3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar

30 november - 1 december
Campus Norrköping, Linköpings universitet

Redaktör
Svante Gunnarsson

Copyright

The publishers will keep this document online on the Internet – or its possible replacement – from the date of publication barring exceptional circumstances.

The online availability of the document implies permanent permission for anyone to read, to download, or to print out single copies for his/her own use and to use it unchanged for non-commercial research and educational purposes. Subsequent transfers of copyright cannot revoke this permission. All other uses of the document are conditional upon the consent of the copyright owner. The publisher has taken technical and administrative measures to assure authenticity, security and accessibility.

According to intellectual property law, the author has the right to be mentioned when his/her work is accessed as described above and to be protected against infringement.

For additional information about Linköping University Electronic Press and its procedures for publication and for assurance of document integrity, please refer to its www home page: http://www.ep.liu.se/.

Linköping Electronic Conference Proceedings, 75
ISSN 1650-3740 (online)
ISSN 1650-3686 (print)

Linköping University Electronic Press
Linköping, Sweden, 2012
http://www.ep.liu.se/ecp_home/index.en.aspx?issue=075

© 2012, The Authors

Innehåll

Organisation v

Viktiga kvalitetsaspekter för examensarbeten inom ingenjörsutbildningen
Åsa Lindberg-Sand, Ingrid Svensson, Thomas Olsson och Kristina Nilsson 1

Vägen från student till ingenjör – exempel från två kandidatexamensarbetskurser och ett förslag om en programsammanhållande byggnadsställning
Anna-Karin Högfeldt, Kalle Garme, Cristina Al-Khalili Szigyarto och Marie Magnell 5

Utveckling av examination av examensarbeten på kandidatnivå. (UEX)
Dag Haugum, Tobias Trofast, Tomas Törnqvist, Thunborg Maria, Gary Svensson Tommie Nyström, Jonas Lundberg och Victoria Nygren 11

Självvärdering av kurser – nyttan ur olika perspektiv
Ida Klasén 17

Reflections on Student Opinions Before and After the Final Exam – The Variability of Questionnaires
Claes Niklasson 21

Utvärdering av förståelse på skriftlig tentamen
Anna-Lena Sahlberg, Aivar Sootla, Anna Lindholm och Anders Widd 29

Självständiga laborationer i reglerteknik
Daniel Petersson, Martin Enqvist och Peter Rosander 35

Mot högre lärande i beräkningsvetenskap
Henrik Brandén 39

Med generella kompetenser i fokus: Ingenjörsfärdigheter på Chalmers
Fia Christina Börjeson och Mihail Serkitjis 43

3+2≠5 eller Programmål för ingenjörsutbildningar i ljuset av Bolognareformen
Dan Borglund, Jakob Kuttenkeuler, Stefan Hallström, Karl Garme, Anders Rosén och Kristina Edström 47

Student Retention in Engineering Education - Examples of How it Looks and What Can be Done
Birgitta Gelin, Staffan Andersson och Jannika Andersson Chronholm 53

Antagningsprovet i matematik och fysik – förhoppningar och erfarenheter
Martin Cederwall och Jana Madjarova 59

Utvärdering för utveckling – KTH:S SAMTLIGA UTBILDNINGAR UNDER BELYSNING
Ida Klasén, Sara Karlsson, Anna-Karin Högfeldt, Per Berglund och Teresia Sandberg 63

Att utvärderas och utvecklas: om datalogi och medieteknik i ljuset av EAE på KTH
Stefan Nilsson, Kerstin Frenckner, Björn Hedin och Viggo Kann 67

Projektkurs i produktutveckling i samarbete med industrin (Okt 2011)
Lars Degerman 71

Co-op-modellen – ökad motivation, genomströmning och anställningsbarhet hos studenterna
Lisa Almhage, Mikael Ericsson, Johanne Brochmann och Lars Holmblad 75

Teaching Project Courses in Large Scale Using Industry-like Methods – Experiences after Ten Years
Tomas Svensson och Svante Gunnarsson.....79

Integrering av kemiämnen och samarbete med matematik – ett 10-års perspektiv på Chalmers största sammanhållna kurs
Lars Öhrström och Björn Åkerman.....85

How Peer-Review Affect Student Learning
Christian Lundquist, Martin Skoglund, Karl Granström och Torkel Glad.....91

Kursdesign med utgångspunkt i utveckling av kreativitet, kritiskt förhållningssätt och initiativförmåga
Agneta Bränberg och Ulf Holmgren.....99

Hur likvärdigt är detta på en skala? Om bedömningar av exjobb på KTH och Fotonikprogrammet
Urban Westergren och Anna-Karin Högfeldt.....105

Evidence for Excellence in Internationalization & Mobility: A Self Assesment
Tommy Josefsson.....109

From DDB to TDB - A New Approach to Design-Build Projects
Göran Gustafsson, Dag Raudberget.....119

Professionella Kompetenser i Projektkurser
Åsa Cajander, Mats Daniels, Helena Bernåld och Björn Victor.....123

Mattetek.se en lärplattform för kursen linjär algebra
George Baravdish och Owe Kågesten.....129

Öppna Lärresurser för Ingenjörsutbildningar
Christer Thörn.....133

En programsammanhållande kurs med många funktioner
Viggo Kann.....137

Organisation

Programkommitté

Svante Gunnarsson, Tekniska högskolan vid Linköpings universitet
Kristina Edström, Kungliga tekniska högskolan
Johan Malmqvist, Chalmers tekniska högskola
Roy Andersson, Lunds tekniska högskola
Patrik Cannmo, Tekniska högskolan i Jönköping
Elinor Edvardsson Stiwne, Centrum för undervisning och lärande vid Linköpings universitet
Susanne Vikström, Tekniska högskolan vid Umeå universitet

Organisationskommitté

samtliga vid Tekniska högskolan vid Linköpings universitet
Svante Gunnarsson, projektledare
Pia Johansson, koordinator
Maria Mitradjieva, utbildningsledare
Annalena Kindgren, utbildningsledare
Ingela Wiklund, utbildningsledare

Viktiga kvalitetsaspekter för examensarbeten inom ingenjörsutbildningen

Kristina Nilsson[1], Thomas Olsson[1], Ingrid Svensson[2] and Åsa Lindberg-Sand[3]

[1]Lunds universitet, Genombrottet, Box 118, 221 00 Lund
[2]Lund universitet, LTHs kansli, Box 118, 221 00 Lund
[3]Lunds universitet, CED, Box 118, 221 00 Lund

I detta konferensbidrag presenteras ett pågående projekt vid Lunds Tekniska Högskola med projekttiteln "Vad kännetecknar ett examensarbete med hög kvalitet på LTH?". Detta projekt startades upp för snart ett år sedan med anledning av den förestående utvärderingen av ingenjörsutbildningen år 2013. Högskoleverket ansvarar för denna utvärdering som under 2011 påbörjats vid ett flertal fakulteter runt om i landet och som riktar sig mot examina inom högre utbildning. Utfallet av utvärderingen kommer att kunna påverka fördelning av ekonomiska medel samt examinationsrättigheter. Hittills har inga ingenjörsutbildningar utvärderats och i detta konferensbidrag diskuteras några aspekter som bör iakttas då de slutliga förutsättningarna för utvärdering av ingenjörsutbildningen fastställs. Den ursprungliga projektbeskrivningen har under arbetets gång utvidgats till att även innefatta sådana frågeställningar som ansvarsfördelningen mellan institutioner och utbildningsprogram samt tillgång till dokumentation.

Index Terms — examensarbeten, Högskoleverket, läranderesultat, nationell utvärdering

I. Introduktion

I "Fokus på kunskap – kvalitet i den högre utbildningen" (Proposition 2009/10:139) [1] föreslog den Svenska regeringen en förändring av det nationella utvärderingssystem som använts för att granska högre utbildning. Tidigare hade utvärdering skett genom granskning av processer och arbetssätt inom olika institutioner för högre utbildning. Detta förfarande skulle nu ersättas av en utvärderingsmetod som fokuserar på läranderesultat. Utfallet av denna utvärdering ska ligga till grund för hur ekonomiska resurser ska fördelas och ett positivt resultat skulle då möjliggöra för extra tilldelning av medel, medan ett negativt resultat å andra sidan skulle kunna leda till indragning av examinationsrätten. Utvärderingen ska baseras på 1) examensarbeten 2) universitetens och högskolornas självvärderingar av utbildningens resultat i kombination med platsbesök och 3) enkäter till tidigare studenter. Av dessa bedömningsgrunder kommer stor vikt att läggas vid examensarbetenas kvalitet. Självvärderingarna utgör ett komplement och en möjlighet till förtydliganden medan platsbesöken innefattar observationer och intervjuer.

II. Lärandemål

Ursprungligen föreslogs det att Högskoleverket skulle formulera generella lärandemål för utvärderingen av examensarbeten. Generella lärandemål har tidigare använts både inom Sverige [2],[3] och inom EU [4] samt i Bolognaprocessen [5]. I den aktuella utvärderingen kommer kvalitén hos examensarbetena att utvärderas utifrån lärandemål som formulerats i Högskoleförordningen. Dock kommer inte samtliga mål att användas, utan det kommer att ske ett urval av lärandemål. Detta urval ska ske på ett sådant sätt att det speglar karaktären hos den aktuella examen som ska utvärderas. Urvalet sker i ett samarbete mellan bedömargruppen och Högskoleverket. Examensarbetena kommer att väljas ut slumpmässigt och avidentifieras. Antalet examensarbeten som kommer att samlas in för utvärdering av en viss examina är begränsad till 5-24 stycken.

III. Examensarbeten

På grund av det fokus på examensarbeten som föreligger i utvärderingen initierades ett projekt vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) med uppdrag att identifiera vilka kvalitetsaspekter som karaktäriserar ett examensarbete av hög kvalité vid LTH. Arbetet påbörjades med att projektgruppen bad samtliga institutioner vid LTH att skicka in två stycken examensarbeten, där det ena arbetet skulle vara ett arbete av högsta klass och det andra arbetet skulle vara precis godkänt. Efter att ha läst igenom dessa examensarbeten kunde projektgruppen konstatera att ämnesinnehållet hade stor spridning, vilket var att förvänta då ett stort antal olika ämnen finns representerade inom LTH. Examensarbeten vid LTH behandlar ämnen som laserfysik, livsmedelsteknik, riskbedömning, matematik, programmeringsteknik, design, ergonomi och konstruktionsteknik – för att bara nämna några exempel. En spridning vad gäller ämnesinriktning var förväntad, men flera av de examensarbeten som projektgruppen fick ta del av visade sig dessutom ha starka inslag av psykologi och samhällsvetenskap. En annan tydlig skillnad mellan rapporterna var huruvida ett examensarbete var utfört i samarbete med industrin eller inte. Vissa examensarbeten fokuserade väldigt tydligt på att besvara någon specifik fråga ställd av ett kommersiellt företag, medan andra var skrivna på ett sådant sätt att de skulle kunna publiceras i någon vetenskaplig skrift. Det var också stora skillnader i vilken tilltänkt läsekrets som avsågs. Några examensarbeten var mycket specifika i sitt språk och lade

inte fokus på att förklara ingående begrepp, medan andra tydligt riktade sig till en större publik. Med tanke på denna mångfald ställde sig projektgruppen frågan hur förberedelserna för Högskoleverkets utvärdering skulle ske. Förutsättningarna för utvärderingen är att det är läranderesultat för olika examina som utvärderas och LTH har en examinationsrätt som täcker in samtliga civilingenjörsprogram. Med tanke på den mångfald som representeras av examensarbetena inom LTH – är det rimligt att utvärdera denna examinationsrätt med ett slumpmässigt urval av 5-24 examensarbeten?

IV. Institutioner och program

En möjlighet vore att utvärdera individuella utbildningsprogram, snarare än civilingenjörsexamen för hela LTH. Detta skulle i så fall mångdubbla utvärderingens omfattning då antalet program vid LTH är stort. Då Högskoleverkets utvärdering potentiellt kan påverka examinationsrätten måste ett ställningstagande göras hur detta i så fall ska hanteras. Om programmen utvärderas separat, är det då examinationsrätten för ett specifikt program som ska påverkas av utfallet? Hanteringen kompliceras ytterligare av det faktum att programmen vid LTH inte är knutna till specifika institutioner. En student som läser ett visst program kan oftast välja mellan ett flertal institutioner att utföra sitt examensarbete vid. På samma sätt kan en institution ha examensarbetare som kommer från flera olika program. Det är institutionerna som examinerar examensarbetarna och en utvärdering av utbildningsprogram med utgångspunkt i ett slumpmässigt urval av examensarbeten kan ge en missvisande bild då det är institutionerna som bedömer om ett examensarbete är godkänt. Frågan är också var i organisationen som ansvaret för självvärderingen ska läggas? Om programmen utvärderas, är det då programledningarna som ska sammanställa en självvärdering? Måste då institutionerna ge underlag till ett antal olika programledningar och hur programspecifikt måste detta underlag i så fall vara? Hur omfattande blir då arbetsbördan för de institutioner som har studenter på ett stort antal program? Tiden från det att examensarbetena har valts ut till det att självvärderingen ska vara färdig är satt till två månader.

V. Dokumentation

Examensarbetena examineras inte enbart utifrån den skrivna rapporten. Dessutom ingår en muntlig presentation, opponering av ett annat examensarbete samt en kort separat sammanfattning som kan vara av vetenskaplig eller populärvetenskaplig karaktär. Projektgruppen har under sitt arbete varit i kontakt med institutioner där man lägger stor vikt vid dessa övriga krav vid bedömningen om ett examensarbete är godkänt eller inte. Dokumentationen av dessa moment är dock varierande och i allmänhet inte omfattande, om ens tillgänglig. Detta kan komma att utgöra en svårighet vid kommande självvärderingar. Självvärderingarna kommer att kunna skrivas med utgångspunkt i vilka specifika examensarbeten som valts ut och då behövs det ett underlag för att kunna göra detta.

En annan aspekt är att det kan vara svårt att utifrån rapporterna i sig avgöra om vissa kriterier för ett examensarbete av hög kvalitet är uppfyllda. Projektgruppen vill argumentera för att självständighet och kreativitet inte självklart speglas av rapporten. Dessa båda kriterier anser projektgruppen vara viktiga att beakta och frågan är hur detta skulle kunna dokumenteras? En möjlighet vore att införa krav på handledarutlåtande och/eller examinators-utlåtande. Ett utlåtande skulle kunna innehålla information om kriterier som självständighet och kreativitet i en beskrivning av processen för examensarbetets utförande.

VI. Kriterier

I sitt arbete med hur kriterier för ett examensarbete av hög kvalitet vid LTH ska formuleras kom projektgruppen att identifiera två huvudtyper av kriterier; texten som helhet och textens ingående delar. Textens delar utgörs av exempelvis sammanfattning, beskrivning av syfte och mål, teori och metod, referenshantering, resultat, diskussion och förslag på framtida arbete. Förutom att lista vilka delar som ska ingå behövs en beskrivning av vilka egenskaper dessa delar ska besitta, inte minst med avseende på vilka krav som utgör miniminivån som avgör om ett examensarbete är godkänt eller inte. Samma typ av övervägande gäller texten som helhet. Här innefattas sådant som vetenskapligt förhållningssätt, kritiskt förhållningssätt, struktur och balans, språk och ämnesrelevans. Efter att ha läst igenom insamlade examensarbeten har projektgruppen diskuterat hur stort intryck en välskriven text med balans i textens omfattning och ett tydligt och grammatiskt korrekt språk gör på läsaren. Detta i förhållande till exempelvis resultat, slutsatser och relevans. Med den stora variation som examensarbetena vid LTH representerar i åtanke, vilken ämneskompetens krävs av en läsare för att en bedömning av ett examensarbetes kvalité ska kunna omfatta såväl författarens skicklighet i att producera en stilistiskt läsvärd text som textens innehållsmässiga egenskaper?

I sitt fortsatta arbete med formulering av kriterier för ett examensarbete av god kvalitet på LTH har projektgruppen valt att dela upp bedömningsgrunderna i tre delar; process, rapport och redovisning. Detta för att belysa att examensarbetet inte enbart examineras utifrån kvalitén på den skrivna rapporten. Dessutom har projektgruppen med utgångspunkt i befintliga krav vad gäller underlag för bedömning av examensarbeten arbetat fram förslag på kompletteringar för att ytterligare betona vikten av att dokumentera de delar av examinationsprocessen som ingår utöver den skrivna rapporten.

VII. SAMMANFATTNING

Med anledning av Högskoleverkets kommande utvärdering som baseras till stor del på kvalitén hos examensarbeten har en projektgrupp vid Lunds Tekniska Högskola arbetat med att ta fram kriterier för vad som utmärker ett examensarbete av god kvalitet på LTH. Under arbetets gång har projektets omfattning utökats då bland annat flera frågetecken kring utvärderingsprocessen har identifierats. Ska LTH som helhet utvärderas eller ska individuella utbildningsprogram utvärderas och vem bör få i uppdrag att skriva den självvärdering som ingår i utvärderingen? En annan frågeställning som har lyfts är huruvida det är möjligt att uttala sig om alla lärandemål utifrån examensarbetets skrivna rapport eller om det krävs ytterligare underlag? Projektgruppen arbetar med kriterier inom tre olika bedömningsgrunder; process, rapport och redovisning för att lyfta det faktum att examensarbeten inte enbart examineras utifrån den skrivna rapporten.

REFERENSER

[1] Proposition 2009/10:139, Fokus på kunskap – Kvalitet i den högre utbildningen. Propositionen är tillgänglig på följande hemsida: http://www.regeringen.se/content/1/c6/14/22/11/7b94c38c.pdf

[2] Härnqvist, K (1999) En akademisk fråga – en ESO-rapport om ranking an C-uppsatser. Regeringskansliet, Finansdepartementet: Rapport till Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi. Ds 1999:65

[3] Nilsson, K-A (2009) Direkt kvalitetssäkring. Bedömning av utbildningens resultat och relevans. Lunds universitet: Rapport från Utvärderingsenheten nr 2009:255

[4] EQF-LLL: European Communities (2008) The European Qualifications Framework for Lifelong Learning. Luxemburg: Office for the Official Publications of the European Communities, 2008.

[5] QF-EHA (2005) A Framework for Qualifications in the European Higher Education Area. Bologna Working Group for Qualification Frameworks. Copenhagen: The Ministry of Science

Vägen från student till ingenjör – exempel från två kandidatexamensarbetskurser och ett förslag om en programsammanhållande byggnadsställning

Cristina Al-Khalili Szigyarto, School of Biotechnology
Kalle Garme, School of Engineering Sciences
Anna-Karin Högfeldt, School of Education and Communication in Engineering Sciences
Marie Magnell, School of Education and Communication in Engineering Sciences
Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm

***Abstract*— Den kunskapsteoretiska basen blivande ingenjörer behöver tillägna sig är stor och komplex. Till grunden för ingenjörsfältet ligger teknik tillsammans med flera andra ämnen, ämnen som på grundnivå saknar en tydlig samverkan eller association. Alltför ofta lyser dessutom kopplingen till verkligheten och praktiken med sin frånvaro, särskilt under utbildningens första år. För ingenjörsutbildare kan laborationsmoment, olika övningar, studiebesök och gästföreläsare, tyckas tydligt visa för studenterna om teorins tillämpningar. Ur ett student- och lärandeperspektiv kan det istället upplevas fragmentariserat och otillräckligt. Pusselbitarna ges ingen ram, struktur, och ingen tid avsätts för att studenten ska få analysera och bearbeta den egna övergripande utvecklingen mot ingenjörsrollen. Vi menar att ingenjörsutbildare från en övergripande programnivå bör skapa utrymme för reflektion kring den egna yrkesrollen, den personliga utvecklingen och coacha dem i detta. Här kommer ett förslag presenteras om hur detta systematiskt kan vävas in i utbildningsprogrammen. Vi kommer först sätta scenen genom att beskriva ingenjörsroller inom Bioteknik respektive Marina system, som är våra två ansatser. Sedan visar vi specifikt hur vi låter studentens reflektion och bearbetning av sin utveckling från student till ingenjör genomsyra kandidatexamensarbetskurserna (15hp) inom Bioteknik och Marina system, eftersom detta är en kurs av högt värde för studentens identitetsbyggande för den kommande ingenjörsrollen. Avslutningsvis presenteras en modell för översyn, riktad till programansvariga som syftar till att vara en byggställning för studentens identitetsbyggande.**

Index Terms*— *Kvalitetsarbete, examensarbete, ingenjörsfärdigheter, lärande, anställningsbarhet, yrkesroll, karriär, kompetens, arbetslivsrelevans, erfarenhetsbaserat lärande, CDIO, utbildningsprogram, programledarskap.

I. Introduktion

SAMHÄLLETS behov nu och i framtiden inom avancerade tekniska professionsområden är tydligt formulerade i examensordningens krav för vad studenterna ska uppfylla för att erhålla en examen. Målen är komplexa och sammansatta, och vittnar om en yrkesprofil och kompetens som går utöver samlade och erhållna teoretiska kunskaper [1]. Studier under 90-talet visade att samhällets och avnämares behov inte stod i samklang med ingenjörsutbildningarna som blivit alltför teoretiska och fragmentariska, där ett helhetsperspektiv och en verklighetsanknytning sällan hörde till vanligheten, och träningen av ingenjörsfärdigheter lyste med sin frånvaro [2].

Många initiativ, reformer och studier har verkat för att utforma utbildningar med hög arbetslivsrelevans. På KTH och vid ett sextiotal andra tekniska universitet i världen, syns detta tydligast genom CDIO-initiativet [3]. Studier har visat att med integration av ingenjörsaktiviteter i utbildningsprogram med CDIO-metodik blir studenterna mer nöjda med övergången mellan studier och yrkesliv [4]. Vi ser detta som lovande för möjligheten att uppfylla behovet av specialister inom det tekniska fältet, som snabbt kan bli en del av samhällets framtida problemlösare. Vi ser det som ytterst viktigt att vi inte stannar vid att låta det komma som en överraskning i civilingenjörsutbildningens slutskede, om studenter känner sig som ”anställningsbara”, eller inte. Eller att studenter inte tidigt och kontinuerligt under utbildningens gång får titta på och bearbeta sin egen utveckling till ingenjör.

I denna artikel kommer vi därför lyfta ett förslag om *utbildningsprogrammens roll som en byggställning* för studenters identitets- och yrkesrollbyggande. Genom denna modell hoppas vi att de inte ”bara” når målen utan också kontinuerligt förhåller sig till sin egen utveckling, speglas i sin utveckling och får stöd i att bli självständiga och redo för livslångt lärande. Konkreta exempel på hur identitets- och yrkesrollbyggande aktiviteter redan förverkligas inom ramen för civilingenjörsutbildningar kommer visas. Kandidatexamensarbeten inom Marina system och Bioteknik får stå som exempel här, varför vi först väljer att kort beskriva ingenjörsrollerna och därmed utbildningarnas utmaningar i dessa fält.

Med dessa konreta exempel som grund kan vi sedan gå vidare och diskutera hur utbildningsprogram med ett måldrivet fokus skulle kunna rama in kunskapsbyggande, färdighetsträning och identitets- och yrkesrollbyggande moment.

II. BIOTEKNIK OCH MARINA SYSTEM VID KTH

A. Ingenjörsrollen i de marintekniska och biotekniska fälten

Marina system eller Naval Architecture är ett klassiskt ingenjörsfält som mycket handlar om projektering och detaljkonstruktion av fartyg, båtar och offshore-installationer. Det är komplexa system med hög grad av autonomitet i komplicerade och ofta svåra driftförhållanden. Ingenjören måste ha god överblick över tekniken och den marknads- och juridiska kontext där tekniken verkar. Den ämnesteoretiska basen är matematik, mekanik, hållfasthetslära och hydromekanik. I yrkesutövningen krävs god förmåga att kommunicera, skissa, rita och göra överslag. Ingenjören jobbar vanligen i grupp och måste som sagt ha stor bredd men vanligen också stort djup inom någon del av fältet.

Bioteknik är en relativt ny bransch som har genomgått en explosionsartad utveckling under de senaste åren och som omfattar många olika segment. I fokus står laboratoriearbetet där vetenskapliga kunskaper inom teknik, kemi, biologi, fysik och ekonomi tillämpas [5]. Fältet skiljer sig från andra ingenjörsområden inte bara på grund av sin bredd men också på grund av sitt ursprung i den akademiska forskningen och nära anknytning till den [6]. Bioteknikbranschen erbjuder ingenjörstjänster med vitt skilda arbetsuppgifter från forskning och utveckling av produkter till produktsupport, försäljning och patentering. De arbetsuppgifter som tilldelas civilingenjörerna varierar över tid och beror på den specifika tjänsten, företagsprofilen och det rådande behovet inom företaget. Ingenjörerna förväntas inte bara ha en bred kunskapsbas som täcker branschens behov och med tillräckligt djup utan också kunna samarbeta och kommunicera över ämnesgränserna.

B. Träning av yrkesfärdigheter i kandidatexamensarbeten inom Bioteknik och Marina system

De två kandidatexamensarbetskurserna (15hp) inom Bioteknik och Marina system har valts ut som exempel. Vi väljer denna kurstyp av flera anledningar. Kandidatexamensarbetet är en relativt ny kursform vars roll och utförande kan vara intressant att diskutera ur ett civilingenjörsutbildningsperspektiv. Vidare är kursen mer yrkesnära jämfört med teoretiska baskurser, och här bör ett stort utrymme ges till studenterna att reflektera över sin ingenjörsroll. Dessutom ligger kursen på grundnivå, och vi ser att det är mycket viktigt att yrkesreflektioner inte sparas till de sista terminerna i utbildningen, utan att vi tidigt hjälper studenterna att se sammanhang och sig själv i sammanhanget i god tid. Detta för att utvecklas åt rätt håll, inte stressas över mantran som ”du kan bli vad som helst” utan istället hitta sin plats och kunna börja greppa hur en ingenjör tänker, verkar och agerar.

Tanken bakom kandidatsexamenskurserna inom Marina system och Bioteknik är att integrera studenternas färdighetsutveckling med deras självständiga tillämpning av färdigheterna för att inta ett nytt ämnesområde och samtidigt reflektera över sin utveckling till ingenjör. Kursens mål är att studenterna ska komma ur den som ingenjörer, och i den meningen är den det gesällprov som många anser att exjobb ska vara. Studenterna ska också kunna det grundläggande i ett nytt ingenjörsområde, i det här fallet Marina system eller Bioteknik, och känna sig lite som experter i någon del av respektive område. Kursfilosofien är att metod eller ingenjörskonst bäst och effektivast utvecklas genom arbete med tekniska frågeställningar, där mål och krav kan vara tydliga, men inte vägen eller lösningen. Ett arbete vars progression kräver att studenten med utgångspunkt i ett sammanhang lär sig teknikens teori, och hur den kan tillämpas och kommuniceras, och lär sig metoder för ett självständigt livslångt lärande.

Kandidatexjobben inom Marina system och Bioteknik kännetecknas av välstrukturerade kurser, med schemalagda träffar, övningar, projektarbeten och integrerad kunskaps-, perspektiv och färdighetsträning. De övergripande målen för kurserna pekar direkt mot examensordningens mål för civilingenjörer och kurserna ses som en första anhalt för att stämma av dessa mål, både för studenter och lärare.

Den schemalagda undervisningen har studenternas aktivitet i fokus och inte lärarnas dito. Föreläsningarna varvas med övningar, studentpresentationer och frågestunder för att uppmuntra självständigt arbete och en djup inlärning [7].

Ett delmoment i kandidatexamensarbetet inom Marina system är att projektera ett fartyg för att utföra ett visst transportarbete. Behovet är preciserat t.ex. som att 1 miljon ton vete årligen skeppas från Huston till Yokohama. Regler för internationell sjöfart ska följas och lösningen ska motiveras ur ett ekonomiskt, praktiskt och miljömässigt perspektiv. För att lösa uppgiften som redovisas i en teknisk rapport, som i sin tur utgör en del av kursrapporten, krävs, för studenterna ny teknisk kunskap om t.ex. fartygsstabilitet, motstånd och framdrivning. Dessutom krävs analys av rutten för att identifiera vilka begränsningar som kan finnas i kanaler, slussar och hamnar och hur lång tid lastning och lossning tar. Arbetet är hårt styrt i tid.

Projekten inom Bioteknik bygger på en valfri bioteknisk frågeställning som kan utvecklas från idé till en produkt med kommersialiseringspotential. Bioteknologiskolans lärare och doktorander designar och föreslår projekt lämpliga för kandidatexamensarbete i grupper om 3-5 studenter som bygger på frågeställningar med anknytning till bioteknikskolans forskningsframkant. För att undvika den rent akademiska inriktningen uppfyller alla projekt kravet att resultaten eller delar av resultaten kan kommersialiseras. Produkten som skall utvecklas kan även vara en bioteknisk metod eller en process t.ex. ’ Production of recombinant factor VIII for treatment of heamophilia’ eller ’Investigation of methods for detection of proteins in plasma’.

Syftet med projekten inom de båda kurserna är att studenterna skall arbeta med hela processen, genom att utveckla alla delmoment från projektplanering till riskanalys med alla delleveranser inkluderade. Det ger studenterna möjlighet att fördjupa sig inom fälten samtidigt som de utvecklar andra färdigheter som gruppsamarbete, ledarskap professionell rapportering, entreprenörskap, kommersialisering, karriärutveckling och ledarskap.

C. Identitets- och yrkesrollbyggande i kandidatexamensarbeten inom Bioteknik och Marina System - mot ingenjörer för framtiden

Genom CDIO-metodik vill vi träna studenterna för den kommande ingenjörsrollen. Att studenten under sin studietid

också behöver arbeta med förståelsen för den framtida yrkesrollen, jobbsökarprocessen och sin egen självinsikt framgår av CDIO syllabus [8]. Under rubriken ”Personal and Professional Skills and Attributes” finns punkterna ”personal inventory” och ”proactively planning one’s career”, som utgör ursprunget till karriärmodulen ”Aktiv karriärstart”.

Yorke menar att utbildningens innehåll mycket väl kan underlätta för en framtida yrkesroll genom professionell färdighetsträning [9]. Samtidigt ser han det som ett misstag att tro att detta är nog, utan man bör tillse att studenterna summerar och förhåller sig till de utvecklade färdigheterna.

Kursmodulen ”Aktiv karriärstart”, som ingår i bl. a. kandidatexamensarbeten inom Marina system och Bioteknik, syftar till att förbereda studenterna inför steget ut i arbetslivet och att främja deras beredskap att möta förändringar i den framtida arbetsmarknaden. Målet är att studenterna själva kan ta ansvar för och hantera utvecklingen av egna färdigheter för arbetslivet, att profilera och presentera sig själva och förbereda den framtida karriärutvecklingen. Karriärmodulen innehåller tre delar som löper parallellt: *yrkesroller och karriärvägar* *självinventering* samt *jobbsökarprocessen*.

Delen om yrkesroller och karriärvägar sätter scenen för vilka branscher, företag och befattningar KTHs alumner finns inom. Härigenom kan våra studenter förhålla sig till olika förväntade kompetenser, egna intressen och kompetenser, och även kritiskt värdera sina och samhällets yrkesprofiler.

I självinventeringsdelen får studenterna reflektera över och summera sina individuella och förvärvda egenskaper, färdigheter och erfarenheter. Genom hela sina liv har ingenjörsstudenterna på olika sätt utvecklat sina individuella styrkor. Trots väldefinierade mål, aktiviteter och examinationer genom kurserna, har studenterna utvecklat sina individuella kompetensprofiler. Inom lagarbetsaspekter är vissa starka på att leda möten, andra på att adaptera komplementära roller och andra på att exempelvis hantera tidplaner och uppgifter. Inom kommunikationsaspekterna kan studenternas färdighetsstyrkor variera mellan att vara bra på att argumentera, att lyssna och att skriva rapporter. Olika studenter har helt enkelt utvecklat olika egenskaper och färdigheter. Genom självinventeringar ges individuella studenter, på sin väg mot ingenjörer, chansen att tillvarata sina styrkor och arbeta för att förbättra sina svagheter. Och vi som ingenjörsutbildare hjälper till att knyta ihop den säck vi har varit med att fylla – genom att leverera individer till samhället som väntar på att framtidens problem ska identifieras och lösas.

I jobbsökardelen tränas och testas studenternas förmåga att syntetisera, presentera och argumentera för sina hittills vunna erfarenheter, kunskaper, färdigheter och förmågor. Övningarna hålls verklighetsanknutna genom att kraven ställs på skriftligt kommunicerade CV och ansökningsbrev, samt muntliga övningar i form av intervjurollspel.

D. Identitets- och yrkesroll som något som går utöver, och som förenar, kurser genom ingenjörsutbildningen

Vid kursutvärderingar noteras det vid samtliga kursomgångar av den integrerade modulen ”Aktiv karriärstart” hur betydelsefullt studenterna upplever det vara att få arbeta med sin ingenjörsroll och utveckling. ”Arbetslivet känns nu lite närmare och inte så främmande som innan” skriver en student inom kandidatexamensarbetet i Bioteknik 2010. Liknande kommentarer är vanligt förekommande. Vi möter studenter som genomgående i sin utbildning undrar vad de ska bli och vad man kan jobba med som ingenjör. Arbetslivsanknytning är fortfarande eftertraktat i reguljära karriäruppföljningar.

Kandidatexamensarbetet är en utmärkt plattform för studenter att knyta ihop sina erfarenheter genom livet och de tre första åren vid KTH i riktning mot civilingenjörsutbildningens mål och samhällets behov. Dessutom finns då tid för studenten att under fjärde och femte året utvecklas vidare inom valda områden. Det ger också lärare och programansvariga möjlighet att övervaka, ge återkoppling och visa på utvecklingsområden.

Som vi tidigare visat är kandidatexamensarbetskurserna, när de fungerar bra, studiesammanhållande och yrkesrelevanta. Samtidigt ser vi att man inte kan stanna här, i enstaka moment eller moduler. Om vi gör det riskerar vi att yrkesroll- och identietsarbeten inte får den status av att vara studiesammanhållande, genom hela utbildningen, som de borde ha. Vidare riskerar vi att missa chansen att skapa plattformar för studenterna att knyta samman alla kunskaper, kompetenser, färdigheter och förmågor som de förvärvar, utvecklar och ständigt behöver se över.

> ”It is not that the one-off module is inherently useless but rather that the key points need to be encountered repeatedly in somewhat different guises by learners who are aware that they are engaging with time management issues, for example, and who think strategically about how they could use what they are learning in the future. What is true of skills is more compelling when it comes to embedded, encultured and embodied self-theories and habits of thought – when we look at efficacy beliefs and metacognition. Complex learning needs whole programme attention. The learning we wish to encourage is not easily captured in the form of propositions and information. By and large it depends on repeated and diverse experiences accompanied by feedback designed to prompt strategic thinking.” [10]

Vi kommer därför i nästa avsnitt att redogöra för ett programövergripande förslag, som skulle kunna fungera som en byggställning, eller ram där pusselbitarna genom utbildningen kan få sin plats.

III. STRUKTURER AV UTBILDNINGSPROGRAM SOM BYGGNADSSTÄLLNINGAR FÖR STUDENTERNAS BYGGANDE AV OCH REFLEKTION KRING IDENTITET OCH YRKESROLL

Modellen som vi presenterar här bygger på traditionella modeller inom CDIO där man visualiserar integration av färdighetsträning i kurser och kursmoduler. Vår modell ska ses som en fördjupning av denna. I modellen visas en övergripande programstruktur för år 1-5 av ett valfritt civilingenjörsprogram. De ingenjörsfärdigheter, kompetenser och perspektiv som valts ut för modellen (kommunicera, lagarbete, hållbar utveckling och innovation) är bara exempel på vanliga utvecklingstrådar inom CDIO-metodik.

Utöver dessa färdighetstrådar, som vi fortfarande anser är

högst relevanta att som programansvarig ha överblick på, som lärare att integrera och som student att öva och examineras på, föreslås en sammanhållande programkurs. Här har vi inspirerats av befintliga och relevanta initiativ för programövergripande kurser (även kallade programintegrerande kurser vid Avdelningen för Medieteknik vid KTH, röda tråden-kurser inom andra program osv).

Det vi vill göra är egentligen att förtydliga, rama in, och därmed föreslå en byggnadsställning för identitets- och yrkesrollbyggande. Som kan utläsas i modellen betonas ett välstrukturerat systemtänkande från programansvarigas sida, där programrelevanta mål, aktiviteter och examinationer behöver formuleras.

Den studiesammanhållande kursen väljer vi att kalla ”Från student till ingenjör”. Hela strukturen visualiseras och förklaras i bilden på nästa sida.

Utb.program	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	"FRÅN STUDENT TILL INGENJÖR" (xhp)
Åk1	K		L		IDENTITET & YRKESROLL
Åk2		L	I		
Åk3				H	
Åk4		K			
Åk5		H			
Ingenjörens färdigheter, förmågor och perspektiv Några exempel.	Kommunicera	Lagarbete	Hållbar utveckling	Innovation	
Specifika programrelevanta mål . Exempel på innehåll ges här.	argumentera, förhandla, skissa, lyssna, läsa, rapportera osv	Formera, diskutera, normera, agera. Välja lagmedlemmar, adaptera roller, leda möten, problemlösning i grupp osv	kunskapskärna inom sociala, ekologiska och ekonomiska fälten. Produkt- och processframtagning och optimering. Multidisciplinära kompetenser.	Marknadsanalyser, affärsplaner, strategier, planering, utveckling osv	successivt knyta samman, relatera, värdera och prioritera utvecklade kunskaper, färdigheter och förmågor. Profilera sig, relatera sin egen utveckling till samhällets framtida behov, samverka med avnämare, känna till och formera relevanta arbetsformer, organisationsformer, ingenjörspolicys mm.
Programrelevanta aktiviteter	Integrerade kommunikationsövningar i progression	Integrerade lagarbetsövningar i progression	Hållbar utvecklings-övningar i progression	Innovationsövningar i progression	Studiesammanhållande och ingenjörsmässiga övningar. Reflektioner, analyser, planering, studiebesök mm. Från akademisk introduktion till blivande alumn.
Programrelevanta examinationer	Examination på kommunikationsfärdigheter	Examination av lagarbetsfärdigheter	Examination på förmåga att identifiera, utforma och värdera produkter, processer och system för hållbar utveckling	Examination på innovations-färdigheter	Portföljmetodik, rapporter/essäer, presentationer, CV mm
Ansvarig	integrerat i programkurser	integrerat i programkurser	integrerat i programkurser	integrerat i programkurser	Porgramansvariga/Programledare
Syfte	Öva och få återkoppling på färdigheter i sitt sammanhang. Fördjupa ämneskunskaper.	Öva och få återkoppling på färdigheter i sitt sammanhang. Fördjupa ämneskunskaper.	Öva och få återkoppling på färdigheter i sitt sammanhang. Fördjupa ämneskunskaper.	Öva och få återkoppling på färdigheter i sitt sammanhang. Fördjupa ämneskunskaper.	Programansvarigas och studenters chans att få programkänsla, få knyta samman, relatera, hålla ihop alla trådar, ha en plattform för samtliga pusselbitar, utvärdera programmet, hålla sig informerad, fördjupa och fläta samman kunskaper, färdigheter och perspektiv, blicka bakåt och framåt.

IV. AVSLUTNING

I den här artikeln har vi diskuterat arbetslivsrelevansen av utbildningar, tillsammans med studenternas upplevelse av densamma och deras egen väg från studenter till ingenjörer. Vi menar att relevant professionsträning genom ingenjörsutbildningen är ovärderlig, t.ex. enligt CDIO-metodik. Samtidigt efterlyser vi utrymme, övningar och examination, som låter studenterna förhålla sig till och reflektera över sina utvecklade kunskaper, kompetenser och förmågor.

Vi har visat hur väl identitets- och yrkesrollfrågor kan integreras i civilingenjörsutbildningar inom ramen för kandidatexamensarbeten. Dessa relativt nya kursformer, som för många ingenjörsutbildare setts både som en utmaning och en möjlighet, har inom Bioteknik och Marina system visat hur viktigt det är att ha plattformar för yrkesträning och reflektion över den egna utvecklingen redan på grundnivå. Dessutom, vilken unik roll kandidatexamensarbetet kan spela här, som en garant.

Vi har också visat hur vi vill ta steget längre från att göra utbildningen yrkesrelevant och menar att tillsammans med denna integration och utbildningsutveckling, bör utrymme för studenternas bearbetning och reflektion kring den egna utvecklingen integreras i en studiesammanhållande kurs som vi valt att kalla ”Från student till ingenjör”. Likaväl som projektarbeten eller laborationsresultat reflekteras över – lika väl tror vi att studenterna behöver arbeta med sin egen utveckling till ingenjörer.

ACKNOWLEDGMENT

Tack till Andres Veide, Pål Nyren, och alla andra lärare, doktorander och studenter som bidrar med kunskaper, erfarenheter och sena kvällar till utveckling och design av kandidatexamensarbetskurser, karriärmoduler och diskussioner om programmets roll för studenterna.

REFERENSER

[1] Högskoleförordningen. SFS 1993:100. Bilaga 2, Examensordningen
[2] http://www.cdio.org/cdio-history, 2011-10-15
[3] www.cdio.org
[4] Edvardsson-Stivne, E. Jungert, T, (2007). Engineering students’ experiences of the transition from study to work. CDIO Knowledge Library. Cambridge, MA; Worldwide CDIO Initiative. http://www.cdio.org
[5] Eliasson, G., Eliasson, A., (1996) The biotechnological competence bloc. Revue d-economie idustrielle. 78:7-26.
[6] Nilsson, A. (2001) Biotechnology Firms in Sweden. Small Business Economics 17:93-103.
[7] Graham Gibbs (1992) Improving the quality of student learning, Technical & Educational Services Ltd, pages 1-11.
[8] Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. (2007). Rethinking Engineering Education, The CDIO Approach. Springer
[9] Yorke, M. (2006). Employability in higher education: what it is – what it is not. Higher Education Academy, ESECT Series One.
[10] Knight, P., Yorke, M. (2004). Learning, Curriculum and Employability in Higher Education. London: Routledge Falmer.

Utveckling av examination av examensarbeten på kandidatnivå. (UEX)

Tobias Trofast, Dag Haugum, Jonas Lundberg, Victoria Nygren, Tommie Nyström, Gary Svensson, Maria Thunborg, Tomas Törnqvist, *Linköpings Universitet*

***Abstract*— Detta paper beskriver arbetet med att utveckla en modell för utveckling av examination av examensarbeten på kandidatnivå (UEX) vid Institutionen för Teknik och Naturvetenskap, Linköpings Universitet under läsåret 2010-2011.**

Modellen har utvecklats och testats vid utbildningsprogrammet Grafisk Design och Kommunikation (GDK), men med syfte att kunna appliceras även på andra kandidatprograms examensarbete.

Det projektet prövat är om man kan höja kvaliteten på examensarbeten och effektiviteten i hanteringen av dessa jämfört med nuvarande modell. Modellen bygger på att tvärvetenskapliga kompetensgrupper med flera examinatorer granskar examensarbetenas kvalitet utifrån sina spetskompetenser. Vidare ersätts mycket av de individuella handledningarna med gruppseminarier för att få ett kunskapsutbyte mellan examensarbetena.

Projektet har också mynnat ut i en gemensam bedömningsgrund för examensarbeten på kandidatnivå, samt en språkgranskningsmall som kan användas för att öka den språkliga kvalitén på examensarbetsrapporten.

Genom enkätundersökningar både bland studenter, handledare och examinatorer har resultatet av modellen undersökts.

Efter enbart ett års testande av modellen är det svårt att dra långtgående slutsatser. Resultatet har till viss del störts av förändringar av examensarbeteföreskrifterna vid Linköpings Universitet. De slutsatser som kan dras är att kompetensgrupperna med flera examinatorer skapar en kunskapsbrygga mellan examinatorerna samt en gemensam bedömningsgrund. En hel del slutsatser kan användas som rekommendationer för att ytterligare utveckla modellen.

***Index Terms* — Examensarbete, Grupphandlednining, Kandidatutbildning**

Submitted October 16, 2011. Med finansellt stöd från Gruppen för pedagogiskt utvecklingsarbete, Linköpings Universitet.

T Trofast, D Haugum, J Lundberg, T Nyström, T Törnqvist finns vid ITN, Linköpings Universitet.

G Svensson finns vid IKK, Linköpings Universitet.

V Nygren, M Thunborg finns vis ISV, Linköpings Universitet.

I. Bakgrund

Det treåriga kandidatprogrammet Grafisk Design och Kommunikation (GDK) är ett tämligen nystartat utbildningsprogram vid Tekniska Högskolan (LiTH), Linköpings Universitet. Första studenterna antogs hösten 2006 och den första årskursens examinerades således våren 2009. Utbildningen avslutas med ett examensarbete som omfattar 16 högskolepoäng. Examensarbetena kan utföras vid någon av de tre institutionerna; ITN (Institutionen för Teknik och Naturvetenskap), IEI (Institutionen för Ekonomisk och industriell utveckling) eller IDA (Institutionen för Datavetenskap). Examensarbetena kan utföras antingen externt, på uppdrag av ett företag eller dylikt, eller internt på institutionen, eventuellt i samarbete med någon forskargrupp.

