3,5hp
- 2 **Design och konstruktion av grafiska gränssnitt**
HC 6hp, SE 1,5hp
Kommunikation och ingenjörskompetens
OT/ES 7,5hp
Linjär algebra
OT/M 7,5hp
Projektkurs
SE 7,5hp
- 3 **Maskinorienterad programmering**
PF 1,5hp, AR 1,5hp, OS 4,5hp
Matematisk analys
OT/M 7,5hp
Matematisk statistik och diskret matematik
DS 4hp, OT/M 2hp
Software engineering project
SE 7,5hp
- 4 **Datastrukturer och algoritmer**
AL 5hp, PL 2,5hp
Matematisk modellering
DS 1,5hp, CN 4,5hp, OT/M 1,5hp
V2/4: Databaser
IM 7,5hp
V2/4: Datakommunikation
NC 7,5hp
V2/4: Industriell ekonomi
OT/MAE 7,5hp
V2/4: Ändliga automater och formella språk
AL 1,5hp, PL 4,5hp, SE 1,5hp
- 5 **Modelldriven mjukvaruutveckling**
SE 7,5hp
Teknik för ett hållbart globalt samhälle
SP 4,5hp, OT/EAS 3hp
V2/6: Algorithms
AL 7,5hp
V2/6: Functional programming
PL 7,5hp
V2/6: Fysik för ingenjörer
OT/P 7,5hp
V2/6: Parallell programmering
OS 7,5hp
V2/6: Testning, felsökning och verifiering
SE 7,5hp
V2/6: Webb-applikationer
NC 7,5hp
- 6 **Kommunikation engelska och ingenjörskompetens**
OT/ES 7,5hp
Examensarbete
SC 12hp, OT/ES 3hp
V1/4: Databaser
IM 7,5hp
V1/4: Datakommunikation
NC 7,5hp
V1/4: Industriell ekonomi
OT/MAE 7,5hp
V1/4: Ändliga automater och formella språk
AL 1,5hp, PL 4,5hp, SE 1,5hp

Karlstad Universitet

- | | |
|---|---|
| 1 Envariabelanalys
OT/M 7,5hp
Experimentell problemlösning med datorstöd
OT/VS 2hp, OT/ES 4hp
Matematisk grundkurs
DS 1,5hp, OT/M 6hp
Programmeringsteknik
PF 6hp
Projektmetodik med projektplanering
OT/ES 3hp | 4 Datorsystemteknik
AR 7,5hp
Digitalteknik
AR 3hp, OT/EE 4,5hp
Stokastiska metoder
OT/M 7,5hp
Teoretisk datalogi
AL 7,5hp |
| 2 Flervariabelanalys
OT/M 7,5hp
Materia
OT/P 7,5hp
Mekanik
OT/P 7,5hp
Vågfysik och elteknik
OT/EE 4,5hp, OT/P 3hp | 5 Datastrukturer och algoritmer
AL 7,5hp
Operativsystem
OS 7,5hp
Valfria kurser
SC 15hp |
| 3 Diskret matematik
DS 7,5hp
Linjär algebra och vektoranalys
OT/M 7,5hp
Programmeringsteknik II
PF 7,5hp
Termodynamik och grundläggande energiteknik
OT/P 7,5hp | 6 Datakommunikation I
NC 7,5hp
Examensarbete
SC 12hp, OT/ES 3hp
V1/2: Databastekniker
IM 7,5hp
V1/2: Programspråk
PL 7,5hp |

Kungliga Tekniska Högskolan

- 1 Envariabelanalys**
OT/M 7,5hp
Introduktion till datalogi
PF 8hp
Kommunikation i ingenjörsvetenskap
OT/ES 7,5hp
Matematik, baskurs
OT/M 4,5hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
SP 1,5hp, OT/ES 0,1hp
- 2 Flervariabelanalys**
OT/M 7,5hp
Fysik: vågor och partiklar
OT/P 7,5hp
Introduktion till datalogi
PF 3hp, AL 2hp, SE 3hp
Linjär algebra
OT/M 7,5hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
OT/ES 0,4hp
- 3 Datorteknik och komponenter**
AR 9hp
Logik för dataloger
DS 5hp, PL 1hp
Numeriska metoder, grundkurs III
CN 7,5hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
OT/ES 0,4hp
Programmeringsparadigm
NC 1,5hp, PL 6hp
- 4 Databasteknik för D**
IM 6hp
Markovprocesser, grundkurs
CN 1,5hp, OT/M 1,5hp
Människa-datorinteraktion, inledande kurs
HC 6hp
Organisation och kunskapsintensivt arbete
OT/MAE 4hp, OT/EAS 0,5hp, OT/ES 1,5hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
SP 1,5hp, OT/ES 1,1hp
Sannolikhetsteori och statistik I
DS 1,5hp, OT/M 4,5hp
- 5 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet**
AL 9hp
Datasäkerhet
PF 1,5hp, OS 1hp, NC 0,5hp
Diskret matematik
DS 11hp, AL 1hp
Mjukvarukonstruktion
SE 6hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
OT/ES 0,2hp
- 6 Datasäkerhet**
OS 1hp, SP 0,5hp, SE 1,5hp
Examensarbete
SC 12hp, OT/ES 3hp
Programsammanhållande kurs i datateknik
OT/ES 0,8hp
Valfria kurser
SC 11hp