Denna projektrapport omfattar endast arbeten utförda vid institutionen ITN, som huvudsakligen finns vid Campus Norrköping. Fram till och med år 2011 har ITN årligen examinerat c:a 20-25 examensarbeten inom ämnesområdet Grafisk Design och Kommunikation. Dessa arbeten har fördelats mellan 4-5 st examinatorer och handledare. Fram till och med år 2010 var handledare och examinator ofta samma person, men efter en ändring i LiTHs gemensamma examinationsregler för examensarbeten måste sedan år 2011 handledare och examinator vara olika personer.

I de utvärderingar som Högskoleverket under perioden 2011-2014 avser göra av samtliga svenska universitets- och högskoleutbildningar kommer stor vikt läggas vid kvalitén på examensarbeten. Ur ”Högskoleverkets system för kvalitetsutvärdering 2011–2014”:

Studenternas självständiga arbeten ska tillsammans med de utbildningsresultat som redovisas i självvärderingen utgöra det huvudsakliga underlaget för det samlade omdömet.

Mot ovanstående bakgrund sökte författarna till denna rapport så kallade ”Medel för pedagogisk utveckling” under våren 2010, för att kunna öka examensarbetenas kvalitet och effektivisera hanteringen av dem.

II. Syfte & Mål

Syftet med projektet var att ta fram en modell för examination av examensarbeten på kandidatnivå inom LiTH. Det projektet prövat är om man kan höja kvaliteten på examensarbeten och effektiviteten i hanteringen av dessa jämfört med nuvarande modell.

Genom arbete i tvärvetenskapliga kompetensgrupper (se kap III Metod) var förhoppningen att öka kvalitén på examensarbetena vad gäller innehåll, form och språk.

Projektet avsåg även undersöka om fler grupphandledningar kan leda till ökad genomströmning, att fler arbeten blir klara inom utsatt tid.

Projektet har även undersökt lämpliga parametrar för en gemensam bedömningsgrund när arbetena fördelas mellan flera examinatorer, samt när examensarbetena inom en snar framtid troligen kommer att betygssättas med U, G, VG jämfört med dagens U, G.

III. Metod & Genomförande

A. Metod

Baserat på tidigare erfarenheter och en gemensam övertygelse valdes två grundläggande metoder för arbetet i projektet;

1. Examinatorerna indelades i två tvärvetenskapliga kompetensgrupper, nedan kallade arbetslag.
2. Traditionell individuell handledning kompletterades med grupphandledning, seminarier och särskild språkgranskning.

B. Arbetslagens sammansättning och arbetsuppgifter

De två arbetslagen har haft liknande sammansättning med följande kompetenser;

- En språkvetare, med ansvar för språkgranskning
- En ansvarig för grafisk produktion/medieproduktion
- En ansvarig för visuell kommunikation
- En ansvarig för grafisk design.

Denna sammansättning beror så klart till stor del på de tillgängliga examinatorernas kompetenser, men harmonierar också med utbildningen GDKs huvudområden. Examensarbeten från GDK utförda vid ITN tenderar att beröra ett eller flera av dessa områden.

Varje arbetslag ansvarade för 10-12 examensarbeten. Fördelningen av inkomna examensarbetesförslag gjordes med utgångspunkt utifrån i vilket arbetslag den mest lämpliga examinatorn för respektive examensarbete fanns. Examensarbeten med likartade eller närbesläktade ämnesområden placerades i samma arbetslag. Lämplig handledare utsågs inom respektive arbetslag.

Även om examinatorn var och är ytterst ansvarig för examensarbetets olika valideringssteg, såsom startgodkännande, halvtidsrapport och slutlig framläggning, diskuterades samtliga dessa beslut gemensamt i arbetslaget. Samtliga examensarbeten granskades vid ett eller flera steg av samtliga examinatorer i arbetslaget, så att en samsyn kring bedömningsgrunder fanns.

C. Grupphandledning & Seminarier

De gemensamma grupphandledningarna och seminarierna hade två huvudsakliga syften; att effektivisera handledningen och att skapa förutsättningar för större utbyte av erfarenheter, resurser och kunskap mellan studenterna i respektive arbetslag. Seminarierna fungerade också som tydliga avstämningspunkter för arbetenas progression. Förhoppningen var att detta skulle öka genomströmningen, bland annat eftersom arbeten som inte följde sin tidplan skulle upptäckas tidigare.

Seminarierna hade följande struktur och innehåll:

1) Seminarium 1 – Idé

Vid första seminariet presenterade studenterna sin exjobbsidé och fick direkt feedback från respektive arbetslag. Innan seminariet laddade studenterna upp en kort beskrivning till den gemensamma kurshemsidan bestående av:

- Idé
- Titel
- Arbetsplan

Varje exjobbsidé fick 20 minuter (individuellt/i par) tillsammans med respektive arbetslag. Syftet var att ge snabb och omedelbar feedback om idén var tydlig, genomförbar och hade rätt nivå.

2) Seminarium 2 – Pitch

Efter att ha jobbat vidare med sin idé från Seminarium 1 (eller eventuellt förkastat den och arbetat fram en ny) träffades nu arbetslaget och hela studentgruppen för första gången. Studenterna presenterade muntligt på c:a 10 minuter:

- Idé
- Problemformulering/Frågeställning
- Syfte
- Metod
- Avgränsningar

Efter presentationen följde 10 minuter med kommentarer från examinatorerna samt övriga studenter.

Arbetet inför och feedbacken från de två inledande seminarierna låg till grund för den planeringsrapport som studenterna tog fram för sitt examensarbete efter detta seminarium.

3) Seminarium 3 – Halvtid

Enligt LiTHs examensarbetesföreskrifter skall en halvtidskontroll göras av examensarbetet ungefär halvvägs in i arbetet (i detta fall c:a 5 veckor). Så här skriver föreskrifterna:

Halvtidskontroll skall genomföras vid den tidpunkt som är angiven i planeringsrapporten, och det är ditt ansvar som student att påtala när det är dags. Normalt sker det ungefär halvvägs in i examensarbetet. Du skall då för examinator redovisa hur arbetet fortskrider relativt planeringsrapporten. Även handledaren bör då medverka. Formerna för

halvtidskontrollen kan variera från en muntlig genomgång till ett öppet seminarium och bestäms av examinator. Halvtidskontrollen kan leda till tre utfall

1. Arbetet har väsentligen genomförts enligt planeringsrapporten och kan fortsätta som planerat. Halvtidskontrollen är godkänd.

2. Arbetet har genomförts med vissa avvikelser från planeringsrapporten, arbetet bedöms dock kunna slutföras med mindre justeringar i problemformulering, angreppssätt och/eller tidplan. Halvtidskontrollen är godkänd.

3. Arbetet har i väsentliga avseenden avvikit från planeringsrapporten och arbetet riskerar att underkännas. Halvtidskontrollen är inte godkänd. En ny planeringsrapport måste tas fram och en ny halvtidskontroll göras.

Halvtidskontrollen utfördes i samband med det tredje seminariet där studenterna åter presenterade muntlig inför arbetslaget och hela studentgruppen enligt följande:

- Titel, syfte, frågeställning, metodval (kortfattad repetition och ev. uppdatering)
- Utfört arbete, nuläge, tänkt fortsättning
- Problem

Vid detta seminarium utsågs också, för första gången dittills i seminarieserien opponenter till presentationerna. Opponenterna, som utsågs av arbetslaget, fick ta del av respondenternas halvtidsrapport några dagar före seminariet och gjorde sin opponering utifrån en förutbestämd opponentmall. Opponeringen gjordes både muntligt och skriftligt. Syftet med opponeringen var att öva sitt kritiska granskande inför kommande slutopponeringar.

4) Seminarium 4 – Genrep

Cirka två veckor innan de planerade framläggningarna hölls ett genrepsseminarium, där studenterna förväntades agera som vid de slutliga framläggningarna. I övrigt liknade upplägget det som användes vid Seminarium 3, med skillnaden att examensarbetsrapporten nu förväntades vara till 90-95% klar och att de muntliga presentationerna fokuserade mer på:

- Analys
- Resultat
- Diskussion

Inför seminariet samlades arbetslaget för att gemensamt avgöra vilka examensarbeten som var så pass långt framskridna så att de kunde få ett godkännande för slutlig framläggning.

D. Individuell handledning

Studenterna gavs också möjlighet att boka individuell handledning med sin handledare. Detta utnyttjades av samtliga studenter, men i varierad utsträckning.

E. Språkgranskning

I syfte att öka den språkliga kvalitén i examensarbetsrapporterna och på så vis bland annat underlätta arbetet för examinatorerna och handledarna har två språklärare från ISV (Institutionen för Samhälle och välfärdsstudier) deltagit i projektet. Deras arbete utgick från en språklig modell som tagits fram för projektet.

En modell för språkgranskning skapades för att förtydliga de olika grundläggande krav på examensarbeten som institutionen har. Eftersom studenterna läser en utbildning i Grafisk Design och kommunikation föll det sig naturligt att överlåta t.ex. layoutfrågor till dem. Modellen ska främja samarbetet och tydliggöra ansvarsfördelningen mellan språkhandledare och student. Den språkliga modellen bygger till viss del på Magnus Merkels modell i *Lathund för studenter (2002).*

Språkhandledaren och studenten träffades när ca 10 sidor text fanns att diskutera. Texten skulle innehålla syfte, frågeställningar, metod och någon form av bakgrundsavsnitt. Före träffen skulle studenten själv granska sin text utifrån några grundläggande frågor angående språk och layout. Texten skickades till språkhandledare via mail ca en vecka i förväg. Före handledarmötet gick språkhandledaren igenom granskningspunkterna.

F. Gemensamma framläggningar

Som en naturlig följd av de gemensamma seminarierna grupperades även framläggningarna, så att examensarbeten inom samma arbetslag med gemensamma ämnesområden, i så stor utsträckning som möjligt, lades fram vid samma dag. I de fall där det var möjligt behölls samma opponenter som vid tidigare seminarier för att få en kontinuitet. De gemensamma framläggningarna bidrog också till en större publik vid framläggningarna, vilket får anses som positivt.

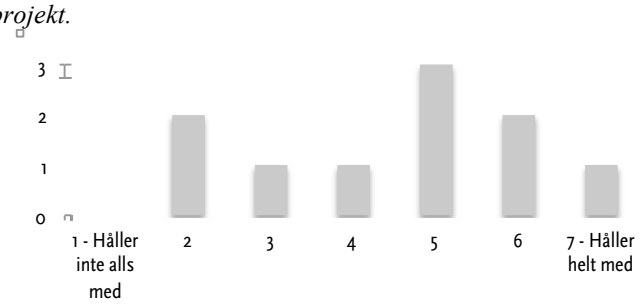
IV. Resultat

I huvudsak har typer av enkäter använts för att bedöma huruvida projektet uppnått de mål som beskrivs i projektets syfte. En enkät riktad till deltagande studenter samt en enkät riktad till deltagande examinatorer, handledare och språkgranskare. Ett urval av svaren från dessa enkäter presenteras nedan.

1) Studentenkät

Enkäten gjordes elektronisk via ett webgränssnitt några dagar före de slutliga framläggningarna. Totalt svarade 10 studenter på enkäten.

Fråga 1: *Jag har överlag fått bra handledning under mitt projekt.*



Fråga 2: *Jag har haft så här mycket individuell handledningstid.*

Svaren varierar mellan 3 timmar och endast 10 minuter, med ett medeltal på c:a 2 timmar.

Fråga 3: *Vid så här många handledningstillfällen.*

Svaren varierar mellan 4 och 1 ggr, med ett medeltal på 2,2 tillfällen.

Fråga 6: *Jag lägger fram (har lagt fram) mitt exjobb i:*

7st svarar Juni, 3st svarar Senare i höst.

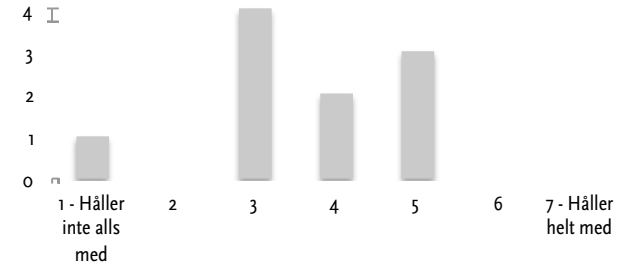
Framläggning i juni är det normala vid GDK och innebär tio veckors arbete i enlighet med fullfartsstudier, medan examensarbeten som läggs fram under hösten inte blivit klara inom avsatt tid.

Fråga 7: *Orsaker till att jag inte blivit färdig till juni.*

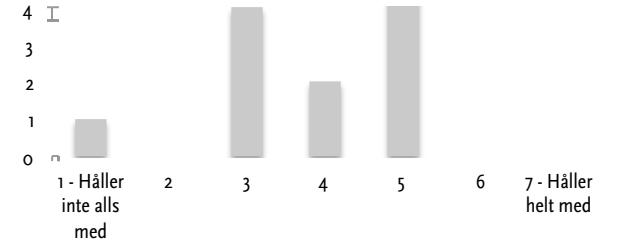
Flera nämner att andra uppgifter tagit tid från arbetet, t.ex. praktikuppgifter hos uppdragsgivaren.

Fråga 8: *Det var bra att få sin rapport språkgranskad.*

Fråga 9: *Tydlig återkoppling under seminarierna från lärargruppen.*



Fråga 10: Tydlig återkoppling under seminarier från medstudenter (opponenter).



Fråga 14: *Egna kommentarer kring seminarierna*

Många upplever att seminarierna tar mycket tid, i synnerhet de seminarier då studenterna förväntas opponera. Många vill ha ett större engagemang från handledare och examinatorer. Ett förslag som flera tar upp är att göra seminarierna i mindre grupper där deltagarna jobbar med liknande frågeställningar.

B. Lärarenkät

Lärarenkäten ämnar svara på frågor om hur examinatorer och handledare upplevt att arbetet med examensarbetena förändrats i och med arbetet enligt projektmodellen som denna rapport beskriver.

Fråga 1: *Hur uppfattar du tidsåtgången för handledning och examination per examensarbete, omfattning och i jämförelse med tidigare?*

Tidsåtgången för handledning av examensarbete är enligt lärargruppen i stort sett densamma som före projektets början. Möjligen är tiden något omfördelad från individuell handledning till deltagande i seminarieserien.

Fråga 2: *Hur uppfattar du tidsåtgången för dig som handledare och/eller examinator, omfattning och i jämförelse med tidigare?*

Flera faktorer som inte ligger inom ramen för projektet påverkar dess resultat. En sådan faktor är universitetets krav på att en lärare inte kan vara både handledare och examinator på examensarbeten. Denna uppdelning gör att arbetet ändrat form och vissa frågor ”faller mellan stolarna”. Handledningstiden har dock minskat säger lärarna samtidigt som en jämförelse är svår att göra eftersom premisserna alltså

ändrats. I utvärderingen påpekas att respektive roller skulle ha definierats tydligare för att underlätta arbetet och därigenom spara tid. Lärargruppen konstaterar att handledningstiden för examensarbetena nu främst koncentreras till inledningen av arbetet och början av skrivprocessen. Detta kan bero på att språkhandledning ingått i projektet.

Fråga 4. *Hur har du upplevt effektiviteten i examinationsarbetet?*

Effektiviteten har förmodligen ökat beroende på tre faktorer, gemensam bedömningsgrund, sammanlagda examinationsdagar som gör examinationstillfällena mer tidseffektiva, samt bra stöd inom lärargruppen när problem ska hanteras. Ett sådant problem kan vara att tackla alltför knepiga ämnesval bland studenterna. Effektiviteten kan öka genom att rollfördelningen förtydligas ytterligare, att lärarna är bättre förberedda inför seminarierna. Lärargruppen tror också att när rutiner kring arbetet med t.ex. seminarier skapats och erfarenheter vävts in ökar effektiviteten i nästa seminarieomgång.

Fråga 5: *Hur har du upplevt kvalitén i examensarbetena (innehåll, genomförande och rapport)?*

Lärargruppen är enig om att det är förtidigt att uttala sig om huruvida kvaliteten på arbetena förbättrats. Urvalet är alltför litet. Resultatet av projektet påverkas av de studenter som deltagit i projektets seminarieserie och de uppdrag de fått detta år.

Fråga 6: *Hur har du upplevt att samarbetet mellan lärarna påverkat examensarbetena?*

Tre punkter poängteras;

- Tydligare roller och bättre kommunikation kan effektivisera arbetet.
- Samarbetet utvecklar den egna kompetensen.
- Samsynen inom lärargruppen ökar.

Fråga 7: *Hur har du upplevt att seminarierna påverkat examensarbetena?*

Seminarieserien har påverkat examensarbetena mindre än väntat, men med vissa förändringar finns möjligheter att öka effektiviteten med detta arbetssätt.

Förslag på förändringar:

- Mindre grupper
- Starkare kontroll
- Tydligare krav

Lärargruppen uppfattar dock att seminarieserien fungerade som ”en väckarklocka” för studenterna, och delvis gjorde att de arbetade efter en tidsplan.

Mer erfarenhet och rutiner inom lärargruppen gör att en andra seminarieomgång skulle flyta bättre.

Fråga 9: *Har genomströmningen ökat?*

Frågan kan inte besvaras med detta underlag.

V. Slutsatser & Diskussion

A. Slutsatser

Utifrån resultaten ovan kan ett antal slutsatser dras, samt ett antal rekommendationer göras för framtida applicering av modellen.

De studenter som deltagit i projektet har inga tidigare erfarenheter av att skriva och genomföra ett examensarbete och kan således inte jämföra med hur arbetet hade fortlöpt utan den testade modellen. De enda som kan göra denna jämförelse är de deltagande examinatorerna och handledarna, som alla har tidigare erfarenhet av examensarbeten.

Det finns en enighet mellan studenter och lärare kring att effektiviteten i seminarieserien skulle kunna ökas. Ett förslag som återkommer är att minska seminariegruppernas storlek och i ännu större utsträckning gruppera arbeten med liknande teman. Detta kommer sannolikt att öka engagemanget vid seminarierna, och samtidigt göra dem kortare. Belastningen för handledare och examinator ökar inte nämnvärt.

Det är också tydligt att de gemensamma seminarierna inte räcker som handledning, utan att det viktigt att poängtera att individuell handledning måste komplettera avstämningen av arbetets fortskridande mellan seminarierna.

Det går inte utifrån enkätsvar och statistik påvisa att kvalitet och genomströmning ökat med den prövade modellen under denna första testårgång.

1) Sammanfattning av intryck från språkhandledningen

Språkhandledningen har varit till stor nytta och hjälp för studenterna, utifrån de texter lästs och frågor som besvarats under arbetets gång. Språkgranskning sker bara ungefär halvvägs i processen, och det är svårt att bedöma hur stor betydelse språkhandledningen haft när det kommer till slutprodukten.

Förslag till förändringar i språkhandledningen;

- Extra föreläsning om rapportskrivning inom seminarieserien
- Mallen revideras enligt ovan
- Studentens medverkan i språkhandledningen förtydligas.
- Språkhandledning på inlärningsnivå.
- Ett referenssystem används gemensamt på GDK?
- Klara roller mellan handledare med olika uppdrag
- Ett *seminariepass* med föreläsning och handledning under en dag i Norrköping?
- Utvärdering från studenterna angående språkhandledning

B. Diskussion

Som tidigare nämnts påverkades projektet av en rad faktorer projektet såsom ändrade rutiner angående handledare och examinators roller. Förändringar i rutinerna med rapportering kring examensarbeten i X-Sys fördröjde information till

handledare, och försvårade arbetet.

Ett problem som framträdde under projektet och som lärargruppen uppfattar som specifikt för programmet Grafisk Design och kommunikation är det nära samarbetet med företag som ofta är grunden för ett examensarbete inom programmet. Arbetet ska då leda fram till en produkt och studenterna tvingas anpassa sig till t.ex. företagets tidsplan eller särskilda önskemål. Detta påverkar arbetet med rapporten, och det akademiska kravet på arbetet kan uppfattas stå i vägen för samarbetet med företaget.

Lärargruppen menade att ett av projektets resultat kan anses vara att en ”GDK-standard” för examensarbeten håller på att växa fram. Projektet har medfört att lärargruppen förtydligat hur ett examensarbete på GDK bör se ut. Vilka typer av arbeten är fruktbara, vilka metoder och teorier kan användas, och hur bör programmet förhålla sig till just samarbeten med externa intressenter? För att ytterligare bestämma denna standard kan t.ex. förslag på ämnen till examensarbeten kopplas till pågående projekt inom programmet, och även till tidigare framlagda examensarbeten.

Lärargruppen är enig om att arbetsformen kan leda vidare, och modellerna och arbetsformerna kan vidareutvecklas.

Självvärdering av kurser – nyttan ur olika perspektiv

Ida Klasén, *Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm*

***Abstract*—Att tillgodose studentens möjlighet att inom ett utbildningsprogram ha möjlighet att uppnå de fodringar vilka examensordningen ställt upp är utbildningsprogrammets huvudsakliga syfte. Här redogörs för *metoden målmatriser och självvärderings på kursnivå* som inom ramen för KTHs utvärderings- och utvecklingsarbete har utformats för att på ett effektivt och enkelt sätt stödja befintliga utbildningsprogram i att utreda i vilken grad de möjliggör för studenten att uppnå målen. Metoden har även visat sig utgöra en god grund för att skaffa sig fördjupad kunskap om progressionen gällande kunskap, färdigheter och förmågor samt verka som en utgångspunkt i vilken strategiska beslut om nödvändigt och önskvärt utvecklingsarbete kan starta.**

***Index Terms*— målmatriser, kvalitetsarbete, constructive alignmment, måluppfyllelse, utbildningsprogram**

I. Introduktion

Denkursstruktur som existerar i den svenska högskolan idag innebär utmaningar för skapandet och utvecklingen av programutbildningar. Vanligen har en enskild kurs ett definierat ämnesinnehåll men även i viss mån inslag av färdighetsutvecklande element[1]. Ett utbildningsprogram har till uppdrag att samla kurser som gemensamt utgör en grund för den studerande så att denna under sin utbildning har möjlighet att uppnå de examensmål som finns uppsatta i nationell- och lokal examensordning. Speciellt för yrkesutbildningar står inte enbart ämneskunskap i fokus utan minst lika stor vikt läggs vid att studenten under sin utbildning utvecklar färdigheter som erfordras för yrkesutövningen [2].

Utbildningssystemets struktur och upplägg innebär att ingående obligatoriska kurser i ett utbildningsprogram måste, i samförstånd med varandra, verka för att samtliga mål i examensordningen uppnås. Detta inkluderar så väl de ämnesmässiga målen som målen gällande färdigheter och förhållningssätt. Vid skapandet av nya utbildningsprogram kan detta tas i beaktan och strukturerbyggas upp som tillgodoser en progression gällande både ämneskunskaper, färdigheter och förmågor genom hela utbildningen. För befintliga utbildningsprogram så måste processer skapas och frågan om målens uppfyllnadsgrad belysas och utredas. Ett utbildningsprogram står under ständig förändring [3] vilket kan medföra att förändringar av system och enskilda element lätt kan utebli om inte planer och strukturer kan dokumenteras på lämpligt och lättillgängligt sätt. Ur ett kvalitetsperspektiv är tydlighet i dokumentation med vilka kurser eller kurselement som gemensamt bär huvudansvaret för att tillgodose att studenten har möjlighet att uppnåmålen både viktiga från ett lärosätes- och myndighetsperspektiv, men också viktigt för studenterna, ur etträttssäkerhetsperspektiv, att få en utbildning som dokumenterat möjliggör att de uppnår programfodringar. Utbildningens begränsade resurser och många gånger nedprioritering till förmån för forskning innebär att ett arbeta för att utreda och utveckla kursernas bidrag till att möjliggöra för studentens måluppfyllelse måste vara effektiv gällande såväl humana som ekonomiska resurser.

II. En metod för att systematisera och dokumenteramåluppfyllelse

A. Studenten ska ges möjlighet att uppnå målen

Utbildningsprogram är konstruerade för att den studerande ska ha möjlighet att inom utbildningsprogrammets ämnesområde läsa kurser som tillser att den studerande har en reell möjlighet att uppnå de mål som examensordningen statuerar. Ingående kurser i ett utbildningsprogram skall alltså alla samverka för att studenten ska ges möjlighet att utveckla kunskap, färdigheter, förmågor och förhållningsätt som når upp till målen. Studentens utveckling bör därför stå i fokus vid planering och genomförande av kurser. En kurs bidrar i sig alltså inte till att målen uppfylls utan bidrar till möjliggöra för studenten att uppnå målen. Därmed blir det centralt att titta på kursen ur de tre perspektiven i constructivealignment och hur dessa samspelar med varandra. Samt att se studentens roll och möjlighet att ta ansvar för att uppnå uppsatta mål. Allt för att bedömningen skall kunna göras av om studenten kan uppnå målen. Med *bidrag tillmåluppfyllnad* menas här efter att en kurs bidrar till att studenten ge förutsättningar att uppnå målen.

B. Tidigare erfarenheter

Tidigare granskningar gjorda av extern part av utbildningsplaner för ingående kurser i ett utbildningsprogram har visat på brister vad gäller tillförlitlighet [1]. Bemötandet av resultatet från en sådan utredning visade att reella innehållet i kursen många gånger inte överensstämmer med de skrivningar som finns i befintliga kursplaner. Ej heller beskriver kursplaner hur undervisningen bedrivs praktiskt eller hur examinationsuppgifter är formulerade. En extern granskning (gjord av en person) blir begränsad till den skriftliga dokumentation som finns vilken kan vara bristfälligt.

Ur resurseffektivitetssynpunkt kan även tidigare använda metod diskuteras då det för en extern granskare innebäromfattande inläsningen och resultatet, vilket har visats, blir bristfälligt.

C. *Ny struktur bygger på delaktighet*

Inom ramen för det programstöd som erbjudits programmen under självvärderingsprocessen i KTHs interna utvärdering EdicationAssessmentExercise (EAE) har en metod för att effektivt utreda hur väl ett utbildningsprograms ingående kurser bidrar måluppfyllelse utformats, skapats och används. Målsättningen med den nya struktur som utformades för att kunna kartlägga måluppfyllelse var att den nya metoden skulle avhjälpa de brister som identifierats vid tidigare arbeten då måluppfyllnadsgraden kartlagts på programnivå. Nyckelord att sträva efter var

- effektivitet
- enkelhet,
- delaktighet
- hållbarhet.

Med effektivitet menas att resurser i form av personers nedlagda tid samt kostnader ska hållas så låga som möjligt. Metoden bedömdes även behöva vara enkel i sin utformning så att inga större hinder förelåg användarna, även detta var en viktig parameter i att göra processen effektiv. Utifrån lärdomar från tidigare projekt bedömdes delaktigheten från undervisande lärare vara viktig för att kartläggningen skulle bli så nära det reella förfarandet som möjligt. Behovet av delaktighet stärkte ytterligare att effektivitet var viktigt då många personer var tvungna involveras.

Den nya metoden – målmatriser och självvärdering på kursnivå – syftar till att möta alla de kriterier som är satta för att kunna utvärdera måluppfyllnadsgraden.

III. MÅLMATRISER – SJÄLVVÄRDERING PÅ KURSNIVÅ

A. *Den enskilde kursen*

Genom att samtliga kurslärare för obligatoriska kurser som ingår i ett utbildningsprogram själva beskriver sin kurs bidrag till de olika examensmålen i enlighet med constructivealignmentskapas underlag för att utreda och behandla måluppfyllelse för ett helt program.

Självvärdering av kurser sker genom att varje enskild kurslärare utgår från respektive examinas examensmål och för sin kurs anger på vilket sätt kursen i någon utsträckning bidrar till att studenten har möjlighet att utveckla sådana kunskaper, färdigheter, förmågor och förhållningssätt som erfordras för att examensfordringarna ska vara uppfyllda. Redogörelsen för kursens bidrag till examensmålen sker utifrån tre angreppsätt – kursmål, kursinnehåll och examination, helt i linje med construcivealignment. Den bärande idéen är att den enskilde läraren så explicit som möjligt, med ord och exempel, för varje perspektiv ska beskriva hur kursen bidrar till studentens möjlighet att uppnå mål eller delmål i examensordningen. Som stöd kan läraren använda sig av giltig kursplan och tidigare utformad examination, dock är det viktigt att påpeka att det är vad som verkligen händer i kursen som är det centrala, inte vad styrdokumenten reglerar. Figur 1 illustrerar hur en målmatris är utformad.

Hur kursen bidrar till studentens måluppfyllelse genom:	Mål 1 ur examens-ordningen	Mål 2 ur examens-ordningen	Mål 3 ur examens-ordningen	Mål 5 ur examens-ordningen	Mål 6 ur examens-ordningen	Mål n ur examens-ordningen
A Vad som står i kursmål/vad som borde stå i kursmål						
B Vad studenterna gör under kursen						
C Hur kursen examineras						

Figur 1 - exempel på hur en målmatris är utformad. För varje mål i examensordningen anges för varje ingående kurs i utbildningsprogrammet hur kursen bidrar till att möjliggöra för studenten att uppnå examensfordringarna.

B. *Att tillämpa constructivealignment*

Målmatrisarbetet bygger på att constructivealignment används vid lärarens analys av den egna kursens bidrag måluppfyllelse. Hur kursen undervisas samt examineras styr hur möjligheten är för studenten att uppnå målen samt visar att målen är uppnådda. Examinationen är även den enda kontrollmekanism som finns som kan kontrollera om uppsatta mål är uppnådda av studenten. Vidare är kursmålen det enda sättet som en enskild student samt en kontrollinstans kan förvissa sig om vilka mål som ska uppnås i enskilda kurser. Figur 2 illustrerar exempel på hur en målmatris för en specifik kurs kan vara konstruerad. Figuren illustrerar olika typfall av hur lärare anser att deras kurs bidrar till studentens måluppfyllelse. I fall *mål 6* är målsamverkan fullständig. Såväl mål, aktivitet som examination kan påvisas finnas och alla villkor för constructivealignment kan anses vara uppfyllda. I fall *mål 2-5*uppfylls inte samtliga villkor för att constructivealignment modellen skall anses vara helt uppfylld. Likväl har kursen mål, aktiviteter och examination var för sig eller i någon kombination som indikerar att kursen bör kunna bidra till studentens måluppfyllelse för respektive mål. Utifrån ett utvecklings- och förbättringsperspektiv är denna kunskap central och viktigt.

Målen i examensordningen är skrivna i relativt allmänna ordalag och varje enskilt mål innehåller flera olika aspekter. Ett bidrag till att möjliggöra att studenten kan uppnå målen kan ligga så väl på delmålsnivå som generellt för hela målet. Ett illustrerande exemplet är målet för kommunikation för civilingenjörsexamen. I examensordningen för given examina står [2]:

Förcivilingenjörsexamenskallstudenten

> *visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt i dialog medolika grupper klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som liggertill grund för dessa.*

Möjligheten finns att enskilda kurser bidrar till hela målet. Mer troligt, i en utbildningsstruktur där färdighetsträning integreras med ämneskunskaper [4],är att kursen enbart bidrar till att ett delmål av målet uppfylla. Exempelvis kan en kurs bidra till att möjliggöra för studenten att utveckla sin skriftliga förmåga ur ett nationellt perspektiv eller kanske den muntliga förmågan i dialog ur ett internationellt perspektiv. Oavsett vilket som är fallet så bidrar kursen till att möjliggöra för studenten att kunna uppnå erforderliga mål.

Hur kursen bidrar till studentens måluppfyllelse genom:	Mål 1 ur examens-ordningen	Mål 2 ur examens-ordningen	Mål 3 ur examens-ordningen	Mål 5 ur examens-ordningen	Mål 6 ur examens-ordningen	Mål n ur examens-ordningen
A Vad som står i kursmål/vad som borde stå i kursmål		*Beskrivande text och exempel*		*Beskrivande text och exempel*	*Beskrivande text och exempel*	
B Vad studenterna gör under kursen		*Beskrivande text och exempel*	*Beskrivande text och exempel*		*Beskrivande text och exempel*	
C Hur kursen examineras			*Beskrivande text och exempel*	*Beskrivande text och exempel*	*Beskrivande text och exempel*	

Figur 2 – stilleriserat exempel på hur en ifylld målmatris kan se ut. Att hela kolumnerna under respektive mål ej är fyllda med beskrivande text påvisar en brist i hur väl constructivalignment fungerar i kursen eller att mål enligt kursplan ej överensstämmer med kursen reella innehåll.

Att en kurs bidrar till att studenten möjliggörs att uppnå samtliga mål i examensordningen är mycket sällsynt och ej heller nödvändigt (bortsätt från examensarbetet?). Tomma kolumner skall därför inte antas vara ett problem i en enskild kurs. En enskild kurs utgör inte en hel utbildning. I den utbildningsstruktur som råder idag utgörs en utbildning av en samling av kurser som tillsammans skall tillgodose att studenten kan uppnå målen. Ett programövergripande förhållningssätt till måluppfyllelse är därför nödvändig.

C. *Ett programperspektiv*

För att en fullständig analys av måluppfyllelse krävs att även ett helhetsperspektiv tas krig självvärderingarna av kurserna (målmatriserna). Utifrån kurslärarnas värderingar av de enskilda kurserna behövs en samlad genomgång av programmets samtliga obligatoriska kurser genomföras. En sådan sammanställning tydliggör i ett första steg vilka mål som borde vara uppfyllda utifrån vad självvärderingarna ger utryck för samt vilka mål som studenten kommer ha svårigheter att uppnå, dvs. mål som få eller ingen gång finns representerade i de ingående kursernas målmatriser. Ytterligare behöver en analys göras av hur man behandlar bidrag till måluppfyllelse där kursen inte entydigt visar att man bidrar till målen, att komponenterna iconstructivaligment inte fullständigt är uppfyllda (fall mål 2, 3 5 fig. 2).

Vidare är det viktigt att ta i beaktan att en sammanställning av utbildningsprogrammets samtliga ingående kurser inte entydigt redogör för om studenten möjliggörs att uppnå målet i sin helhet eller om enbart vissa delar av målet i examensordningen kan uppnås.

I exemplet med civilingenjörsexamens mål gällande kommunikation kan ett utfall av en programsammanställning av målmatriser vara att flertalet kurser bidrar till studentens möjlighet att uppnå målen *men* att det i en djupare granskning visar sig att något av delmålen fallit utanför, till exempel att skriftlig förmåga tas i beaktan men inte den muntliga.

För att kunna bedöma om ett utbildningsprograms kurser i tillräckligt stor grad möjliggör för studenten att kunna uppnå målen i examensordningen efter genomgången utbildning krävs en djupare analys av var och ett av examensordningens mål. Målmatrisarbetet har dock underlättat för denna fördjupade analys genom att sortera vilka av de ingående kurserna i utbildningsprogrammet som bidrar till att studenten kan uppnå respektive mål. Ytterligare en faktor att djupare studera är om progression gällande utveckling av färdigheter och förmågor föreligger.

IV. Nyttan ur utvecklingsperspektiv

I avsnitt II och III redogörs för hur självvärderingen är ett verktyg för att utreda och belägga studentens möjlighet att, genom att läsa programmets ingående obligatoriska kurser, uppnå målen i examensordningen. Testförsök under utvärderingsprojektet EducationAssessmentExercise (EAE) vid KTH under våren 2011 visade att verktyget/metoden även utgjorde en bra grund för vidare kurs- och programutveckling.

A. *Programutvecklingsperspektiv*

Ur ett programutvecklingsperspektiv öppnar målmatrisarbetet många insikter om utvecklingspotensial inom programmet och programmets olika kurser. I sammanställning av programmets sammanlagda möjlighet för studenten att uppnå samtliga examensmål kan först och främst ojämnheter eller luckor i hur målen finns representerade i programmets kurser identifierats. Vidare så möjliggör en djupare analys även en kartläggning om kunskaper lärs ut i progression eller om utbildningen ”står och trampar”. Utifrån sådana insikter kan nödvändigt utvecklingsarbete ur ett programperspektiv planeras.

B. *Kursutvecklingsperspektiv*

Ur ett kursutvecklingsperspektiv bidrar arbetet med självvärdering av enskilda kurser till att tydliggöra att kursen befinner sig i ett utbildningsprogram och även har ansvar för att tillsammans med resterande kurser tillse att studenten möjliggörs att kunna uppnå målen. Kursansvariga lärare blir upplysta kring utbildningsprogrammets examensmål och ges möjlighet att förstå ”sin” kurs roll i utbildningsprogrammet. Vidare visade erfarenheter från EAE att kurslärarna blev uppmärksammade på att kursplaner, kursmål och föreskrifter kring examination inte alltid överensstämde med deras syn på kursen. Kurslärarna blev även genom att utföra en självvärdering varse att constructivalignment inte genomsyrade den verksamhet som kursen bedrev.

Att genomföra en självvärdering skapade insikter hos lärarna om vilken form av utveckling som erfordras i kursen. Tillsammans med resultat utifrån ett programperspektiv kan kurserna även behöva utvecklas, vissa kurser kan behöva ta ansvar för mål som inte finns representerade i tillräckligt hög grad.

V. Erfarenheter och lärdomar

Under Education Assessment Exercise (EAE) användes metoden för första gången i större skala. Erfarenheterna därifrån påvisar både styrkor och svagheter som behöver utvecklas. Då ingen utvärdering har genomförts av metoden av de lärare och programansvariga som tillämpat målmatriser ännu är genomfört redovisas här de styrkor, svagheter och deutvecklingsmöjligheter som hittills under arbetets gång har identifierats.

A. Styrkor

Självvärderingen är mycket tidseffektiv räknat i den tid som den enskilde läraren behövde lägga ner på själva självvärderings arbetet. För en lärare uppskattades självvärderingen ta maximalt en timma i anspråk (inkl. en kortare introduktion till metodik och begrepp). Programmets samlade målmatriser innehåller mycket information som kan vara användbar vid planering och genomförande av utvecklingsarbete.

B. Svagheter

Metodens enkelhet till trotts har genomförandet (lärarnas ifyllning av matriserna) visat sig inte vara helt trivialt. Lärarna uttryckte att de hade svårigheter att tolka de allmänt formulerade målen i nationella examensordningen. De hade också svårt att på ett deskriptivt sätt beskriva sin kursverksamhet utifrån constructiv alignment där studentens aktivitet och arbete under kursen och examination sätts i fokus. Att enbart låta lärare arbeta med målmatriserna utan handledning har visat sig ge ett sämre resultat. Än så länge är inte systemet självgående utifrån det perspektivet.

C. Utvecklingsmöjligheter

Hittills har ett par områden kunnat identifierats kring vilka utveckling av modellen kan vara nödvändig. Själva modellen har visat sig vara fungerande, hittills har dock merparten av arbetet skett med papper och penna. För att minimera dubbelarbete (t.ex. kurser som är liknande, samma kurs på olika program) skulle ett elektroniskt verktyg var behjälpligt. Försök att via e-enkäter genomföra självvärderingarna har hittills varit problematiska, med sämre resultat till följd. Vidare bör metoder för hur en fördjupad analys av måluppfyllelse av enskilda mål på programnivå tas fram. Detta gäller inte minst för de enskilda utbildningsprogrammen. Dessa bör även utveckla strategier för hur inblandade lärare i programmets kurser kan medvetengöras om målen och tolkningen av dessa utifrån det enskilda programmet (dvs. vad betyder god muntlig förmåga för utbildningsprogram x).

Referenser

[1] I. Klasén, ”Weak representation of engineering skills in learning objectives and assessment – structural problems”*Proceedings of the 6th international CDIO conference*,ÉcolePolytechnique, Monteral, 2010

[2] Högskoleförordningen bilaga 2

[3] KTHs kvalitetspolicy http://intra.kth.se/regelverk/policyer/kvalitetspolicy-1.80513

[4] K. Edström, I. Klasén, M. Hanson, S. Karlsson, E. Malmström Jonsson, ”Strategier för utveckling av samtliga KTHs ingenjörsutbildningar – anpassning och uppdatering av CDIO- modellen”, *2:a utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Lund 2009

Ida Klasén MSc och MEd arbetar vid skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, KTH, som pedagogisk utvecklare.

Reflections on student opinions before and after the final exam – The variability of questionnaires

Claes Niklasson
Chemical Reaction Engineering, Department of Chemical and Biological Engineering, Chalmers

Abstract — Student course evaluations are important tools for direct evaluation of student appreciation of courses. At Chalmers they are traditionally executed in terms of mid meeting with students and teachers followed by a written student questionnaire and the follow up meeting with students, student centre representatives and teachers where recommendations for future development can/will be suggested. The written questionnaire is considered as the hard and true facts about the perception of the course quality from a student point of view. The year 2010 we tried to take a footprint on the questionnaire responses before the examination and compare that with the responses after the examination. Preliminary results indicate that the response for the course questionnaire show significant differences indicating that the examination for somewhat reason has changed the perception of the teacher's pedagogic ability and general perception of the course. This paper will show the interesting results on this but also show how to use repeated questions to check if the student opinion also changes during the filling of the questionnaire. Chalmers has in many ways a very good way of evaluating courses and programs but here will suggestions for further improvement and quality assurance of the courses be suggested. The aim of this paper is not to provide solutions but to discuss problems and opportunities with written questionnaires as one important source for quality assurance of courses.

I. Introduction

High quality in the world of University Education is desirable but can be ambiguous when used in measuring teaching and learning. The definition and interpretation on how to measure quality of courses, programs and other related objects varies between subjects, aims, and persons and so on differs1 a lot. In every Universities the quality of a specific course is measured or valued by a number of factors such as, teaching capability, aims and goals coupled to assessment, administrative quality, how well the course fits in to a special program and so on. In engineering Universities such as Chalmers the main part of the courses are directly connected and integrated into a specific program structure (Högskoleingenjörer, Civilingenjörer, Arkitekter …) which means that the courses also have to be evaluated in terms of progression aspects within the program. In many Universities the direct and annual measurement of the quality (student perspective) of a course is measured by student evaluations in different forms. Other forms of evaluation of courses might include the use of visiting committees, self evaluations and or external evaluators' which is the tradition in many Asian and Anglo-American countries. Evaluation and revision of programs are very often only executed on a more long term structure in for example 5 to 10 years. The use of written student questionnaires can be questioned and discussed as a control measurement of course quality but it is definitely one important input for direct improvement of courses. The written questionnaire as the tool is discussed in this paper especially in view of how to develop and design them, time when answering them and also on how to evaluate the results.

In the course Experimental design (KBT120, KKR031), which is compulsory in the biotechnology program on the bachelor level (3d year) and semi compulsory in the Master program Innovative and Sustainable Chemical Engineering in the first semester, written questionnaire has been used in the quality assurance process. The course has over the years been appreciated by the students both in terms of the problem based learning project, learning environment and also for that the course content is considered as very useful for the student's future career. However the opinion that the results from the questionnaire might change during the course and especially before and after the examination is flourishing among teachers. For this reason the questionnaire always has been delivered before the examination date and the additional evaluation on how the examination been done separately thereafter. For the last couple of years when the questionnaire process is centralized the questionnaire answering time is covering the full period 1 week before and 1 week after the examination. This means that the results will be the average over the full period. Usually 50% of the students answer the questionnaire before and 50% after the examination.

II. Results

The year 2010 we tried to take a footprint on the questionnaire responses before the examination and compare that with the

responses after the examination. The course is attended by about 100 students annually and the response before the examination was based on 21 students and after the examination additionally about 32 students. The questionnaire used in this paper is developed in cooperation with professionals concerning design and formulation of questions and answer alternatives. The full questionnaire can be seen in appendix. One recommendation we got was that we should always repeat the fundamental question about the course quality which means that this question was both first and last in the questionnaire. The idea behind this was to see if the responses were different comparing the first impression and the response after the more specific questions about different parts of the course and aim fulfillment. The figure 1 shows clearly that this is the case. The student's first impression (Question 1 = Q1) is very good but when they answer the same question again in the same questionnaire (Question 33 = Q33) the response is more moderate (but still good). Fig 1 shows only the responses before the examination and this clear difference is not visible if you compare the questions for the student group answering after the examination (not shown).

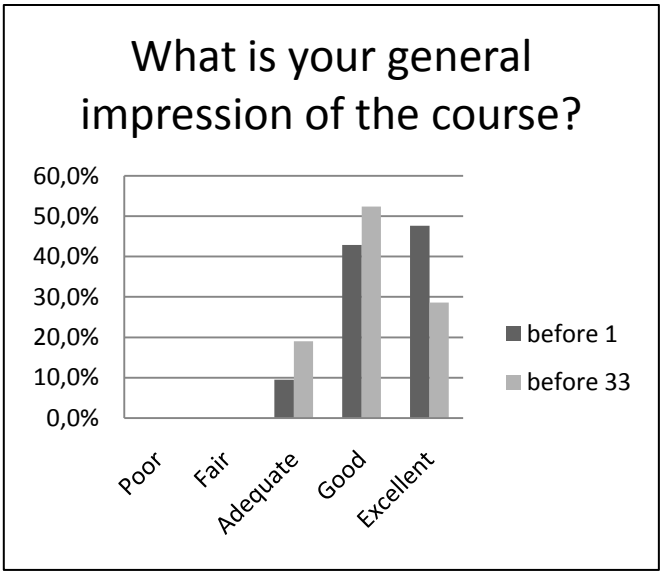
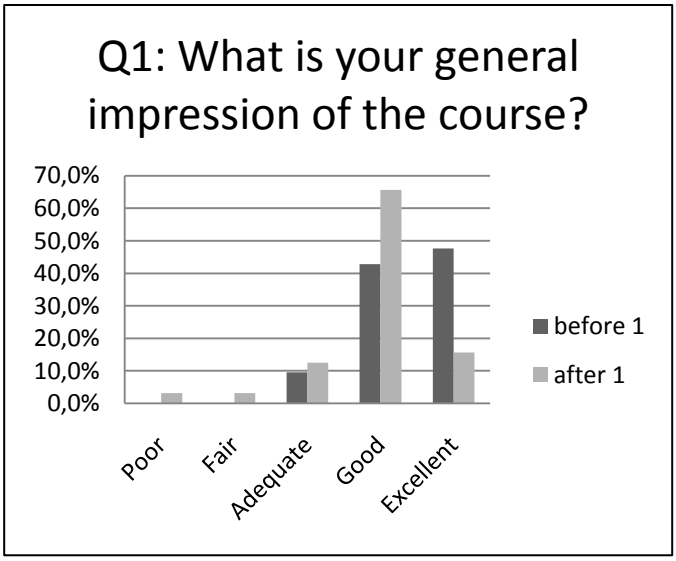


Figure 1: Student response before date of examination; questions nr 1 and 33.

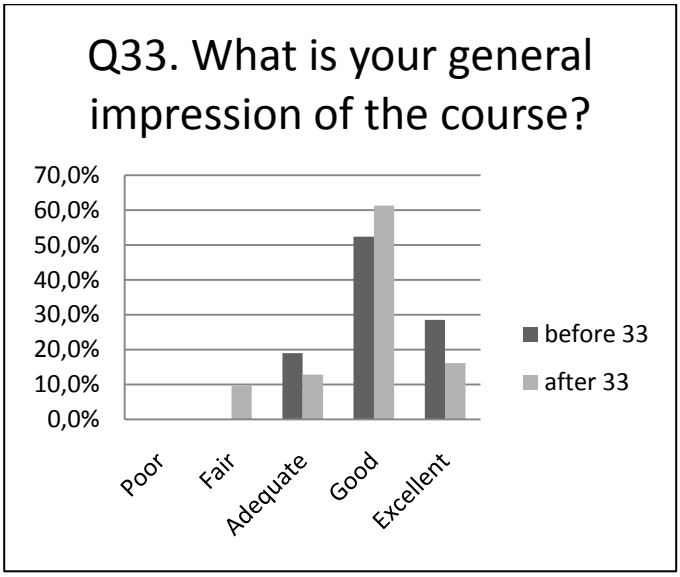
Figure 2 and 3 shows the results of the same question as in fig 1 but compares the results before and after examination. The difference for question 1 is clear but for question 33 the difference is not that pronounced. For Q1 the change from 48 % answering excellent has changed to only 15 % after the examination.

Can the clear difference between the responses be explained by an effect of that different "types" of student answer before and after the examination? To find out this we also can compare other questions not concerning the quality of teaching but also on other subjects. Question 25 and 26 concerns the cooperation between students and also how the student estimates the workload for the course.

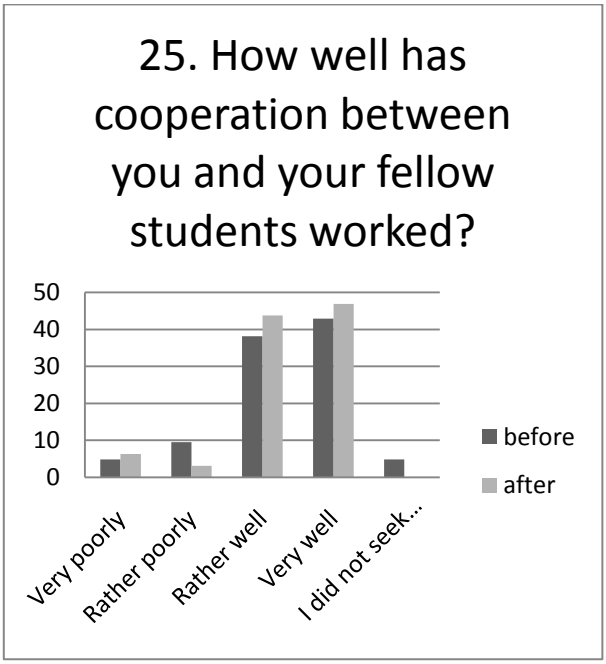
Here you can see only minor differences between the two response groups. This might be an indication of that the students opinion change more in questions about the quality of teaching and course content than on other issues. This implies no major differences between the two student groups answering before and after examination. We could also compare the student appreciation of different teachers. Figure 6 and 7 shows the student opinion about the teaching quality before and after examination for the examiner and another teacher not involved in the examination. In these figures the negative change for the examiner is much more drastic than for the other teacher.



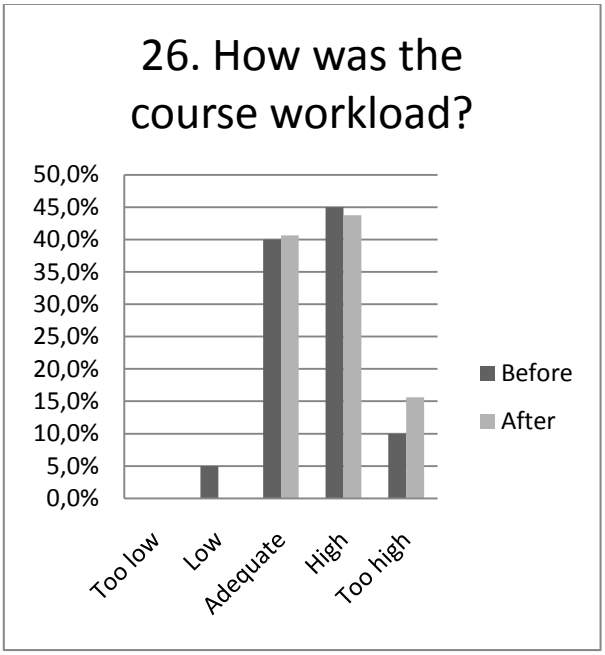
Figur 2: Student response after and before examination Q1



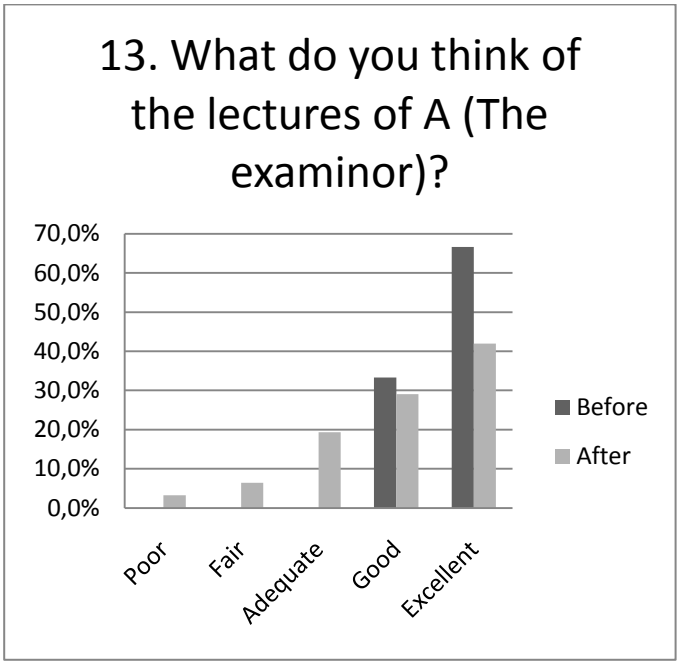
Figur 3: Student response after and before examination Q33



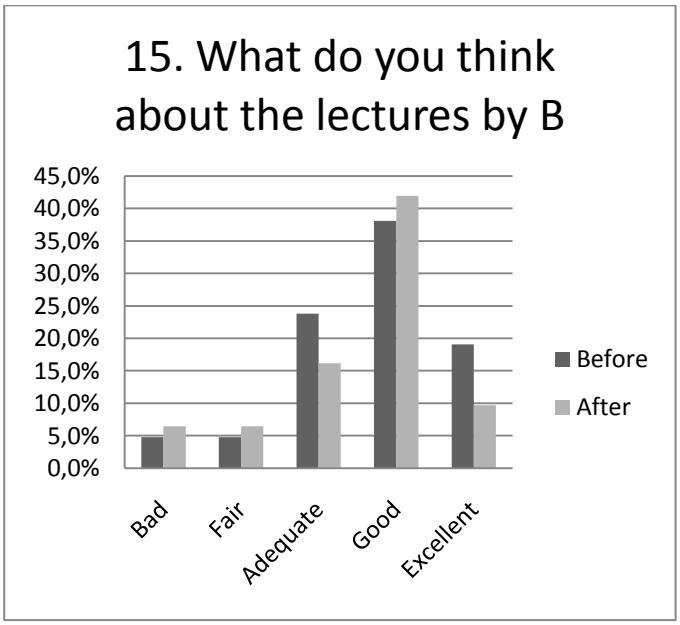
Figur 4: How well has cooperation between you and your fellow students worked?



Figur 5: How was the workload - Question 26.



Figur 6: What do you think of teacher A (examiner).



Figur 7: What do you think about the teacher B (not examinor).

III. DISCUSSION

The results clearly show how the student opinion changes if questions are in the beginning of a questionnaire instead of last. Why is this so? Well the first impression of the course might change when going through the questions about what is good and what can be improved in a course. Whether the negative change in this course is general must be examined further and more explored. The more important question probably is which opinion is the correct one. Should we use the average or? Of course the questionnaires are guidance for improvement and should not be used as the only true evaluation of a course quality. The difference in responses before and after the examination is somewhat difficult to understand. Some differences might be explained by the fact that the students answering before the examination are different from the ones answering after. The use of calibrating questions as described in this work can be used to separate these effects. The different trends in answers before and after examination for different teachers indicate that there is an effect of the examination on the responses on teaching abilities. In this paper this is negative but can probably in other cases be positive depending on the structure of the examination. The important thing is not which way but that there can be a change.

IV. CONCLUSION

The questionnaire responses for questions relating to quality (teachers/course, and so on) depends largely on how/where the questions are put and if the questionnaire is answered before or after the examination. Especially is this result obvious in deciding the quality assurance of teachers, examiner, course quality and so on. The assessment/examination is an important part of the course and must be included in the evaluation of a course. The question is then should it be in the questionnaire or evaluated in another manner.

This work is based on a limited number of student responses on one questionnaire 2010 and should/must be repeated and further examined in larger student groups.

V. RECOMMENDATION

If you want “better” or more accurate results the suggestion is to do the questionnaire before the examination. This is probably even more important if you do not have a standard examination with the aim of measuring capabilities and deep understanding of a subject (not standardized). Always put the summarizing question first before the more detailed questions about the course and maybe repeat it again in the end. To avoid the effect of examination on the questionnaire results always do a separate questionnaire (or evaluate it differently) concerning the examination/assessment quality in terms of course goals, pedagogic methods and so on and separate this from grading of the teaching quality.

APPENDIX

1. What is your general impression of the course?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent

2. What type of student are you?

Master student MPISC
Biotechnology student
Master student (not MPISC)
PhD student
Other

3. If you are a Master student - are you?

Swedish
International

4. Gender?

5. How many hours per week did you spend on this course?
We mean total time, that is, it comprises the time you spent in class and the time you spent on your own work.
Try to estimate the average time over the entire study period.

At most 15 hours/week
Around 20 hours/week
Around 25 hours/week
Around 30 hours/week
At least 35 hours/week

6. How large part of the teaching offered did you attend?

0%
25%
50%
75%
100%

The course syllabus states the course goals in terms of learning outcomes, i.e., knowledge, skills and attitudes to be acquired by the student during the course.

7. How understandable are the course goals?

Course goals:

After the course the students must be able to:
Plan experiments according to a proper experimental design
Choose the appropriate experimental design for different circumstances.
Analyse and evaluate experimental results properly according to different methods (ANOVA, regression ...)
Describe and apply fundamentals (in statistics and exp design) such as hypothesis testing, degrees of freedom, factorial design, and regression and so on according to course material.

I have not seen/read the goals
The goals are difficult to understand
The goals give some guidance, but could be clearer
The goals clearly describe what I am supposed to learn

8. Are the goals reasonable considering your background and the number of credits?
Answer this question and the succeeding one, only if you do know the course goals.

No, the goals are set too low
Yes, the goals seem reasonable
No, the goals are set too high

9. Did the examination assess whether you have reached the goals?

No, not at all
Quite OK
Definitely
I don"t know/have not been examined yet

10. How was the subject coverage of the lectures ?

They covered too little material
About right
They covered somewhat too much material
They covered much too much material
Don"t know/did not attend

11. How large part of the lectures offered did you attend?

0%
25%
50%
75%
100%

12. To what extent did the lectures help you learning?

Small extent
Some extent
Large extent
Great extent

13. What do you think of the lectures of A?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent
Did not attend

14. What do you think of the lectures by B?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent
Did not attend.

15. What do you think about the lectures by C?

Bad
Fair
Adequate
Good
Excellent
Did not attend

16. This course was taught in English. How would you grade the teachers (lecture) ability to teach in English.

Very low
Low
Adequate
Good
Excellent

17. To what extent has the teaching been of help for your learning?

Small extent
Some extent
Large extent
Great extent

18. To what extent has the course literature and other material been of help for your learning?

Small extent
Some extent
Large extent
Great extent

19. What do you think about the tutorials/calculations?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent

20. How well did the course administration, web page, handouts etc work?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent

21. What do you think about the optimization project?

22. How well do you think that the optimization project supports your learning about the course content?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent

23. How well do you think that the MVA (Multi Variate Analysis) project supports your learning about this subject?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent
I have not done the MVA part

24. How were the opportunities for asking questions and getting help?

Very poor
Rather poor
Rather good
Very good
I did not seek help

25. How well has cooperation between you and your fellow students worked?

Very poorly
Rather poorly
Rather well
Very well
I did not seek cooperation

26. How was the course workload?

Too low
Low
Adequate
High
Too high

27. How was the total workload this study period?

Too low
Low
Adequate
High
Too high

28. Level of course content presented in the course was:

too low
Reasonable
too high

29. Do you think the course should cover more or fewer topics?

more
reasonable
fewer

30. Do you think the course content will be useful in your future career?

Not at all
Some of it
Probably
Definitely

31. What should definitely be preserved to next year?

32. What should definitely be changed to next year?

33. What is your general impression of the course?

Poor
Fair
Adequate
Good
Excellent

THE AUTHOR

Claes Niklasson is Professor in Chemical Reaction Engineering at Chalmers since 2000. The main research area is bioreaction engineering with more than 60 published research papers in well known international journals. The great interest in teaching and pedagogical projects is indicated by more than 20 pedagogic publications and over 50 pedagogic presentations internationally and 25 pedagogic projects including teacher exchange with Indonesia and Malaysia for over 10 years. He has also been the project leader for the Chalmers project IMPACT concerning development of new Master Programs at Chalmers 2007. Claes is presently the Vice Head of Department in the Chemical and Biological Engineering Department responsible for undergraduate teaching and also the external examiner for University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia in the Chemical Engineering Department. The largest courses Claes teach and examine in Chalmers are the courses in Experimental Design and Analysis and Bioreaction Engineering.

Utvärdering av förståelse på skriftlig tentamen

Anna Lindholm, Anders Widd, Aivar Sootla, Anna-Lena Sahlberg

***Sammanfattning*—I tidigare studier har det visats att examinationen i hög grad styr hur studenterna kommer att studera under en kurs. Därför är det viktigt att examinationen inte bara testar ytliga kunskaper och beräkningsförmåga, utan även förståelse. I denna artikel diskuteras olika sätt att utvärdera studenternas förståelse genom att analysera resultaten på skriftliga tentamina. En fallstudie på Institutionen för reglerteknik vid Lunds tekniska högskola presenteras och möjliga åtgärder för att öka förståelsen hos studenterna diskuteras.**

I. Inledning

En återkommande fråga vid konstruktionen av examination vid högskolor är hur studenternas kunskap ska testas på bästa sätt. Ett verktyg som kan användas till att mäta graden av studenters kunskaper och förståelse är SOLO-taxonomin (Structure of the Observed Learning Outcome) [1]. Målet för de flesta högskoleutbildningar är att studenterna ska nå de högsta nivåerna i taxonomin [2], det vill säga kunna generalisera och ställa upp hypoteser. Examinationen är en viktig del av undervisningen, eftersom det har visat sig att den i stor grad styr hur studenterna kommer att studera under en kurs [2]. Studenter som har ett strategiskt inlärningssätt kommer att försöka bedöma vilken typ av kunskap som behövs för att få bra betyg på tentamen, och sedan fokusera sina ansträngningar på att lära sig detta [3]. I en fallstudie på Institutionen för reglerteknik vid Lunds tekniska högskola (LTH) undersöktes och analyserades resultaten på mer och mindre förståelseinriktade uppgifter på tentamina i grundkursen i reglerteknik. Målet var att analysera effekterna av införande av en mer förståelsebaserad tentamen och hitta konkreta strategier för att förbereda studenterna för förändringar av examinationens utformning.

II. Analys av problemet

A. Studenters inlärningsstrategier

Ett ytinriktat inlärningssätt är inriktat på memorering, snarare än förståelse. Det betyder att studenterna strävar efter att komma ihåg saker som de tror kan vara viktiga för tentamen, men inte försöker sätta in det de lär sig i ett helhetsperspektiv. Ett djupinriktat lärande, å andra sidan, går ut på att försöka förstå helheten i det ämne man studerar. Vilket av dessa inlärningssätt studenterna anammar har visat sig bero på vilka motiv de har med sina studier. Om deras mål är att enbart få godkänt på en kurs, kommer studenterna i högre grad anamma ett ytinriktat inlärningssätt. Om de är väldigt intresserade av ett ämne kommer de att sträva efter att lära sig så mycket som möjligt och försöka förstå helheten, dvs. de kommer att anamma ett djupinriktat inlärningssätt [3]. Studenter som studerat några år tenderar tydligare än nya studenter att se målet med studierna, t.ex. vid ingenjörsutbildningar börjar de se målet att bli färdiga ingenjörer, medan nyare studenter oftare har som mål att klara tentamen [4].

En del studenter använder ett så kallat strategiskt inlärningssätt. Dessa studenter vill ha bra betyg på kursen och studerar därför på det sätt som ger mest utdelning på tentamen. Om tentamen främjar ett ytinriktat inlärningssätt är det detta som kommer att användas, medan de kommer att ha en djupinriktad strategi om en större förståelse för kursen krävs för att få bra betyg [3]. Dessa studenters inlärning kan alltså påverkas genom examinationens utformning och innehåll.

B. Betydelsen av tentamen

En vanlig metod som studenterna använder för att förbereda sig inför tentamen är att undersöka hur tidigare års tentamen varit utformad. Studenter verkar föredra att studera äldre tentamina framför att läraren ger dem ledtrådar till vad som är viktigt på kursen. Möjligen beror detta på att äldre tentamina även ger ledtrådar till hur frågorna kommer att ställas på tentamen [5]. Om tidigare tentamina då krävt ytlig kunskap och repeterande av fakta, kommer antagligen många studenter att anamma ett ytinriktat inlärningssätt.

Det har visat sig att studenter på tekniska högskolor i högre grad än andra studenter anammar ett strategiskt inlärningssätt [6]. Därför kan det vara extra viktigt att utforma tentamina på tekniska högskolor så att de främjar djupinlärning. Problemet ligger i att konstruera en tentamen som inte endast fokuserar på faktakunskaper och standardräkningar, även om de kan vara svårare att konstruera.

A. Lindholm, A. Widd och A. Sootla är doktorander vid Institutionen för reglerteknik på Lunds tekniska högskola.
A. Sahlberg är doktorand vid Avdelningen för förbränningsfysik vid Lunds tekniska högskola.

Även om en tentamen innehåller både enklare typuppgifter och uppgifter som kräver en djupare förståelse av kursen är det inte säkert att resultatet på tentamen kommer att avspegla vad studenten faktiskt förstår. Om det går att få mycket poäng på typuppgifter som inte testar djupare förståelse kan en student få högt betyg utan att ha en djupare förståelse för kursen. För att få tentamina där betyget avspeglar förståelse behövs alltså en balans i poängsättningen så att det inte går att få högsta betyg på enbart typuppgifter [2]. Detta är naturligtvis ett stort problem även när det gäller gränsen för godkänt, eftersom studenter ofta kan missuppfatta vissa delar av en kurs och ändå få godkänt på kursen [2].

Den typiska metoden att studera äldre tentamina kan bli ett problem om kursansvarig vill ändra på hur tentamen är utformad. Att införa en tentamen med mer förståelseinriktade frågor om tidigare års examen varit mer inriktad på typexempel kan leda till att studenterna studerar på fel sätt inför tentamen och sedan känner sig lurade. Problemet ligger i hur studenterna ska förberedas på en sådan här förändring så att de kan förbereda sig på rätt sätt inför tentamen. Det problem av det här slaget som uppstod vid Institutionen för reglerteknik på LTH kommer att beskrivas närmare i avsnitt III.

C. *Utvärdering av förståelse*

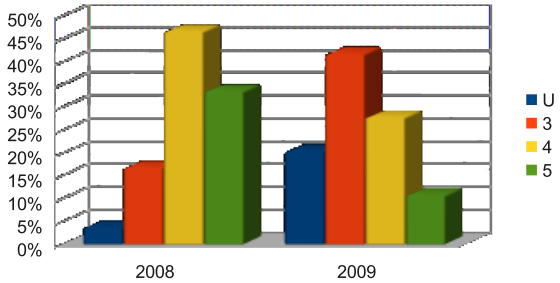
På Danmarks Tekniske Universitet (DTU) genomfördes en studie av studenternas förståelse i relation till deras tentamensresultat [7]. Undersökningen utfördes genom intervjuer med utvalda studenter i början av kursen, samt efter tentamen. Intervjuerna var centrerade kring frågor som sträckte sig från typen "Förklara vad rörelsemängd är" till mer specifika problem. Bland de intervjuade studenterna hade cirka 45 % erhållit ett högt betyg på tentamen men hade en förhållandevis låg förståelse medan 30 % hade både högt betyg och hög förståelse. Ungefär 25 % av studenterna hade lågt betyg och låg förståelse medan knappt någon kombinerade hög förståelse och lågt betyg.

Ett sätt att mäta förståelse som inte kräver intervjuer med enskilda studenter är att studera resultatet på frågor av förståelseinriktad typ på den skriftliga tentamen. Detta ger antagligen inte en lika klar bild av den enskilde studentens förståelse, men är betydligt enklare att genomföra även för ett stort antal studenter. Resultaten på de förståelseorienterade frågorna sätts i relation till resultatet på övriga uppgifter på tentamen och kan därmed användas på ett liknande sätt som i intervjuresultaten i studien i [7].

III. Fallstudie: Institutionen för reglerteknik, LTH

A. *Analys av effekter vid införande av mer förståelsebaserad tentamen*

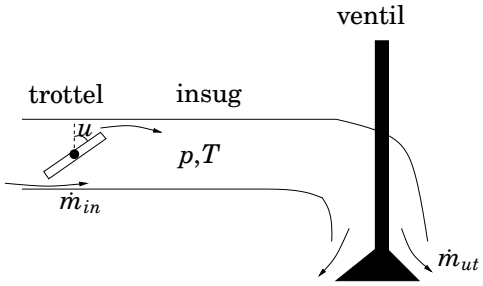
Tentamen för teknisk fysik- och teknisk matematikprogrammen (F och Pi) i mars 2009 konstruerades med syfte att vara mer förståelseinriktad än tidigare tentamina i kursen. Framför allt formulerades uppgifterna på ett annorlunda sätt för att inte främja utantillkunskap och standardlösningar. Resultaten på denna tentamen redovisas i figur 1. Betygsskalan som används är 5, 4, 3 och underkänt. Som jämförelse ges resultaten för året innan, d.v.s. tentamen som gick i mars 2008. Resultaten på tentamen som gick i mars 2009 var betydligt sämre än resultaten tidigare år för samma program. Upplägget på kursen förändrades inte mellan åren och föreläsare och laborationer var samma båda åren. Utformningen av, och resultaten på, tentamen 2008 skiljde sig inte nämnvärt från de ett par bakåt i tiden. Endast studenter på F- och Pi-programmen som skrev tentamen i mars som ordinarie tentamen togs med i bedömningen. Antalet godkända var 96 % år 2008 och 80 % år 2009.



Figur 1. Resultat på tentamen i mars 2008 och 2009.

Ett exempel på hur olika formuleringar av en uppgift kan leda till olika resultat på uppgiften ges nedan. En uppgift på området linjärisering formulerades på tentamen 2008:

> *Insugsröret i en bensinmotor är volymen mellan trottelspjället och insugsventilen till motorns cylinder, se figur 2. Om man antar att inflödet av massa är detsamma som utflödet, $\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} = v$ så kan dynamiken i insuget beskrivas termodynamiskt som*
>
> $$\frac{dx_1}{dt} = \alpha v - \beta v x_2$$
> $$\frac{dx_2}{dt} = \frac{x_2}{x_1}(\alpha v - \beta v x_2)$$
>
> *där $x_1 = p$, trycket i insuget, $x_2 = T$, temperaturen i insuget, insignalen v är massflödet och α och β är positiva konstanter.*
>
> a) *Visa att $(x_1^0, x_2^0, v^0) = (10^5, \alpha/\beta, 0.1)$ är en stationär punkt till systemet.*
> b) *Linjärisera systemet kring den stationära punkten i uppgift (a).*

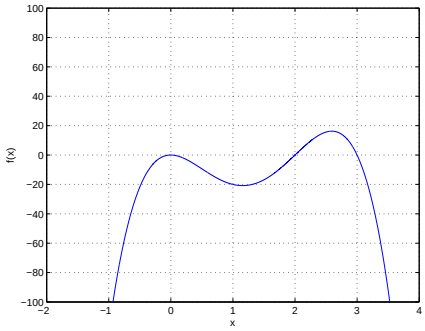


Figur 2. Skiss över insuget till bensinmotor. Från uppgift på tentamen 2008.

En uppgift på samma kursavsnitt formulerades år 2009:

I figur 3 visas högerledet till $\dot{x} = f(x)$.

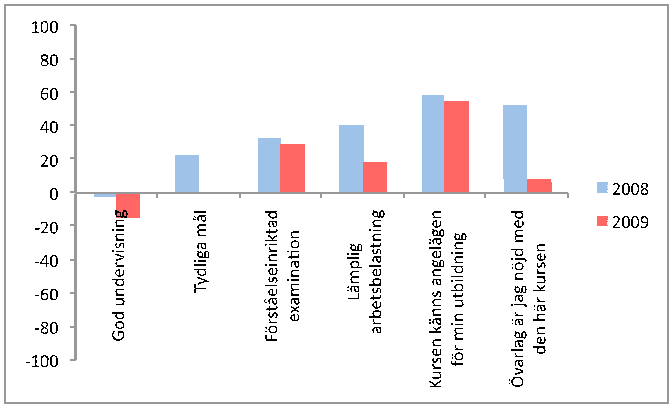
a) *Bestäm de stationära punkterna.*
b) *Ange, genom att linjärisera, vilka stationära punkter som är stabila, asymptotiskt stabila samt instabila.*



Figur 3. $f(x)$ i uppgift från tentamen 2009.

I uppgiften 2008 skulle linjäriseringen göras baserat på en tillståndsbeskrivning av systemet, vilket studenterna har övat mycket på under kursens gång. För att lösa uppgiften 2009 krävdes däremot att man förstått principen för linjärisering, snarare än att ha memorerat räkningarna. Tentamensresultaten visar att 87 % av studenterna år 2008, men bara 59 % av studenterna år 2009, fick minst 60 % av total poäng på uppgiften. Resultaten var alltså betydligt sämre på uppgiften 2009, där studenterna skulle använda en figur istället för att räkna som de är vana vid.

De sämre resultaten på tentamen fick även genomslag i kursutvärderingarna som görs i slutet av varje kurs på LTH, CEQ (Course Experience Questionnaire). Utdrag ur kursutvärderingarna för grundkursen i reglerteknik våren 2008 respektive våren 2009 redovisas i figur 4. Här kan ses att studenterna har tyckt att undervisningen är sämre år 2009, trots att föreläsaren och upplägget på kursen var detsamma båda åren. Studenterna uppfattar även målen för kursen som mindre tydliga och arbetsbelastningen som högre år 2009 och är överlag mindre nöjda med kursen detta år. Av fritextsvaren framgår också att studenterna tyckte att svårighetsgraden på tentamen var för hög och att studenterna

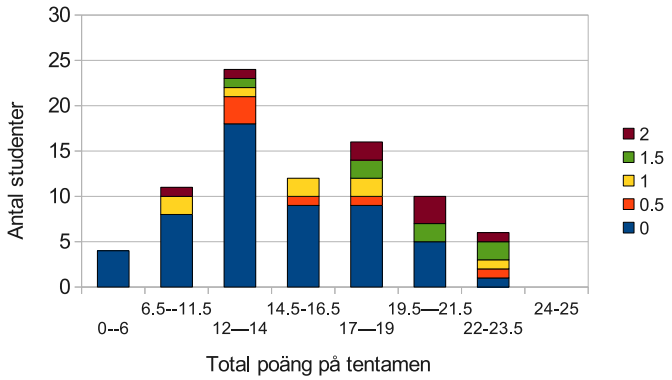


Figur 4. Utdrag från CEQ-utvärdering 2008 och 2009.

är besvikna över att inte ha fått det betyg de känner att de förtjänat. Detta kan eventuellt också förklara att studenterna inte upplevde examinationen år 2009 som mer förståelseinriktad.

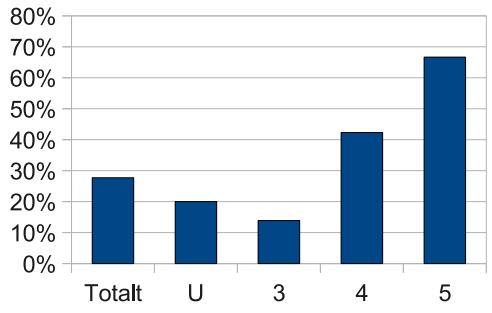
B. Analys av förståelse hos studenterna

Strategier för att få en uppfattning om hur förståelsen hos studenterna är vid examinationstillfället diskuterades i avsnitt II-C. I denna fallstudie användes resultaten på några förståelsebaserade frågor på tentamen i relation till de totala resultaten på tentamen som utvärderingsmetod. Ett exempel ges i figur 5, som visar hur många poäng studenter med en viss total poäng på tentamen fick på en förståelsebaserad uppgift. Statistiken är gjord för 84 studenter på datateknik- och elektroteknik-programmen (D och E) på LTH för ordinarie tentamen i grundkursen i reglerteknik. Betygsgränserna är minst 12 poäng för betyg 3, minst 17 poäng för betyg 4 och minst 22 poäng för betyg 5, av totalt 25 poäng. Uppgiften är av ren förståelse-karaktär och det krävs inga matematiska kunskaper för att lösa uppgiften. Trots detta fick bara 27 % av de som skrev tentamen ett poäng eller mer, av två möjliga, på den förståelseinriktade uppgiften.



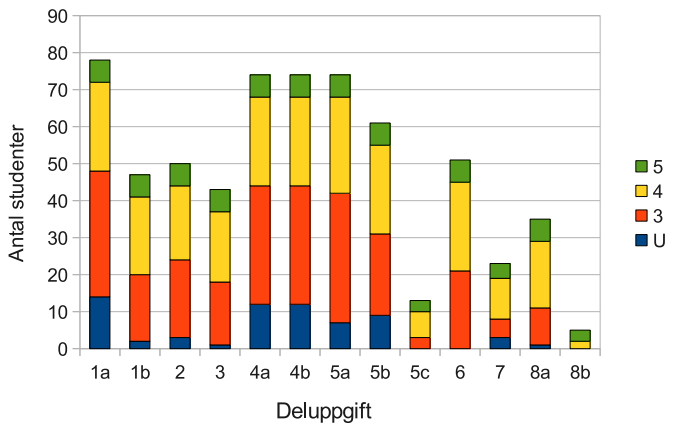
Figur 5. Antal poäng på en förståelsebaserad uppgift i förhållande till total poäng på tentamen i oktober 2009.

Figur 6 visar hur många procent av de studenter som fick ett visst betyg som också fick minst ett poäng av två möjliga på den förståelseinriktade uppgiften. Enligt diagrammet verkar de som har fått högre betyg på tentamen överlag ha klarat den förståelsebaserade uppgiften bättre. Dock var det 33 % av de med betyg 5 som inte klarade den förståelseinriktade uppgiften, som behandlade ett av de grundläggande begreppen i kursen.



Figur 6. Andel studenter med ett visst betyg som fick minst ett poäng av två möjliga på en förståelsebaserad uppgift.

Det kan också vara intressant att sätta denna uppgift i relation till de övriga uppgifterna på tentamen. I figur 7 visas ett diagram som beskriver hur många studenter som fick minst 60 % av total poäng på respektive uppgift. Här kan ses att det är relativt få studenter som klarat de två mer förståelsebaserade uppgifterna, uppgift 5c och uppgift 7, jämfört med de övriga uppgifterna på tentamen. Uppgift 4a, 4b och 5a involverar standardräkningar såsom bestämning av stationära punkter, linjärisering och tillståndsåterkoppling. Dessa uppgifter har de allra flesta studenterna klarat, även många studenter som inte blev godkända på tentamen. Uppgift 8b var en svår men ej förståelseinriktad uppgift.



Figur 7. Antal studenter som fått minst 60 % av full poäng på varje deluppgift på tentamen i oktober 2009.

C. *Sammanfattning och diskussion*

I avsnitt III-A visades att både studenternas resultat och deras totala uppfattning om kursen påverkades negativt vid införandet av en mer förståelsebaserad tentamen. Detta beror troligtvis på att studenterna inte förberetts ordentligt på denna förändring. Eftersom tentamen som gavs i mars 2009 skiljer sig avsevärt från de gamla tentamina som studenterna tittade på inför tentamen insåg inte studenterna att de behövde lära sig på djupet och förstå begreppen i kursen, utan satsade istället på ytinlärning och lärde sig räkna de "standarduppgifter" som är vanligt förekommande på äldre tentamina.

I avsnitt III-B visades att resultaten på förståelseorienterade uppgifter på tentamen har varit dåliga de senaste åren. Detta beror troligtvis på att studenterna inte har förväntat sig mer förståelseinriktade frågor, eftersom detta har varit ovanligt på tidigare tentamina. De studenter som har ett strategiskt inlärningssätt har troligtvis fokuserat på ytinlärning snarare än förståelse, eftersom detta historiskt sett har lönat sig för att få bra resultat på tentamen. Eftersom många studenter på tekniska högskolor anammar ett strategiskt inlärningssätt är vikten av att åtgärda problemet med tentamina som främjar ytinlärning stor. En annan möjlig anledning till de sämre resultaten på förståelsebaserade uppgifter är att studenter på LTH ofta är ovana att svara med ord och motiveringar istället för att bara räkna [8].

IV. Förslag på åtgärder

Ett långsiktigt mål vore att flytta studenternas fokus från tentamen, det vill säga få dem att överge det strategiska angreppssättet till förmån för djuplärning. Det noteras i [7] att detta skulle kräva en mer övergripande förändring av hela universitetets undervisning snarare än något en enskild kurs kan åstadkomma. Vad som kan göras inom en kurs är dock att se till så att djupinlärning görs strategiskt lönsamt i så stor grad som möjligt. Åtgärderna som föreslås här är dels förslag från litteraturen och från författarna, samt förslag som kom fram under intervjuer med nuvarande och före detta kursansvariga för grundkursen i reglerteknik på LTH; Tore Hägglund, Per Hagander och Bo Bernhardsson. Målet är att öka studenternas förståelse efter genomförd kurs.

A. *Ändra formen för undervisningen*

Förslaget i [7] går ut på att introducera grundläggande koncept och förståelse tidigt till exempel genom egna uppgifter eller mindre test under kursens gång som fokuserar på det som upplevs som centralt för studenternas förståelse. Vikten av förståelse av begreppen i kursen bör även poängteras i både föreläsningar, övningar och laborationer.

I grundkursen i reglerteknik utför studenterna tre laborationer som ger möjlighet att se praktiska tillämpningar av kursens innehåll. Den första laborationen är formgiven så att endast minimala förkunskaper krävs och fokuserar snarare på att ge en intuition för olika typiska systemegenskaper. Ett specifikt förslag på hur förståelsen hos studenterna kan ökas i samband med laborationerna är att ha gruppdiskussioner i små studentgrupper i början av laborationerna [8]. Framför allt i samband med den första intuitionsorienterade laborationen i kursen kunde detta vara givande för studenternas förståelse. I samband med den andra laborationen ges ett mindre kunskapsprov. En möjlig infallsvinkel till förändring vore här att se över typen av frågor som tas upp på kunskapsprovet och huruvida de premierar och kontrollar yt- eller djupinlärning. Detta kunskapsprov studeras närmare i [9].

Ett konkret sätt att motivera studenterna till djupinlärning på föreläsningarna är att presentera uppgifter från gamla tentamina som tidigare studenter haft svårigheter med [10].

B. Se över kursmaterialet

Ett alternativ som kan bidra till att öka förståelsen hos studenterna är att minska mängden material i kursen. Genom att minska mängden material som undervisas kan mer tid läggas på de centrala delarna.

En intressant kurs i detta sammanhang är Systemteknik, som ges på Institutionen för reglerteknik och läses av studenter från programmet i ekosystemteknik. Kursen har ett stort överlapp med grundkursen i reglerteknik som ges för de flesta andra program på LTH, men har mer begränsad omfattning. Däremot läggs mer tid på diskussion och inlämningsuppgifter som upptar en väsentlig del av kurstiden. Studenterna som läser Systemteknik upplevs av de som undervisat i kursen ha en djupare förståelse för materialet som undervisats [11]. En av de förståelseinriktade uppgifter som undersöktes i avsnitt III-B var i själva verket inspirerad av en övningsuppgift i Systemteknik.

Dock kan man inte göra en helt rättvis jämförelse av resultaten på denna uppgift på grund av en rad faktorer:

- Kursernas upplägg är väldigt olika. Systemteknik lägger en större del av kursen på inlämningsuppgifter som utförs både i grupp och individuellt.
- Grundkursen i reglerteknik är mer omfattande.
- Den skriftliga tentamen i Systemteknik är frivillig och skrivs endast av de som eftersträvar betyg 4 eller 5, medan betyg 3 erhålles efter godkända inlämningsuppgifter.
- Studenterna på de två kurserna kommer från olika program och har således olika förkunskaper och arbetssätt.

Framtida år kommer tentamen i Systemteknik att vara obligatorisk vilket kommer innebära större möjligheter till en rättvis jämförelse även om de övriga skillnaderna mellan de två kurserna kvarstår.

När det gäller kursmaterialet är det även viktigt att se över vilka gamla tentamina som ligger uppe på kurshemsidan så att de ger en bra bild av hur tentamen kommer se ut. Lösningarna till tentamina som ligger på kurshemsidan bör också ses över så att motiveringarna är så tydliga och bra som krävs för att få full poäng på uppgiften [8].

C. Se över examinationen

På Institutionen för reglerteknik ser kursansvarig till så att tentamen blir balanserad, med både enklare uppgifter för att bli godkänd, och svårare uppgifter för högre betyg. Vid införande av rena förståelse-uppgifter bör även dessa göras på nivåer både för godkänt och för högre betyg, även om detta kan vara svårare att genomföra [8].

Diagram av den typ som presenteras i Figur 7 ger ett verktyg för kursansvarig för att se vilka moment i kursen som studenterna har svårigheter med. De moment som många studenter har haft problem med på tentamen bör ges mer tid på föreläsningar och övningar. Verktyget kan även användas för att se att tentamen har uppfyllt målet att ha förhållandevis enkla uppgifter i början av tentamen och svårare uppgifter mot slutet. En konkret förändring som gör statistiken mer lättillgänglig är att ändra rutinerna för rättning av tentamina så att resultaten skrivs in direkt i ett kalkylprogram istället för på papper. Statistik som den i figur 7 eller annan nyttig statistik kan då automatiskt genereras efter rättningen och användas som underlag för vad som behöver bli tydligare i undervisningen för kommande kursomgångar. Detta förslag mottogs mycket positivt av alla kursansvariga för grundkursen [8] [10] [12]. Den praktiska implementeringen av förslaget bör dock tänkas igenom, eftersom det finns risk för fel vid införandet av tentamensresultaten i kalkylprogrammet [12].

V. Sammanfattning

Det har visat sig att studenter med ett strategiskt inlärningssätt anammar det typ av inlärningssätt som de tror kommer att leda till att de får högt betyg på tentamen. Därför är det viktigt att tentamen är utformad så att ett djupinriktat inlärningssätt är strategiskt.

I ett försök att kontrollera hur bra studenternas betyg motsvarade deras förståelse av kursmaterialet i grundkursen i reglerteknik på LTH studerades resultatet på några förståelseinriktade tentamensuppgifter. Det visade sig att studenter med högre betyg överlag fick bättre resultat på den förståelseinriktade uppgiften,

men att en del av de som fick högsta betyg på tentamen inte hade förstått alla grundläggande begrepp i kursen. Resultatet var överlag sämre på den förståelseinriktade uppgiften än på övriga uppgifter på tentamen. Tillsammans med före detta kursansvariga för grundkursen i reglerteknik togs förslag på åtgärder fram. En konkret och lättimplementerad åtgärd är att statistik från tidigare tentamina kan användas för att kontrollera vilka moment i kursen som studenterna haft svårt att förstå. Dessa moment kan sedan föreläsaren och övningsledarna lägga mer tid på nästa gång kursen går.

Referenser

[1] J. Biggs and C. Tang. *Teaching for quality learning at university: what the student does*. Maidenhead: McGraw-Hill/Society for Research into Higher Education & Open University Press, 2007.

[2] Ann-Sofie Henriksson Maja Elmgren. *Universitetspedagogik*. Norstedts, 2010.

[3] John Biggs. *Student Approaches to Learning and Studying*. Australian Council for Educational Research, 1987.

[4] Torgny Roxå Maria Wahlgren, Anders Ahlberg. Vad är en civilingenjör och hur blir studenter civilingenjörer? In *2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, 2009.

[5] Towe Wiiand. *Examinationen i fokus: högskolestudenters lärande och examination - en litteraturöversikt*. Uppsala Universitet, 1998.

[6] Noel J. Entwistle and Paul Ramsden. *Understanding Student Learning*. Croom Helm, London&Canberra, Nichols publishing company, New York, 1982.

[7] Arne Jakobsen, Camilla Rump, Torkil Clemmensen, and Michael May. Kvalitetsudviklingsprojektet “faglig sammenhæng" hovedrapport. *CDM' skriftserie*, 1, 1999.

[8] Per Hagander. Intervju 2011-03-17, 2011. Tidigare kursansvarig för grundkursen i reglerteknik.

[9] Martin Hast, Karl Berntop, Andreas Stolt, and Majed Sammak. Laborationsförhör i reglerteknik AK, 2011. Projektrapport i Pedagogisk Introduktionskurs.

[10] Tore Hägglund. Intervju 2011-03-16, 2011. Kursansvarig för grundkursen i reglerteknik.

[11] Anton Cervin. Intervju 2011-03-23, 2011. Kursansvarig för Systemteknik samt tidigare kursansvarig för grundkursen i reglerteknik.

[12] Bo Bernhardsson. Intervju 2011-03-18, 2011. Kursansvarig för grundkursen i reglerteknik.

Självständiga laborationer i reglerteknik

Martin Enqvist, Peter Rosander och Daniel Petersson

***Sammanfattning*—Vid ämnesområdet reglerteknik vid Linköpings universitet ges sedan cirka tio år ett antal laborationer i en mer självständig form än vad som traditionellt har varit fallet inom civilingenjörsutbildningen. Dessa självständiga laborationer kännetecknas av ett lärarlett introduktionstillfälle följt av en veckas arbete på egen hand för studenterna och därefter någon typ av redovisning eller skriftlig examination. I detta konferensbidrag beskrivs upplägget på dessa laborationer samt erfarenheter från några omgångar av kursen Industriell reglerteknik. Sammanfattningsvis kan man säga att resultatet av det självständiga laborationsupplägget har varit gott. Bland annat verkar de flesta studenterna uppskatta att det blir mindre stressigt att hinna med laborationsuppgifterna. Det verkar även vara så att studenterna lägger ner mer tid på laborationerna med detta upplägg, vilket förhoppningsvis gör att de lär sig mer. En fördel för de inblandade lärarna är att det blir färre undervisningstimmar totalt och i synnerhet färre som måste schemaläggas kvällstid.**

Inledning

LABORATIONER är ett viktigt inslag i teknisk utbildning eftersom de ger en naturlig möjlighet att ta upp de praktiska inslag som finns i ingenjörsyrket och träna studenterna inför sin framtida yrkesroll. Syftet kan också vara att illustrera teoretiska resultat och metoder. Laborationer är dock en relativt dyr undervisningsform, både med tanke på de lärar- och personalresurser som krävs och den utrustning som studenterna ska använda. Det är därför viktigt att laborationer är pedagogiskt och kostnadsmässigt effektiva. Denna artikel handlar om *självständiga laborationer*, som är ett sätt att åstadkomma detta.