Linköpings Tekniska Högskola

- 1 Diskreta strukturer**
DS 6hp, AR 2hp
Matematisk grundkurs
OT/M 6hp
Objektorienterad programmering
PF 6,5hp, SE 1,5hp
Perspektiv på informationsteknologi
SP 0,5hp, OT/ES 7,5hp
- 2 Datornät och internetprotokoll**
NC 6hp
Envariabelanalys 1
OT/M 6hp
Envariabelanalys 2
OT/M 6hp
Fysikaliska modeller
OT/P 8hp
Kommunikation på arbetsplatsen
OT/ES 4hp
- 3 Användbara system**
HC 6hp
Datastrukturer och algoritmer
PF 1hp, AL 5hp
Interaktionsprogrammering
PF 1hp, HC 4hp, SE 1hp
Linjär algebra
OT/M 8hp
Språkteknologi för informationssökning
AL 3hp, OT/VS 1hp
- 4 Datorteknik**
AR 4hp
Elektromagnetism – teori och tillämpning
OT/EE 3hp, OT/P 3hp
Flervariabel- och vektoranalys
OT/M 6hp
Linjära system för kommunikation
OT/M 3hp, OT/EE 7hp
Sannolikhetslära
DS 1hp, OT/M 3hp
- 5 Projekttermin: Säkra mobila system**
DS 1hp, OS 7hp, NC 9hp, SP 3hp, SE 4hp, CN 1hp, OT/ES 5hp
- 6 Databasteknik**
IM 6hp, OT/EAS 2hp
Kombinatorisk optimering med miljötillämpningar
AL 3,5hp, CN 1,5hp, OT/EAS 3hp
Numeriska beräkningar
CN 5hp, OT/EAS 1hp
Reglerteknik
OT/EE 6hp, OT/EAS 2hp

Lunds Tekniska Högskola

- 1 Datorer i system**
DS 1hp, AR 1hp, NC 1hp, OT/ES 5hp
Datorer och datoranvändning
AR 1hp, OS 0,5hp, NC 0,5hp, OT/ES 1hp
Elektronik
OT/EE 3hp
Endimensionell analys
OT/M 10hp
Programmeringsteknik
PF 7,5hp
- 2 Elektronik**
OT/EE 5hp
Endimensionell analys
OT/M 5hp
Ingenjörprocessen för programvaruutveckling – metodik
SE 5hp
Linjär algebra
OT/M 6hp
Programmeringsteknik – fördjupningskurs
PF 4,5hp, AL 1hp, PL 1hp, HC 0,5hp, SE 0,5hp
- 3 Datorkommunikation**
NC 4,5hp
Digitalteknik
AR 9hp
Flerdimensionell analys
OT/M 6hp
Objektorienterad modellering och diskreta strukturer
DS 3hp, PL 1,5hp, SE 3hp
Programvaruutveckling i grupp – projekt
SE 3hp
- 4 Algoritmer, datastrukturer och komplexitet**
AL 5hp
Datorteknik
AR 6hp
Ingenjörprocessen för programvaruutveckling – samhällsaspekter
SP 2hp, OT/ES 2hp
Programvaruutveckling i grupp – projekt
SE 3hp
Signalbehandling i multimedia
OT/EE 7,5hp
Tillämpad matematik – linjära system
OT/M 5hp
- 5 Fysik**
OT/P 3hp
Kognition
HC 2hp, OT/VS 2,5hp
Matematisk statistik, allmän kurs
DS 1,5hp, OT/M 7,5hp
Realtidsprogrammering
OS 7,5hp
Reglerteknik, allmän kurs
OT/EE 7,5hp
- 6 Datasäkerhet**
PF 1,5hp, OS 4,5hp, NC 1,5hp
Fysik
OT/P 5hp, OT/EAS 3hp
Ingenjörprocessen för programvaruutveckling – ekonomi och kvalitet
SE 1,5hp, OT/MAE 1,5hp, OT/ES 1hp
Kösystem
CN 3hp, OT/M 1,5hp
Numerisk analys
CN 6hp