Konceptet självständiga laborationer

För att kunna prata om självständiga laborationer i denna artikel börjar vi med att definiera vad vi menar med begreppet. De självständiga laborationer som beskrivs här kännetecknas av ett lärarlett introduktionstillfälle följt av cirka en veckas arbete på egen hand för studenterna och därefter någon typ av redovisning eller skriftlig examination. Laborationssalen och utrustningen finns tillgänglig dygnet runt för att studenterna ska kunna planera det självständiga arbetet som de finner lämpligast och det finns även möjlighet att få hjälp av en lärare vid ett antal inplanerade resurstillfällen. Syftet med detta laborationsupplägg är att minska tidspressen och den styrda inlärningen som är vanlig vid mer traditionella laborationer och att uppmuntra till ett djupare lärande och ökad kreativitet.

I kursen Industriell reglerteknik, som ges för civilingenjörsstudenter som går sitt fjärde år, ingår tre stycken laborationer. Dessa är sedan några år upplagda på detta självständiga sätt. Två av dem är hårdvarulaborationer där studenterna har fri tillgång till laborationsprocesserna för att kunna lösa uppgifterna på egen hand medan den tredje laborationen kan lösas enbart med datorsimuleringar.

Den första laborationen har titeln *Styrning av legofabrik*. Syftet med denna laboration är att programmera en legobilsfabrik (göra ett styrprogram) så att den automatiskt bygger legobilar. Laborationen utförs i grupper om två studenter. Målen för laborationen är beskrivna i form av en kravspecifikation, som finns i laborationskompendiet, med krav som måste uppfyllas för att bli godkänd. I laborationskompendiet finns även en beskrivning av hur utrustningen används, samt några förberedande uppgifter för att hjälpa studenterna att komma igång. Laborationen börjar med ett introduktionstillfälle på två timmar då laborationshandledaren förklarar hur utrustningen fungerar samt finns till hands för studenterna när de börjar. Därefter har studenterna själva cirka en vecka på sig att utföra laborationen.

Laborationssalen finns, som sagt, till förfogande hela dygnet alla dagar i veckan och studenterna bokar själva de tider när de vill arbeta i en kalender. Ifall något skulle gå sönder eller studenterna behöver hjälp så finns det ett webbaserat fråge- och felanmälningsformulär där studenterna kan få kontakt med laborationsassistenten. Om studenterna har frågor som inte går att besvara via mejl eller vill diskutera något så finns det schemalagda resurstillfällen.

Vid examinationstillfället kontrollerar laborationshandledaren att studenternas program uppfyller kravspecifikationen genom att studenterna demonstrerar när en legobil byggs. I examinationen ingår även ett moment där två grupper byter plats och implementerar *ett* fel i varandras kod och sedan byter tillbaka till sin egen station igen. Detta görs för att grupperna även ska få se en annan grupps kod, och inse att det finns många möjliga lösningar, samt för att kontrollera att studenterna är väl förtrogna med sin egen kod och kan hitta felet. Det ingår också ett moment där studenterna förklarar sin kod och tankarna bakom den för laborationsassistenten.

Den andra laborationen har titeln *Inställning och implementering av* PID-*regulatorer med framkoppling*. Syftet med denna laborationen är att studenterna ska implementera och ställa in en regulator ”på riktigt”, och därmed ställas inför en del av de praktiska problem som man kanske inte har tänkt på när teorin behandlades. Denna laboration är i utförandet uppbyggd på samma sätt som den förra. Den börjar med ett introduktionstillfälle på två timmar där laborationsprocesserna presenteras och studenterna får bekanta sig med dem och laborationshandledaren finns tillgänglig för att svara på frågor. Även i denna laboration har studenterna ungefär en vecka på sig att göra laborationen och fri tillgång till laborationssalen. Det finns dock inget fråge- eller felanmälningsformulär till denna laboration, men självklart schemalagda resurstillfällen

Alla författarna arbetar på Avdelningen för reglerteknik på Institutionen för systemteknik vid Linköpings universitet. E-post:{maren,rosander,petersson}@isy.liu.se

då studenterna kan ställa frågor. Skillnaden i denna laboration ligger, förutom i innehållet, i examinationen. Denna laboration examineras genom att fyra laborationsgrupper om två studenter där alla grupper haft varsin process att styra träffas och presenterar sin lösning för de andra grupperna och vad som är speciellt för just deras process. Lösningen ska även uppfylla den givna kravspecifikationen för att bli godkänd. De andra grupperna får ställa frågor och laborationshandledaren finns där som en diskussionsledare och ställer frågor samt försöker hålla igång diskussionen.

Den tredje och sista laborationen har titeln *Modellbaserad prediktionsreglering av destillationskolonn*. Den skiljer sig på några punkter från de andra laborationerna. Den startar dock som de två första med ett introduktionstillfälle på två timmar. Denna laboration kan man klassificera som en lite mer *torr* laboration då studenterna endast simulerar sitt resultat och ej har tillgång till en fysisk laborationsprocess. Laborationen utförs precis som de förra i grupper om två studenter. Studenterna får även denna gång cirka en vecka på sig att slutföra laborationen. Skillnaden gentemot övriga laborationer är att examinationen sker genom en skriftlig rapport. I laborationskompendiet finns det specificerat vilka frågor som ska besvaras i rapporten. Denna laboration kan man klassa som den, av de tre, som är minst självständig i den mening att det inte är en kravspecifikation som ska uppfyllas utan laborationskompendiet är mer detaljerat i sin beskrivning av hur laborationen ska genomföras. Det lämnas dock en hel del frihet för studenterna att välja exakt hur de löser problemen. I denna laboration finns det bara två schemalagda resurstillfällen. Detta har dock fungerat bra, vilket antagligen beror på att denna laboration är mer torr än de andra.

I de två första laborationerna beskrivna ovan ingår det även moment som kan beskrivas som *peer-reviewing*, alltså moment där studenterna själva granskar och utvärderar varandras material och ger återkoppling. I den första laborationen sker detta då studenterna granskar varandras kod och får tips och idéer på alternativa lösningar och i den andra laborationen sker det då presentationen av laborationen genomförs i ett diskussionsforum. Detta är ett kursmoment som har visat sig vara nyttigt och givande för studenterna och som, i olika former, även används i andra reglertekniska kurser vid Linköpings universitet [1].

TEKNISKA HJÄLPMEDEL

Ett viktigt syfte som laborationer fyller är att koppla utbildningen till en framtida yrkesroll [2]. En viktig aspekt för att uppnå detta är att använda industriell mjuk- och hårdvara vid genomförandet av laborationerna. I legolaborationen används programmet CODESYS samt PLC:er från ABB för att styra fabrikerna medan MATLAB används för att designa och implementera regulatorer i de andra två laborationerna. Vid implementeringen av PID-regulatorn används också REAL-TIME WORKSHOP och xPC-target för att automatgenerera exekverbara filer.

Förutom att ge relevans åt laborationerna finns det också stöd i litteraturen för att användning av datorhjälpmedel (som till exempel MATLAB) har positiva effekter på inlärningen av och förståelsen för matematik [3]. Då reglerteknik i grunden är ett relativt matematiskt ämne är det rimligt att anta att liknande effekter kan uppstå även här.

STUDENTERFARENHETER

Kursen Industriell reglerteknik är en vidareutveckling av en tidigare kurs, Digital styrning, i vilken två av de tre laborationerna inte hade samma grad av självständighet som i dagens kurs. Om man jämför kursvärderingen för Digital styrning från 2007 med de för Industriell reglerteknik för åren 2008-2011 ser man att medelvärdet av svaren på frågan ”Laborationerna var givande och bidrog till min förståelse av ämnet” har ändrats över tiden. Skalan är sådan att 5 betyder att man instämmer helt och 1 att man inte alls instämmer i påståendet. År 2007 var medelvärdet 4.09 på denna fråga för Digital styrning och 2008-2011 var det 4.41, 4.47, 4.45 respektive 4.58 för Industriell reglerteknik. Under dessa år har graden av självständighet ökat ett par gånger, dels en större förändring inför 2008 års kurs och dels en mindre inför 2010 års kurs.

I kursvärderingen 2011 fanns det även en fråga ”Jag tycker att laborationsupplägget i denna kurs (med intro- och redovisningstillfällen och mycket självständigt arbete däremellan) gör att laborationerna blir mer givande än med ett traditionellt upplägg”. Av de 26 studenter som besvarade frågan satte 13 stycken en 5:a, 9 stycken en 4:a, 3 stycken en 3:a och en student en 1:a.

I kursvärderingarna finns det även möjlighet för studenterna att lämna fritextsvar. År 2007 skrev flera av studenterna att den tredje laborationen, som var av en traditionell typ, var för lätt och för tillrättalagd och att den därför inte gav så mycket ökad förståelse för ämnet.

Ur ett ämnesmässigt perspektiv har alla laborationernas innehåll växt under de aktuella åren. Kravspecifikationerna i de två första laborationerna har utökats så att fler kursmoment numera examineras på dessa laborationer. Likaså har nivån på de tredje laborationen ökats så att denna laboration nu tar upp implementering (programmering) av modellbaserade prediktionsregulatorer istället för att som tidigare bara handla om hur sådana regulatorer kan användas och ställas in.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det verkar som om studenterna som fyller i kursvärderingen är mer nöjda med dagens självständiga laborationsupplägg än med det tidigare mindre självständiga upplägget, trots att laborationerna samtidigt har blivit mer krävande. Eftersom studenterna klarar laborationerna i samma grad som tidigare verkar det därför som om de lägger mer tid på dem med dagens upplägg eller att upplägget gör att de lär sig effektivare.

LÄRARERFARENHETER

Lärarerfarenheterna av självständiga laborationer är huvudsakligen positiva. Bland annat leder det faktum att studenterna gör det mesta av laborationsarbetet på egen hand till att de oftast inte har en assistent tillgänglig ifall de fastnar på något moment. I sådana situationer har studenterna normalt två alternativ, antingen att försöka hitta en lösning på egen hand eller att spara problemet till ett resurstillfälle där en assistent finns tillgänglig. Båda dessa alternativ leder typiskt till att de frågor som man som lärare kan få är mer genomtänkta och

reflekterande än de som man vanligen får under traditionella laborationer. Den tidspress som ofta finns vid traditionella laborationer gör att studenterna där ibland ställer ganska grundläggande frågor till assistenten för att snabbt kunna gå vidare med uppgifterna. Vid självständiga laborationer är tidspressen lägre och studenterna känner därför troligen inte samma behov av att snabbt komma fram till en lösning. Det finns också tid för assistenten att ge mer utförliga svar på de frågor som ställs.

Vad det gäller kursekonomin har inte självständiga laborationer någon uppenbar nackdel jämfört med traditionella laborationer. I kursen Industriell reglerteknik har antalet schemalagda lärartimmar för laborationerna snarare minskat än ökat efter införandet av självständiga laborationer. Studenterna får dessutom tillbringa klart fler timmar med laborationsutrustningen så utnyttjandegraden för de ofta ganska dyra laborationsprocesserna ökar därmed.

Ur ett schemaläggningsperspektiv är det självständiga laborationsupplägget också gynnsamt eftersom det gör att färre laborationer behöver schemaläggas på kvällar.

DISKUSSION

Laborationer ses ofta som ett självklart inslag i teknisk och naturvetenskaplig utbildning, men det hindrar inte att det har riktats en del kritik mot deras utformning. Mycket av kritiken handlar om att de alltför sällan är upplagda så att de på ett genomtänkt sätt stöder studenternas lärande [2]. I modern forskning kring undervisning och lärande betonas det ofta att det är önskvärt om studenter tillämpar *djuplärande* istället för *ytlärande* och att ett av undervisningens viktigaste syften är just att möjliggöra detta djupare lärande [4].

I [4] nämns ett antal faktorer som kännetecknar bra undervisning och som uppmuntrar ett djuplärande. Ett par av dessa faktorer går ut på att man bör göra kursmaterialet så stimulerande som möjligt, att man bör uppmuntra studenternas självständighet och att examinationen bör vara sådan att den ger maximal återkoppling till studenterna. Att självständiga laborationer uppmuntrar studenter till eget arbete och tänkande mer än traditionella laborationer verkar vara ganska uppenbart. Att själv planera laborationens utförande bör rimligtvis upplevas som mer stimulerande än att få ett färdigt formulär där man ska fylla i uppmätta siffervärden på streckade rader. Vad det gäller faktorerna självständighet och stimulering verkar därför självständiga laborationer ha goda möjligheter att förbättra studenternas lärande.

Som nämndes ovan består examinationen av legolaborationen både av en demonstration och en felsökning. Eftersom en felsökning av ett styrprogram testar en persons förståelse av programmet uppmuntrar den helt klart ett djupt lärande. Man skulle dock kunna vara tydligare med att det finns alternativa lösningar på laborationen, till exempel genom att studenterna i samband med demonstrationen av programmet får förklara för en annan grupp hur de har löst några centrala problem.

En viktig förutsättning för att studenterna ska uppnå ett bra lärande vid ett undervisningsmoment är att kraven som ställs är lagom höga och att arbetsbelastningen hålls på en rimlig nivå [4]. Ett viktigt inslag i den kritik som framförts mot laborationer är just att det ofta ställs över- eller underkrav. Det kan därför vara befogat att fråga sig hur det är med laborationerna i Industriell reglerteknik. Vad det gäller dessa tyder erfarenheterna från de senaste åren på att kraven är på en ganska lagom nivå. Trots att studenterna arbetar självständigt med industriell programvara så lyckas de allra flesta slutföra laborationerna på den utsatta tiden. En annan fördel med självständiga laborationer är att laborationen löper över en längre tid. Därmed minskar stressen att hinna slutföra laborationsuppgiften som brukar uppkomma i slutet av traditionella laborationer. Detta scenario kan självklart även uppkomma under självständiga laborationer om man skjuter upp allt arbete till dagen innan redovisning. Här tjänar introduktionstillfället ett viktigt syfte i att se till att alla laborationsgrupper åtminstone kommer igång med lösandet av uppgiften.

I [5] beskrivs en studie utförd vid Umeås universitet, där det undersöks om en laboration som utförs enligt traditionellt *kokboksförfarande* ger ett annat resultat än om laborationen utförs som en fri laboration. I deras undersökning, som involverade totalt 190 studenter i en kemikurs, jämfördes tre stycken laborationsformer: en traditionell laboration, en fri laboration där studenterna får några frågor och laborationssalen står till deras förfogande för att hitta svar på frågorna samt den sista formen som är en lite mera kontrollerad fri laboration där det bland annat ingår en avstämning halvvägs genom laborationen för att se hur det går. Den sista formen är den som är mest lik den form som beskrivs här och som används i kursen Industriell reglerteknik.

I artikeln nämns att alla studenter som genomförde någon av de fria laborationerna enkelt kunde beskriva vilka experiment de hade utfört och hur. Däremot kunde endast hälften av de studenter som utfört den mer styrda laborationen beskriva vad de hade gjort. Detta återspeglades även i de frågor studenterna ställde. De studenter som utförde de friare laborationerna hade högre frekvens av reflekterande frågor än de andra. Detta är även något som laborationsassistenterna i kursen Industriell reglerteknik har lagt märke till.

Slutsatsen de kommer fram till i artikeln är att den fria versionen av laborationen gav aktivare studenter som bättre förstår vad och varför de gör experimenten. En annan intressant slutsats de kommer fram till i artikeln är att när de jämför den helt fria laborationen med den fria laborationen där det även ingår hjälp med planering samt avstämning halvvägs genom laborationen, så märkte de att denna arbetsform gav ännu mer för studenterna. Speciellt gällde det för de studenter som hade problem med planering och behövde återkoppling under laborationen. Många av de slutsatser som presenteras i [5] har även observerats av laborationsassistenterna i kursen Industriell reglerteknik och motiverar än mer formen självständiga laborationer. Ett sätt att öka återkopplingen under utförandet av laborationerna vore att införa det webbaserade fråge- och felanmälningsformulär som används i legolaborationen även i de andra två laborationerna.

SLUTSATSER

Slutsatsen som man kan dra från de erfarenheter och den diskussion som presenterats här är att självständiga laborationer med tydligt definierade mål verkar ha en viktig funktion

att fylla. Självständiga laborationer verkar i högre grad än vanliga laborationer gynna ett djupt lärande samt stimulera studenternas kreativitet.

REFERENSER

[1] C. Lundquist, M. Skoglund, K. Granström, och T. Glad, "How peer-review affect student learning," *3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, 2011.

[2] H. Hult, "Laborationen - myt och verklighet," Rapport nr. 6, Centrum för universitetspedagogik, Linköpings universitet, 2000.

[3] R. Pierce och K. Stacey, "Observations on students' responses to learning in a CAS environment," *Mathematics Education Research Journal*, vol. 13, nr. 1, 2001.

[4] P. Ramsden, *Learning to Teach in Higher Education*. London: Routledge, 1992.

[5] C. A. R. Berg, V. C. B. Bergendahl, och B. K. S. Lundberg, "Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment," *International Journal of Science Education*, vol. 25, nr. 3, sid. 351–372, 2003.

Mot högre lärande i beräkningsvetenskap

Henrik Brandén
Linköpings universitet
henrik.branden@liu.se

***Sammanfattning*—Under hösten 2010 genomfördes ett projekt med målet att styra lärande i kurser i beräkningsvetenskap vid Linköpings universitet mot högre kunskapsnivåer och därmed öka både genomströmning och andel studenter med högre betyg.**

Arbetssättet var att genom constructive alignment tydliggöra för studenter vad som krävs för respektive betyg. Det krävde en omfattande och genomgripande revidering av kursen.

Den nya formen gavs för olika studentgrupper under läsåret 2010/11. På några av kurserna syntes en ökad genomströmning. På andra ökade andelen godkända studenter marginellt och istället visade kursvärderingar på ökad popularitet.

I. Bakgrund

Beräkningsvetenskap handlar om att utföra vetenskapliga beräkningar på datorer. Ämnet kallas ibland den tredje vägen, eftersom datorbaserade beräkningar idag ofta är ett komplement till teori och experiment.

Varje år läser många hundra studenter vid Linköpings universitet någon kurs i beräkningsvetenskap. En förenklad sammanfattning av befintliga målbeskrivningar är att en student efter slutförd kurs ska kunna

- beräkningsvetenskapliga begrepp,
- utföra beräkningsvetenskapliga algoritmer och uppskatta noggrannhet i beräknade resultat,
- använda matematisk programvara.

Fokus ligger alltså på att förstå begrepp och använda metoder. I detta projekt har ambitionen varit att styra lärandet även mot mer avancerade färdigheter som att analysera och värdera.

Projektet finansierades av Linköpings tekniska högskolas pedagogiska utvecklingsgrupp, PUG, och den nya formen gavs för flera olika studentgrupper under läsåret 2010/11.

II. Mål

Projektets mål har varit att styra lärandet i kurser i beräkningsvetenskap mot högre kunskapsnivåer och därmed att öka både genomströmning och andelen studenter med högre betyg.

III. Teori

Att försäkra sig om att mål, undervisning och examination hänger samman är en av två komponenter i constructive alignment, ett begrepp myntat av den australiensiske inlärningspsykologen John Biggs (1999). Den andra är en konstruktivistisk syn på kunskap och teorin att människor skapar mening åt ny information utifrån vad de gör när de lär sig.

Constructive alignment har i detta projekt använts för att styra fokus från att enbart förstå begrepp och använda metoder till att även analysera och värdera information. Det ledde till en omfattande och genomgripande revidering av kursen.

För att säkerställa att kursens alla delar pekar åt samma håll har en teknik utvecklad av Gunilla Nässtrom använts (Nässtrom, 2008). Nässtrom använder Blooms reviderade taxonomi (Anderson & Krathwohl, 2001) för att kontrollera samstämmighet mellan mål och examination. I detta projekt har tekniken använts även vid konstruktion av undervisningsmaterial.

Blooms reviderade taxonomi är en bearbetning av den amerikanske inlärningspsykologen Benjamin Blooms klassiska taxonomi (Bloom, 1956). Modellen har två dimensioner, en för kunskaper och en för kognitiva processer. Modellens kunskapsdimension har fyra kategorier:

1) **Faktakunskap**
   - Terminologi
   - Specifika detaljer och delar
2) **Begreppskunskap**
   - Klassificeringar och kategorier
   - Principer och generaliseringar
   - Teorier, modeller och strukturer
3) **Procedurkunskap**
   - Ämnesspecifika färdigheter och algoritmer
   - Ämnesspecifika tekniker och metoder
   - Kriterier för att avgöra när man ska använda lämpliga metoder
4) **Metakognitiv kunskap**
   - Strategisk kunskap
   - Kunskap om inlärningsfrågor inklusive lämplig kontextuell och ovillkorlig kunskap
   - Kunskap om sig själv

De kognitiva processerna har också kategoriserats:

1) **Minnas**
   - Känna igen
   - Komma ihåg
2) **Förstå**
   - Tolka
   - Exemplifiera
   - Klassificera
   - Sammanfatta
   - Dra slutsatser
   - Jämföra
   - Förklara
3) **Tillämpa**
   - Verkställa
   - Applicera

4) **Analysera**
   - Särskilja
   - Organisera
   - Tillskriva
5) **Värdera**
   - Kontrollera
   - Kritisera
6) **Skapa**
   - Generera
   - Planera
   - Producera

Följande exempel illustrerar hur samstämmighet kan kontrolleras med hjälp av Blooms reviderade taxonomi.

> Kontrollera att algoritmen är andra ordningens noggrann.

Antag att uppgiften är tänkt att examinera lärandemålet

> Studenten ska kunna använda beräkningsvetenskapliga metoder.

I beskrivningen av målet används verbet *använda* och substantivet *metoder*, så Blooms reviderade taxonomi placerar lärandemålet i kategorin *tillämpa procedurkunskap*. I uppgiften är verbet *kontrollera* och substantivet *algoritmen*, så Blooms reviderade taxonomi placerar frågan i kategorin *värdera procedurkunskap*. Den efterfrågade kontrollen kräver visserligen att en beräkningsvetenskaplig metod används, men också att resultatet kan värderas.

Med denna teknik går det att kontrollera att alla kursens lärandemål och inga andra examineras, liksom att undervisningen ger träning i det som kommer att examineras och inget annat.

IV. Utförande

I detta avsnitt presenteras genomförda ändringar av kursen.

A. Lärandemål

Beräkningsvetenskap är ett ämne som går att förstå och använda på olika sätt. Följande är fyra stereotypa förhållningssätt.

- **Ingenjören** är intresserad av att utföra beräkningar och skatta noggrannhet i beräknade resultat. Hur kan en viss algoritm användas för att bestämma en approximativ lösning till ett givet matematiskt problem, vad blir den approximativa lösningen och hur stort är felet i den?
- **Forskaren** är intresserad av att använda matematisk programvara för att skaffa sig ny kunskap om vetenskapliga frågeställningar. Hur används programvaran, är de beräknade resultaten trovärdiga och vad säger de om frågeställningen?
- **Matematikern** är intresserad av att analysera beräkningsvetenskapliga algoritmer. Kommer en algoritm att ge en bra uppskattning, hur känslig är algoritmen för störningar i indata, hur lång tid skulle det ta att köra algoritmen på en given dator och hur mycket datorminne behövas i så fall?
- **Programmeraren** är intresserad av att implementera beräkningsvetenskapliga algoritmer och validera skrivna program. Fungerar ett program som det ska, är beräknade resultat korrekta eller tillräckligt noggranna, är tiden det tar att köra programmet rimligt och används en förväntad mängd datorminne?

I nuvarande mål finns ett fokus på ingenjörens perspektiv. Följande lärandemål ger en bättre balans mellan de olika perspektiven: Efter avslutad kurs ska studenten kunna

A) förklara och klassificera beräkningsvetenskapliga termer och begrepp,
B) använda beräkningsvetenskapliga
   - algoritmer för att lösa givna matematiska problem,
   - metoder för att beräkna noggrannhet i resultat,
   - tekniker för att bedöma resultat,
C) bedöma förutsättningar för beräkningsvetenskapliga beräkningar och trovärdighet i beräknade resultat,
D) analysera beräkningsvetenskapliga metoder teoretiskt,
E) använda matematisk programvara.

I tabell I kategoriseras de fem målen enligt Blooms reviderade taxonomi. Notera hur central procedurkunskap är i kursen.

Tabell I
Kategorisering av mål enligt Blooms reviderade taxonomi.

	Minne	Förstå	Tillämpa	Analys	Värdera	Skapa
Fakta		A				
Begrepp		A				
Procedur			B, E	D	C	
Metakog						

I detta projekt används ett system med olika lärandemål för olika betyg. Om lärandemål A, B och E har uppnåtts ges studenten betyg 3. Betyg 4 innefattar dessutom lärandemål C och betyg 5 även lärandemål D.

B. Undervisning

Kurser i beräkningsvetenskap delas ofta in i ett antal moment, som numerisk lösning av ickelinjära ekvationer och numerisk integration. Varje moment har tidigare inletts med en föreläsning, följd av en lektion och sedan en schemalagd laboration där närvaro är obligatorisk och ett laborationsprotokoll fylls i för rättning.

I kursens nya form inleds varje moment med en laboration som inte kräver några förkunskaper. Träning i att använda matematisk programvara ges och frågor kring algoritmernas egenskaper väcks. Närvaro är obligatorisk, men ingen redovisning krävs.

På föreläsning förtydligas termer och begrepp och algoritmer, metoder och tekniker beskrivs och diskuteras. Frågor från laborationen besvaras.

För lektioner och egna studier har en ny övningssamling utvecklats, där övningarna är indelande i fyra kategorier som svarar mot lärandemålen A, B, C och D.

Varje moment avrundas med ett miniprojekt som löses i grupp på icke schemalagd tid. I projektet omsätts nya kunskaper och färdigheter i praktiken. På ett obligatoriskt seminarium

presenterar och diskuterar studenterna sina erfarenheter med varandra. Miniprojekten redovisas sedan skriftligt.

Kursen avslutas med en skriftlig tentamen, indelad i samma fyra kategorier som övningssamlingen. En sammanfattning av kursens undervisningsformer finns i tabell II.

Tabell II
HUR LÄRANDEMÅL A, B, C, D OCH E INTRODUCERAS (I), UNDERVISAS (U), ANVÄNDS (A), DISKUTERAS (D) OCH EXAMINERAS (E).

	A	B	C	D	E
Laboration	I	I	I		I
Föreläsning	U	U	U		
Lektion	A	A	A	A	
Miniprojekt	A	A	A		A
Seminarium	D	D	D		D
Rapport	E	E			E
Tentamen	E	E	E	E	

C. Examination

Tidigare har närvaro på laborationer, godkända laborationsprotokoll och godkänd skriftliga tentamen krävts för att bli godkänd. Efter omarbetning krävs för godkänd laborationskurs

- närvaro på laborationer,
- närvaro på seminarier, samt
- godkända projektrapporter.

Godkända projektrapporterna kräver en korrekt användning av programvara, termer, begrepp, algoritmer, metoder och tekniker. Betyg sätts som tidigare utifrån antal poäng på tentan.

V. UTFALL

Den nya formen av kursen gavs för flera olika studentgrupper under läsåret 2010/11. Här redovisas studenternas betyg samt kursvärderingarnas utfall för tre av grupperna, se tabell III, IV och V. En femgradig betygsskala används vid kursvärderingar. Lägst betyg är 1 och högst är 5. Som jämförelse finns utfall från tidigare år tabulerade. Författare av denna rapport var kursansvarig under 2009 och 2010.

Tabell III
UTFALL FÖR BLIVANDE HÖGSKOLEINGENJÖRER

		Betyg				Kursvärdering		
År	#stud	U	3	4	5	Svar	Kurs	Lärare
2010	14	14%	50%	29%	7%	83%	4.5	4.7
2009	19	21%	32%	26%	21%	62%	3.7	4.3
2008	21	33%	38%	19%	10%	36%	3.4	3.4
2007	23	35%	17%	35%	9%	37%	3.7	4.3

Tabell IV
UTFALL FÖR BLIVANDE GYMNASIELÄRARE

		Betyg			Kursvärdering		
År	#stud	U	G	VG	Svar	Kurs	Lärare
2010	9	22%	44%	33%	75%	4.7	5.0
2009	15	13%	53%	33%	53%	4.1	4.5
2008	10	10%	20%	7%			
2007	3	0%	67%	33%			

Tabell V
UTFALL FÖR BLIVANDE CIVILINGENJÖRER I DATATEKNIK

		Betyg				Kursvärdering		
År	#stud	U	3	4	5	Svar	Kurs	Lärare
2010	65	17%	35%	40%	8%	48%	4.1	4.4
2009	49	43%	29%	24%	4%	36%	3.9	4.4
2008	43	23%	28%	30%	19%	54%	3.7	3.7
2007	60	32%	43%	20%	5%	39%	3.7	4.2

Som synes var förändringarna i betyg små både för blivande högskoleingenjörer och lärare. Betygen på kursen och dess lärare ökade dock tydligt. För blivande civilingenjörer i datateknik var utfallet annorlunda. Både andelen studenter med betyg 3 och betyg 4 ökade markant. Kursbetyget ökade dock bara marginellt och lärarbetyget inte alls.

VI. DISKUSSION

Att andelen godkända inte ökade bland blivande högskoleingenjörer och lärarstudenter kan troligen förklaras av att genomströmningen var hög redan förra gången kursen gavs. Kursens ökade popularitet kan vara ett resultat av constructive alignment. Studenter i dessa grupper uttrycker ofta sorg, frustration, maktlöshet eller uppgivenhet över att matematik och data är svåra ämnen. En lärarstudent lämnade följande kommentar på 2010 års kursvärdering:

> [Jag] förväntade mig en obegriplig matteprogrammeringskurs, men fick en kurs som vände min [...] frustration till ett svagt intresse.

Det är inte orimligt att studenter som brottas med sådana jobbiga känslor har ett behov av guidning och beskydd, ett behov som kanske delvis kan fyllas av den trygghet som constructive alignment bidrar med.

Blivande civilingenjörer i datateknik har en annan syn på matematik och datorer. Många är skickliga programmerare med en väl utvecklad kreativ förmåga och uttrycker nyfikenhet och intresse. De flesta är uppmärksamma på vad som krävs för respektive betyg och därmed blir den tydlighet som kommer med constructive alignment värdefull även för dem. Resultatet visar sig genom högre genomströmning.

Att constructive alignment erbjuder trygghet verkar dock gå de flesta obemärkt förbi. De söker inte guidning eller beskydd. Om studenterna sätter ord på negativa känslor så är det istället frustration över sådant som hämmar deras kreativitet, nyfikenhet eller ambition. En student skrev på 2010 års kursvärdering:

> Del D behöver ses över, enda den egentligen går ut på är att plugga in en massa bevis som man ändå glömmer bort fort. Meningslöst enligt mig.

Antagandet att ambitiösa studenter klarar sig på egen hand visade sig vara felaktigt. Den glesa kolumn D i tabell II kan mycket väl vara förklaringen till att så få studenter fick betyg 5. Utan sammanhang får kunskaperna ingen mening. Studenter med de högsta ambitionerna har därmed missgynnats.

VII. Vidareutveckling

De viktigaste förändringarna på kort sikt är att erbjuda en bättre introduktion till lärandemål E för lärarstudenter och att integrera lärandemål D i undervisningen. På längre sikt kommer ett målrelaterat betygssystem att ersätta det kriteriebaserade.

Denna artikel är en kort version av *Träning för och examination av högre kunskapsnivåer i beräkningsvetenskap*, ursprungligen publiserad i CUL-rapport nr 16 (Stiwne, 2012).

Referenser

Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Red.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Boston, USA: Allyn & Bacon.

Biggs, J. B. (1999). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. Birkshire, England: Open University Press/McGraw Hill.

Bloom, B. S. (Red.) (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*. New York, USA: Longman.

Näsström, G. (2008). *Measurement of Alignment between Standards and Assessment*. (Academic dissertations at the Department of Educational Measurement, nr. 1652-9650:3). Doktorsavhandling, Umeå: Umeå universitet.

Stiwne, E. E. (Red.) (2012). *Utmaning – undervisning – utmaning – utveckling, CUL-rapport nr 16*. Linköping, LiU-Tryck.

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet,
30 november – 1 december 2011

Med generella kompetenser i fokus: Ingenjörsfärdigheter på Chalmers Samhälls-byggnadsprogram

Mihail Serkitjis, Fia Christina Börjeson *Chalmers tekniska högskola*

***Abstract*—En pedagogisk modell där generella kompetenser integreras i ämneskurser tillämpas på basblocket på Chalmers civilingenjörsprogram *Väg- och vattenbyggnad* sedan sex år tillbaka. Denna modell kommer att implementeras i en planerad omstart av ingenjörsutbildningarna inom samhällsbyggnad på Chalmers. Omstarten syftar till en kvalitetssäkring och effektivisering av utbildningen där civilingenjörs- och högskole-ingenjörsprogrammet sammankopplas och samordnas. Vi ser ett förstärkt lärande med de integrerade inslagen och ser hur kopplingen mellan den egna ingenjörsdisciplinen och vikten av kommunikationskunskaper konkretiseras. Modellen åskådliggör hur generella kompetenser har integrerats i tre ämneskurser under grundutbildningens tre första år. Diskussionen utvärderar integrering av generella kompetenser och resonerar kring vilka faktorer som medger handledning av de här färdigheterna på ett meningsfullt vis för att kunna examinera de eftersökta kunskaperna.**

I. Inledning

Diskussionen om hur begreppen kompetens, kunskap, förmåga och förståelse ska förstås har varit ett tydligt inslag i diskussionerna om högre utbildning i under de senare åren[1]. Som samlat begrepp är generella kompetenser intressant ur flera aspekter: Dels för vad de antas omfatta, dels för att de generella kompetenserna kanske inte alltid är så generella. Begreppet återfinns i yrkeslivets tydligare krav på studenters förmåga till teamwork och kommunikation, och ett annat perspektiv på generella kompetenser är dess funktion för studenters lärande. Frågan kvarstår dock hur generella de generella kompetenserna egentligen är.

Vi vill presentera och diskutera ett arbetssätt där generella kompetenser fungerar som ett verktyg för en fördjupad förståelse inom ämnet, och inte enbart som en färdighet utöver ämneskompetensen. Modellen utgörs av ett antal didaktiska moment som integreras i ämneskurserna, under de tre första åren av ett civilingenjörsprogram. Det är moment som syftar till att stödja lärandet och kunskapsprocessen inom ämnet och att bli verktyg att ha med sig i senare studier och i ett kommunikationsintensivt yrkesliv.

Modellen utgår från erfarenheter från ett utvecklingsprojekt, *Lärprocessens didaktik*, finansierat av Rådet för högre utbildning (senare Myndigheten för nätverk och samarbete inom högre utbildning)[2]. Projektet genomfördes 2006 och i det medverkade lärare från Lunds universitet och Chalmers.

Artikeln är sprungen ur den pågående och omfattande omstruktureringen av civilingenjörsprogram och högskole-ingenjörsprogram inom samhällsbyggnadsområdet på Chalmers. Målet är att modernisera och skapa en effektiv struktur för kurserna i programmen. Det är ett analysarbete som syftar till identifiera goda pedagogiska lösningar på programmen i syfte att komma fram till framtida kvalitetssäkring av den nya utbildningen.

Artikelns inleds med en översiktlig beskrivning av den pedagogiska modellen, som här exemplifieras av kommunikationsinslagen. Diskussionen som följer analyserar integrering av generella kompetenser i ämneskurser ur ett lärandeperspektiv och diskussionen tar också upp frågan vad ”generell” i generella kompetenser egentligen avser.

II. Integrering av lärarlag

På flera av Chalmers ingenjörsprogram finns inslag av integrerade generella kompetenser som kommunikation, gruppdynamik, informationskompetens och problemlösning. Det är inslag som går över flera årskurser, och ämneskurser, och som utgör kurser med integrerade lärarlag.

Med integrering av generella kompetenser i ämneskurser avses här alltså två saker: integrering i lärprocessen inom ramen för en kurs samt integrerade lärarlag, det vill säga lärarlag med ämneslärare och språklärare som samarbetar. I kurserna i fråga på Chalmers civilingenjörsprogram Väg- och vattenbyggnad utformar ämnes- och språklärare gemensamma mål, genomför kursen tillsammans och examinerar studenterna gemensamt.

III. Generella kompetenser integrerade i ämneskurs

På civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad finns utrymme för att träna ett flertal generella kompetenser under grundbildningen. I programmets tre första år finns kommunikationsinslag i tre av ämneskurser. Nedan följer en beskrivning av hur de är fördelade hur de är integrerade i ämneskurserna.

A. Kommunikationsinslagen anpassade till uppgiften

De integrerade kommunikationsinslagen är specifikt anpassade till uppgiften i respektive kurs. Examination i samtliga integrerade kurser är en skriftlig rapport, muntlig presentation och någon form av opposition eller diskussion. Exempel på färdigheter som övas är anpassning av budskap

efter mottagare och informationskanal, presentationsteknik samt grundläggande skrivregler för att redigera och skapa sammanhang i text Inom ramen för kursen ges föreläsningar och övningar av språklärarna. Kommunikationsinslagen skiljer sig således inte från övriga ämnesföreläsningar som ingår i kurserna.

B. *Gemensamt genomförande*

Vid handledningen under år 1 i kursen i fråga träffar studenterna både en ämneslärare från ingenjörsdisciplinen och en språklärare. Detta handledningstillfälle är värdefullt då det blir uppenbart för studenterna att skrivande och textens utformning inte är något separat, skiljt från ämneskunskap, utan en naturlig del av det aktuella ämnet. Exempelvis är rapportens disposition både en fråga om struktur i texten och ämnesurval.

Under år 2 är ingenjörsämneslärarna med på föreläsningarna som språklärarna ger under kursens gång. Det betyder att ämnesläraren dels kan ”våga” ställa frågor om som kanske inte studenter känner sig bekväma att göra, dels att det blir en gemensam plattform till uppgiften i fråga. Det är en tydlig signal till studenterna att de inblandade lärarna, som ju har delvis olika roller och ämnesbakgrund, kommunicerar samma beskrivning av uppgift och examination. Samtliga lärare medverkar vid examinationen och gör en gemensam bedömning och gradering av studenternas insats.

C. *Progression över åren*

Under år 2 fungerar kommunikationsinslaget som en del av det kursmoment som avser analys och diskussion. Studenterna skriver en litteraturöversikt och gör i samband med den en mindre empirisk studie. Uppgiftsbeskrivningen som studenterna får förtydligar att det handlar om att gå från beskrivande text till någon form av analys. Kommunikationsinslagen i kursen ger utrymme att öva och förstå vad analys faktiskt innebär och på så vis speglar de generella kompetenserna uppgifternas ökade komplexitet.

Analysbegreppet är särskilt intressant att utgå från då det kan betyda olika saker inom olika discipliner. Det är dessutom ett begrepp som är frekvent i uppgiftsbeskrivningar och på tentamina överlag i högre utbildning, men som kanske inte lika ofta ges utrymme att träna på.

Under det tredje året på grundutbildningen är kommunikationsinslaget del av studenternas kandidatprojekt på våren. Kandidatprojekten bedrivs som projektarbeten till största del och den självständiga processen betonas särskilt. Studenterna bokar själva tid hos språkhandledare och anger vad de främst vill diskutera på sina handledningstillfällen. Detta sätt att genomföra kandidatarbetet är gemensamt för samtliga civilingenjörsprogram på Chalmers.

Det är en fördel för de studenter som har fått möjlighet att arbeta aktivt med skrivande i utbildningen före kandidatarbetet. Kopplingen mellan skrivprocessens nytta är given och de kan på ett effektivt sätt utnyttja de resurser som erbjuds i form av skrivstöd och handledning.

IV. Diskussion

Återkommande i de integrerade handledningstillfällena är diskussionen om definitioner, begrepp och formuleringar. Att resonera om *diskursen* på det här sättet är ett vis att tydliggöra antaganden och perspektiv som många gånger tas för givet inom det egna ämnet men bidrar till förståelsen om de lyfts upp i ljuset av en fråga eller i en diskussion. Lärarlagens erfarenheter av den här typen av varseblivning liknar de i en intressant studie om gemensam diskurs *Learning as Accessing a Disciplinary Discourse: Integrating Academic Literacy into Introductory Physics through Collaborative Partnership*[3]. I studien betonas de involverade lärarnas ökade förståelse för ämnet, och lärarlagen erfar att samarbetet är oerhört produktivt.

På liknande sätt pekar vår erfarenhet på att det är en styrka att lärarna delar en gemensam pedagogisk syn utöver den egna identiteten i ämnet. Det understödjer konstruktiv dialog mellan lärarna och ett utbyte som kan bidra till att både ämneslärare och språklärare kan förbättra sin kapacitet som handledare genom att varsebli diskursen. Lärarnas gemensamma förståelse för ämnets diskurs påverkar kursens innehåll och utformande av enhetliga lärandemål.

Nyckelordet för integrering av generella kompetenser är *gemensamt*. Lärarnas samsyn blir tydlig för studenterna, och uppskattas av studenterna. De integrerade lärarlagen har ett gemensamt mål med kursen och för en kontinuerlig dialog om kursen ifråga vilket i medverkande lärare också uppger som positivt.

A. *Integrering på rätt sätt och på många sätt*

Den dubbelverkande effekten av kommunikation är viktig att betona. Det finns uttalade lärandemål i kurserna om kommunikationsfärdigheter som man får anta är lättare att förstå för studenter, än lärandeaspekterna av kommunikation - de är mindre uppenbara, och behöver uttalas. Genom att på ett tydligt sätt betona att skrivandet är ett sätt att lära sig i kursen blir skrivande en del av ingenjörsämnet, ett verktyg att använda, och inte endast en färdighet för att kunna skriva en rapport i slutet av kursen. Det blir ett *effektivt* verktyg genom att det vävs samman med arbetsmetoden inom ämnet.

Att studenterna faktiskt uppfattar skrivande och andra generella kompetenser som tränas i kusen som ett sätt att lära sig är tydligt i de personliga reflektioner som studenterna skriver inom ramen för kursen (Reflektionstexterna utgör inte betygsunderlag), och i kursutvärderingar. Texterna visar att studenterna är positiva till de integrerade kommunikationsinslagen, så väl som de övriga inslagen av generella kompetenser, trots att de upplevs som krävande både vad avser tid och insats i kursen.

B. *Hur generella är generella kompetenser?*

För att stöd i skrivprocessen ska fungera och för att kunna utnyttja handledningen på bästa sätt är det viktigt att inslagen ges när de behövs, där de behövs. Den här tanken om att ”timing” är viktigt för att integrering av generella kompetenser ska fungera i en kurs tangerar frågan om hur generella de generella kompetenserna är.

Det generella i generella kompetenser avser förvisso en överförbarhet till andra ämnen men *generell* indikerar även att det är något som ligger bortanför det som utgör ingenjörsämnen, vilket egentligen är missvisande. Tvärtom är kommunikation, samarbete, problemlösning och informationskompetens i i allra högsta grad en del av det att vara ingenjör.

Många gånger är kommunikationsinslag utformade för att stödja det ämnesrelaterade innehållet i kursen men den potentiella (kommunikations)färdigheten har också god hjälp av ingenjörsämnets inramning. Det finns alltså en ömsesidig nytta att ta hänsyn till när det gäller integrering av ”språk och innehåll”, och de två kompetenserna kan sägas vara överlappande och inte nödvändigtvis helt divergenta.

Den enhet på Chalmers som levererar kommunikationsinslagen, Avdelningen för fackspråk och kommunikation, (Fackspråk) har ett flertal specialanpassade kurser och inslag varav många är integrerade i ämneskurser. Utöver de integrerade inslagen ges delvis integrerade kurser, parallella kommunikationskurser (med viss samläsning) fristående obligatoriska kommunikationskurser på engelska och svenska samt fristående valbara kommunikationskurser på engelska och svenska. Fackspråk medverkar även i Chalmers civilingenjörsprograms kandidatarbeten i form av föreläsningar om skrivande och presentationsteknik samt handledning under kandidatarbetets gång.

De många varianter på kurser och inslag har utformats efter kursinnehåll. Från att ursprungligen ha varit en enhet som i första hand gav kurser i engelska har samarbete utvecklats mellan Fackspråk och Chalmers övriga institutioner. De olika sätten som kommunikation undervisas och tränas på Chalmers är ett resultat av detta samarbete, och återspeglar vikten av att ge kommunikationskurser som förvisso är generella i bemärkelsen att de till viss del kan sägas handla om kommunikation i allmänhet men att de också handlar om kommunikation i synnerhet, inom disciplinen i fråga.

C. En fråga om resurser

Att integrera över disciplingränser kräver resurser. Inte minst finns ett behov av resurser för utformande av lärandemål och examination. När språk och kommunikation ska integreras i kurser som inte primärt är språkinriktade är det viktigt att få till en medveten konstruktion av uppgift och examination där det är tydligt för studenter varför en kommunikativ examinationsform har valts.

Det är viktigt att den övergripande synen på generella kompetenser genomsyrar utbildningen och blir en gemensam angelägenhet för samtliga involverade lärare Det krävs resurser för att finansiera ett sådant samarbete men genom att just arbeta med *strukturen* för att möjliggöra samsyn och progression över kurs- och disciplingränser kan det ses om en investering i en stabil grund. Resurserna går till förutsättningar för kvalitet och kontinuitet genom att avsätta utrymme för att kunskapsmål inte endast definieras till innehåll utan också omfattar en förståelsenivå.

Vi ser den här typen av integrering av generella kompetenser som ett ändamålsenligt och hållbart sätt att arbeta med generella kompetenser på Väg- och vattenprogrammet.

Integrering fungerar om det görs på ett medvetet och effektivt sätt. Kostnader och resurser har en tendens att dominera diskussioner om utveckling och förändring men ur lärandeperspektiv är det viktigt att betona de stora vinster som finns att göra med samsyn på ingenjörsprogrammens lärandemål inom kurser, mellan kurser och mellan årskurser.

REFERENSER

[1] J.Winterton, F. Delamare - Le Deist, Stringfellow “*Typology of knowledge, skills and competences: - clarification of the concept and prototype* in Centre for European Research on Employment and Human Resources 2005

[2] E. Anderberg, S. Häggström, A. Nordqvist *Didactics of the learning process*. Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology ; Lund : Department of Education, Lund University 2007

[3] D. Marshall, H. Conana, R. Maclons, H. Mark, & T. Volkwyn. “Learning as accessing a disciplinary discourse: Integrating academic literacy into introductory physics through collaborative partnership”. *Across the Disciplines, 8(3).* 2011, Tillgänglig på http://wac.colostate.edu/atd/clil/marshalletal.cfm (111013)

3+2≠5 *eller* Programmål för ingenjörsutbildningar i ljuset av Bolognareformen

Anders Rosén, Kristina Edström, Dan Borglund,
Jakob Kuttenkeuler, Stefan Hallström och Karl Garme

***Sammanfattning*— KTH har infört en ny utbildningsstruktur, som innebär att de två sista åren på civilingenjörsutbildningen utgörs av masterprogram samt att studenterna ska vara behöriga att ta ut en kandidatexamen efter tre års studier. Man kan därmed säga att både kandidat och master ligger inbäddade i den femåriga civilingenjörsutbildningen. Kombinationen av utbildningsprogram, examina och utbildningsmål väcker några principiellt intressanta frågeställningar med långtgående konsekvenser för ingenjörsutbildningen. Vi har analyserat dessa frågeställningar och identifierat att vi står inför ett strategiskt vägval där det nu gäller att långsiktigt slå vakt om ingenjörsutbildningens värde som professionsutbildning. En väl genomförd implementering av den nya utbildningsstrukturen kan förena vetenskaplighet med ingenjörsmässighet och därmed väsentligt stärka ingenjörsutbildningen.**

***Nyckelord*—Bolognareformen, examensmål, programmål, yrkesutbildning.**

I. Introduktion

PÅ KTH har införts en ny utbildningsstruktur som innebär att de flesta masterprogram samtidigt utgör de två sista åren på ett eller flera civilingenjörsprogram. Masterprogrammen ligger alltså ”inbäddade” i civilingenjörsprogrammen. Studenterna ska dessutom efter tre års studier på ett civilingenjörsprogram vara behöriga att ta ut en kandidatexamen. Man kan därmed säga att både kandidat- och masterprogram bäddas in i den femåriga civilingenjörsutbildningen.

Inför denna förändring genomfördes en utredning [1] som konstaterade, utan att vidare kommentera saken: ”*En anpassning måste också ske för masterprogrammen så att dessa passar in i den nya strukturen*.” Som programansvariga för inbäddade masterprogram har vi funnit att modellen medför några principiellt intressanta frågeställningar som behövde utredas. Arbetet tar avstamp i KTH:s utvecklingsplan [2], och avser speciellt att utgöra ett angeläget förarbete för programutveckling med CDIO-modellen på samtliga masterprogram [3].

Anders Rosén (aro@kth.se), Jakob Kuttenkeuler (jakob@kth.se) och Karl Garme (garme@kth.se) är på KTH Marina System.
Kristina Edström (kristina@kth.se) är på KTH Högskolepedagogik.
Dan Borglund (dodde@kth.se) är på KTH Flygdynamik.
Stefan Hallström (stefanha@kth.se) är på KTH Lättkonstruktioner.

Ett inbäddat masterprogram måste förhålla sig till följande styrdokument:

- Högskoleförordningens examensmål för master,
- KTHs lokala examensordning för master,
- Utbildningsplanen för det aktuella masterprogrammet,
- Utbildningsplanen för de civilingenjörsprogram vari masterprogrammet ligger inbäddat,
- Högskoleförordningens examensmål för civilingenjör, samt
- KTHs lokala examensordning för civilingenjör.

Denna utredning syftar till att på ett genomtänkt sätt sammanföra dessa mål. Farkostteknikprogrammet och ett par av dess inbäddade masterprogram har använts som konkreta exempel, men arbetet avser utgöra en modell som kan tillämpas över hela KTH.

Arbetet bestod i att:

- analysera de utbildningsmål i styrdokument på olika nivåer som gäller för civilingenjörsprogram och inbäddade masterprogram (högskoleförordningens examensordning, KTH:s lokala examensordning, samt utbildningsplaner),
- skapa harmoni mellan dessa mål på ett genomtänkt sätt, samt
- ange progression mellan grundnivå och avancerad nivå genom att föreslå etappmål efter de tre första åren i civilingenjörsprogrammen.

II. Analys av mål och målstrukturer

A. *En djungel av styrdokument*

De inbäddade masterprogrammen utgör självständiga utbildningsprogram avsedda att leda till masterexamen och måste därför tillgodose högskoleförordningens examensmål för masterexamen [4]. För att vara behöriga att ta ut en masterexamen ska studenterna uppfylla dessa mål, liksom bivillkoren i KTHs lokala examensordning för master. Därtill kan det finnas egna programmål uttryckta i utbildningsplanerna för respektive masterprogram. Masterprogrammen har därför en *direkt relation* till examensmålen för master och kommer att utvärderas i förhållande till dessa, såväl i Högskoleverkets nationella utvärdering av utbildningskvalitet som i KTHs egna interna utvärderingar.

Samtidigt som de är självständiga utbildningsprogram utgör de flesta masterprogram på KTH även de två sista åren inom

civilingenjörsprogram. Eftersom studenterna ska bli behöriga att ta ut civilingenjörsexamen måste masterprogrammen tillgodose samtliga mål för civilingenjörsexamen som inte redan klarats av på grundnivå. Detta väcker frågan om civilingenjörsprogrammets progression mellan grundnivå (de första tre åren) och avancerad nivå (masterprogrammen). Ett inbäddat masterprogram har alltså även en *indirekt relation* till högskoleförordningens examensmål för civilingenjör [5] och till den lokala examensordningen för civilingenjör. Relationen kan kallas indirekt, eftersom det endast är civilingenjörsprogrammet som kommer att utvärderas gentemot dessa examensmål. Formellt regleras relationen via utbildningsplanen för det civilingenjörsprogram där masterprogrammet utgör avslutningen. Utbildningsplanerna för civilingenjörsprogram innehåller ofta även programspecifika mål, som också blir styrande för masterprogrammet, såvida de inte redan tillgodosetts under de första tre åren. Bilden kompliceras ytterligare av att ett enskilt masterprogram oftast ligger inbäddat i flera olika civilingenjörsprogram. Som exempel kan nämnas att masterprogrammen *Naval Architecture* och *Aerospace Engineering* ligger inbäddade i fyra olika program: *Farkostteknik*, *Maskinteknik*, *Design och produktframtagning* och *Teknisk fysik*.

B. Jämförelse av examensmålen för civilingenjör och master

Jämförelsen mellan högskoleförordningens examensmål för civilingenjör [5] respektive master [4] i Bilaga A visar att en stor del av målen är gemensamma. Viktiga skillnader föreligger dock, speciellt avseende professionella färdigheter (ingenjörsfärdigheter), där målen både är mer omfattande och högre satta för civilingenjör än för master. Det syns tydligt att master är en generell akademisk examen, medan civilingenjörsexamen är en yrkesexamen. Examensmålen för civilingenjör uttrycker höga ambitioner för ingenjörsutbildningen som yrkesutbildning, med långtgående mål för färdighet och förmåga. Trots att målen för masterexamen är skrivna i samma anda är de mer generellt formulerade eftersom de ska fungera som mål för masterutbildning inom alla olika huvudämnen. Eftersom många viktiga mål för ingenjörsfärdigheter endast återfinns i civilingenjörsmålen är examensmålen för kandidat plus master alltså inte ekvivalenta med examensmålen för civilingenjör. Ett masterprogram som enbart tillgodoser examensmålen för master är inte tillräckligt som avslutning på ett civilingenjörsprogram.

C. Något om målen för ingenjörsfärdigheter

Ingenjörsfärdigheternas centrala betydelse i utbildningen utgör utgångspunkten för såväl högskoleförordningens examensmål, KTHs utvecklingsplan [2] som CDIO-modellen [3]. Förutsatt att kurserna utformas på ett genomtänkt sätt står målen i de olika kunskapsformerna (*kunskap och förståelse*, *färdighet och förmåga* samt *värderingsförmåga och förhållningssätt*) därför inte i konkurrensförhållande inom utbildningen, utan kan snarare berika varandra. Ingenjörsfärdigheterna bör ses som integrerade med ämneskunskaperna och kan inte separeras från dessa. När studenterna exempelvis tränar att kommunicera inom teknik fördjupar de samtidigt sin ämnesförståelse genom att tillämpa och uttrycka sina tekniska kunskaper – deras ämneskunskap transformeras till arbetande kunskap och de utvecklas till ingenjörer. Målen inom kategorierna *färdighet och förmåga* och *värderingsförmåga och förhållningssätt* är därför inga sekundära mål som ligger vid sidan av eller står i motsats till de tekniska kunskaperna inom ingenjörsutbildningen; de uttrycker aspekter av teknisk kunskap och utgör legitima och nödvändiga ingenjörsfärdigheter.

D. Analys av mål i utbildningsplaner – exemplet Farkostteknik med inbäddade masterprogram

En jämförelse av målen i utbildningsplanen för *Farkostteknik* med examensmålen för civilingenjör visar att en stor del av målen är gemensamma, eller om man så vill att utbildningsplanen till största delen upprepar högskoleförordningens examensmål. Jämförelsen visar även att Farkosttekniks mål i flera avseenden är lägre satta än de nationella målen, vilket naturligtvis är otillfredsställande. Vidare återfinns i Farkostteknikprogrammets utbildningsplan något som kallas ”Målbeskrivningar för masterprogram” vilka i jämförelse med examensmålen för master framstår som delvis redundanta och delvis otillräckliga.

Vi kan konstatera att de olika målformuleringar som förekommer i utbildningsplanerna verkar ha vuxit fram ad hoc. Vid varje förändring har nya mål skrivits in i styrdokument, men kanske utan något riktigt helhetsgrepp, och det förekommer såväl redundans som glapp och brister. Vi drar slutsatsen att det vore principiellt enklare och tydligare att låta högskoleförordningens examensmål utgöra de primära målen i programmens utbildningsplaner, och att rena omskrivningar av examensmål bör utgå.

III. Förslag till ny målstruktur

A. En genomtänkt uppsättning programmål

Vilka mål är egentligen nödvändiga? Vår utgångspunkt är att målen bör utgöra en användbar grund för systematisk utveckling av både program och kurser. När vi tillåter oss att för en stund se med friska ögon på förutsättningarna för inbäddade masterprogram på KTH, ser vi möjlighet att föreslå en reducerad och genomtänkt uppsättning programmål för såväl civilingenjörsprogram som masterprogram. Fördelen med att rensa i djungeln av mål är att de kvarvarande målen kan tas mera på allvar. Tydlighet och spårbarhet genom styrdokumenten är också en styrka inför kommande utvärderingar.

B. Unionen master – civilingenjör

I och med det dubbla uppdraget som självständigt utbildningsprogram och som avslutning av civilingenjörsprogram, anser vi att de inbäddade masterprogrammen samtidigt måste tillgodose examensmålen både för master och för civilingenjör. Jämförelsen visar att dessa uppsättningar mål till en mycket stor del överlappar varandra. De mål som är

unika för civilingenjörsexamen avser främst ingenjörsfärdigheter, medan masterexamen utmärker sig genom en fördjupning av målen kring vetenskap. Civilingenjörsprogrammen, vars avslutning alltid utgörs av masterprogram, kommer automatiskt att uppfylla båda uppsättningarna examensmål. Därmed får de studerande, som ett specifikt bidrag från examensmålen för master, en värdefull fördjupning av flera vetenskapliga aspekter. Detta blir ett viktigt extra värde med KTHs civilingenjörsutbildning.

Om det för ett civilingenjörsprogram är relativt oproblematiskt att även uppfylla de mål som gäller specifikt för masterexamen, verkar det omvända vid första anblicken inte lika självklart. Hade ett masterprogram utformats endast med sikte på examensmålen för master skulle det innebära en betydande ambitionshöjning att även tillgodose målen för civilingenjör. Men eftersom de inbäddade masterprogrammen på KTH har sina ursprung i civilingenjörsutbildningarnas fördjupningar kännetecknas de redan av ingenjörsfärdigheter; de är en del av KTHs långa tradition av ingenjörsutbildning. Det är därför inget orimligt åtagande för masterprogrammen på KTH att uppfylla även civilingenjörsmålen – och för de masterprogram som ligger inbäddade i civilingenjörsprogram är det redan självklart att de måste uppfylla denna dubbla funktion, just eftersom de utgör de sista åren i civilingenjörsutbildningen. I Bilaga B, högra kolumnen, sammanställs unionen av examensmålen för civilingenjör och master. Vi föreslår att både master- och civilingenjörsprogrammens utbildningsplaner tar sin utgångspunkt i denna union.

C. Ett viktigt vägval

Vi ser det som en rak konsekvens av den nya utbildningsstrukturen, där programmen samordnas, att både civilingenjörs- och masterprogrammen måste uppfylla unionen av mål. Den slutsatsen bygger även på villkoret att ett inbäddat masterprogram ska ge alla studenter samma förutsättningar kring vilka kurser de får läsa, vare sig de antagits med målexamen civilingenjör eller master. Man kan annars tänka sig att masterprogrammet innehåller två varianter av obligatorier, en för dem som siktar mot civilingenjörsexamen och en för dem som ska ta ut masterexamen. Vi anser dock att en sådan uppdelning skulle vara olycklig av två skäl. För det första ser vi i praktiken att variationen inom respektive studentgrupp är så stor att det i praktiken inte finns någon tydlig skiljelinje mellan master- och civilingenjörsstudenter. Studenterna skulle uppleva systemet som begränsande och orättvist, och det skulle bli svårt att motivera varför vi begränsar deras kursutbud och valfrihet. För det andra, och mest av allt, skulle en sådan uppdelning vara olycklig av strategiska skäl. Det allra viktigaste argumentet mot en uppdelning är att det skulle ge upphov till två parallella strukturer, en mer akademisk och en mer ingenjörsmässig utbildning. Om och när civilingenjörsutbildningen i praktiken ersätts av kandidat- och masterstrukturen riskerar vi att den nya utbildningen då inte utgör samma starka ingenjörsutbildning. Som vi visat är examensmålen för kandidat plus master inte lika med examensmålen för civilingenjör eftersom många mål för ingenjörsfärdigheter saknas i kandidat/master. Det finns ett stort egenvärde i att KTHs masterutbildning även i framtiden ska vara en stark yrkesutbildning.

KTH står nu inför ett viktigt vägval, som kan få stora konsekvenser på lång sikt. I framtiden blir det troligen vanligare att studenter läser kandidat och master, och civilingenjör kan komma att tappa sin dominanta position eller helt utmönstras på sikt. Då blir det viktigt att den kandidat- och masterstruktur som KTH nu etablerar utgör framtidens starka yrkesutbildningar, att de fortfarande är ingenjörsutbildningar, annars sviker vi både samhälle, studenter och arbetsgivare.

Det ligger utanför vårt uppdrag att utreda om KTH kan eller bör ha en parallell utbildningsstruktur med masterprogram, som inte ligger inbäddade i civilingenjörsprogram och som därför kan styras endast av examensmålen för master och på så vis få en rent akademisk profil. Om KTH vill förhindra en sådan utveckling kan det göras genom att i den lokala examensordningen ange att samtliga masterprogram ska uppfylla unionen av examensmål för civilingenjör och master.

D. Progression mellan grundnivå och avancerad nivå

Den nya utbildningsstrukturen väcker också frågan om progression genom utbildningen, det vill säga ansvarsfördelning inom civilingenjörsprogrammet mellan grundnivå och avancerad nivå. I utbildningsplanerna för civilingenjörsprogram anges inte till vilken grad något av examensmålen ska vara uppfyllt efter tre år, och vilka som ska tillgodoses genom masterprogrammen. För civilingenjörsprogrammet är det viktigt att ha något etappmål att utgå ifrån vid utvecklingen av programmets tre första år. Detta behov aktualiseras särskilt av programutvecklingen med CDIO-modellen [3].

Från de inbäddade masterprogrammens synpunkt är det önskvärt att det treåriga etappmålet är ungefär detsamma för alla civilingenjörsprogram som masterprogrammet ska utgöra avslutningen på. Troligen innebär detta att etappmålet bör vara gemensamt för alla KTHs civilingenjörsprogram, eftersom samma masterprogram kan avsluta flera olika civilingenjörsprogram.

Vilka av examensmålen bör då klaras av på grundnivå (under de tre första åren) och vilka ska tillgodoses på avancerad nivå (i de inbäddade masterprogrammen)? Eftersom studenten ska vara behörig att ta ut kandidatexamen är det helt klart att dessa examensmål [6] måste vara uppfyllda efter tre år. Men kandidat är en generell akademisk examen som inte alls innehåller ingenjörsfärdigheter i den omfattning som är nödvändigt för de tre första åren i ett civilingenjörsprogram, exempelvis finns det inget mål avseende lagarbete. Förmåga att kommunicera på engelska finns inte heller med i examensmålen för kandidat, men som studieförberedelse inför avancerad nivå måste de studerande tränas i att använda engelska även under de tre första åren. Examensmålen för kandidat är därför inte tillräckliga som treårigt etappmål inom något civilingenjörsprogram. För att förbereda studenter för studier på avancerad nivå måste även en inledande nivå av ingenjörsfärdigheter uppnås redan under de tre första åren.

I Bilaga B, vänstra kolumnen, föreslår vi etappmål för de tre första åren på civilingenjörsprogrammen. Dessa mål är formulerade enligt principen att studenten efter tre år ska

uppfylla examensmålen för kandidat, och därtill en inledande nivå för de ingenjörsfärdigheter som ingår i examensmålen för civilingenjör, som förberedelse inför studierna på avancerad nivå i civilingenjörsprogrammet.

IV. Slutsats

Bilaga B visar utredningens förslag till mål inom civilingenjörs- och masterprogrammen. Samma målstruktur illustreras i Figur 1.

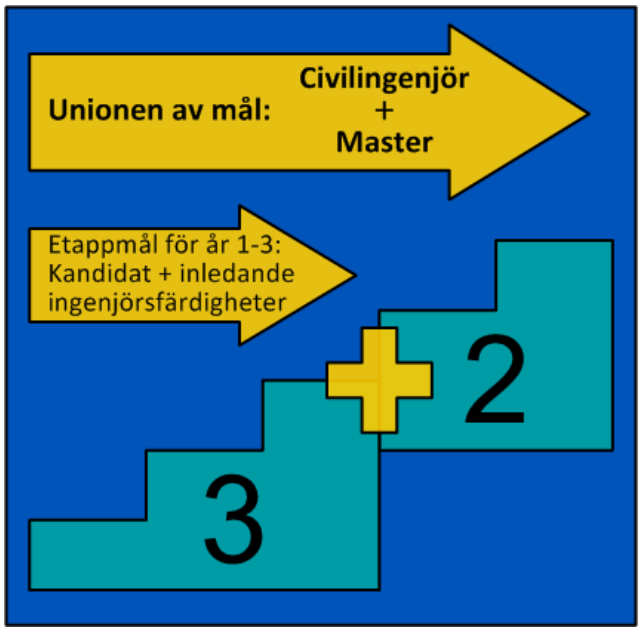


Fig. 1. Utredningens förslag till implementering av den nya utbildningsstrukturen, med gemensamma mål för civilingenjörs- och masterprogram samt etappmål efter tre år i civilingenjörsutbildningen.

Etappmålet innebär att civilingenjörsutbildningens första tre år dels ska ge behörighet till kandidatexamen, dels ska inleda utvecklingen av vissa ingenjörsfärdigheter, inklusive inledande kommunikation på engelska. Efter fem år ska unionen av mål för både civilingenjör och master vara uppfyllda. Samma mål föreslås gälla för de inbäddade masterprogrammen som för civilingenjörsprogrammen.

Vi anser att den föreslagna målstrukturen utgör en logisk konsekvens av beslutet om ny utbildningsstruktur. Vår utredning har identifierat att den nya utbildningsstrukturen ställer KTH inför ett strategiskt vägval där det nu gäller att slå vakt om ingenjörsutbildningens framtida värde som yrkesutbildning. En väl genomförd implementering av den nya utbildningsstrukturen, i enlighet med detta förslag, förenar vetenskaplighet och ingenjörsmässighet och kan väsentligt stärka ingenjörsutbildningen på KTH.

Bilagor

Bilaga A – Jämförelse mellan masterexamen och civilingenjörsexamen.

Bilaga B – Förslag till mål för master/civilingenjör med etappmål efter tre år.

Tack

Vi tackar våra uppdragsgivare Lars Filipsson, programansvarig för Farkostteknikprogrammet, och Sigbritt Karlsson, dåvarande prodekanus. Vi tackar Helene Gester, utbildningskansliet på Skolan för Teknikvetenskap, för värdefulla synpunkter under arbetet. Vi tackar även Bengt Hällgren, Karlstads universitet, för inspirerande diskussioner redan 2006 kring målen för de olika examina.

Hela utredningen

Hela utredningen [7] kan rekvireras av författarna.

Referenser

[1] *Utredning om KTHs framtida utbildningsstruktur på grundnivå och avancerad nivå*, KTH, Rapport till Universitetsstyrelsen 2008-03-19.
[2] *KTH i människans tjänst för morgondagens samhälle*, KTH, Utvecklingsplan 2009-2012.
[3] Edström, K., Klasén, I., Hanson, M., Karlsson, S., och Malmström Jonsson, E. (2009) Strategi för utveckling av samtliga KTHs ingenjörsutbildningar – anpassning och uppdatering av CDIO-modellen, *Proceedings från 2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Lunds Tekniska högskola.
[4] Högskoleförordningen (1993:100) – Bilaga 2 Masterexamen.
[5] Högskoleförordningen (1993:100) – Bilaga 2 Civilingenjörsexamen.
[6] Högskoleförordningen (1993:100) – Bilaga 2 Kandidatexamen.
[7] Rosén, A., Edström, K., Borglund, D., Kuttenkeuler, J., Hallström, S. och Garme, K. (2010) *Programmål inom den nya utbildningsstrukturen på KTH*, KTH, Rapport 2010-06-24.

BILAGA A. JÄMFÖRELSE AV EXAMENSMÅLEN FÖR CIVILINGENJÖR OCH MASTER

För civilingenjörsexamen skall studenten	**För masterexamen skall studenten**
Kunskap och förståelse	*Kunskap och förståelse*
visa **kunskap** om **det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet** samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete visa såväl brett kunnande inom **det valda teknikområdet**, **inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap**, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området	visa **kunskap och förståelse** inom **huvudområdet för utbildningen**, inbegripet såväl brett kunnande inom området som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området samt **fördjupad** insikt i aktuellt forsknings och utvecklingsarbete **visa fördjupad metodkunskap inom huvudområdet för utbildningen**
Färdighet och förmåga	*Färdighet och förmåga*
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 kunskaps-utvecklingen 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, självständigt och kreativt identifiera och formulera frågeställningar, att planera och med adekvata metoder genomföra kvalificerade uppgifter inom givna **tids**ramar och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen **samt att utvärdera detta arbete** visa sådan färdighet som fordras för att delta i forsknings- och utvecklingsarbete **eller för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet**
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 kritiskt och systematiskt integrera kunskap och att **analysera, bedöma och hantera komplexa företeelser, frågeställningar och situationer** 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	
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	visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa i dialog med olika grupper
Värderingsförmåga och förhållningssätt	*Värderingsförmåga och förhållningssätt*
visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete	visa förmåga att **inom huvudområdet för utbildningen** göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga 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**	visa insikt om **vetenskapens** möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används
visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att **fortlöpande utveckla sin kompetens**	visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att **ta ansvar för sin kunskapsutveckling**

BILAGA B. FÖRSLAG TILL MÅL FÖR MASTER/CIVILINGENJÖR MED ETAPPMÅL EFTER TRE ÅR

Efter tredje året på civilingenjörsutbildningen skall studenten	**För masterexamen/civilingenjörsexamen skall studenten**
Kunskap och förståelse	*Kunskap och förståelse*
visa **kunskap** och förståelse inom huvudområdet, inbegripet kunskap om områdets vetenskapliga grund, **kunskap om tillämpliga metoder** inom området, **fördjupning inom någon del** av området samt **orientering** om aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete	visa **brett kunnande** och förståelse inom det valda teknikområdets (huvudområdets) vetenskapliga grund och **beprövade erfarenhet**, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, **väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar** av området, samt **fördjupad insikt i** aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete visa **fördjupad metodkunskap** inom det valda teknikområdet (huvudområdet för utbildningen)
Färdighet och förmåga	*Färdighet och förmåga*
visa förmåga att **söka, samla, värdera och kritiskt tolka relevant information** i en problemställning visa förmåga att självständigt identifiera, formulera och **lösa problem** samt att analysera och utvärdera olika tekniska lösningar visa förmåga att planera och genomföra uppgifter inom givna ramar	visa förmåga att **med helhetssyn** kritiskt, självständigt och **kreativt** identifiera, formulera och **hantera komplexa frågeställningar** 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 **samt att utvärdera detta arbete**
visa sådan färdighet som fordras för att självständigt arbeta inom det område som utbildningen avser	visa sådan färdighet som fordras för att **delta i forsknings- och utvecklingsarbete** eller för att självständigt arbeta i **annan kvalificerad** verksamhet och **därigenom bidra till kunskapsutvecklingen**
visa förmåga att integrera och **använda** kunskap, visa förmåga att **kritiskt diskutera** företeelser, frågeställningar och situationer, samt modellera skeenden, med **utgångspunkt i relevant** information	visa förmåga att kritiskt och systematiskt **integrera** kunskap, visa förmåga att **analysera, bedöma och hantera komplexa** företeelser, frågeställningar och situationer, samt modellera, **simulera, förutsäga och utvärdera** skeenden, även med **begränsad** information
visa förmåga att **beskriva och utveckla enklare förslag till** produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling	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 att **i samarbete planera, genomföra och redovisa givna uppgifter**	visa förmåga till **lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning**
visa förmåga att **på svenska, och i viss mån även på engelska,** muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera **information, problem och lösningar** i dialog med olika grupper	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	*Värderingsförmåga och förhållningssätt*
visa förmåga att (inom huvudområdet för utbildningen) göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter	visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter samt visa **medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete**
visa insikt om **kunskapens** och teknikens roll i samhället, och om människors ansvar för hur de används	visa insikt i **vetenskapens** och teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, **inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter**
visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att utveckla sin kompetens	visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att **ta ansvar för** att **fortlöpande** utveckla sin **kunskap** och kompetens

Student retention in engineering education - Examples of how it looks and what can be done

Staffan Andersson, Jannika Andersson Chronholm, and Birgitta Gelin

***Abstract*—There is an ongoing effort to find better ways to measure, visualize and understand student retention. We have explored the retention pattern for engineering programmes at Uppsala University. We indentify some distinctive features, such as the rapid decline of student numbers during the first two years of study, which is enhanced during summer holidays and a steadier situation after the first two years. A qualitative analysis yielded four reasons for student departure from our programmes: dissatisfaction with the study experience, problems to handle studies, conflicts of interest and lacking work connection. We related these reasons to the observed retention pattern and suggest implications for future practice.**

***Index Terms*—Student departure, student retention.**

I. Introduction

STUDENT RETENTION is a key issue for higher education. A goal for any education should be to help students succeed and reach their goals. Better understanding of student trajectories through our educational programmes and the reasons for student departure can help inform the educational development work. This is perhaps particularly relevant for current engineering education [1]. There is an outspoken demand for more engineers from both governments and companies, but the fraction of students reaching their degree on Master Programmes in Engineering has been declining [2]. This can be seen in Fig. 1.

Further knowledge is needed to improve engineering education in an informed way. One area of concern is developing tools to measure and visualize student retention in different ways. Two recent studies in this area are *Ung Ingenjör* [3] and *Mått på genomströmning* [4]. Another area is the exploration of reasons for student departure from programmes. This has been explored in great detail and the primary concerns have been identified as expectations, support, feedback and involvement [5]. Much remains however in exploring how these concerns manifest at different programmes and in different contexts. Our paper bridges these two areas in an exploration of student retention on engineering programmes at a Swedish university.

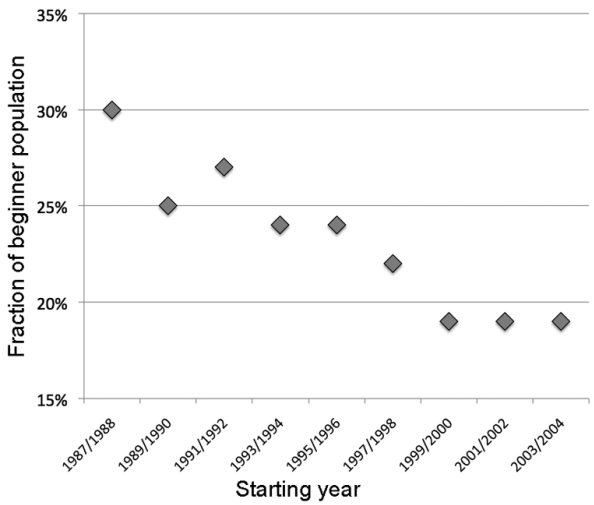


Fig. 1. The fraction of beginning student population on all Swedish Master Programmes in Engineering who has reached a master degree within five years of starting their programme.

II. Our study

We have explored the large-scale retention patterns of engineering students at Uppsala University. This exploration draws on two different primary sources. Academic records provide quantitative data and qualitative data is gathered from a Third Year Questionnaire.

Manuscript received October 14, 2011.

Staffan Andersson is with the Division of Physics Education Research, Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Sweden (phone: +46-(0)18-4713520; e-mail: staffan.andersson@ physics.uu.se).

Jannika Andersson Chronholm is with the Division of Physics Education Research, Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Sweden (e-mail: jannika.chronholm-andersson@ physics.uu.se).

Birgitta Gelin is with the Office for Science and Technology, Uppsala University, Sweden (e-mail: birgita.gelin@ uadm.uu.se).

A. Academic Records

The academic records provide a key source of quantitative information for studies of student retention. They contain information on student registration and achievement as well as changes between and departure from programmes. We used the academic records to create large-scale pictures for the patterns of student retention on engineering programmes at our university. The records were also used to check assumptions about changing and leaving patterns on different programmes.

B. Third year questionnaire

The Third Year Questionnaire is a large survey distributed to all Science and Technology students at Uppsala University. We used qualitative data from the questionnaire sent out at the end of the spring semester 2010. The response frequency for the questionnaire was 30%. We analyzed free text answers to a question regarding reasons for leaving programmes or seriously considering doing so. This question had been answered by 53 of the 154 responding students.

III. THE PATTERN OF STUDENT RETENTION

We retrieved retention data for all our engineering programmes for a number of starting years. The fraction of the initial population actively starting the programmes that were still enrolled on the same programme was determined for each semester during the nominal study time of the programme.

This strategy provides average patterns for very large populations. All effects from momentary causes, such as changing curriculum, disastrous courses and similar occurrences, should be eliminated from our patterns. The patterns in the pictures should be real and general for our programmes. We will argue for possible reasons behind these patterns in section V.

A. Master Programmes in Engineering

Retention data for Master Programmes in Engineering were retrieved for students actively starting between the autumn of 2000 and the autumn of 2006. This population contains 3993 students on nine different programmes.

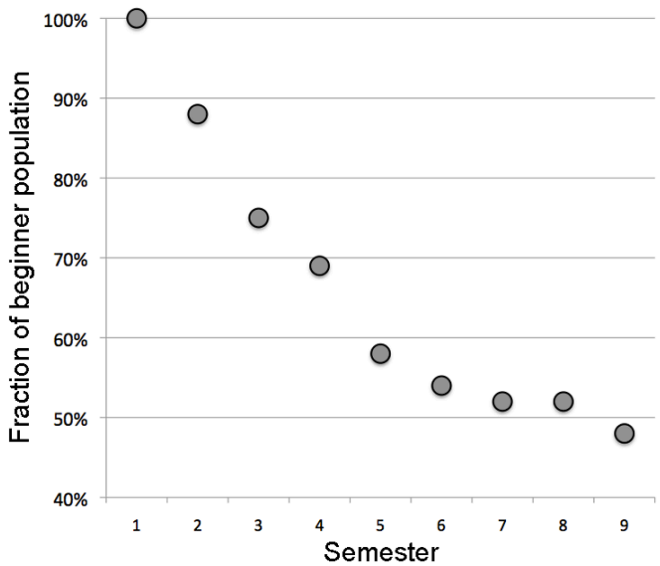


Fig. 2. The fraction of beginning student population on all Master of Programmes in Engineering at Uppsala University (2000-2006) who were still enrolled on their programme for the given semesters.

The retention pattern for this population, presented in Fig. 2, exhibit some significant features. The large decline in number of enrolled students during the first year roughly equals half the total student loss. The summer holiday between second and third semester seems to enhance this loss. The summer enhancement effect on student departure is even more pronounced between the fourth and fifth semester. The number of enrolled students level out towards the end of the programme, with a small dip during the ninth semester.

B. Bachelor Programmes in Engineering

Retention data for Bachelor Programmes in Engineering were retrieved for students actively starting their programmes between the autumns of 2000 and 2008. The population contains 1179 students on four different programmes.

The pattern for the Bachelor Programmes, shown in Fig. 3, exhibits similar features to those of the Master Programmes. The large initial decline has a similar magnitude and the summer enhancement effect on departure can be seen, particularly between the fourth and fifth semester. The decline in numbers of enrolled students are starting to stabilize but does not reach a steady state, primarily due to the shorter nominal time for the Bachelor Programmes.

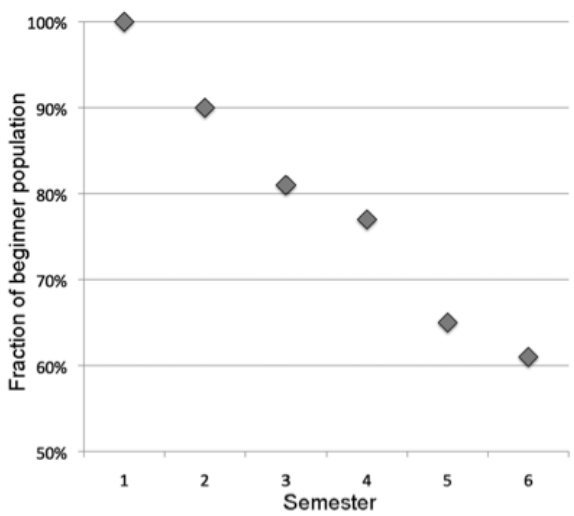


Fig. 3. The fraction of beginning student population on all Bachelor of Science in engineering programmes at Uppsala University (2000-2008) who were still enrolled on their programme for the given semesters.

IV. Motives for leaving

The stories told by students, who either had changed programme or seriously considered to leave their programme, were analyzed using an iterative sorting procedure. This started with identification and coding of recurring themes found in the data. The themes were then brought together into four major reasons for leaving: dissatisfaction with the study experience, problems to handle studies, conflict of interest and lacking work connection. We present each of these four reasons in more detail together with illustrative quotes.

A. Dissatisfaction with the study experience

The most common reason given by the students was dissatisfaction with the study experience. The experience consists of many different factors, but is primarily constituted by perceptions of quality and feelings of belonging. About 40% of the student answers belonged to this category.

> *Is this really right, do I fit in here? I am probably not the type of person who becomes [one of these]. Boring and joyless with lectures and standard problems.*

> *At different occasions the last two years, I have experienced that education as pointless and lacking quality, and I have experienced the environment as hard and unwelcoming.*

B. Problems to handle studies

Many students expressed concerns about their ability to handle the studies and achieve the results they wanted. This often interplayed with the pace of the studies and perceived demands, which are experienced as hard to meet. This category contains about 30% of the student answers.

> *I could not handle the exams. I had studied for weeks in advance, and I have always done well at school before, so it was a hard blow.*

> *In the beginning, when it was hard to get into the studies in the courses that started to become more difficult.*

C. Conflict of interest

The conflict between student interest and what actually is experienced at the program is another important issue. Sometimes students believe other programmes would be more interesting, sometimes their interest change and sometimes programmes just fail to deliver what initially caused the student interest. This category gathers all such conflicts of interest and is made up by about 20% of the student answers.

> *I realised that the programme actually contains very little of what I am interested in, although I thought this was what the programme was all about. So I found another programme, which felt more right for me.*

> *Why all this math? Why did I not study economy instead?*

D. Lacking work connection

Some students on the engineering master programmes feel that the connection between education and future work life is lacking. This concerns issues such as information about future work possibilities, relevance of courses in relation to future work and a general lack of professional focus in courses. About 10% of the students answers belong to this category, and they come exclusively from the master programmes.

> *The information about what one can work as after the programme has been very scarce. We have had very few professional excursions and such thing makes it easy to loose the drive. Then some people*

working here say it is common for engineers like us to work at a bank. Such information makes you wonder whether we have any place on the labour market.

It was hard to see any interesting future professional working directions during the first two years.

V. Explaining the pattern

As discussed earlier, the key concerns for student retention has been identified as expectations, support, feedback and involvement. Our qualitative data analysis on student reasons for departure indicates the areas where these concerns are especially important for our students. These results provide a foundation for tentative arguments about the observed features of the retention patterns.

A. The critical first year?

The first year of study is a well-known critical period for new students (see for example [5]). This is the time when students' expectations should be met and when students encounter new social and academic systems. This is a time when students need positive involvement with their studies and surrounding activities. They require support and feedback that address the issues seen in our qualitative study: Do I belong at this programme? Is my programme of good quality? Can I handle my studies? Is the programme interesting for me? Will this programme lead to relevant future work?

Students receiving unsatisfying answers to these issues might decide to leave. As students experiencing the largest conflicts between themselves and their programmes are prone to leave early it is natural for the student departure to be largest during the first year. We also observe that programmes marketing a clear picture on what they entail and who would belong there exhibit a smaller decline during the first year.

The issues students struggle with are however equally relevant during their whole education. We actually see that the fraction of remaining students departing is largest between the fourth and fifth semester, both for Master and Bachelor Programmes.

B. The summer enhancement effect

We observe an enhanced student departure during summer holidays for both programme types. This is an interesting feature, which to our knowledge has not been discussed previously. A tentative explanation for this effect might be that the students disengage from their study systems during the holiday. They are thus, at least partially, disconnected to important retention factors such as support, feedback and involvement at their institute. At the same time, the holiday provides time and opportunity to reflect on study experiences and consider other options.

C. The stabilization

The retention pattern for the Master Programmes in Engineering shows stabilization towards the end of the education. Most of the remaining students have by this time found sufficient conditions and reasons to remain on their programmes. There is also the added factor that invested time and effort makes them more reluctant to leave.

Now, when I have come this far into the programme, I have no plans to change or leave.

D. The dip at the end of the Master Programmes

The student departure observed between the eight and ninth semesters on the Master Programmes in Engineering originate from two different effects. Some ambitious students manage to complete their studies before the nominal time, as can be seen from the academic records. There are also some students who find jobs, based on their almost complete education, and leave to start their career early without a completed degree [6].

VI. Implications for practice

The reasons for student departure found in our study and the observed patterns of retention provide a useful foundation for discussions on improved practice for increasing student retention. We will discuss the implications and suggestions we find most important in this section.

A. Living up to expectations

Much effort is spent on recruiting students to engineering programmes. Programmes are profiled

and marketed in different ways to attract potential students. The students applying to the programmes have expectations formed from a number of sources, but primarily marketing information from the institutes. A key concern for improved student retention is the ability of programmes to live up to the expectations. This is particularly true as we often market our programs with promises connected to what the students want - *This is an interesting high-quality education with a relevance to your future career where you will feel at home and succeed*.

B. Creating a positive experience

We must use the different tools of student retention to create a positive study experience where the students have many inclusive possibilities for involvement. A combination of relevant feedback and support is important here. Different initiatives that can provide this during the first year of study, when many programmes have large student populations with little possibilities to student-teacher interaction, is especially relevant.

C. Bridging the summer holidays

Institutes should try to find ways to prevent the enhanced student departure during summer holidays. One way could be activities at the end of spring semesters, pointing forward towards coming semesters. Such activities could strengthen commitment, sense of community and also build a feeling of continuity.

D. Helping students to finish

The retention pattern for Master Programmes highlights the issue of helping students to actually finish their programmes. The same problem also exists on the Bachelor Programmes, although it is not as visible in the figure. Students who depart prematurely to start jobs are not, in a sense, failing but they will lack the formal degree in the future. Initiatives helping these students to complete their degrees could be of great value.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank all colleagues whose help and contributions as always are greatly appreciated. We would especially like to thank Jonas Forsman and John Airey at de division of Physics Education Research for their valuable contributions.

REFERENCES

[1] Teknikdelegationen, *Vändpunkt Sverige - ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap och IKT,* Statens Offentliga Utredningar 2010:28, Stockholm, 2010.

[2] S. Andersson “Identitetsresan", In Fler som kan p.63-77. Stockholm:Skolverket

[3] B. Marklund “Hur kan genomströmningen i våra program- utbildningar mätas, presenternas och analyseras? Vilka hinder och kritiska framgångsfaktorer finns för en god genomströmning?" Proceedings from Utvecklingskonferens för Sveriges ingenjörsutbildningar 2009.

[4] Högskoleverket, *Mått för genomströmning i utbildning på grund- och avancerad niva,* Högskoleverkets rapportserie 2009:29

[5] V. Tinto, "From Theory to Action: Eploring the Institutional Conditions for Student Retention," in *Higher Education: Handbook of Theory and Research* 25, J.C. Smart, Ed. University of Chicago, 2010, pp. 51-89

[6] Högskoleverket, *Orsaker till studieavbrott,* Högskoleverkets rapportserie 2010:23

Antagningsprovet i matematik och fysik – förhoppningar och erfarenheter

Martin Cederwall och Jana Madjarova, *Chalmers tekniska högskola*

***Sammanfattning*—Sedan 2007 har ett antagningsprov i matematik och fysik använts som alternativt urvalsinstrument för tre av Chalmers civilingenjörsprogram – Teknisk fysik, Teknisk matematik och Arkitektur och teknik. I år (2011) användes provet för första gången även på KTH, för programmen Teknisk fysik och Farkostteknik. Vad ville vi uppnå med provet och i vilken mån har vi lyckats? Kan man observera de sidoeffekter vi hoppades på? Hur har vi kopplat provets konstruktion till våra mål? Vad tycker studenterna om provets existens och utformning? Efter fem års erfarenhet försöker vi ge svar på dessa och andra frågor.**

***Sökord/uttryck*—Civilingenjörsutbildningar, urvalsinstrument, antagningsprov, matematik och fysik.**

I. Inledning – våra förhoppningar

Målet med Matematik- och fysikprovet var och är att ge högskolan ytterligare ett urvalsinstrument som gör det möjligt att fånga upp studenter med goda förutsättningar att klara av de berörda utbildningarna och bli duktiga civilingenjörer/ arkitekter. Provet har använts på Chalmers sedan 2007 på programmen Teknisk fysik och Arkitektur och teknik och sedan 2008 även på det då nystartade programmet Teknisk matematik. I år (2011) användes provet för första gången på KTH, för programmen Teknisk fysik och Farkostteknik, och från 2012 kommer också Kemiteknik med fysik på Chalmers att använda provet. Efter en ”provperiod” 2007-2009 gjordes en första utvärdering, varpå provet permanentades på Chalmers. Vi berättar här dels om vad utvärderingen kom fram till, dels om vad våra (till stor del subjektiva) intryck är efter att vi använt provet i fem år.