Luleå Tekniska Universitet

- | | |
|---|---|
| 1 Datateknik och ingenjörsvetenskap
PF 2hp, OS 1hp, SP 2hp, OT/ES 2,5hp
Diskret matematik
DS 7,5hp
Fysik
OT/P 7,5hp
Introduktion till programmering
PF 7,5hp | 4 Datorkommunikation
NC 7,5hp
Fysik
OT/P 7,5hp
Objektorienterad modellering och simulering
CN 4,5hp, OT/VS 3hp
Realtidssystem
OS 7,5hp |
| 2 Differentialkalkyl
OT/M 7,5hp
Digitalteknik
AR 7,5hp
Linjär algebra och integralkalkyl
OT/M 7,5hp
Objektorienterad programmering och design
PF 2,5hp, PL 2,5hp, HC 1hp, SE 1,5hp | 5 Datorsäkerhet och drift
PF 1hp, OS 5hp, NC 1,5hp
Projekt i datateknik
SC 10hp, OT/EAS 2hp, OT/ES 3hp
V1/2: Elkretsteori
OT/EE 7,5hp
V1/2: Signalanalys
OT/EE 7,5hp |
| 3 Algoritmer och datastrukturer
AL 7,5hp
Linjär algebra och differentialekvationer
OT/M 7,5hp
Linjär analys
OT/M 7,5hp
Mikrodatorteknik
AR 4,5hp, OS 3hp | 6 Grundkurs i projekt och industriell ekonomi
OT/MAE 7,5hp
Kemiska principer
OT/VS 7,5hp
Matematisk statistik
DS 1,5hp, OT/M 6hp
Valfria kurser
SC 7,5hp |

Mittuniversitetet

- 1 Grundläggande datavetenskap**
PF 1hp, AR 0,5hp, OS 1hp, NC 1hp, PL 0,5hp, IM 1hp, SE 1hp
Ingenjörsvetenskap
OT/ES 3hp
Inledande kurs i matematik
DS 1hp, OT/M 2hp
Introduktion till programmering
PF 6hp
Introduktion till projektbaserad produktutveckling
SE 3hp, OT/MAE 1hp, OT/ES 2hp
Linjär algebra I
OT/M 6hp
- 2 Digitalteknik med VHDL**
AR 5hp, OT/EE 1hp
Fördjupningskurs i analys
OT/M 6hp
Objektbaserad programmering
PF 2hp, PL 3hp, SE 1hp
Operativsystem, introduktionskurs
OS 6hp
Översiktskurs i analys
OT/M 6hp
- 3 Databaser, modellering och implementering**
IM 6hp
Datastrukturer och algoritmer
AL 6hp
Flervariabelanalys
OT/M 6hp
Kommunikation i tal och skrift
OT/ES 6hp
Kretsteori och vågrörelselära
OT/P 1.5hp
Människa-dator-interaktion
HC 4,5hp
- 4 Diskret matematik**
DS 5,4hp, AL 1,5hp
Kretsteori och vågrörelselära
OT/P 6hp
Matematisk statistik
DS 1,5hp, OT/M 4,5hp
Multimedie- och kommunikationssystem
NC 4,5hp, OT/EE 1,5hp
Programkonstruktion i Java
PF 3hp, OS 0,5hp, NC 0,5hp, PL 0,5hp, HC 1hp, SE 0,5hp
- 5 Arbetsvetenskap, miljö och etik**
SP 1hp, OT/VS 2,5hp, OT/ES 2,5hp
Matematisk modellering
CN 5hp, OT/M 1hp
Mikrodatorteknik
AR 6hp
Programmeringsmetodik med projekt
PL 5hp, SE 1hp
Webbprogrammering
OS 1hp, NC 4hp, IM 1hp
- 6 Examensarbete**
SC 12hp, OT/ES 3hp
Kryptografi
DS 3hp, AL 3hp, OT/M 1,5hp
Programspråksteori
OS 1hp, PL 6,5hp