Vi utgick från antagandet att det finns en grupp gymnasieelever med utpräglat matematik-fysik-teknikintresse, men med förhållandevis låga medelbetyg, som av den anledningen antingen inte söker utbildningarna Teknisk fysik, Teknisk matematik, Arkitektur och teknik, eller som inte blir antagna till dessa. Vår tanke var och är att attrahera den elevgruppen och ge den en chans att komma in på ett specialutformat prov istället för på betyg eller på det mycket allmänna högskoleprovet.

För de utbildningar som har lägre söktryck och främst för dem som har svårt att fylla sina platser kan ett antagningsprov låta som en onödig lyx, totalt irrelevant att diskutera. Vi är inte av den åsikten. Det är inte osannolikt att höga krav på dem som antas får effekten att man får kandidater med bättre förutsättningar och därmed höjer utbildningens status.

Vi har också eftersträvat vissa sidoeffekter. Provet är en tydlig signal från högskolans sida. Det visar att vi förväntar oss att de studenter som kommer till oss har vissa grundläggande kunskaper och färdigheter som vi kan bygga vidare på. Sådana kunskaper och färdigheter kan fattas av en rad olika skäl, även hos sökande med höga antagningspoäng baserade på betyg. En anledning kan vara att eleven under sin gymnasieutbildning gjort taktiska val, d.v.s. val av program och kurser på vilka det är (förhållandevis) lättare att få höga betyg, med en senare komplettering av de kurser som är särskilda behörighetskrav. En annan är att elever ofta (speciellt om de inte läser vidare direkt efter gymnasieutbildningen) lyckas förtränga en stor del av den matematik och fysik de läst. Det uppfattas som högskolans skyldighet att med hjälp av repetitions-, introduktions- och dylika kurser få dessa elever att uppnå den nödvändiga kunskapsnivån för högskolestudier. Antagningsprovet signalerar att det är de sökandes ansvar att komma till universitetet med de nödvändiga kunskaperna i bagaget.

Vi anser att ett antagningsprov även har en rättviseaspekt. Det nuvarande betygssystemet, inte minst den betygsinflation vi bevittnar under de senaste åren, gör att det är näst intill omöjligt att veta vilka kunskaper och förmågor som döljer sig bakom betygen. Speciellt för utbildningar med höga antagningspoäng är gymnasiebetygen ett ganska trubbigt urvalsinstrument. Vid eventuell lottning mellan sökande med samma meritpoäng känns det som att man anlitar slumpen för att avgöra ungdomars framtid. Antagningsprovet är rättvist i bemärkelsen att alla som tar det jämförs på samma uppgifter vid samma tillfälle.

Slutligen tror vi att det i sig är värdefullt att tillhandahålla olika möjliga vägar in till högskolestudier, så länge urvalsinstrumenten har prognosvärde. Olika sätt att värdera kunskaper och studiemeriter gynnar och missgynnar förstås systematiskt olika profiler.

II. Provets utformning

Båda provdelarna är konstruerade efter samma principer: ett antal flervalsfrågor (20 i matematik, 13 i fysik), ett antal

Bidraget inskickat den 15 oktober 2011.

Martin Cederwall, Fundamental fysik, Chalmers, 412 96 Göteborg (e-mail: martin.cederwall@chalmers.se).

Jana Madjarova, Matematiska vetenskaper, Chalmers, 412 96 Göteborg (e-mail: jana@chalmers.se).

frågor där endast svar skall ges (10 i matematik, 6 i fysik), samt en uppgift, för vilken man skall redovisa fullständig lösning. Den sista är vald så att lösningen är förhållandevis lätt att motivera, utan krav på avancerad bevisföring. Valet av typ av frågor/uppgifter gör att rättningsmallen blir enkel och mycket få ”stilpoäng” delas ut. Flervalsfrågor kan (med viss möda) konstrueras så att man kan urskilja begrepps- och metodmässiga missförstånd och oklarheter. Elever och studenter brukar kalla sådana frågor ”luriga”, vilket ska tolkas som att de kräver eftertanke, trots sin skenbara enkelhet. Ingen av provdelarna tillåter hjälpmedel, vare sig formelsamling eller miniräknare.

I de flesta av flervalsfrågorna i matematikdelen finns ”annat svar” som en svarsmöjlighet, vilket gör det svårare att gissa sig fram till det rätta svaret utan att utföra beräkningarna. I några få matematikfrågor förekommer inte den möjligheten; där är det tänkt att det rätta svaret ska tas fram genom att man eliminerar övriga svar som felaktiga. Fokus i matematikdelen ligger inte på det mest avancerade man lärt sig på gymnasiet (derivator, integraler o. dyl.), utan på tekniker och färdigheter vi anser att man måste behärska från dag ett på högskolan, som omskrivning av algebraiska uttryck, rötter, logaritmer, trigonometriska formler etc.

Några exempel från matematikdelen:

(nr 3, 2007) Om $f(x) = (x+a)^2$, så är $f(2)$ lika med
(a) a^2+4a+4;
(b) a^2+2a+4;
(c) a^2+4;
(d) annat svar.

Uppgiftens mål är att fånga in några typiska elevfel vid användning av kvadreringsreglerna.

(nr 6, 2007) Om $ax^2 + x + 1 > 0$ för alla reella x, så är a
(a) positivt;
(b) negativt;
(c) lika med noll;
(d) a:s tecken kan ej avgöras.

På gymnasiet arbetar man oftast med andragradsuttryck, i vilka koefficienten framför den högsta potensen har dividerats bort. Uppgiftens mål är att undersöka huruvida eleven förstår hur denna koefficients tecken påverkar andragradsfunktionens beteende.

(nr 8, 2007) Om $m¤n = n^m + 1$ för alla positiva heltal m och n, så är 2¤(3¤2)
(a) 513; *(b)* 82; *(c)* 1025; *(d)* annat svar.

Uppgiften undersöker elevens förmåga att ”läsa innantill”, i det här fallet att ta till sig en definition.

(nr 9, 2011) Alla positiva reella lösningar till ekvationen $x^{x^2-3x} = x^2$ ges av
(a) $x_{1,2} = \frac{3\pm\sqrt{17}}{2}$
(b) $x = \frac{3+\sqrt{17}}{2}$
(c) ekvationen har inga positiva reella lösningar;
(d) inget av (a)-(c).

Uppgiften undersöker om eleven har insikten att man inte kan logaritmera med basen 1, alternativt inte kan dividera med noll.

(nr 18, 2011) "Varje gång jag har besökt USA har jag också besökt Kanada." Av detta kan man dra slutsatsen att
(a) Jag har varit i USA och Kanada lika många gånger.
(b) Om jag inte har varit i Kanada så har jag heller inte varit i USA.
(c) Om jag inte har varit i USA så har jag heller inte varit i Kanada.
(d) Man kan inte dra någon av slutsatserna *(a)-(c)*.

(nr 19, 2011) Pythagoras sats lyder: *I en rätvinklig triangel är summan av kvadraterna på kateterna lika med kvadraten på hypotenusan.* Av Pythagoras sats följer att
(a) Givet tre positiva tal a,b,c finns en rätvinklig triangel som har just dessa tre tal som sidlängder.
(b) En triangel med sidlängder 3,4,5 är rätvinklig.
(c) Det finns ingen rätvinklig triangel med sidlängder 5,10,11.
(d) Ingen av slutsatserna *(a)-(c)* följer av Pythagoras sats.

De två sista uppgifterna undersöker elevens förmåga att resonera logiskt.

(nr 20, 2009) Givet triangeln ABC med sidlängder $|AB| = c$, $|BC| = a$, $|CA| = b$, låt l_c vara längden av bisektrisen till vinkeln C. Då gäller

(a) $l_c^2 = ab\frac{(a+b)^2-c^2}{(a+b)^2}$;

(b) $l_c^2 = c^2\frac{(a+b)^2-c^2}{(a+b)^2}$;

(c) $l_c^2 = abc\frac{(a+b)^2-c^2}{(a+b)^2}$;

(d) $l_c^2 = a^2\frac{(a+b)^2-c^2}{(a+b)^2}$.

Mycket få elever, om några alls, är bekanta med formeln för bisektrisens längd. Uppgiften undersöker om man klarar av att eliminera de svar som är fel genom att använda dimensionsanalys, symmetriskäl, kunskaper om specialfall etc.

I fysikdelen står mekaniken för drygt hälften av alla poäng. Avsnitt som behandlas populärvetenskapligt på gymnasiet undviks. Inslaget av numeriska räkningar är minimalt och kraven på numerisk precision är låga (ibland kan t.ex. bara rätt tiopotens efterfrågas). En lista över storheter och konstanter, varav vissa behövs i uppgifterna, tillhandahålls.

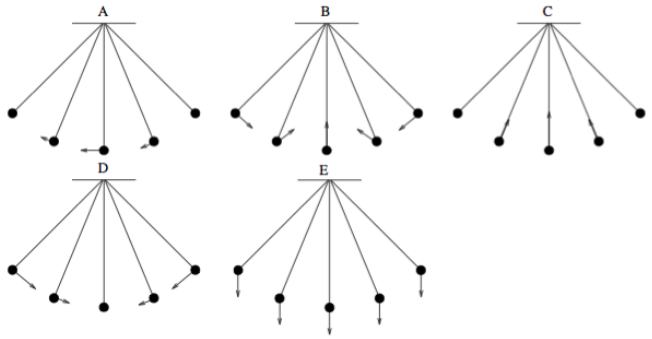
Några exempel från fysikdelen:

(nr 9, 2007) En projektil med massan m skjuts med farten v mot en asteroid med massan M i vila, och fastnar i den. Vilken eller vilka konserveringslagar behöver användas för att bestämma deras gemensamma hastighet efter träffen?
A. Energins bevarande, men inte rörelsemängdens bevarande
B. Rörelsemängdens bevarande, men inte energins bevarande

C. Både rörelsemängdens och energins bevarande
D. Varken energins eller rörelsemängdens bevarande

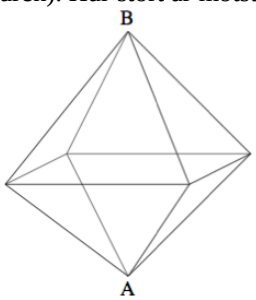
Uppgiften frågar inte efter svaret på problemet, utan undersöker om man har en begreppsmässig bild av vad som krävs för att lösa det. Speciellt testar den förståelse av konserveringslagar, alternativt förståelse för frihetsgrader.

(nr 4, testprov 2006) En kula fastsatt i ett snöre pendlar under inverkan av tyngdkraften. Vilket av alternativen A,...,E beskriver bäst kulans acceleration i de fem lägena då den är på väg åt höger i figuren (de yttersta lägena är kulans vändlägen)?



Uppgiften fångar upp en rad oklarheter och missförstånd angående acceleration, till exempel förväxling med hastighet, med snörkraft, med gravitationskraft.

(nr 19, 2011) Tolv likadana trådar, vardera med motståndet 1.0 Ω, har kopplats samman så att de bildar en oktaeder (se figuren). Hur stort är motståndet mellan hörnen A och B?



Uppgiften är inte av standardkaraktär, men testar förståelse av enkel serie- och parallellkoppling.

Uppgifter liknande de ovan återgivna kombineras med ett antal frågor som är mer av standardkaraktär (enkla ”studentskrivningsproblem”), ofta inom mekanik. Ett exempel:

(nr 18, 2010, hämtad från studentskrivning 2008 i Finland.) Vattenkraftverket i Imatra har en elektrisk effekt på 170 MW. Beräkna kraftverkets verkningsgrad, då man vet att kraftverkets fallhöjd är 24 m och att den vattenmängd som rinner genom kraftverket är 930 m^3/s.

I båda provdelarna försöker vi testa förmågan att anpassa en metod efter situationen, snarare än sätta in värden i formler och räkna utan eftertanke. Vi har valt att ha en godkändgräns på provet som i likhet med gränsen på ”vanliga” tentor ligger på 40% av totala antalet poäng. De sökande som inte uppnår denna gräns får inga meritpoäng och tävlar inte om platserna i provkvoten. Uppgifterna bedöms av oss vara tillräckligt svåra för att 40%-gränsen ska stå för acceptabel kunskapsnivå. Det är intressant att notera att andelen godkända har legat relativt stabilt runt 1/3, medan antalet provtagare stigit från c:a 200 år 2007 till knappt 300 år 2010, och nästan 500 år 2011 (det kraftigt ökade antalet 2011 förklaras av att KTH började använda provet).

III. Prognosvärde och urval

Oavsett vilket urvalsinstrument man väljer är den mest intressanta frågan detta instruments prognosvärde. Frågorna som utvärderingen 2009 försökte besvara var: har vi lyckats nå den kategori av sökande vi ville nå, och finns det en korrelation mellan provresultat och studieresultat på högskolan? Svaret på den andra frågan är något av en besvikelse, vi vet inte säkert. Förklaringen är att det handlar om mycket få individer, och att det därför är svårt att göra en tillförlitlig statistisk analys. Man kan dra två slutsatser. För det första: det finns så gott som inga studenter med mycket bra resultat på Matematik- och fysikprovet som misslyckats med sina studier. Detta är anmärkningsvärt, och en egenskap som inte delas med något annat urvalsinstrument. För det andra: det tycks som att en ökning i provresultatet ökar oddset att lyckas med sina studier mer än en jämförbar ökning av gymnasiebetyget. (Oddset definieras som p/(1-p), där p är sannolikheten för ”framgång”; vi valde att definiera ”framgång” som uppnått CSN-krav efter tre terminers studier.) Det finns alltså ett statistiskt säkerställt samband mellan studieframgång och provresultat, men det är svårt att förfina detta påstående.

Det är också tydligt att antagningen till programmen påverkas av provet. En stor del av dem som antas på provkvoten hade inte kommit in på sina gymnasiebetyg. Även om det finns ett starkt samband mellan betyg och provresultat är det inte alls så (som kunde befarats) att så gott som precis samma sökande kommer in, fast på en annan kvot.

IV. Våra intryck efter fem år

Eftersom vi själva undervisar på de berörda programmen (MC på F och TM, JM på F, TM och AT, Chalmers) har vi intryck av studenterna som inte går att mäta och uttrycka i statistiska termer. Det är alldeles säkert så att några av våra absolut bästa studenter på F, TM och AT har kommit in på provkvoten, och att de inte skulle ha kommit in på betyg. Deras antal är alldeles för litet för att vara riktigt ”mätbart”. Samtidigt är de en enorm tillgång, både för sina utbildningar och för sina klasser. Det finns tyvärr även studenter som kommit in med hjälp av hyfsat bra resultat på antagningsprovet, som det inte går så bra för i efterhand (möjligen är den gruppen överrepresenterad på AT). Vi vill här upprepa att de som haft mycket bra provresultat lyckas också mycket bra med sina studier på Chalmers.

(Antagningsprovet har används som urvalsinstrument på KTH för första gången 2011.)

Provet har varit mycket väl sett både av studenterna och av lärarna på programmen. Vårt intryck, som bekräftas av en intervjuundersökning, är att man delar våra tankar om provets signalvärde, och om dess rättviseaspekt vid urval. Dessutom tycks provet, åtminstone på vissa av programmen, vara i god samklang med studenternas uppfattning om programmets identitet.

När provet var ett par år gammalt slogs vi av tanken att eleverna efter avslutad kurs normalt faktiskt inte har några gymnasieböcker de kan använda för att repetera. Vi gick då ut med en rekommendation att läsa distanskursen Sommarmatte som ges av MV vid Chalmers/GU. Man kan dock inte se någon signifikant skillnad mellan provresultaten före och efter den rekommendationen.

Vi har nu hunnit till ett intryck som slår oss med häpnad. Det verkar finnas en utbredd tro hos dem som söker våra utbildningar att godkända (för att inte tala om väl godkända och mycket väl godkända) gymnasieprestationer i sig är tillräckliga som förberedelse inför provet. Med andra ord, långt ifrån alla som tar provet verkar investera tid och tanke i att förbereda sig. Det finns i varje prov ett antal uppgifter som är omöjliga att förbereda sig inför, men flertalet frågor är, trots sin ”lurighet”, ganska förutsägbara. Sådana är t.ex. de frågor som handlar om de trigonometriska funktionernas tecken i olika intervall, logaritmlagarna, kvadratrot och belopp etc. Det är inte ovanligt att tentander hör av sig dagarna före provet för att ställa frågor om standarduppgifter som förekommit på tidigare prov.

Sammantaget kan vi säga att vi delvis tycker oss ha lyckats, delvis mindre så. Provet tycks fungera bra som komplement till betygsantagningen. Genomslaget som signal om våra förväntningar på nybörjarstudenter har varit sämre än vi hoppades, och bör föranleda att man överväger även andra sätt att tydligare föra ut budskapet.

REFERENS

[1] Utvärdering av matematik- och fysikprovet 2007-2009, Rapport, Chalmers, 2009

Utvärdering för utveckling – KTH:S SAMTLIGA UTBILDNINGAR UNDER BELYSNING

Per Berglund[1], Anna-Karin Högfeldt[2], Sara Karlsson[3], Ida Klasén[4], Teresia Sandberg.[5]

[1]Fakultetens Prodekanus, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm
[2, 4] Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm
[3, 5] Universitetsförvaltningen, Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm

Under 2011 genomfördes en stor utvärdering av samtliga utbildningsprogram på KTH. Projektet gick under namnet Education Assessment Exercise (EAE) och utgjorde den största enskilda aktiviteten inom KTH:s systematiska kvalitetsarbete under året. I vår presentation beskriver vi projektets syfte och tre huvudstadier: självvärdering, extern bedömning och uppföljning. Vidare gör vi en kritisk analys av projektets styrkor och svagheter, där vi tar upp metoden, det stöd som erbjudits, samt olika självvärderingsgruppers angreppssätt. Analysen baseras på självvärderingsrapporterna och tillhörande data samt på uppföljning av den externa bedömargruppens platsbesök i augusti och bedömargruppens återrapportering. I presentationen gör vi även jämförelser med liknande utvärderingsinsatser, såsom Nordic 5 Tech Peer Review Project och Aalto-universitetets Teaching Evaluation Exercise (TEE). Dessutom förs en diskussion kring hur utvärderingens resultat ska följas upp internt, hur detta relaterar till kommande externa granskningar av Högskoleverket och liknande, samt hur systematisk och regelbunden intern utbildningsutvärdering ska ske på KTH i framtiden.

***Nyckelord: kvalitetsarbete, utvärdering, självvärdering, pedagogisk utveckling*.**

I. Syften med EAE-projektet

I en tid då högskolans autonomi ökar samtidigt som resultatkraven höjs, behöver högskolan ha ett starkt internt kvalitetsarbete. Kungliga Tekniska högskolan (KTH) satsar inte minst på cykliskt återkommande uppföljningar och internutvärderingar. Under 20008 genomfördes det första storskaliga utvärderingsprojektet, Research Assessment Exercise (RAE). I och med detta fick KTH:s forskning både stor exponering och en grundlig genomlysning. Efter detta väcktes idén att göra motsvarande utvärdering inom utbildningsområdet, och därmed ge detta samma uppmärksamhet. Projektet Education Assessment Exercise (EAE) blev verklighet under 2011.

EAE skulle i första hand vara en formativ utvärdering, dvs. inriktas på kvalitetsutveckling och utgå från att interna drivkrafter ska åstadkomma förbättringar. Denna grundtanke kom att prägla projektets alla delar, t.ex. genom fokus på brett deltagande och satsningar på processtöd och på projektuppföljning. Utvärderingen skulle ge en plattform för diskussion och självreflektion, och därmed vara kvalitetsutvecklande på verksamhetsnivå. Detta skulle också ge positiva bieffekter i form av bättre kommunikation och ökad kunskap om olika policyer, verktyg och system.

Till viss del skulle EAE dock även vara en summativ utvärdering, dvs. utgöra en faktisk kvalitetskontroll av hur väl lärandemålen uppfylls, och på så sätt fungera som en avstämning inför Högskoleverkets planerade utvärdering 2012. Bland annat därför anlitades en extern bedömargrupp med huvuduppdrag att analysera KTH:s utbildningsprogram i relation till de förväntade lärandemålen.

I EAE användes en internationellt beprövad utvärderingsmetod bestående av självvärdering, extern bedömning och uppföljning.[1]

II. Självvärderingen

I utvärderingen ingick samtliga KTH:s utbildningsprogram som leder till civilingenjörsexamen, arkitektexamen, högskoleingenjörsexamen, kandidatexamen, magisterexamen och masterexamen. Eftersom betoningen låg på utvecklingsbehov, kunde även utbildningar som var relativt nystartade eller under ombildning ha nytta av utvärderingen.

De som ansvarar för utbildningsprogrammen fick själva välja ifall de skulle göra en egen självvärdering eller slå sig ihop i en grupp om flera program. Totalt medverkade knappt 90 program grupperade i ca 45 självvärderingsgrupper. Självvärderingen gjordes enligt en särskild manual med frågebatteri, vari utbildningens förutsättningar, processer och utbildningsresultat skulle analyseras. En grundläggande utgångspunkt var att självvärderingen i första hand skulle vara analyserande, snarare än beskrivande, och på så sätt tydligt framhäva utbildningens styrkor och svagheter, hot och möjligheter.

Varje självvärderingsgrupp skulle bestå av av 5-12 personer (beroende på hur många program som omfattades), varav minst en student och, när det gäller yrkesutbildning, minst en avnämare. Under självvärderingsperioden, som varade mellan 21 februari och 15 juni, erbjöds självvärderingsgrupperna processtöd från KTH:s högskolepedagoger bl.a. i form av seminarier, referensmaterial/lathundar, öppet hus och återkoppling på rapportutkast. Grupperna fick också tillgång till en statistisk databas som kunde användas i analysen, samt stöd att använda denna. Eftersom den externa bedömargruppen var internationellt sammansatt skulle

[1] Delar av denna text publiceras även i samband med kommande SUHF-konferens *Att leda högre utbildning* 14-15 november 2011.

självvärderingsrapporterna skrivas på engelska.

De färdiga självvärderingsrapporterna skulle ha ett följebrev undertecknat av respektive skolchef.

III. Den externa bedömningen

Till utvärderingen knöts en extern bedömargrupp bestående av ämnesexperter (både inom olika teknikområden och inom pedagogik och utvärdering), studenter och avnämare. Det var KTH:s utbildningsansvariga som nominerade personer till bedömargruppen, som kom att bestå av totalt 50 personer indelade i 8 underpaneler vilka i stort sett matchade KTH:s indelning i skolor. Bedömarna kom från Sverige, övriga Norden, ett flertal europeiska länder samt i ett fall USA, och det gemensamma arbetsspråket var engelska.

Utgångspunkten i bedömningen var först och främst de lärandemål (både de nationella och KTH:s egna) som gäller för respektive utbildning. Självvärderingsrapporterna tillsammans med stickprov av studenters examensarbeten var bedömarnas huvudsakliga underlag. Bedömarna fick materialet till handa i slutet av juni och fick sedan sommaren på sig att läsa och ha förberedande kontakt med varandra via e-post. Under 23-26 augusti gjorde bedömargruppen platsbesök vid KTH för att träffa KTH:s ledning, skolornas ledningar, utbildningsansvariga, lärare och studenter. En muntlig återkoppling gavs i slutet av platsbesöket, följt av en skriftlig rapportering några veckor efteråt. Därmed kunde arbetet med att följa upp slutsatserna både från självvärderingsarbetet och från den externa bedömningen påbörjas utan dröjsmål.

IV. Uppföljningen

Eftersom EAE-projektet framför allt syftade till kvalitetsutveckling, identifierades uppföljningen tidigt som en viktig fas. Tanken är att utvärderingsresultatet under kommande år ska följas upp i ordinarie verksamhet, bland annat inom ramen för de verksamhetsuppdrag som KTH:s skolor får genom kontrakt med rektor. Utbildningsansvariga på olika nivåer inom KTH behöver ta ställning till vilka olika initiativ som bör tas i konsekvens av utvärderingen. Huvuddelen av uppföljningsarbetet kommer att ske på verksamhetsnivå ute på skolorna, men vissa KTH-gemensamma frågor kommer att kräva kompletterande initiativ på central nivå. EAE får också en uppföljning genom att projektet övergår i förberedelser inför Högskoleverkets utvärdering av teknisk högskoleutbildning vilken äger rum under 2012.

V. Analys av projektets styrkor och svagheter

EAE kan först och främst beskrivas som ett omfattande projekt med hög ambitionsnivå. Grundtanken var att alla utbildningsprogram på KTH skulle täckas, och att deltagandet i självvärderingsarbetet skulle vara brett. Projektet krävde därför ett stort engagemang från bland andra utbildningsansvariga, lärare och studenter som skulle genomföra självvärderingen vid sidan av sitt vardagliga arbete och sina studier. Även den centrala KTH-nivån satsade stort på projektet, i form av tid och resurser från universitetsledningen och universitetsförvaltningen. Många av de pågående centrala utvecklingsprojekten, till exempel de som gällde genomströmning, målarbete och utveckling av examensarbetet, lades temporärt på is samtidigt som frågeställningarna lyftes in i EAE-projektet.

Med tanke på projektets omfattning och den relativt pressade tidplanen, mötte EAE ändå förhållandevis litet motstånd ute i verksamheten. Ett talande faktum är att samtliga självvärderingsgrupper levererade sina rapporter inom deadline. I en annan miljö skulle projektet förmodligen ifrågasatts och kritiserats hårt, men på KTH finns generellt en beredvillighet att ta sig an projekt av denna kaliber. Vi menar att detta är en styrka som bottnar i både gott självförtroende och handlingskraft.

Med detta sagt var projektet givetvis också en stor utmaning. Många självvärderingsgrupper kommenterade detta i sina rapporter och påpekade att det var en krävande tid. Vissa hade svårt att skapa ett engagemang för projektet utanför en snäv grupp. Här observerar vi ett mönster där grupper som sedan länge har arbetat med CDIO-modellen och har ett väl fungerande kvalitetsarbete i ryggen också fann det enklare att genomföra EAE-självvärderingen och att skriva en högkvalitativ rapport.

Det är samtidigt intressant att notera att självvärderingsprocessen även var positiv för de mindre etablerade grupperna. Många skrev i sina rapporter att de använt självvärderingsprocessen till att för första gången tänka strategiskt kring utbildningarna och att de uppskattade chansen att få återkoppling utifrån. För dem erbjöd EAE en möjlighet att lyfta fram, inte minst inför den egna ledningen, olika programutvecklingsfrågor som tidigare hamnat i skymundan.

Att processtödet också hade betydelse för genomförandet, finns det stöd för i den enkät som den högskolepedagogiska enheten har skickat ut till självvärderingsgruppernas kontaktpersoner. Svarsfrekvensen efter att enkäten varit ute ett fåtal dagar (fram till denna artikels slutförande) var 15 av sammanlagt ett femtiotal kontaktpersoner. Av dessa 15 hade 13 tagit del av den vägledningsmanual som togs fram i samband med EAE, vilken främst bestod av perspektiv och aspekter som kunde vara relevanta att diskutera i självvärderingsarbetet. Vidare hade 9 personer deltagit i en större träff under uppstarten, där man erbjöds delta vid ett flertal workshops, och 6 hade utnyttjat möjligheten att ställa frågor via e-post till den särskilda adress som fanns tillgänglig under EAE. Av dem som svarade på enkäten hade 5 också sänt sin självvärderingsrapport till processtödjarna före deadline, för en review.

Genom processtödet erbjöd EAE en delvis ny mötesarena mellan utbildningsprogrammen och den högskolepedagogiska enheten. Även om enkätsvaren behöver kompletteras och analyseras ytterligare, tyder mycket på att detta processtöd fick god räckvidd och att vägledningen har uppskattades.

Trots den aktiva vägledningen var det vissa av frågorna i självvärderingsmallen som uppfattades som svåra, inte minst de som rörde arbetet med lärandemål och hur man säkerställer

och belägger att studenterna når målen. Det finns en ovana vid att diskutera lärandemål ur detta perspektiv, och många svar blev därför snarare processbeskrivningar än resultatredovisningar. Detta är en tankeställare inför Högskoleverkets kommande granskning som kommer att fokusera på just dessa frågor.

Besläktad med detta är frågan om examensarbetets roll. I EAE fick bedömargruppen tillgång till ett slumpmässigt urval av examensarbeten från de aktuella utbildningsprogrammen. En metod liknande den som Högskoleverket använder prövades, där de externa bedömarna fick instruktion om att läsa examensarbeten med utvalda lärandemål i åtanke. Bedömarna upplevde detta som en svår uppgift, dels på grund av ovana vid att fokusera på enstaka mål snarare än att göra en helhetsbedömning, dels eftersom man ansåg att tiden var alltför knapp och urvalet alltför litet för att kunna dra några slutsatser om utbildningarnas kvalitet. För att examensarbeten ska kunna utgöra ett underlag i en utvärdering av detta slag, behöver betydligt mer resurser avsättas, ansåg EAE-bedömarna.

Bedömarna fick även lämna synpunkter på det övriga underlag som de fick tillgång till inför granskningen – varav självvärderingsrapporterna var viktigast, kompletterat med olika mål- och policydokument. Generellt fann bedömarna det svårt att på egen hand sätta sig in i KTH:s organisation och annan bakgrundsfakta, och upplevde de inledande överskådliga presentationerna under platsbesökets första dag som otillräckliga. Paradoxalt nog ledde därför det faktum att självvärderingsgrupperna lyckats väl i den svåra strävan att i sina rapporter vara analyserande snarare än beskrivande, till att bedömargruppen ansåg sig sakna beskrivande underlag. Detta, tillsammans med tidsbristen och avsaknaden av förmöten för bedömargruppen, är kritik som KTH behöver ta till sig inför kommande projekt av liknande sort.

EAE-projektet kommer att bli föremål för metautvärdering och därmed en fördjupad granskning av projektets styrkor och svagheter. Vårt första intryck är dock att projektet lyckades väl i ambitionen att skapa ett brett engagemang och stor aktivitet, och att självvärderingsprocessen i sig utgjorde projektets främsta styrka.

Vi menar således att den valda metoden fungerade särskilt väl i förhållande till kvalitetsutvecklingssyftet. Däremot var metoden mindre lämpad för den externa bedömningen och det mer kvalitetskontrollerande syftet. Det finns inbyggda motsättningar i att på detta sätt försöka kombinera formativa och summativa mål i en och samma utvärdering. Till exempel är det svårt att kommunicera detta utan att skapa osäkerhet ute i verksamheten. Det är värt att överväga om nästa utvärderingsomgång också ska ha ett dubbelt syfte, och i så fall, vilka lärdomar som kan dras från EAE.

Det som framför allt kommer att avgöra ifall EAE var ett lyckat projekt eller inte, är emellertid uppföljningen. Att initiera projekt är en sak, men att förvalta slutsatserna en annan. När det gäller uppföljning har KTH, säkert i likhet med många andra lärosäten, mycket att lära.

VI. Jämförelse med andra utvärderingsprojekt

Vid förberedelserna för EAE studerades liknande utvärderingsprojekt i Norden. Aalto-universitetets Teaching Evaluation Exercise (TEE), närmade sig vid tiden för uppstarten av EAE, sin slutrapporteringsfas. Erfarenheter kring allt från bedömningsområden till utvärderingsmetoder och organisation hämtades in. När det gäller frågorna i självvärderingsmallen valde KTH att i EAE ha ett betydligt mindre antal frågor än vad som var fallet i TEE. Här fick istället vägledningsmanualen en roll att stödja självvärderingsgrupperna till att fånga in relevanta aspekter av de breda frågor som ställdes i mallen.

Vid KTH utför vi årligen, inom Nordic Five Tech-samarbetet (N5T), ett projekt där ett utvalt utbildningsprogram paras ihop med ett motsvarande program vid ett annat tekniskt universitet inom N5T. Här ligger betoningen betydligt mer på att beskriva och analysera det vetenskapliga och ingenjörsmässiga innehållet i utbildningarna. Detta eftersom man har en partner som exakt motsvarar ens egna ämnesområde. Det finns ändå stora likheter med EAE beträffande frågor som vill fånga upp hela programmets arbete med mål, metod och utfall. Samtidigt bör sägas att det i N5T-projektet ligger en betoning på kollegial samverkan: att jämföra sig med ett liknande program, lära av varandra och utveckla varsin handlingsplan utifrån lärdomar och insikter. Detta gäller även det Nordplus-projekt som också studerades inför EAE-uppstarten.

VII. Slutord: Nästa steg i kvalitetsarbetet

Projektdelen av EAE är nu avslutad. Det betyder dock inte att tempot i KTH:s kvalitetsarbete avstannar, snarare tvärtom. På forskningssidan vidtar nu förberedelserna inför 2012 års internutvärdering Research Assessment Exercise (RAE) vilken är den andra i sitt slag. Tanken är att heltäckande utvärderingar ska göras cykliskt med 4-5 års mellanrum, både inom forskning och inom utbildning. Även EAE kommer således att upprepas. Med vilken metod är dock inte bestämt. Först ska en metautvärdering göras, som bland annat tar upp de faktorer som vi har diskuterat i denna artikel.

Kvalitetsarbete är samtidigt mycket mer än storskaliga utvärderingsprojekt. Det viktigaste kvalitetsarbetet är det som äger rum till vardags och som handlar om att skapa goda rutiner och att odla en långsiktig kvalitetskultur. Att lyfta fram goda exempel och på andra sätt främja det arbetet är en stor och viktig utmaning.

VIII. Tack

Ett stort tack till ansvariga för TEE – Aalto-universitets motsvarighet till EAE, som bistod med god rådgivning vid uppstarten av EAE.

Referenser

[1] Högskoleverket (2010). *Högskoleverkets system för kvalitetsutvärdering 2011-2014*. Rapport 2010:22 R.

[2] Karlsson, S., Berglund, B. & Malmström Jonsson, E. ”Ledarskap i kravfylld tid: utveckling genom utvärdering vid KTH”. (Kommande)

Konferensbidrag till SUHF *Att leda högre utbildning* 14-15 november 2011.

[3] Kungl. Tekniska högskolan (2010). *Kvalitet genom ständiga förbättringar. Kvalitetspolicy för KTH 2011-2015.* http://www.kth.se/om/policies/policyer-och-handlingsplaner-1.3953?l=sv_SE hämtad 2011-10-14

Att utvärderas och utvecklas: om datalogi och medieteknik i ljuset av EAE på KTH

Kerstin Frenckner, Björn Hedin, Viggo Kann och Stefan Nilsson
Skolan för datavetenskap och kommunikation
KTH
E-post: kfrenck@kth.se, bjornh@kth.se, viggo@kth.se, snilsson@kth.se

***Sammanfattning*—Under 2011 genomförs en stor utvärdering av samtliga utbildningsprogram på KTH. Projektet går under namnet Education Assessment Exercise (EAE) och är den största enskilda aktiviteten inom KTH:s systematiska kvalitetsarbete under året [2]. Projektet går genom tre huvudstadier: självvärdering, extern bedömning och uppföljning. Den första delen skedde under våren 2011, del två i augusti, medan större delen av uppföljning och utveckling var tänkt att ligga efter bedömarnas slutrapport i oktober. Det stadiet påbörjades dock redan i augusti. Syftet med EAE är i första hand att bidra till kvalitetsutveckling, men EAE fungerar också som en förberedelse inför den utvärdering som Högskoleverket planerar att genomföra under 2012.**

Skolan för datavetenskap och kommunikation (CSC) vid KTH ansvarar för civilingenjörs-, master- och kandidatprogram inom datalogi och datateknik, medieteknik, beräkningsteknik och människa-datorinteraktion. Skolan ansvarar också för ett stort utbud av kurser inom skolans ämnen, datalogi, medieteknik, människa-datorinteraktion, numerisk analys och tal- och musikkommunikation, liksom omfattande forskning i dessa ämnen. Skolan ger kurser inte bara för studenter på skolans egna program utan även för studenter på andra skolors program. Studenterna på CSC-skolans program läser inte bara CSC-skolans kurser utan även kurser som ges av andra skolor, till exempel matematikkurser från Skolan för teknikvetenskap.

CSC har länge haft ett systematiskt kvalitetsarbete inom grundutbildningen, som bland annat ledde till att skolan tilldelades Högskoleverkets utmärkelse Framstående utbildningsmiljö 2009. I denna artikel beskriver vi skolans kvalitetsarbete och arbete med EAE, i alla faser av utvärderingsprojektet.

I. Skolans kvalitetsarbete

Kvalitetsarbetet på Skolan för datavetenskap och kommunikation bygger på ständiga förbättringar enligt en modifierad Kaizenmodell. Enkelt uttryckt arbetar vi i cykler med utvärdering, analys och åtgärd. Detta sker på olika sätt i arbetet med kursutveckling och i arbetet med programutveckling, såsom beskrivs nedan.

Grundutbildningsgruppen på CSC behandlar övergripande utbildningsfrågor och har det övergripande kvalitetsansvaret. Gruppen består av representanter för skolans ledning, studierektorer, lärare (även från andra skolor) och studenter. Den träffas ungefär en gång i månaden under terminstid.

A. Kvalitetsarbete på kursnivå

Det viktigaste instrumentet för kvalitetsarbetet på kursnivå är kursanalysen. Det är ett dokument som kursledaren ska sammanställa en månad efter kursslut. Kursanalysen innehåller bland annat:

1) fakta om kursen såsom kursnamn, kurskod, lärare, antal studenter, antal undervisningstimmar, kurslitteratur,
2) uppgift om hur många studenter som klarat kursens olika moment och betygsfördelning,
3) vilka förändringar som gjorts sedan förra kursomgången,
4) en genomgång av vad som fungerat bra och mindre bra under kursens gång,
5) en sammanställning av teknologernas syn på kursen, oftast inhämtat genom en studentenkät, med kursledarens kommentarer,
6) en diskussion om önskvärda förändringar inför nästa kursomgång.

Alla kursanalyser diskuteras sedan i en grupp av lärare, under ledning av den professor som är ämnesansvarig.

I samband med det årliga bemanningssamtalet [6] diskuterar kursledaren och studierektorn hur kursen ska ges nästa läsår och vilken kursutveckling som ska ske. Kursledaren (eller till exempel en doktorand) får då tid i sin bemanningsplanering explicit för kursutvecklingen.

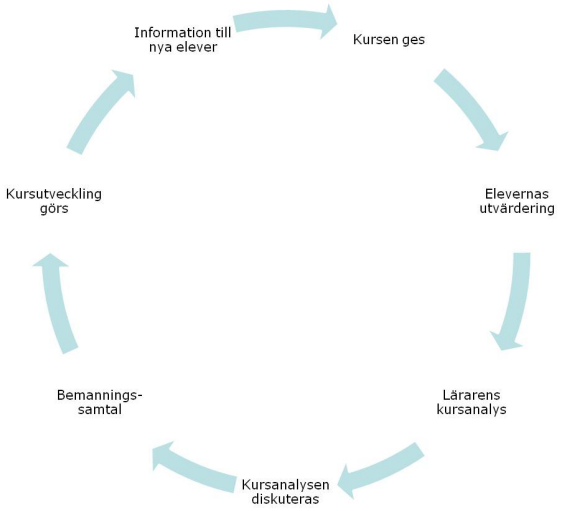
När kursutvecklingen är genomförd och nästa kursomgång börjar informeras de nya studenterna om vilka ändringar som gjorts i kursen och varför. Kursen, och speciellt det som förändrats sedan förra gången, utvärderas i slutet av kursen i en enkät. Detta sluter kursutvecklingscykeln, se figur 1.

Även examensarbetet hanteras på liknande sätt: exjobbskoordinatorn för varje ämne sammanställer enkätresultaten och skriver en kursanalys varje år. Kursanalysen går vidare till exjobbsexaminatorererna (några få i varje ämne), som ansvarar för att betygskraven och betygskriterierna är enhetliga.

B. Kvalitetsarbete på programnivå

Skolans civilingenjörsprogram Datateknik och Medieteknik utvärderas kontinuerligt i flera forum och genom enkäter riktade till olika grupper: programråd med programledning och studeranderepresentanter, årliga programkollegier för alla inskrivna och lärare, startenkät, mellanårsenkät, examensenkät och alumnenkät.

På båda dessa program finns en obligatorisk programsammanhållande kurs som löper över hela kandidatdelen av utbildningen [4], [7]. I denna kurs träffas teknologer i årskursöverskridande smågrupper om mellan sex till tolv studenter ledda av en lärarmentor. Grupperna träffas varje läsperiod och diskuterar bland annat programmets upplägg, de aktuella kursernas relation till programmålen och hur kurserna fungerar



Figur 1. Kursutvecklingscykeln för kurskvalitet

rent praktiskt. Eftersom kurserna är obligatoriska blir dessa utvärderingar helt utan bortfall.

Programmen tar också intryck från och jämförs med andra liknande program i Sverige, bland annat vid årliga möten med programansvariga från hela Sverige och med den internationellt accepterade ACM Computing Curricula Recommendations [1], [8].

Synpunkter och idéer från ovanstående utvärderingar samlas in och analyseras av programledningen tillsammans med studeranderepresentanter, utbildningsadministrationen och studierektorer. Programansvarig tar beslut om åtgärder eller för vidare åtgärdsförslag till kursledare och studierektorer. Större förändringar diskuteras först i skolans grundutbildningsgrupp. Våren 2010 anställde skolan en utbildningsutvecklare med lärarbakgrund som gjort, och fortsätter att göra, ett omfattande arbete med uppföljning av studenter. Hon har utvecklat ett datorprogram som bland annat gör att vi för en enskild student kan se vilka kurser som återstår till examen. Vi kan då också spåra de kurser som många studenter har kvar och sätta in stödundervisning. Nu pågår exempelvis en speciell kvällskurs i logik för äldre studenter som har just den kursen kvar.

II. Framstående utbildningsmiljö 2009

År 2009 sökte CSC Högskoleverkets utmärkelse Framstående utbildningsmiljö. Skolan skrev en självvärderingsrapport [3] där bland annat kvalitetsarbetet beskrevs. Tillsammans med två andra utbildningsmiljöer blev vi utvalda att få platsbesök av en extern bedömargrupp. Vi fick som enda utbildningsmiljö 2009 utmärkelsen Framstående utbildningsmiljö. Eftersom HSV bytte utvärderingssystem 2010 blev vi därmed den sista miljön som fick utmärkelsen. Vi får använda denna kvalitetsmärkning i vår marknadsföring i sex år.

Det bedömargruppen särskilt tog fasta på när den gav oss utmärkelsen var följande [5]:

1) Skolan har en utomordentlig organisation av grundutbildningen.
2) Skolan arbetar aktivt med studentinflytande och olika sätt att kontinuerligt förbättra utbildningarna. Ett väl inarbetat kvalitetssäkringssystem gör att utbildningarna inte är beroende av enstaka eldsjälar för att upprätthålla sin höga kvalitet på sikt.
3) En innovativ detaljerad kursplanering skapar förutsättningar för ekonomisk planering och olika former av kompetensutveckling för lärarna.
4) Mätbara mål och kontinuerlig examination i många former hjälper studenterna att lägga upp studierna och ökar genomströmningen.
5) Det finns väldefinierade planer för utvecklingen på medellång sikt och en klar vision för framtiden. En bred strategisk vision på ledningsnivå kompletterar den pragmatiska inställningen hos den akademiska personalen.

III. Genomförandet av EAE 2011

Vi beskriver genomförandet av EAE uppdelat i de tre faserna: självvärdering, extern bedömning och uppföljning.

A. *Självvärdering*

Skolan fick själv dela in skolans utbildningsprogram i utvärderingsgrupper som skulle skriva var sin rapport enligt en ganska detaljerad mall. Vi valde att använda tre grupper: civilingenjörsprogrammet i Datateknik och tillhörande masterprogram, civilingenjörsprogrammet i Medieteknik och tillhörande masterprogram, samt programmen inom ämnet beräkningsteknik. Varje grupp leddes av en ordförande, som också skrev större delen av rapporten. Därutöver ingick programansvarig lärare för de ingående programmen, lärare, en studentrepresentant som utsågs av studentkåren samt programutvecklingsstudierektor. Grupperna använde delvis olika arbetsmetoder, men alla använde en kombination av möten, diskussioner i smågrupper och gemensamt arbete på rapporten. Alumner och fler studenter konsulterades. De var antingen med på gruppens möten, deltog via sociala media eller träffade några av medlemmar i gruppen.

Vissa data om programmen togs fram av KTHs centrala EAE-grupp. Men det var ofta svåranalyserbart. Vi hade getts intrycket att vi skulle få väsentligt mer data och mer lättåtkomligt än vad vi fick. Vissa efterfrågade data var svåra eller till och med omöjliga att samla in, till exempel vetenskaplig och pedagogisk kompetens hos lärare vid andra skolor som ger kurser för våra program. Datainsamlingen försvårades också av att flera av våra masterprogram startade först hösten 2010 och inga studenter därmed hade fullföljt programmen. Programmen motsvaras dock av inriktningar i de gamla 270 hp-civilingenjörsprogrammen. Kandidatprogrammet i Simuleringsteknik och virtuell design startar först hösten 2012. Datateknikprogrammet hade en stor fördel i och med att programmet redan utvärderats flera gånger.

Alla grupperna gjorde en analys av hur de olika kurserna bidrar till programmets mål. För civilingenjörsprogrammen hade en noggrann sådan påbörjats inom CDIO-arbetet på

skolan, men var inte fullständig. För några program gjorde vi en affisch med en matris av programmål, och kursmål som programansvarig sedan diskuterade och fyllde i med kursansvariga. För några program gjordes ett liknande arbete i regi av KTHs centrala EAE-grupp.

Redan i detta arbete såg vi styrkor och svagheter i kvalitetssäkringen av våra program. Rutinerna för att diskutera, samla in och sammanställa kursanalyser för de kurser som ges av CSC-skolan är till exempel bra och tydliga (följs dock tyvärr inte alltid) medan vi måste jobba på att skapa rutiner även för de kurser som ges av andra skolor. Uppföljning av enskilda programstudenter måste intensifieras.

B. Extern bedömning och platsbesök

Under tre dagar i augusti gjorde en internationell bedömargrupp platsbesök. Gruppen bestod av sex lärare från Norden och Storbritannien samt en studeranderepresentant. Bedömarna träffade under dessa dagar KTH-ledningen, skolledningen och för varje program programledningen, lärare och studenter. Varje möte varade mellan en halvtimme och en timme.

Vidare tittade bedömargruppen på ett tjog exjobbsrapporter, som KTHs centrala EAE-grupp försett den med. Redan vid det inledande mötet med skolledningen berättade gruppen att man var mycket oroad över kvaliteten på och framförallt ämnesvalen för exjobben. På grund av en felaktig databasfråga var hela arton av de tjugo utvalda exjobben utförda vid andra skolor! Vi försåg därför bedömargruppen med tjugo nya exjobb utförda vid skolan. Exjobben i det nya urvalet ansågs, naturligt nog, ha ett mer relevant ämnesinnehåll. De ansågs också vara av bättre kvalitet.

Huvudsakliga intresset i mötet med skolledningen gällde övergripande organisatoriska frågor och andra frågor som skolan inte rår över, utan där besluten tas centralt på KTH, till exempel att skolan själv inte får marknadsföra sina program. Gruppen var också missnöjd med faktaunderlaget om utbildningarnas organisation och innehåll, som KTHs centrala EAE-grupp skulle ha försett gruppen med. När gruppen inte fått informationen direkt från KTH hade man försökt hitta den själv på KTHs webbplats utan att lyckas. Detta gjorde att gruppen fick sämre förutsättningar att bedöma skolan och skapade ett missnöje vid platsbesöket.

Bedömargruppen kritiserade skolan för att vi inte kontrollerat vilket material gruppen fått och för att vi inte informerat lärare och studenter som skulle intervjuas om vad de förväntades svara på frågorna. Enligt vår mening skulle ett sådant handlande gå emot KTHs regler för EAE och dessutom vara ett ingrepp i gruppens mätning av skolans utbildning. Gruppen svarade att vi inte borde vara så regellydiga utan ta saken i egna händer och be om ursäkt efteråt.

Ett problem med intervjuformen var att panelen ställde mångdubbelt fler frågor än vad de intervjuade hade möjlighet att svara på, samt att frågor kunde täcka områden som kunde besvarats enkelt om frågorna ställts i förväg, men som var svåra att besvara under pågående intervju. Det hade varit värdefullt om skolans representanter hade informerats om vilken information bedömargruppen fått av KTHs centrala EAE-grupp och getts tillfälle att komplettera denna. Bedömargruppen efterfrågade också viss ytterligare information och fick under besöket exempelvis våra instruktioner till exjobbare. Intervjuerna hade säkert blivit mer givande om vi hade haft möjlighet till kommunikation med bedömargruppen i förväg. Då hade de till exempel kunnat efterfråga och få kompletterande information. Intervjuerna hade kunnat koncentreras på en diskussion snarare än att vara en blandning av diskussion och faktainsamling.

C. Uppföljningsarbetet

Oväntat tidigt, redan en vecka efter platsbesöket, fick skolledningen bedömargruppens rapport. Detta uppdagade en åsiktsskillnad i hur resultatet från EAE skulle följas upp. Huvudstudierektorn skickade ut rapporten till grundutbildningsgruppens medlemmar och bad dem att begrunda den till nästa möte en månad senare. Skolchefen ville att rapporten skulle behandlas först av skolledningen som skulle presentera den och strategier för åtgärder baserade på den vid ett personalmöte en månad senare.

Uppföljningsarbetet pågår hur som helst på flera nivåer och kommer att generera förslag till åtgärder. En del av det som kritiserades i rapporten var kända problem som vi redan börjat jobba med eller planerat att börja jobba med. En kritik som återkom i flera andra skolors EAE-bedömarrapporter gällde betygsättningen av examensarbeten. Detta har i skrivande stund tagits upp i GA-gruppen, där alla skolors grundutbildningsansvariga sitter, och en stor majoritet av dessa röstade för att examensarbetena i framtiden ska vara ograderade.

IV. Insikter genom EAE

Alla som varit inblandade i arbetet med EAE har fått nya insikter och idéer, naturligtvis om hur utbildning och program kan utvecklas, man kanske mest om hur utvärderingar kan gå till och vad som borde ha gjorts annorlunda.

A. Insikter om utvärderingar

EAE har diskuterats i flera forum inom KTH, bland annat i GA-gruppen. Dock har inte framgått hur KTH-ledningen kommer att använda resultatet. Till exempel vet vi fortfarande inte om det kommer att påverka den ekonomiska tilldelningen och i så fall åt vilket håll.

Några andra lärdomar inför kommande utvärderingar.

- Kontrollera allt material externa utvärderare får. Lita inte på att centrala administratörer ska göra korrekta exjobbsutsökningar eller förse utvärderarna med det material de behöver.
- Förbered intervjuerna. De lärare och studenter som intervjuas bör få information om vad de kommer att möta, men vi vill inte att ledningen ska förse dem med färdiga svar på troliga frågor, oavsett vad EAE-panelen sa.
- Var klara med hur resultatet av utvärderingen ska behandlas. Vilka som ska analysera det och dra slutsatser från det.

Självvärderingsarbetet i grupper med lärare, alumner och studenter var mycket givande och ledde i sig själv till många

nya idéer och identifiering av några problem som utvärderingspanelen senare också noterade.

Det är intressant att jämföra EAE-utvärderingspanelens bedömning med HSVs internationella bedömargrupps för utmärkelsen Framstående utbildningsmiljö. Mycket är samma, men vissa saker, såsom den strategiska visionen, skiljer avsevärt: EAE-panelen ansåg att en klar strategisk vision saknades, medan HSV-bedömargruppen framhöll skolans visioner i sin rapport. Det är helt klart att HSVs bedömargrupp fick ett mycket bättre informationsmaterial att utgå från.

B. Insikter om verksamheten

Det mesta fungerar bra och studenterna är nöjda med utbildningen och att de kan vara med och påverka utvecklingen av programmen och kurserna.

Utvärderingen har tagit mycket tid, men vi har också lärt oss mycket och fått upp ögonen för flera problem. Ett exempel på vad vi lärt oss är att vi bör mötas oftare för diskussioner om bra idéer. Vi bör försöka skapa en bättre känsla för programmet bland dem som undervisar inom det, såväl skolans egna lärare som lärare från andra skolor. Vi bör bli bättre på att plocka upp goda idéer från andra program, såväl inom som utanför skolan.

Vi vill gärna erbjuda våra studenter en stor valfrihet de sista två åren av civilingenjörsstudierna. Det innebär att det finns många masterprogram på andra skolor inom KTH som de kan välja. Vi måste ständigt bevaka kvaliteten på dessa program och måste också säkerställa att alla studenter på våra civilingenjörsprogram gör exjobb som uppfyller våra krav och passar ihop med deras civilingenjörsutbildning. Slutrapporten innehåller kritik inte bara mot programmen och skolan utan även mot KTHs centrala administration. Det blir spännande att se vad denna kritik resulterar i. KTHs webbinformation är svåröverskådlig och innehåller stora brister. Det har vi känt till länge. Skolan har dock små möjligheter att påverka KTHs webbinformation, till exempel informationen om våra program. Vi rår bara över skolans webb och vissa sidor på KTHs webb som ligger ganska långt ned i hierarkin.

V. Framtida utveckling

Våra program kommer med all säkerhet att påverkas av de insikter vi fått både genom vårt eget arbete med utvärderingen och utvärderingsgruppens rapport. Vissa förändringar syns redan i beslutade utbildningsplaner och de läro- och timplaner vi nu arbetar med.

Vi kommer att träffas i olika grupperingar och diskutera utvärderingsgruppens rapport. Den innehåller berättigad kritik, varav vi redan var medvetna om en del. Den innehåller också en del kritik som vi inte håller med om och som eventuellt beror på missförstånd, vilket styrks av skillnaderna mellan bedömargruppens rapport och Högskoleverkets expertgrupps motsvarande rapport. Vi kommer också att läsa övriga utvärderingsgruppers rapporter om program vid andra skolor vid KTH för att se om de innehåller idéer eller kritik som vi också bör ta vara på.

Vi lever dock i en föränderlig värld där det ständigt dyker upp nya faktorer som vi bör låta påverka vår utbildning.

Referenser

[1] ACM Computing Curricula Recommendations, 2008. http://www.acm.org/education/curricula-recommendations

[2] Per Berglund, Anna-Karin Högfeldt, Sara Karlsson, Ida Klasén och Teresia Sandberg. Utvärdering för utveckling – KTH:s samtliga utbildningar under belysning. 3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LiU, 2011.

[3] Olle Bälter, Björn Hedin, Viggo Kann och Ingrid Melinder. Application for Centre of Excellence in Higher Education Award 2009. Teknisk rapport KTH CSC, 2009. http://www.csc.kth.se/utbildning/utmarkelse/hsv-csc-analysis.pdf

[4] Björn Hedin. Program integrating course: A tool for reflection and quality management, 2:a utvecklingskonferensenen för Sveriges ingenjörsutbildningar, 138–139, LTH, 2009.

[5] Högskoleverket. Centres of Excellence in Higher Education 2009. Högskoleverkets rapportserie 2009:34 R, ISSN 1653-0632, 2009.

[6] Viggo Kann. Lärarbemanning för kvalitet. HSVs kvalitetskonferens, Stockholm, 2009.

[7] Viggo Kann. En programsammanhållande kurs med många funktioner. 3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LiU, 2011.

[8] Jon Karlfeldt. Den svenska dataingenjören – en jämförande studie av 10 svenska civilingenjörsprogram inom det datavetenskapliga området. Examensarbete vid KTH CSC, 2011.

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet,
30 november – 1 december 2011

Projektkurs i produktutveckling i samarbete med industrin (Okt 2011)

Lars Degerman, Uppsala Universitet

***Sammanfattning*—Projektarbeten har blivit vanligt förekommande moment i kurser inom ingenjörsutbildning. Det är därför viktigt att analysera hur planering och genomförande av en projektkurs kan göras för att på bästa sätt stödja studenternas inlärning. Finns det kanske några generella framgångsfaktorer att ta hänsyn till? Detta kommer att diskuteras med utgångspunkt från en projektkurs i produktutveckling vid högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik vid Uppsala Universitet. Fokus förutom projektarbete kommer att vara produktutveckling. Hur tränar man studenterna på bästa sätt för att bli duktiga produktutvecklare?**

I. Bakgrund

Det finns många kritiker som hävdar att ingenjörsutbildningen har blivit mer teoretisk på bekostnad av minskad praktik. Ferguson trycker mycket på att ingenjörer måste kunna kommunicera visuellt och menar att den typen av färdigheter stöds av praktiska moment [1]. Det finns många fördelar med förmåga att tänka och kommunicera i bilder. Viktigast är kanske att det stödjer kreativt tänkande samt skapar förutsättningar för djupinlärning.

Detta papper kommer att beskriva och analysera hur en kurs vid en ingenjörsutbildning kan designas för att träna studenterna i praktiskt problemlösning, med stora inslag av visuell kommunikation. Kursen ifråga är den avslutande kursen mot produktutveckling vid högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik. Begreppet produktutvecklare är relativt nytt och kanske inte entydigt definierat. Det är fortfarande väldigt vanligt förekommande att begreppet konstruktör används, speciellt inom industrin. Kursen vid maskinprogrammet hette också tidigare Konstruktion II. Idag heter den Produktutveckling II. Den ursprungliga kursen var innan förändringen en traditionellt upplagd kurs med föreläsningar av teoriinnehållet och en avslutande tentamen. Kursen innehöll ett projekt och studenterna skulle välja uppgift själva. Ett antal löst skrivna projektförslag fanns att välja på. T.ex. automatisk växel för cykel, möbelbeslag, inbrottsskydd för villor. Eftersom det både rådde resurs- och kompetensbrist köptes kursen in vilket gav dålig kontinuitet och i stort sett också en avsaknad av kursutveckling.

Det fanns alltså en hel del parametrar som talade mot kursen, och studenternas kritik var tydlig. Innehållsmässigt ansåg de flesta att kursen var bra, men själva genomförandet var otillfredsställande. Projektuppgifterna var för löst och otydligt definierade och det ställdes inga tydliga krav på vad studenterna skulle prestera. Avsaknad av röd tråd påpekades också från en del studenter. Ett annat systemfel i kursen var den avslutande tentamen som bara hade teoretiska frågor. För att bedöma en students färdigheter som produktutvecklare måste även examinationen innehålla praktiska moment.

Undertecknad erbjöd sig att ta över kursansvaret år 2002 men ställde då också kravet att det skulle behövas resurser för att köpa in stöd, i första hand kompetens från industrin. I detta skede fanns inga välformulerade kursmål i lärandetermer, men eftersom ansvarig lärare haft en bakgrund som mekanisk konstruktör i industrin var ändå visionen klar. Kursen skulle ge studenterna träning i att jobba som produktutvecklare/konstruktörer. För att kunna lyckas med den föresatsen krävdes mer ändamålsenliga projektuppgifter. Kursen behövde även förbättras på åtskilliga fler punkter, så det var naturligt att bygga om kursupplägget från grunden.

II. Kursupplägget

Kurslitteraturen valdes till densamma, Total design av S. Pugh. Boken beskriver produktutvecklingsprocessen samt presenterar en hel del generiska verktyg som kan utnyttjas i samband med produktutveckling. Den förändring som gjordes var att byta ut tentamen vid kursens slut och istället examinera teorin genom fyra duggor. Varvat med duggorna hölls också ett antal gästföreläsningar, totalt sex stycken. Allt detta var avslutat efter ca 4 veckor. De avslutande 4-5 veckorna skulle ägnas åt projektarbetet

För att kunna skapa en tydlig industrianknytning inleddes ett samarbete med konsultbolaget Epsilon Innovation AB. Kontaktpersonen hos dem, Erik Treskog, kom att spela en mycket viktigt roll för kursens utveckling. Epsilon utvecklade ett föreläsningspaket som introducera studenterna för industriell produktutveckling. Utöver det skulle också ändamålsenliga projektuppgifter definieras. Det första året definierades två projekt, styrdon och sårläkare. Projekten var hämtade från företaget Epsilon Innovations verksamhet. Det var två av deras tidigare projektuppdrag som blev utgångspunkten för två studentprojekt. För varje projekt skrevs en användarkravspecifikation. Användarkravspecifikationen (innehåller samtliga krav för en produkt: kundkrav, lagkrav, etc.) var i stort sett fullständig och väldigt snarlik den användarkravspecifikation som använts i samband med den industriella utvecklingen av produkterna tidigare. Produkterna som skulle utvecklas var mekatroniska (innehöll både mekanik, elektronik och mjukvara) och därtill relativt

Lars Degerman, Instutitionen för teknikvetenskaper, Uppsala Universitet
E-post: lars.degerman@angstrom.uu.se

komplexa. Maskinstudenternas uppgift avgränsades till de mekaniska lösningarna och slutmålet för deras projekt var att de skulle ta fram en digital prototyp. Med detta avsågs en komplett sammanställning av produkten i CAD och tillhörande dokumentation. Utöver CAD-filer skulle fullständiga ritningar, produktkravspecifikation och testspecifikation tas fram.

III. Kursens Projektarbete

A. Genomförande

Ett viktigt kriterium i samband med kursens utveckling var att både projektuppgifterna och deras genomförande skulle ha en stark industrianknytning. När Epsilon driver produktutvecklingsprojekt utnyttjar de en styrgrupp där representanter från ledning och/eller kunden finns representerad. Styrgruppen för studenternas projekt blev kursansvarig och teknikkonsulten, Erik Treskog, från Epsilon. Projekten initierades av att Erik gick igenom projektuppgifterna. Studenterna fick sedan användarkravspecifikationen för sin produkt och en övergripande projektinstruktion. Projektinstruktionen var en form av grovplanering för studenterna. Där framgick när styrgruppsmöten skulle hållas och vad som krävdes av dem inför varje möte. Totalt hölls fyra styrgruppsmöten på veckobasis.

Kursansvarig och teknikkonsulten träffade projektgrupperna fyra gånger under projektets gång. Längden på ett styrgruppsmöte brukar vara ca 40 minuter. Ett möte inleds med att studenterna (projektgruppen) presenterar en nulägesrapport över projektet. De visar, helst med utskrivna bilder/ritningar, de konstruktionslösningar de tagit fram. Styrgruppen (kursansvarig och teknikkonsulten) får i detta sammanhang lite dubbla roller. Dels fungerar de som beställare/kund till projektet, men också som lärare stöd åt studenterna.

Det är en ganska svår balansgång att handleda PU-projekt. Hur mycket ska man hjälpa studenterna och hur mycket ska man tvinga dem att jobba självständigt? Det är visserligen plågsamt, men också väldigt lärorikt, att på egen hand utforska olika lösningar. Men en snäv tidsplan för projektet kräver att studenterna både får styrning och tillräckligt med hjälp. Utan det skulle projekten fallera i mer eller mindre utsträckning.

B. Gruppindelning

I huvudsak har två olika metoder för gruppindelning använts. Antingen får studenterna själva sätta ihop grupperna eller så sätter kursansvarig ihop grupperna. Båda metoderna har sina för- och nackdelar. Kursansvarig har genom tidigare kurser en ganska god bild över studenternas förmåga och kan på så sätt balansera grupperna, i den meningen att minst en "duktig" konstruktör placeras i varje grupp. Baksidan av myntet kan vara att om det blir allt för stor spridning i förmåga hos studenterna kan några åka snålskjuts på andras prestation och/eller att motivationen för de högpresterande i gruppen sjunker, då de inte accepterar att dra lasset för de svaga. Gruppstorleken för projekten är förstås också en viktig parameter. Den har varierat mellan 4-6 studenter/grupp. Det är dock att föredra grupper om fyra studenter för att i större utsträckning "tvinga" samtliga i gruppen att ta ansvar och prestera. Produkterna som tas fram består ofta av 3-5 olika moduler, vilket också talar för gruppstorlekar på 4-5 studenter.

C. Redovisning

Vid det sista kurstillfället redovisar varje studentgrupp sitt projekt. Presentationen riktar sig till övriga studenter och omfattningen är ca 20 minuter. Fokus är den slutgiltiga konstruktionslösningen som visas med bilder och animationer. Kursansvarig gör sedan en snabb genomgång av konstruktionslösningarna från tidigare års studentprojekt. Eftersom kursen getts i många år blir det bara ett litet axplock, men det är ändå både lärorikt och intressant för studenterna att få något att jämföra med. Den stora finalen blir när teknikkonsulten får ordet och plockar fram fysiska prototyper av de produkter som blivit resultat av de industriella projekten. Studenterna får avslutningsvis möjlighet att känna på och skruva lite med de produkter de blivit satta att utveckla.

IV. Examination och betygsättning

Projektet och teorin utgjorde två delkurser och båda betygsattes enligt skalan 3,4,5. När slutbetyget skulle sättas viktades delkurserna samman och ifall medelvärdet blev 3,5 eller 4,5 fick examinator väga in om delbetygen var ”starka” eller ”svaga”. Vid en revidering av kursen ändrades detta och nivåerna för teoribetyget togs bort. Slutbetyget blev alltså identiskt med betyget för projektet. Ändringen motiverades med att det är prestationen i samband med projektet som bäst mäter i vilken utsträckning studenten uppfyllt kursmålen. Ett viktigt lärandemål för kursen var formulerat: Lösa konstruktionsproblem på ett systematiskt sätt med hänsyn till såväl beställare som produktionstekniska förutsättningar. Och det kan rimligtvis bäst examineras genom praktisk problemlösning.

Att betygsätta projektuppgifter i grupp är definitivt ingen enkel sak. Gruppens prestation bedöms i huvudsak efter projektets resultat, konstruktionslösningen. Men hänsyn tas också till hur självständigt gruppen jobbat. De individuella insatserna bedöms utifrån studenternas prestation i samband med styrgruppsmötena. Genom att studenterna får redogöra för sina konstruktionslösningar fortlöpande får kursansvarig en ganska bra bild av personens känsla för mekanisk konstruktion. Något som dock är svårare att bedöma är hur tungt lass respektive gruppmedlem drar i projektet. För att göra betygssättningen mer rättssäker infördes efter några år två nya moment, individuellt konceptmöte och kollegial utvärdering. Vid det individuella konceptmötet skall varje student presentera ett konceptförslag på produktens formgivning samt ett för den mekaniska huvudfunktionen. I den kollegiala utvärderingen betygsätter studenterna sin egen och de andra gruppmedlemmarnas prestation enligt tre kriterier, konceptkonstruktion, detaljkonstruktion och arbetsinsats.

V. SLUTSATSER

Kursen har i sin nya utformning getts hela tio gånger och studenterna har fr.o.m första året varit mycket nöjda med kursen och rankar den som en av de bästa vid programmet. De är också ganska eniga om vad som är kursens styrkor. Realistiska och utmanande projektuppgifter stimulerar studenterna att arbeta hårt. Detta förstärks ytterligare av att en aktör från industrin, teknikkonsulten, är med och handleder projekten. Något som också är mycket uppskattat är den feedback de får på slutet när de får se andra studenters lösningar och fungerande produkter, som de kan jämföra mot sina egna lösningar. Nöjda studenter är en sak, men hur mycket har de lärt sig? Det översta steget i Blooms taxonomi, enligt den reviderade modellen, brukar beskrivas som, att kunna producera, planera och generera något nytt [2]. Att genomföra ett produktutvecklingsprojekt från en specifikation till digital prototyp ställer åtskilliga krav på studenterna som ligger helt i linje med kraven på att producera något nytt. De måste utnyttja sin kreativitet för att generera olika lösningsförslag. De måste också, i många avseenden, använda kunskaper från många olika områden för att lösa problem samt för att optimera konstruktionen. Men det kanske allra viktigaste är att studenterna verkligen får känna på hur det är att jobba som ingenjörer.

TILLKÄNNAGIVANDEN

En projektkurs i samarbete med industrin kräver engagemang från både akademin och industrin. Erik Treskog, VD Epsilon Utvecklingscentrum Mälardalen AB, har varit ett ovärderligt stöd under alla dessa år. Det har varit en stor förmån att få arbete med dig.

REFERENCES

[1] Eugene S. Ferguson, “Engineering and the mind´s eye”, 2nd pr. Cambridge Massachusetts, The MIT Press, 1993.

[2] Old Dominion University, Blooms Taxonomy, www.odu.edu/educ/roverbau/Bloom/blooms_taxonomy.htm (2011-10-05)

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet,
30 november – 1 december 2011

Co-op-modellen – ökad motivation, genomströmning och anställningsbarhet hos studenterna

M. Ericsson, L. Holmblad, L. Almhage och J. Brochmann,

***Sammanfattning* — Den här artikeln beskriver ett mycket framgångsrikt utbildningskoncept som genomförs på Högskolan Väst, främst på ingenjörsutbildningarna maskin och elkraft, som ger en ökad samverkan mellan högskola och omkringliggande samhälle. Konceptet bygger på en amerikansk modell som heter ”Cooperative Education” (Co-op). I Co-oputbildningen varvas teoriperioder med betalda arbetsperioder ute på olika företag och organisationer. Genom en väl planerad integration mellan teoriperioderna och arbetsperioderna förlängs utbildningen i genomsnitt med ca 6 månader men studenten har efter erlagd examen ca 1 års arbetslivserfarenhet. För att sköta kontakterna med de olika företagen finns Co-opkoordinatorer anställda på högskolan. Dessa har till uppgift att sköter den grundläggande kontakten med respektive företag. Studenterna anställs av företagen via ett normalt anställningsförfarande och de har lön enligt företagets kollektivavtal. Företagens organisation och arbetssätt integreras naturligt i utbildningen genom Co-opmodellen då studenten deltar i företagets verksamhet. Detta ger studenten en direkt inblick i arbetslivets villkor och en för Co-opmodellen karaktäristisk självgående förmåga hos studenterna utvecklas.**

Under arbetsperioden besöks studenten och företaget av Co-opkoordinatorn. Under detta besök diskuteras bl.a. arbetsinnehåll, utbildning och framtida kunskapsbehov i företaget. Företagens önskemål fångas upp och integreras på ett bra sätt i utbildningen. Exempel på bra samverkan är gästlärare från företagen. Gästlärare har funnits med sen starten av högskolans ingenjörsutbildningar 1990 och andelen kurser med en eller flera gästföreläsare har ökat genom åren. Den främsta samarbetspartnern på elkraftprogrammet är Vattenfall, men också Preemraff och Trollhättan Energi finns representerade.

Konkreta resultat av utbildningskonceptet är att studenterna blir mer studiemotiverade vilket ger en ökad genomströmning av godkända studenter på programmen jämfört med studenter som inte följer Co-opmodellen. Ett annat resultat är att Co-opstudenterna har en mycket högre anställningsbarhet jämfört med en vanlig student som har läst samma utbildning.

Artikeln inskickad den 1 oktober 2011..

M. Ericsson, Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, Trollhättan. (Tel: 0520-22 33 18; fax: 0520-22 30 99; e-post: Mikael.ericsson@hv.se).

L. Holmblad, Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, Trollhättan. (Tel: 0520-22 32 58; fax: 0520-22 30 99; e-post: lars.holmblad@hv.se).

L. Almhage, Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, Trollhättan. (Tel: 0520-22 32 72; fax: 0520-22 30 99; e-post: lisa.almhage@hv.se).

J. Brochmann, Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, Trollhättan. (Tel: 0520-22 32 76; fax: 0520-22 30 99; e-post: Johanne.brochmann@hv.se).

***Nyckelord* — Co-oputbildning, Arbetsintegrerat lärande, samverkan, ökad genomströmning.**

I. INTRODUKTION

INLÄRNING AV olika färdigheter från mästare till lärjunge är den äldsta metoden av undervisning som har använts av människan. På senare tid har andra metoder skapats och implementerats i olika undervisningsformer där den vanligaste metoden är traditionell föreläsning. Denna typ av undervisning främjar dock inte förmågan hos studenterna att analysera och utvärdera [1]. För att öka det kongnitiva lärandet behövs en bra balans mellan teori och praktik. Enligt [2] är ett vanligt uttryckssätt ”teori utan praktik saknar värde, praktik utan teori saknar djup”. För att förbättra studenters inlärningsförmåga startades 1906 cooperative education (Co-op) vid University of Cincinnati [3]. Co-op innebär att man som student varvar studier med betalda praktikperioder. Vid Högskolan Väst gers flera olika utbildningar på högskoleingenjörsnivå enligt Co-opmodellen. För närvarande finns Co-opmodellen integrerad i maskiningenjörs-, elkraftsingenjörs- och industriell ekonomi-programmen. Dessutom finns Co-op på data- och ekonomiprogrammet som genomförs på kandidatnivå. Flera nya utbildningar baserade på detta koncept är under utveckling. Enligt [3] har Co-op-program ett progressions-ansvar, arbetsperioderna ska systematiskt kopplas ihop så att studenten får utökat ansvar och fler tillfällen att använda sin akademiska kunskap i praktiken. Studenten konfronteras med frågor och problemställningar som hon/han inte skulle ha reflekterat över i en klassrumssituation. Detta gör att studenten själv söker svar och lösningar och ges tillfällen att ta egna beslut, detta ger självförtroende och minskar gapet mellan teori och praktik. Fördelen med Co-opmodellen är den kontakt som skapas mellan högskolan, studenten och företaget. Via besök, möten mm. träffar högskolan olika representanter från företagen och information och önskemål om förändringar förs tillbaks till högskolan. Även studenten tar viktig information och intryck tillbaks till nästa studieperiod. För att kunna erbjuda alla studenter en Co-opplats har högskolan kontakt med ett stort antal företag och organisationer vilket leder till ökad samverkan.

II. 2. CO-OPUTBILDNING VID HÖGSKOLAN VÄST

Världen är ständigt under utveckling vilket ställer höga krav

på samhället att hantera förändringarna framöver. Som ett led i detta har Högskolan Väst strategin Arbetsintegrerat Lärande (AiL). Syftet med AiL är att förbereda studenterna inför det kommande arbetslivet. Ur studentperspektivet är AiL ett verktyg som kan utnyttjas för att koppla studierna till arbetslivet, med andra ord teori och praktik. AiL inslagen i högskolans olika utbildningar ser olika ut och Co-opmodellen har en viktig plats i denna strategi. Även om Co-op är det tydligaste inslaget av lärande på företag i ingenjörs-utbildningarna, så ingår även andra möjligheter i den ordinarie undervisningen. Genom studiebesök, företagsförlagda laborationer, arbete i datorsystem som används inom industrin, gästlärare mm ges studenterna många tillfällen till lärande på företag. Enligt National Commission for Cooperative Education [3-5] specificeras ett Co-opprogram bl. a. av följande:

- Co-op ska vara en formell strategi som integrerar undervisning och arbetserfarenhet.
- Arbetsperioderna ska stå angivna, på något sätt, i examensbeviset.
- Studenter och arbetsgivare ges relevant information inför och under arbetsperioderna.
- Student, institution och arbetsgivare är överens om:
  - Arbetsbeskrivningen och vad studenten ska lära sig.
  - Arbetet kontrolleras av institutionen och leds av arbetsgivaren.
  - Studenten av arbetsgivaren ses som en anställd under arbetsperioden.
  - Utvärderingar sker, både av student, institution och arbetsgivare.
  - Bestämmelser kring utvärdering av kvalitet och relevans av arbetet (utförda både av arbetsgivaren och av institutionen).
  - En programdesign som maximerar utfallet för både student, arbetsgivare och institution.

Utbildningarna på Högskolan Väst är noggrant planerade så att man följer de punkter som framförts ovan. De olika arbetsperioderna ligger väl planerade i utbildningen och man utnyttjar sommarlov för att maximera arbetsperiodernas längd med minimering av utbildningens längd. Som exempel kan ges att elektroingenjörsutbildningen blir ca 6 månader längre än normal men ger studenten nästan 1 års arbetslivserfarenhet, se Figur 1 [6]. Normalt är det 3 olika arbetsperioder i utbildningen där den första arbetsperioden är mer praktisk, den andra mer ingenjörsmässig och den tredje består av examensarbetet.

Läsår 1		Läsår 2		Läsår 3	Läsår 4
Tre läsperioder kurser (45 hp)	Arbets-period 1	Fyra läsperioder kurser (60 hp)	Arbets-period 2	Fyra läsperioder kurser (60 hp)	Arbets-period 3 (x-jobb 15 hp)

Figur 1: Arbetsperiodernas fördelning över Elkraftsingenjörsutbildningen

För att illustrera kopplingen mellan de olika Co-op-perioderna och kurser innan och efteråt i utbildningen används elkraftsingenjörsutbildningen som exempel. Inför arbetsperiod 1, som ligger i slutet av det första studieåret, får studenten läsa kurser som förbereder för den första kontakten med ett företag. Exempel på innehåll är grundläggande kunskaper om olika elanläggningar, kunskaper som studenterna sedan använder i sin första arbetsperiod då de arbetar tillsammans med montörer, underhållspersonal eller i företagets produktion. Under arbetsperioden får studenten se och hantera utrustningar, anläggningar och verktyg och får dessutom en inblick i arbetsvillkoren för de yrkesgrupper de senare kan komma att ansvara för. Studenten tar sedan denna praktiska erfarenhet med sig tillbaka till högskolan för att där få mer fördjupade studier inom elkraftsområdet. Dessa studier ligger sedan till grund för arbetsperiod 2 där studenten deltar i ingenjörsarbetet tillsammans med erfarna ingenjörer. Denna period planeras så att studenten ges en inblick och kunskap i så många områden som möjligt och ger studenterna en mycket god grund att stå på när de kommer tillbaka till högskolan. Inför arbetsperiod 3 läser studenten kurser på avancerad nivå med stora inslag av olika gästlärarna från arbetslivet. Arbetsperioden omfattar examensarbetet och normalt förbereds detta under arbetsperiod 2. Liknande upplägg finns på de andra programmen.

Genom denna integrering teori/praktik, förbereder teorin för arbetsperioderna och arbetsperioderna ger tillämpning av teorin och dessutom insikt i teknik som behandlas i kommande läsperioder, t.ex. beräkning, dimensionering och projektering. Genom Co-opmodellen ges också studenterna möjligheten att få ta del av de generella ingenjörskompetenser som är omöjliga att lära ut i en undervisningssal men som förstärker deras konkurrenskraft på arbetsmarknaden.

För att hantera kontakten mellan studenterna och företagen så finns flera Co-opkoordinatorer anställda på högskolan. Koordinatorn är specialiserad mot en utbildning och har god kunskap om utbildningens innehåll. I flera av fallen har koordinatorn själv följt en Co-oputbildning vid Högskolan Väst. Koordinatorns roll är att innan varje arbetsperiod kontakta företag för att få platser, som sedan studenterna kan söka. Själva sökförfarandet är ett avtal mellan studenten och företaget och de har normalt lön enligt företagets kollektivavtal. Då studenten är anställd hos företagen integreras naturligt företagets organisation och arbetssätt i studentens utbildning. Under arbetsperioden besöker Co-opkoordinatorn, eller annan representant från högskolan, studenten och dennes handledare/mentorer på företaget. Under detta besök diskuterar man studentens progression, arbetsuppgifter mm. En viktig del i besöket är att stämma av hur väl studentens kunskaper och utbildningens inriktning motsvarar företagets kommande behov. Dessa behov och önskemål förs sedan tillbaks till högskolan och diskuteras med ämnesansvarig i program och branschråd. Efter arbetsperioden följs studentens erfarenheter och intryck upp via muntliga seminarier och skriftliga rapporter. Vid dessa tillfällen är även handledarna vid företagen inbjudna. Lärarna använder inhämtade kunskapen från arbetsperioderna i olika kursmoment för att ge exempel på olika situationer i verkligheten.

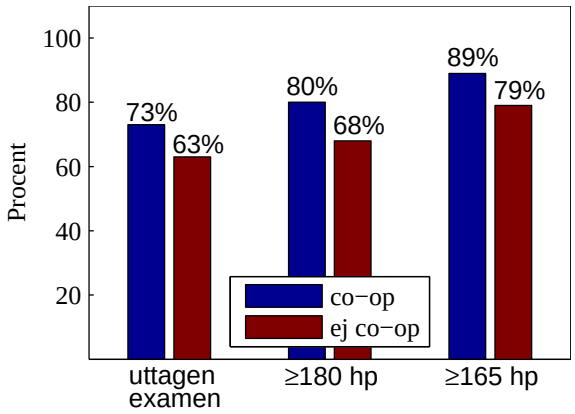
III. 3. Samverkan mellan högskola och omkringliggande samhälle

Högskolan Väst har sedan starten med ingenjörsutbildningar enligt Co-opmodellen 1990, jobbat aktivt med att ha ett bra samarbete med företag i regionen. Från början var det Vattenfall, Volvo Aero, Saab Automobile och Telia som var de viktigaste samarbetspartnerna. I dag samverkar högskolan med ca 150 företag inom elkraftsområdet och ca 60 företag inom verkstadsindustrin [6]. Alla företag är inte aktiva med intag av nya studenter varje år utan många företag ser detta som en bra rekryteringsprocess och tar exempelvis en student vart annat, vart tredje år. En annan orsak är att antalet tillgängliga platser och företag följer konjunktursvängningarna i Sverige. Samarbetet mellan Högskolan Väst och företagen sker på olika nivåer, från att företagen medverkar vid framtagning av nya utbildningar/kurser, studiematerial, studentrekrytering och laborationer på företaget till utlåning av gästföreläsare, gästlärare och deltagande i olika forsknings och utvecklingsprojekt. Ett viktigt samarbete är att företagen ställer upp med återkommande lärare, vilket ger en kontinuitet i undervisningen och många av gästföreläsarna är dessutom själva f.d. Co-opstudenter. Dessa gästföreläsare är en garant för att kurserna ligger i linje med industrins utveckling, men de ger också, genom sin anställning i andra företag, studenterna en naturlig inblick i industrins arbetssätt. På maskinsidan har samarbetet resulterat i skapandet av forskningscentrumet Produktionstekniskt centrum där företag, högskola och studenter träffas i en neutral arena. Produktionstekniskt centrum drivs i ett samarbete mellan Högskolan Väst, Innovatum Teknikpark, Volvo Aero och Saab Automobile.

IV. Resultat

Studenter som följer en Co-oputbildning vid Högskolan Väst får i genomsnitt ca 1 års arbetslivserfarenhet efter avslutade studier. Under den tiden som studenten genomför sina arbetsperioder kan arbetsgivaren testa och utvärdera studenten. Andra positiva aspekter är att studenter kan prova nya orter, miljöer och få möjlighet att åka utomlands. Företagen kan tillsammans med koordinatorn locka studenterna att nappa på en arbetsperiod på orter där företagen har svårt att rekrytera, t.ex ABB i Ludvika. Detta gör att studenter får komma ut och jobba på orter som de normalt inte skulle ha sökt sig till samt att företaget får en förbättrad möjlighet att rekrytera ny personal. Inte helt sällan leder en Co-oputbildning till fast jobb direkt efter avslutade studier på det företag som har tillhandahållit Co-opplatsen. I en rapport från Högskoleverket [7] om etableringsgraden av studenterna på arbetsmarknaden får Högskolan Väst ingenjörsutbildningar högst poäng (86%) i landet. Högskolan Väst slår tvåan Mälardalens Högskolan med 7%. Dessa siffor är ett tydligt tecken på att Co-opmodellen ger studenter som är attraktiva på arbetsmarknaden.

En annan positiv effekt är att Co-opstudenterna presterar bättre än en student som inte har gjort någon Co-opperiod. Figur 2 visar genomströmningen på elkraftsutbildningen mellan åren 01-05. Här ser man tydligt att studenter som följer en Co-oputbildning har ett bättre studieresultat jämfört med studenter som följer samma utbildning men utan Co-op delen.



Figur 2: Genomströmning av elkraftsstudenter mellan 01-05.

Co-opstudenten har ett brett kontaktnät på det företag som studenten har genomfört sina arbetsperioder. Många av företagen lägger upp de olika arbetsperioderna på så sätt att studenten kommer att vandra runt på olika avdelningar. Genom detta upplägg får studenten lära känna företaget och dess medarbetare.

Forskningsarenan Produktionstekniskt Centrum är ett bra exempel på hur samverkan mellan högskola och industri har vuxit sig till en stark position i Västra Götalandsregionen och övriga Sverige. På Produktionstekniskt Centrum verkar små till stora företag tillsammans med högskolan i olika utveckling- och forskningsprojekt. Totalt samarbetar högskolan med ett 60 tal företag och organisationer både nationellt och internationellt i olika forsknings- och utvecklingsprojekt.

Ett viktigt inslag i kontakten mellan Co-opkoordinatorn (högskolan) och företagen är att diskutera hur företagen ser på kommande kompetensbrister på företaget samt i branschen som helhet. Programmet Elanläggningsteknik, 120hp, utvecklades då branschen visade på ett stort behov av arbetskraft på en något lägre utbildningsnivå än högskoleingenjör. Det togs fram i mycket nära samarbete med i första hand Vattenfall, men även hela det nätverk av olika företag som co-opkoordinatorn har tillgång till. Ett annat exempel är samarbetet med Brandskyddsföreningens Elektriska Nämnd där en gemensam påbyggnadsutbildning inom elkraftteknik (30hp) skapats, som kompetensutveckling för yrkesverksamma med gymnasiekompetens inom elteknikområdet. Utbildningen ger en allmän kompetens-höjning samt behörighet till Elektriska Nämndens besiktningsmannautbildning.

Per Norberg vid Vattenfall [8] ger följande kommentar varför Vattenfall samverkar med Högskolan Väst med Co-oputbildningen. ”*I den situation som Vattenfall och många andra i branschen befinner sig, ser vi ett stort framtida rekryteringsbehov och vi ser Högskolan Väst som landets viktigaste "produktionsapparat" för elkraftsingenjörer. Co-*

opmodellen är också ett sätt för oss att föra över kompetens från de äldre medarbetarna till yngre. Co-op är helt enkelt en bra affär - att rekrytera från scratch är inte billigt. Ur studentens perspektiv är Co-op ofta en genväg till jobb".

Teknikföretagen ger varje år ute ett pris till utbildningarna som kan visa på riktigt bra samarbete med företag inom relaterade branscher. Högskolan Västs Maskiningenjörs-utbildning erhöll priset 2008 med motivering [9]: "*Maskinutbildningen ger de viktiga baskunskaperna, är väl förankrad i relevant forskning och skapar förståelse för hela kedjan i såväl mindre som större industriföretag. Studenternas Co-opperioder och lärarnas samarbete med företag tas väl tillvara i det systematiska arbetet med arbetsintegrerat lärande. Utrustning i framkant av den tekniska utvecklingen bidrar till att studenterna utvecklar ingenjörskunskap för industrins framtida utmaningar.*". 2010 erhöll Högskolan Väst åter priset, denna gång för Elkraftutbildning med motiveringen [10]: "*Med Co-opmodellen som bas har elkraftsprogrammet lyckats mobilisera berörda företag till ett långsiktigt och ömsesidigt givande samarbete. Företagens stöd i olika former ger de blivande högskoleingenjörerna mycket god yrkesförberedelse. Samarbetsmodellen bör kunna ge inspiration till andra ingenjörsutbildningar och branscher.*"

V. Slutsats

För att få till en bra Co-op verksamhet och en bra fungerande samverkan med företag och andra organisationer krävs ett tydligt uttalat stöd från högsta ledningen. En orsak till detta behov av stöd är att det kostar extra resurser i form av en eller flera Co-opkoordinatorer för att få verksamheten att fungera. Dessutom är det viktigt att ledningen är ute och träffar personer på högsta nivå i olika företag för att visa på de positiva effekterna med att fungera som Co-opföretag. Genom att högsta nivå ute på företagen sedan skickar budskapet nedåt i organisationen är det lättare att få till platser ute på företagen. Ett exempel var att trots att det rådde anställningsstopp på ett större företag regionen så var både arbetsgivare och fackförbund överens om att man skulle ta in nya Co-op-studenter för att ha kontinuitet i sitt samarbete med högskolan och för att säkra rekryteringsmöjligheten den dag då anställningsstoppet upphörde.

Co-oputbildningarna vid Högskolan Väst leder till ökat samarbete med företag både regionalt och nationellt. Dessutom har undersökningar [7] visat att den extra arbetslivserfarenhet som studenterna får leder till högre anställbarhet efter avslutad examen.

References

[1] Cvetkovic, Vibiana Bowman, 1953-, Lackie, Robert J., 1966- Teaching Generation M
[2] Stefan Lagrosen (2010) *Lärande i och för det nya arbetslivet*. Lund Studentlitteratur
[3] Coll, Richard K. (2004). International handbook for cooperative education. Boston, Mass. World Association for Cooperative Education
[4] Linn, Patricia L. (2004) *Handbook for research in cooperative education and internships*. Mahwah, N.J.L. Erlbaum Publishers.
[5] www.Co-op.edu [2011-04-05]
[6] http://www.hv.se/extra/pod/?module_instance=4 [tillgänglig 2011-10-13]
[7] Högskoleverket, Etableringen på arbets-marknaden – examinerade 2004/05, Rapport 2008:35 R
[8] Intervju med Per Norberg, Vattenfall AB. http://www.hv.se/extra/pod/?action=pod_show&id=2025&module_instance=2
[9] Teknikföretagen (www.teknikforetagen.se), "Årets Teknikutbildning Högskola 2008, Högskoleingenjör Maskin Co-op, Högskolan Väst"
[10] Teknikföretagen (www.teknikforetagen.se/), "Årets Teknikutbildning Högskola 2010, Högskoleingenjör Elkraft Co-op, Högskolan Väst"

Teaching Project Courses in Large Scale Using Industry-like Methods – Experiences after Ten Years

T. Svensson and S. Gunnarsson

Abstract— **A project course in electronics is presented. It has been given successfully for almost ten years (more than 2000 students) within the engineering education at Linköping University. The cornerstones of the course consist of carefully designed learning outcomes based on the CDIO Syllabus, a well designed course organization, a structured project management model such that the project tasks are carried out according to professional and industry like routines, challenging project tasks, and well equipped laboratory workspaces.**

***Index Terms*—Project course, electronics, project management model, assessment.**

I. Introduction

THE aim of this paper is to present a Design-Build-Test project course in electronics, based on the CDIO framework for engineering education, that has been given successfully for almost ten year within Linköping University. It is the authors' strong belief that the most important factors in the design and execution of such a course are:

- Clearly defined learning outcomes.
- A suitable and well working course organization.
- A systematic method for project management.
- Challenging project tasks of sufficient complexity.
- Laboratory workspaces with modern equipment and high availability.