Umeå Universitet

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| 1 | Envariabelanalys 1
OT/M 7,5hp | 4 | Datorteknik och inbyggda system
AR 3hp, OS 12hp |
| | Envariabelanalys 2
OT/M 7,5hp | | Digitalteknik
AR 6hp, OT/EE 1,5hp |
| | Metoder och verktyg för datavetare
DS 1,5hp, SP 0,5hp, OT/M 2hp, OT/ES 3,5hp | | Givarfysik
OT/P 7,5hp |
| | Programmeringsteknik med C och Matlab
PF 7,5hp | 5 | Datakommunikation och datornät
NC 7,5hp |
| 2 | Datastrukturer och algoritmer
AL 7,5hp | | Datorers uppbyggnad och arkitektur
AR 7,5hp |
| | Interaktionsteknik
HC 7,5hp | | Linjär algebra
OT/M 7,5hp |
| | Introduktion till diskret matematik
DS 6hp, AL 1,5hp | | Teknisk-vetenskapliga beräkningar
CN 7,5hp |
| | Objektorienterad programmeringsmetodik
PF 2,5hp, PL 0,5hp, SE 3,5hp | 6 | Databaser, baskurs
IM 7,5hp |
| 3 | Applikationsprogrammering i Java
PF 2hp, PL 1,5hp, HC 1hp, IM 1hp, SE 2hp | | Programspråk
PL 7,5hp |
| | Grundläggande logik och modellteori
DS 7,5hp | | Programvaruteknik
SE 12hp, OT/ES 3hp |
| | Statistik för datavetare
DS 1hp, CN 1hp, OT/M 5,5hp | | |
| | Systemnära programmering
OS 7,5hp | | |

Uppsala Universitet

- 1 Algebra I**
DS 1,5hp, OT/M 3,5hp
Baskurs i matematik
DS 0,5hp, OT/M 4,5hp
Introduktion till informationsteknologi
AR 1hp, NC 0,5hp, SP 1hp, OT/ES 7,5hp
Programkonstruktion och datastrukturer, del 1
DS 2hp, PF 8hp
- 2 Datorarkitektur och digital elektronik**
AR 8hp, OS 2hp, OT/EE 5hp
Linjär algebra och geometri I
OT/M 5hp
Programkonstruktion och datastrukturer, del 2
PF 1hp, AL 5hp, PL 2hp, SE 2hp
- 3 Automatateori**
AL 5hp
Envariabelanalys, del 1
OT/M 5hp
Imperativ och objektorienterad programmeringsmetodik
PF 6hp, OS 4hp, PL 5hp, SE 5hp
- 4 Envariabelanalys, del 2**
OT/M 5hp
Linjär algebra II
OT/M 5hp
Processororienterad programmering
OS 10hp, PL 1hp, SE 4hp
Sannolikhet och statistik
DS 1,5hp, OT/M 3,5hp
- 5 Beräkningsvetenskap DV**
CN 5hp
Databasteknik I
IM 5hp
Datakommunikation I
NC 5hp
Diskret matematik
DS 5hp
Företagsekonomi, baskurs A/B
OT/MAE 5hp
Transformmetoder
OT/M 5hp
- 6 Människa-datorinteraktion**
HC 5hp
Signaler och inbyggda system
AR 1,5hp, OS 4,5hp, OT/EE 4hp
V1/2: Examensarbete
SC 12hp, OT/ES 3hp
V1/2: Uppsatsmetodik
OT/ES 5hp
V*: Distribuerade system med projekt
OS 4hp, NC 1hp, OT/ES 5hp
V*: Modellering av dynamiska system
CN 5hp
V*: Valfria kurser
SC 5hp

I termin 6 ska antingen examensarbetet (om 15 hp) eller uppsatsmetodikkursen (om 5 hp) väljas. De studenter som väljer den senare ska dessutom välja antingen kursen Distribuerade system med projekt eller kursen Modellering av dynamiska system kombinerad med en valfri kurs om 5 hp.

Bilaga D

Utdrag ur högskoleförordningen

Ur Bilaga 2 (examensordning), Civilingenjörsexamen

Omfattning

Civilingenjörsexamen uppnås efter att studenten fullgjort kursfordringar om 300 högskolepoäng.

Mål

För civilingenjörsexamen skall studenten visa sådan kunskap och förmåga som krävs för att självständigt arbeta som civilingenjör.

Kunskap och förståelse

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området.

Färdighet och förmåga

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,
- visa förmåga att skapa, analysera och kritiskt utvärdera olika tekniska lösningar,
- visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna ramar,

BILAGA D. UTDRAG UR HÖGSKOLEFÖRORDNINGEN

- visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap samt visa förmåga att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden även med begränsad information,
- 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,
- visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning, och
- 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.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällsliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,
- 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, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens.

Självständigt arbete (examensarbete)

För civilingenjörsexamen skall studenten inom ramen för kursfordringarna ha fullgjort ett självständigt arbete (examensarbete) om minst 30 högskolepoäng.

Övrigt

För civilingenjörsexamen skall också de preciserade krav gälla som varje högskola själv bestämmer inom ramen för kraven i denna examensbeskrivning.