In the following sections these factors will be described in more detail.

II. Learning Outcomes Based on the CDIO Syllabus

The project course and the project management model presented below are results from the CDIO Initiative, which is an international collaboration with the aim to develop and improve engineering education. An overview of the CDIO Initiative can be found via the web site [1], and a thorough presentation of the CDIO framework is given in [2]. The CDIO framework is based on two fundamental documents, the CDIO Syllabus [3] and the CDIO Standards [4] respectively. The first document, the CDIO Syllabus, can be seen as a specification of the desired knowledge and skills of a graduating engineer, and it is structured in four main sections

1. Technical knowledge and reasoning
2. Personal and professional skills and attributes
3. Interpersonal skills: Teamwork and communication
4. Conceiving, designing, implementing and operating systems in the enterprise and societal context.

Using the CDIO Syllabus as reference the main points of the learning outcomes of the course can be summarized as follows. The students should be able to:

- Integrate knowledge acquired in previous courses by designing and building a computer controlled device. (Section 1 of the CDIO Syllabus [3]).
- Use a structured tool for project management extensively, including to write and follow-up project and time plans and other relevant documents. (Sections 4.3-4.6)
- Participate in engineering teamwork in an industry like context, and to actively contribute to a well functioning project group (Section 3.1)
- Practice various engineering skills, such as measurement technology, trouble shooting, system thinking, structured design, modern development tools etc. (E.g. Sections 1.2-1.3,2.1-2.3)
- Present project results orally and in written documentation. (Section 3.2)
- Model digital systems using the hardware description language (VHDL) (Section 1.3)

In the sections below it will be described how the course is designed in order to enable for the students to be able to reach these goals.

III. Course Organization

During the course the students are organized in groups of six students. Over the years the number of groups has varied between 10 and 25 each time the course has been given. The organization around each project group is illustrated in Figure 1. One of the students is appointed to be project manager. The other students in the group also have special roles. All projects are ordered by a project sponsor (in this case the examiner of the course). Each project group has a supervisor and access to a number of technical experts.

T. Svensson (tomass@isy.liu.se) and S. Gunnarsson (svante@isy.liu.se) are with the Department of Electrical Engineering, Linköping University, 58183 Linköping, Sweden. S. Gunnarsson is also Chairman of the Program Board for Electrical Engineering, Physics and Mathematics at Linköping University.

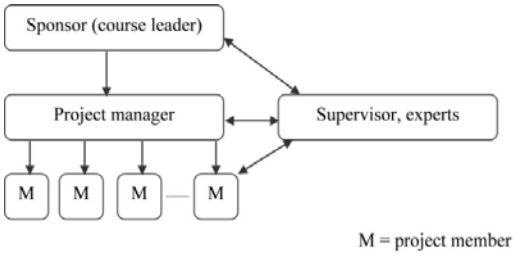


Fig. 1. Organization of project groups.

The course corresponds to 8 ECTS credits and runs over an entire semester. The first half of the semester is used for establishing the group, planning the project and for a preliminary design of the product. There are lectures about the project model and its documents, hardware description language (VHDL), processors, sensors, etc. There are also laboratory exercises to be performed by each group. These exercises prepare the students for the work in the project. This part also involves a lot of discussions and negotiations between the group and the project sponsor. The second half of the semester is devoted to the execution part of the project. Now the students have 24 hour access to the workspace, see Section VII, and they do all the tasks that lead to the project result.

IV. The LIPS Project Model

A. Introduction

LIPS (Linköping Project Management Model) is a tool for project management, and it is designed according to modern industrial project models and adapted for use in education or in small industry projects. A thorough documentation of the model is given in [5]. The tasks described in the model are used for managing the work toward the predefined goals and for facilitating control of the work. The model introduces the phases, definitions and decision flow needed for running a project in an efficient way. The three phases of the model describe the project preparation and planning, the project execution and the project delivery and evaluation phase. see Figure 2.

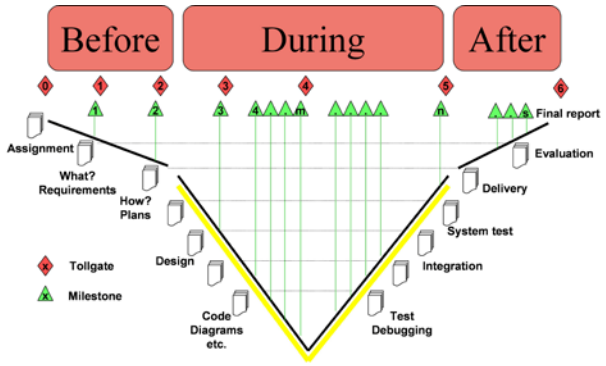


Fig 2: The LIPS Project Model

The different project documents are described and exemplified by electronic templates. The aim is to decrease the time to produce and review the documents. Examples of documents are requirement specification, project plan, time plan, status report, meeting minutes, and project reflection document. The use of milestones and tollgates is introduced. At defined tollgates the group is required to deliver documents etc. to get approval for entering the next phase in the project. The dynamics in a project is trained by the use of a sponsor-executer relation. The model is scalable and can be applied to project-based courses with differing levels of complexity.

B. The Before phase

A project is initiated by an idea or a need, which is defined in a *project directive*, see Figure 3.

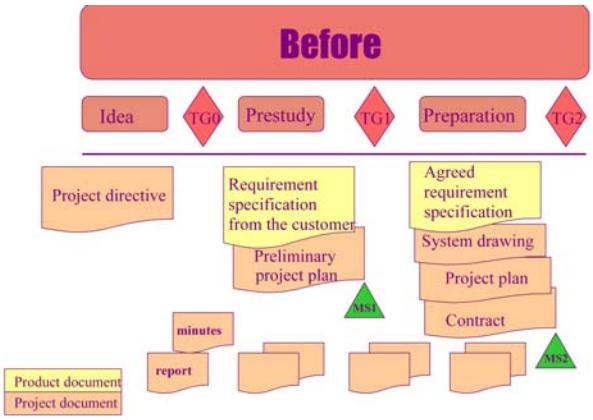


Fig 3: The Before phase

This is the first document in the before-phase, and the aim of the before-phase is to investigate what the group is going to do, and how it is going to do it. If satisfied with the project directive, the sponsor will at tollgate 0 (TG0) task the project manager with conducting a pre-study. During the pre-study the project directive is translated into more concrete demands for what should be done; this is known as the *requirement specification*. It includes functional requirements as well as requirements of performance, economy, delivery, documentation etc. A preliminary estimation of costs, resources and time is also made. This can result in a short preliminary version of the project plan. The result of the pre-study is delivered to the sponsor, who will decide if the project is allowed to continue (TG1). During the preparation process, the requirements are studied and a description of how to execute the project task is documented in a system drawing.

The next task is the preparation of a detailed *project plan*. Within the plan, the project organization and phases are described and all activities are identified and their duration is estimated. The project plan will define how often meetings are to be held, and how often status reports are to be given to the sponsor. It must include a *resource plan* and a *time plan*, and in some cases a *quality plan* and a *test plan* are also included. The time plan is a detailed description of when each activity is to be executed. It shows dependencies between activities as well as the duration of each activity. When necessary, a system test specification is created. The project has now reached milestone 2 (MS2). The specifications and plans are delivered to the sponsor, who will decide if the execution phase of the project can proceed (TG2).

C. *The During phase*

Activities performed within the during-phase lead to the project results. Depending on the work model in use, different documents and activities will be executed. The During phase is illustrated in Figure 4.

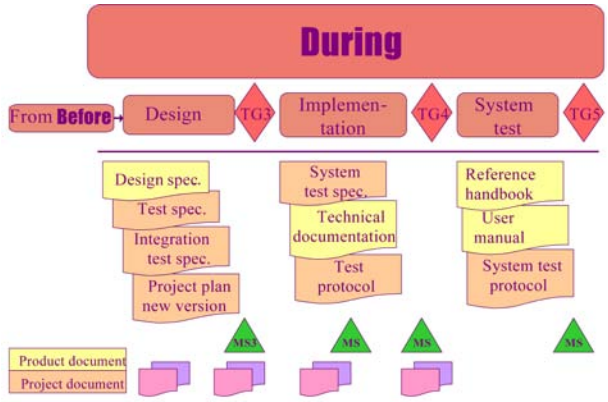


Fig. 4: The During phase

A number of milestones are required during the execution phase, since this phase often has a significant duration. Unforeseen problems will almost certainly arise during the execution phase and the ability to rapidly handle deviations is of the utmost importance to the success of the project. A new tollgate, TG3, is appropriate when the project has reached a state where an accurate estimation of the timescale can be made. In a constructional project this point is reached when the *design specifications* are ready, MS3. At this stage it may be necessary to review the project plan. Also, there is often a further tollgate during the test phase, TG4, at which the sponsor reviews the interim results. The execution phase is completed with a tollgate, TG5, at which a decision is made on the suitability of the results and if the final phase of the project can commence.

D. *The After phase*

During the after-phase, the project outcome is transferred to the sponsor, and the project is closed, see Figure 5.

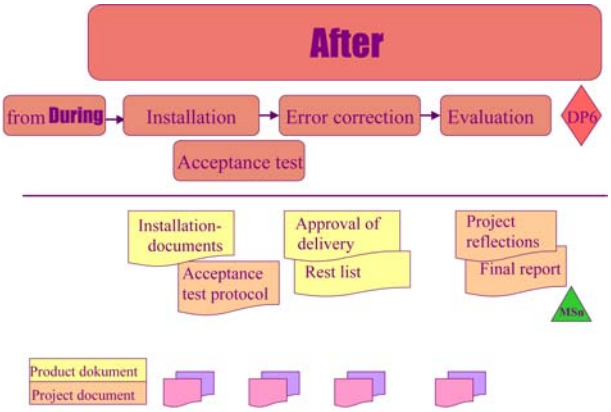


Fig 5: The After phase

The after-phase may include installation at the customer site of the finished product. After installation the customer will conduct an acceptance test. Comments from the customer are documented in a rest list, which is often handled in a separate clean-up project. Other tasks to be conducted in this phase include education of the customer´s staff and project evaluation. The project evaluation is documented in a *reflection document*.

V. Execution of the Project within the DBT-course

A. *The Before phase*

The starting point for the project work is a project directive written by the sponsor. This includes a description of a project task, the delivery date and the number of hours allowed to be used. The project task has to be defined carefully by the course management. It is important that the design can be divided into a couple of modules to give the basis for a good project work. The task also needs to be scalable in order to handle skilled and less skilled project groups.

After having formed the project group and selected a project task, the next step is to write a requirement specification. This document must be negotiated with the sponsor. Requirements are given different priorities. All requirements and goals must be measurable in order to verify that the product is correct upon delivery. This is an experience that is very useful, for example when initiating a final year project. When the sponsor has approved the document at tollgate 1, often after several iterations, the project enters the preparation phase.

The group now makes a system drawing which includes a preliminary design. This design is then used to find work activities. The ability to identify work activities in a complex task is important!

The work activities are needed when writing the project plan and the time plan. The duration of the activities and the dependences between activities must be considered, as the activities must be arranged in such a way that the calendar time is minimized, and that the utilization of resources is optimized. Other important parts of the project plan are terms for cooperation, definition of roles and responsibilities, a document plan and a plan for reports and meetings.

The preparation phase is concluded by a TG2 meeting. The sponsor asks questions such as how the work activities have been found, how the time estimation has been done, and if all students in the group accept the plan and the terms of cooperation. The plan is checked so that no important activities are missing and that resources are used effectively. The students are asked if they, with their current planning, would be willing to take the risk to finance the project with their own money. At the end of the meeting the plans are signed by all project members and the sponsor signs the tollgate protocol.

B. *The During phase*

Now the execution of the project starts. The first step for the group is to produce a more detailed description of the design, including both hardware and software such as flowcharts and circuit diagrams. The design specification must be discussed and approved by the supervisor (TG3). At this stage the students must also review the project plan. After approval the group is given access to the project lab Muxen, see Section VII. During the execution phase activities such as coding, soldering, testing, integration, system testing, etc. are executed. The students must do individual time reporting once a week. The group will be warned if too little (or too much) time is used by the group or by individuals in the group. The sponsor will also ask for status reports, where the group has to report about finalized activities, problems, changed planning etc. The sponsors and the supervisors meet once a week to discuss the progress of each group. At the end of the execution phase, the assessment of the technical contents is done. The sponsor checks that the project outcome fulfils the requirement specification (TG5). If this is approved the group is allowed to deliver.

C. *The After phase*

The delivery is done by presenting the project outcome at a small conference and to demonstrate the result. There is often a competition between the delivered products. The result must also be described in a technical documentation. After the delivery has been accepted the group writes, a reflection document.

D. *Assessment of engineering skills*

The well-defined steps in the project management model automatically introduce continuous assessment of the engineering skills. Using the project model one can clearly differ between the assessment of the process and the assessment of the practical result of the project. There are a large number of aspects of team- and project-based courses that can be assessed. The list below shows some of the aspects that can be assessed using the project model. The assessment must be continuous and the tollgates can be used as trigger points.

Planning: How is the planning done? Is there enough time planned for the different steps? Has the planning been checked lately? Are there planned test activities?

Design process: Is there a good system design before going into details? Is the design innovative? Does the process include several design generations?

Resource management: Has the planning been changed due to new conditions? Is the workload spread out in the group? Has the group and the individuals spent the planned time on the activities? Do the time reports match the planning? How did the group adapt to detected problems?

Communication: How did the communication between the project members take place? How was the communication between the group and the sponsor?

Documentation: Are project documents delivered on schedule? What is the quality of the documents? Has the group reviewed the documents? How many versions are there before an accepted version is available? Is there a good documentation of the project outcome? Are there test protocols?

Technical result: Is the project outcome accepted and checked against the requirement specification?

Reflection: Has the students analyzed the process in a reflection document? What is the quality of the discussion in this document?

VI. Project Tasks

Each project group designs and builds a digital system controlled by at least three microprocessors. The design includes several types of data buses, several sensors, blue tooth communication for sensor monitoring, and parameter initialization. The task includes construction of both hardware and software. Example of projects are autonomous walking robots, see Figure 6, with the task to find their way through a labyrinth, robots that can be sent into an unknown environment and produce and send a map to a remote computer, rescue robots with the mission to fetch an item in a labyrinth and bring it back.

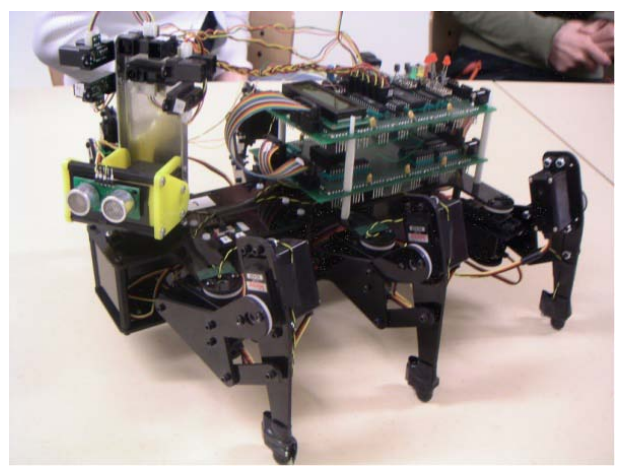


Fig. 6. Six legged robot.

During the project the students must learn to use several design tools. Digital circuits such as CPLDs (Complex programmable logic device) are often used and thereby tools for hardware programming and simulation by use of VHDL must be used. Tools are needed for programming of micro-controllers both in C-language and in assembler. In-circuit emulation is used to debug the real time programs. Wiring techniques are used to connect the circuits in the design and advanced logic analyzers are used for finding errors. Each

project group is offered a portable computer with administration tools, design tools, LIPS templates etc.

VII. The Muxen Laboratory Workspace

Muxen is a laboratory workspace for projects in electrical engineering at Linköping University. Muxen consists of four laboratories, a common area with a discussion corner, a conference room, a component room and a server room. Each of the four laboratories includes 16 lab benches equipped with a PC and advanced measurement instruments such as logic analyzers, oscilloscopes, etc. Each of the 64 lab benches is during one semester "owned" by a project group of up to 6 students. This gives that Muxen can serve up to 384 students simultaneously! Access to Muxen is controlled by a magnetic card reader, and the students have 24 hour access. One research engineer is employed for IT support, service and maintenance; and six to seven staff members are involved in supervising the project groups. The structure with four laboratories connected to a common area is very flexible. Several different courses can use Muxen at the same time. As an example, during spring semester, two of the laboratories are used for projects in advanced logical design (150 students in 40 design groups) and two of the laboratories are used for projects in design of computer controlled robots (140 students in 24 project groups).

Fig. 7. View over project work inside the workspace Muxen

VIII. Evaluation

Like all courses within the engineering programs at Linköping University the course is evaluated by the students using a web based evaluation system. Table I shows the overall grade for the project-based course in electronics for the years 2004 – 2011. The course is rated using a scale from one to five, where five is highest, and as can be seen the grades are very high.

TABLE I
OVERALL GRADE FOR THE PROJECT COURS

Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Grade	4.39	4.41	4.25	4.54	4.61	4.32	4.58	4.45

In addition, in 2007 the Applied physics and electrical engineering program received the award "Engineering Program of the Year" by the Association of Swedish Engineering Industries. The motivation of the award explicitly mentions the CDIO framework, the project-based courses and the use of the LIPS model for project management as an excellent basis for an engineering career in industry.

IX. Summary and Conclusion

A project-based course in electronics has been presented. The course has been given in large scale, 75 - 150 students each time, twice a year for almost ten years. The cornerstones of the course consist of carefully designed learning outcomes based on the CDIO Syllabus, a well designed organization of the staff supporting the course, a systematic model for project management such that the project tasks are carried out according to professional and industry like routines, and challenging project tasks. The course is one of the most popular one in both of the engineering programs where it is included, and the course and the project management model is appreciated by industry.

X. Acknowledgement

This work was sponsored by The Knut and Alice Wallenberg Foundation via the CDIO Initiative.

References

[1] "The CDIO Initiative. www.cdio.org
[2] E. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund and D. Brodeur. *Rethinking Engineering Education. The CDIO Approach*. Springer Verlag.
[3] The CDIO Syllabus. www.cdio.org
[4] The CDIO Standards. www.cdio.org
[5] T. Svensson and C. Krysander. Projektmodellen LIPS. Studentlitteratur, 2011.
[6] T. Svensson and S. Gunnarsson. "Using a project model for assessment of CDIO skills". 1st CDIO Conference", Kingston, Canada, 2005.

Integrering av kemiämnen och samarbete med matematik – ett 10-års perspektiv på Chalmers största sammanhållna kurs

Lars Öhrström* och Björn Åkerman

***Sammanfattning*. Som en del i den satsning på grundutbildningen som Chalmers Stiftelses gjorde för drygt 10 år sedan ("Chalmers Strategic Effort on Learning and Teaching"; C-SELT) bedrevs under 2001 ett intensivt utvecklingsarbete på institutionen för Kemi och bioteknik för att under ht-2002 starta kursen *Kemi med biokemi*. Kursens övergripande mål är att integrera de centrala kemiämnena redan från början av utbildningen och innebar ett helt nytt sätt för oss att undervisa grundläggande kemi: Likheter snarare än skillnader mellan ämnesområdena sattes i fokus, och arbete i stora lärarlag och samarbete med de parallella matematik-kurserna var två av huvudmålen. Nu 10 år senare har vi, om inte facit, så i all fall mycket erfarenhet att dela med oss av. Speciellt kan vi konstatera att kursen uppskattas av studenterna och arbetssättet av lärarna, men att det från ett kunskapsperspektiv och ett programperspektiv finns både för och nackdelar.**

I. Introduktion

Traditionellt sett har kemiutbildningar på svenska tekniska högskolor bestått av en inledande kortare kurs följ av separata kurser i olika discipliner. Givet ett stort och ohotat utrymme i programmens utbud av kurser har detta varit ett i stort sett lyckat arrangemang. Med större konkurrens om utrymmet och dessutom vikande kunskaper från gymnasiet (endast en kemikurs obligatorisk jämfört med två tidigare) har man varit tvungen att ompröva detta arrangemang.

Den analys som gjordes på Chalmers i början av 2000-talet utmynnade i tre slutsatser:

1. Existerande kurser hade ett relativt stort konceptuellt överlapp, t.ex. så förekom kemisk bindning i flera kurser och behandlades i stor sett från grunden i samtliga.
2. Vissa begrepp förekom i flera kurser men med så olika betoning och användning att det för en del teknologer var svårt att i en ny kurs tillgodogöra sig kunskaperna från en tidigare kurs.
3. Kemikurserna var dåliga på att utnyttja de kunskaper som teknologerna tillägnat sig i matematikkurserna, och matematikkurserna var å sin sida dåliga på att utnyttja kemiska och kemitekniska exempel.

Lars Öhrström, professor i oorganisk kemi, (e-mail: ohrstrom@chalmers.se), Björn Åkerman, professor i fysikalisk kemi, (e-mail: baa@chalmers.se), Institutionen för Kemi- och Bioteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. * Korresponderande författare

I ett system med gott om utrymme i kurstablåerna och teknologer med goda förkunskaper var dessa punkter snarare fördelar än nackdelar: studenterna fick nyttig repetition av besvärliga begrepp och fick själva sköta om integrationen av koncept och idéer mellan kemiämnena och med matematik (inkluderat numerisk analys och programmering). I det läget vi hade år 2000 var detta dock helt klart nackdelar.

Man bör också tillägga att en naturlig konsekvens av många mindre kurser i olika specialdiscipliner var (och är, sannolikt är detta ett generellt fenomen) att dessa betonade skillnader mellan ämnena snarare än likheter. En smula opedagogiskt eftersom naturvetenskapens stora styrka är att se och systematisera likheter och inte betrakta händelser och fenomen som enstaka fall.

II. Chalmers största kurs 2002

En arbetsgrupp bestående av matematiker, fysikaliska, oorganiska, organiska och analytiska kemister samt även i slutskedet biokemister och en pedagogisk expert, enades under 2001 om en ny stor (tre läsperioder) ämnesöverskridande kurs i årskurs 1 ämnad att ersätta två introduktionskurser i kemi, en kurs i oorganisk kemi, tre kurser i organisk kemi och en kurs vardera i biokemi och fysikalisk kemi, för våra tre utbildningsprogram inom kemi: Bioteknik, Kemiteknik och Kemiteknik med Fysik.

Huvudsyftena var att:

1. Lära ut de grundläggande begrepp som alla kemidiscipliner behöver och se till att det tydligt demonstreras hur de används i olika ämnen.
2. I samarbete med de tre parallella matematikkurserna ta vara på alla tillfällen att demonstrera och öva på matematiska tillämpningar inom kemikursen.

Några av våra randvillkor var:

- Alla seniora lärare ansvariga för *hela* kursinnehållet. Ingen uppdelning i specialområden att undervisa i.
- Riktiga böcker, inga hemmasnickrade kompendier.
- Varierade examinationsformer
- Kursen skulle vara en prioritet för hela institutionen för kemi- och bioteknik, de bästa lärarna skulle rekryteras och att undervisa på kursen skulle ha ett klart meritvärde.

Vi ska kommentera dessa i tur och ordning; hur vi tänkte och hur det blev. Först dock ett par ord om hur studenterna

uppfattar kursen. I ett avslutande stycke behandlas samarbetet med matematik.

Många av våra initiala tankar presenterades på högskoleverkets kvalitetskonferens i Malmö 2003,[1] samt har även presenterats på SPUCK mötena (Sveriges Pedagogiska Universitetskemisters Centrala Konferens). Matematikdelen har specifikt diskuterats i en artikel i International Journal of Engineering Education,[2] Vissa aspekter av kursen togs upp på ett möte inom nätverket för "Active Learning in Engineering education".

III. Teknologernas intryck av kursen

Generellt sett så får kursen alltid goda sammanfattande vitsord från våra studenter, så från den synvinkeln är kursen ”lyckad”. Av detta följer inte med nödvändighet att teknologerna uppfyller kursmålens kunskapskrav, men det ändå viktigt för en så stor kurs i årskurs 1 att teknologerna lämnar den med en positiv känsla. I Figur 1 visas resultatet på den avslutande frågan på kursenkäten 2009-2010, och det är ett rätt typiskt resultat.

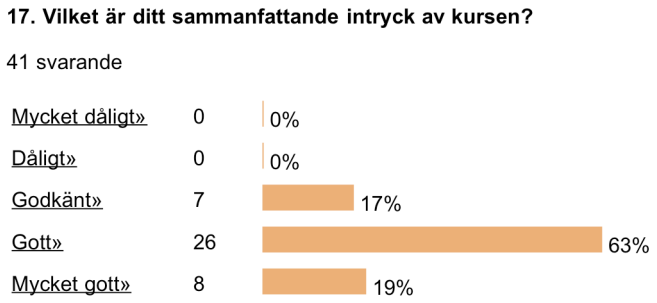


Fig. 1. Från kursutvärderingen 2009-10. (antal, %) Svarsfrekvens ca 25%.

IV. Lärarnas roll och kursens organisation

A. *Initiala idéer*

Man stöter då och då på attityden hos akademiska lärare att dessa enbart vill undervisa i ”sina” specialområden. Detta är naturligtvis fullständigt berättigat under utvecklandet av studentens spetskompetens i högre årskurser, men besvärande ofta (är i alla fall denna författares erfarenhet, man ska dock vara försiktigt med att generalisera) åtföljs denna attityd av en så smal specifikation av personens kompetens att all undervisning på grundläggande nivå blir definitionsmässigt omöjlig.

Vi gjorde klart från början att vi inte ansåg en sådan attityd acceptabel, och tror att vi under åren byggt en ganska stor förståelse för detta synsätt på vår institution. Grundläggande begrepp som vi tillsammans kommit överens om vara grundbultarna i en kemiutbildning bör också alla kemilärare kunna undervisa i. Omvänt gäller att ”specialkompetens” i dessa områden får man genom att undervisa, inte genom att vara verksam inom något viss forskningsområde.

Praktiskt sett så har kursen varit (och är) organiserad på följande sätt:

- Totalt antal studenter på de tre utbildningsprogrammen: ca 160.
- Totalt 22 veckors undervisning.
- Tio seniora lärare (2011: 3 professorer, 3 biträdande professorer, 2 docenter och två övriga disputerade lärare) för föreläsningar, lektioner och examination.
- 15 doktorander för undervisning på laboratorium.
- Drygt en föreläsning i veckan (totalt 27 stycken).
- Två lektioner i veckan som också i viss mån inkluderar eget arbete för teknologerna. Fem lektionsgrupper som normalt delas av ett lärarpar.
- Tydliga styrdokument genom bl.a. en detaljerad vecko-planering

B. *Hur blev det*

Samma lärare skulle alltså följa sin grupp teknologer från slutet av augusti till mitten av mars, detta för att kursen inte skulle splittras i tre eller flera delkurser utan gemensamt sammanhang. Detta har inte heller skett, och en bidragande orsak är nog de långa diskussioner och den planering som gjordes under åren innan kursen introducerades.

En annan orsak till att detta fungerar är troligen det sätt vi jobbar tillsammans som ett lärarlag. Vi har mötet en gång i veckan och som jag uppfattar det, en bra pedagogisk och faktamässig kunskapsöverföring mellan erfarna och mindre erfarna lärare, och mellan disciplinerna. Prestigelösa diskussioner är viktiga, vi vet alla att vi har våra starka och svaga punkter, men också att kollegorna gärna ställer upp med sin kunskap och erfarenhet.

Avsikten var också att ge djupare och bättre relationer mellan lärare och studenter, och även detta är svårt att kvantifiera så anser vi nog att detta har fungerat.

Farhågor för att lärarnas tid skulle bli för uppsplittrad och därmed minska tiden för forskning mer än för en traditionell kurs verkar däremot varit överdrivna. Snarare har det blivit tvärt om, vi har skapat en kurs där vi för varje lektion har 5-6 potentiella vikarier (något färre vad gäller föreläsningar) vilket möjliggör konferenser och längre utlandsvistelser även under terminstid. I en nyligen genomförd enkät för alla 16 seniora lärare som varit med på kursen genom åren, angav 83 % a de svarande att kursens organisation ”underlättar att vara forskare och lärare samtidig”.

Man kan också notera att den sårbarhetsinventering som gjordes på KB institutionen under svininfluensakrisen hösten 2010 noterade att denna kurs redan var ”immun”.

Vi har också frågat lärarna vad kursen har betytt för dem personligen, och 83 % svarar att den varit positiv för deras akademiska karriär som lärare, och, något förvånade kanske eftersom det ändå är en kurs på grundnivå, säger 58 % att den också varit positiv för deras akademiska karriär som *forskare*.

Har vi då institutionens bästa lärare på kursen? Det vore kanske förmätet att säga detta, men man kan nog konstatera att vi inte drabbats av det klassiska syndromet att en kurs med oklar eller marginell ämnestillhörighet tilldelas de lärare som anses ”sämst”, medan ämnets toppkrafter reserveras för de kurser som kan stärka den egna avdelningen.

Generellt sett uppskattas också kursen lärare av teknologerna, exemplifierat med det utdrag ut kursenkäten 2009-2010 som visas i Figur 2.

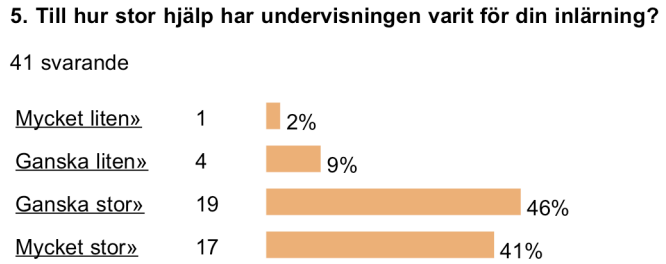


Fig. 2. Från kursutvärderingen 2009-10. (antal, %). Svarsfrekvens ca 33%.

V. Examination

A. *Ursprungsplanen: kontinuerlig varierad examination*

En av fördelarna vi såg med en stor kurs var att vi kunde ta ett samlat grepp på examinationen. Vi satte upp en tydlig matris med kursmål och examinationsformer för att kontrollera att vi verkligen testade studenterna på varje mål. Kursen fick fyra olika LADOK moment, inkluderande en sluttentamen på hela kursen.

Kontinuerlig examination kräver också snabb återkoppling, och ett smidigt sätt att åstadkomma detta var elektroniska test med användande av våra nybyggda datorstudior.

Målet var att bygga upp och testa att teknologerna inför sluttentamen hade godtagbara färdigheter i följande områden:

- Säkerhet på laboratoriet
- Det kemiska språket (grundämnena, vanliga ämnen)
- Skriftligt och muntlig kommunikation
- Matematiska metoder i grundläggande kemiska beräkningar
- Matematisk och numeriskt modellbygge för några utvalda kemiska fall.
- Kemisk bindning
- Termodynamik
- Grundläggande koncept i analytisk, organisk, oorganisk, och fysikalisk kemi samt biokemi.

Detta genomfördes genom följande typ av tester och kontroller

- Skriftliga datorrättade tester i: säkerhet, periodiska systemet, namngivning, elementära beräkningar.
- Muntligt test i kemisk bindning.
- Laborationshandledarna hade i uppgift att se till att goda vanor på laboratoriet uppnåddes.

Samt följande inlämningsuppgifter

- Tre individuella skriftliga laborationsrapporter.
- En skriftlig rapport i grupp.
- Tre beräkningsbaserade individuella inlämningsuppgifter.
- Tre mer beskrivande individuella inlämningsuppgifter.
- Tre gemensamma matte/kemi projekt med rapportering till matematikkursen.

Sluttentamen sker på hela kursen med ”öppna böcker” där de olika kursdelarna ofta integreras i större uppgifter.

I detta koncept ingick också att studenter som inte nått godkäntnivån på ett eller flera test skulle göra om dessa inom högst två veckor (och inte efterföljande år) för att tvinga dem att komma ikapp undervisningen som i allt väsentligt bygger på att studenterna behärskar föregående moment.

Ett annat uttalat mål var att hålla en hög svårighetsgrad för full poäng på alla test, kreditera uppnådda goda resultat med bonuspoäng samt ett antal uppgifter av öppen karaktär för att locka högpresterande teknologer att anstränga sig lite extra.

B. *Problem under vägen och våra lösningar*

Datorbaserade tester m.m.

Vi använde under kursen första åtta år ett egenutvecklat datorsystem (baserat på Filemaker) för att både utföra tester och rapportera alla resultat till studenterna. Detta hade en viss sårbarhet eftersom endast ett fåtal personer kunde utföra service och support på detta system.

Under kursens första år hade Kemi- och Bioteknik-institutionen sitt eget datorsystem (egna servrar m.m.) och ett mycket snabbt supportsystem som gjorde att tekniska fel i regel kunde avhjälpas inom 10-15 minuter. De datorbaserade testerna var ändå inte helt oproblematiska, men naturligtvis oerhört arbetsbesparande vad gäller rättning och rapportering tillbaka till studenterna. Majoriteten av teknologerna fick också ett kvitto på godkänt resultat direkt efter inlämning, vilket ju var en kvalitetsvinst i sig.

De senaste två åren har vi dock helt gått ifrån dessa elektroniska test av tre orsaker:

1. Vår egen mjukvara skulle hade behövt kodas om och anpassas till ny programvara. (Notera dock att det varit i kontinuerligt drift i mer än 10 år.)
2. Det centralt inhandlade programvaran som finns att tillgå på Chalmers uppfyller inte våra krav.
3. Driftsäkerheten på Chalmers centrala IT system har inte varit tillräckligt hög.

Snabba omtester

Trots att tider för omtest inte annonserats ut innan ordinarie test, och att premien man betalat för att inte bli godkänd vid ordinarie tillfälle blivit högre kunde vi genom åren se en ökning av antalet studenter som inte förberedde sig ordentligt till dessa prov. Konsekvensen blev att arbetsbördan för de snabba omtesterna ökade, speciellt när de inte kunde göras elektronisk längre.

Vår lösning är att behålla de snabba omtesterna för moment där många lyckas bra, men schemalägga övriga omprov i sista läsveckan (då vi ägnar oss åt repetition).

Skriftligt och muntlig kommunikation

Här har vi i de senaste åren arbetat tillsammans med avdelningen för fackspråk. Bland åtgärderna finns seminarier för laborationshandledarna i rapporträttning för att få en jämnare nivå på den återkoppling vi ger teknologerna på deras rapporter, och en kontinuerlig utveckling av den större skrivuppgiften ”vardagsmolekyler” (som också ingår i kursens inslag av miljö och hållbar utveckling).

VI. Kursmaterial

Grundläggande läroböcker försakar med nödvändighet djup för bredd vilket gör att en del, i många specialisters ögon, väl förenklade förklaringar ges. Det kan därför vara frestande att vilja införa ett specialskrivet kompendium för just de delarna som man själv är expert på.

Vi har under alla år kraftfullt motarbeta sådana tendenser, och kursen använder nu, precis som vid starten tre läroböcker på engelska. Svenskt språk och svenska termer finns sammanfattade på de föreläsningsbilder som finns tillgängliga för alla studenter.

VII. Når vi målen?

För tio år sedan när vi arbetade med förberedelserna till kursen hade en del av oss idéer om att en grandios utvärdering som skulle visa hur mycket bättre vårt koncept fungerade än ett traditionellt upplägg. Efterhand, och efter långa diskussioner med vår pedagogiske konsult, kom vi fram till att detta är i princip omöjligt. Teknologerna nu är inte de samma som för tio år sedan, gymnasieskolan har förändrats, och medelbetygen varierar från år till år. Vad vi kan göra är att försöka stämma av mot våra mål.

I Figur 3 visas hur teknologerna upplevde att kursmålen stämmer med examinationen 2009/2010. Det mest remarkabla med denna figur är kanske att så många av studenterna verkar känna till kursmålen. Det kan bero på att vi kommunicerar dessa explicit i början av kursen och de är mycket tydligt uppställda i kurs-PM.

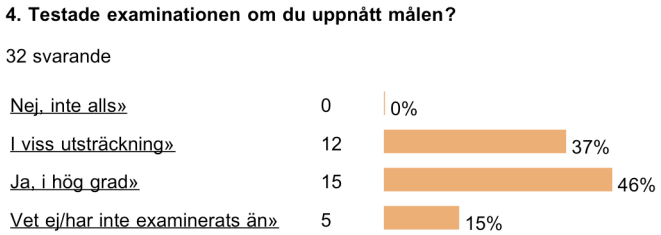


Fig. 3. Från kursutvärderingen2009-10. (antal, %). Svarsfrekvens ca 26%.

Vilken uppfattning har då lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning om hur väl vi uppfyller målen. En enkät till dessa (samtliga också aktiva lärare i högre årkurs och på våra masterprogram) gav svaren i Figur 4.

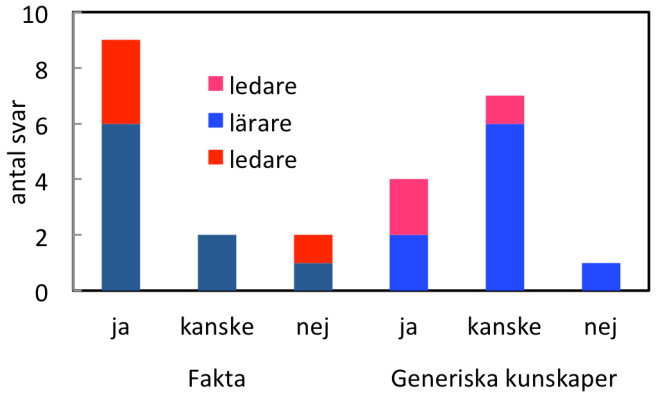


Fig. 4. Hur väl uppfyller Kemikursen de uppställda målen? Svar från enkät till lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning 2011.

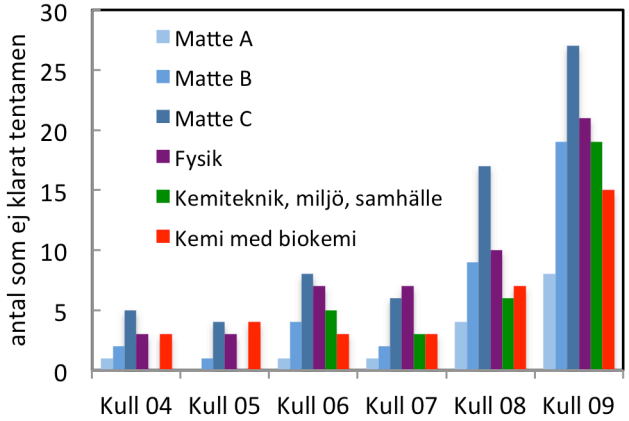


Fig. 5. Studiestatistik för kurserna under det första året för kemitekniklinjen (civ.ing) efter alla tre tentamenstillfällen för årkurs 1 (kull 09. Kull 07 är alltså tredjeårs studenterna). Antal elever av cirka 60 totalt.

På det hela taget ger detta en rätt positivt bild, men man bör också undersöka hur examinationen ser ut över tiden. Denna kurs ska ju vara grunden för fortsatta studier och bör därför vara avklarad i början av utbildningen. Så är också faller, i Figur 5 ser vi hur många av teknologerna, fördelat på årskullar, som har olika kurser efter sig från det första läsåret.

VIII. Matematik

Vi gör tre olika kursmoment tillsammans med de tre parallella matematikkurserna, samtliga baserade på numeriska problem som ska lösas med programmet Matlab. Ett är utformat som projekt med tillhörande rapport, de två andra kräver bara redovisning på lektionstid. Under åren har vi till olika stor del haft korta inhopp av kemilärare på matematikföreläsningarna, och kemilärare har alltid funnits med i våra datorstudior när tid varit avsatt i matematikkurserna för att arbeta med dessa uppgifter.

En förutsättning som vi hade klart för oss redan i starten var att integrationen skulle göras av studenterna, inte genom att kemilärare undervisade i matematik och vice versa. Det ger ibland upphov till en viss frustration bland teknologerna, som t.ex. denna kommentar: ”det var svårt att lösa uppgifterna då matlablärarna (sic) inte kunde kemin och kemilärarna inte kunde hjälpa till alls med matlab”. I det stora hela tycker man dock denna idé är rätt bra, vilket visas av de enkäter om gjordes 2003 och 2004, se Figur 6.

Vid den detaljerade genomgång som gjordes 2004 och vars resultat publicerats separat (se ref. 2), kunde man urskilja två

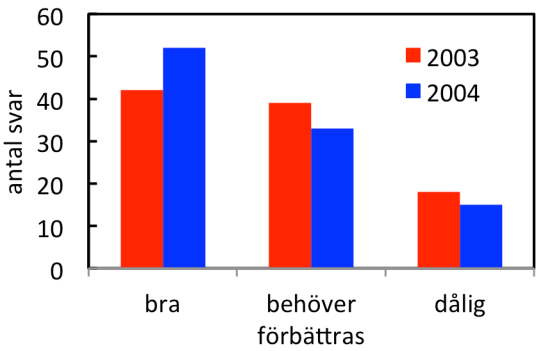


Fig. 6. Från kursenkäter 2002/03/04: Hur fungerar samarbetet med matematik?

huvudorsaker till missnöje:

- Studenten är svag i både matematik och i kemi. Då blir dessa uppgifter en extra börda.
- Studenten är svag i matlabprogrammering.

Den sistnämnda punkten har varit ett problem för matematikkurserna under lång tid och har egentligen inte med kemikursen att göra. Den första punkten är däremot värd att reflektera över: det är sannolikt inte de lågpresterande teknologerna vi hjälper med ett integrerat arbetssätt, men det är ett ypperligt sätt att ge duktiga studenter svåra utmaningar och att motivera matematikstudierna för övriga.

Under år som kursen gått har vi strömlinjeformat problemen en hel del och filat bort en del svårigheter, utan att för den skulle helt ta bort utmaningarna.

En effekt man borde tagit med i beräkningen från början är dock att ett entusiastiskt lag av lärare på de två sidorna av olika skäl snabbt kan bytas ut och det är svårt att upprätthålla ett samarbete om ansvaret tillslut hamnar på endast en av parterna. I vårt fall har vi nog ridit ut denna storm och har återigen sedan ett par år ett fungerande samarbete.

IX. FRAMTIDEN

Utbildningsområdena står nu åter inför en omdaning, och som alltid finns det skäl att ompröva vad vi gör och hur vi gör det. Frågan om kursen ska vara kvar i sin nuvarande eller snarlik form får övergripande jakande svar, se Figur 6.

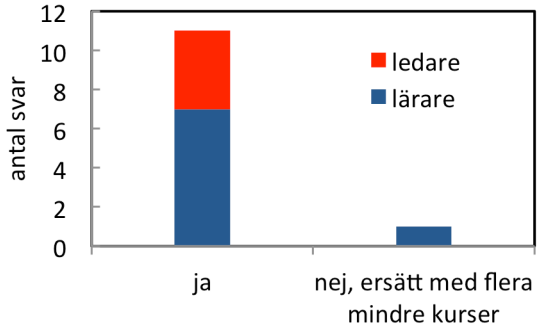


Fig. 7. Skall kursen vara kvar i sin nuvarande eler snarlik form? Svar från enkät till lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning 2011.

De mest relevanta skälen mot en kurs av detta slag är:

- Minskad flexibilitet i programstruktur och vid samläsning.
- Minskade möjligheter till att profilera programmet.
- Teknologerna kanske inte får riktigt lika djupa kunskaper om olika delområden eftersom man inte behöver läsa in dem på samma sätt som inför tentamen.

I detta sammanhang bör dock notera att från ett programperspektiv har vi speciella problem eftersom kursen samläses av tre program. En fördel är annars att man vid förändringar i kursutbud bara har en kursansvarig att förhandla med, istället för kanske sex-sju. Nackdelen ur det perspektivet är att om kursens lärare på det sättet talar med samlad röst då får det mer tyngd än åsikter från enstaka lärare.

X. SLUTSATSER

En stor sammanhållen kurs innebär från ett kunskapsperspektiv både för och nackdelar, men det som blir unik är ”rätten” att examinera på fakta och koncept i ett större sammanhang. För lärarna ger arbetssättet många fördelar, men kan också kräva större investeringar i förberedelser. Blir det positivt från ett karriärperspektiv som både forskare och lärare, som denna studie tyder på, överväger troligen fördelarna. Från programmens synpunkt blir det enklare med färre motparter, men kan innebära svårigheter i profilering, speciellt om man samläser med flera program.

TACK TILL

Chalmers Stiftelse genom C-SELT programmet stödde projektet finansiellt i implementeringsfasen. Prof. Emeritus Jörgen Albertsson ska ha en eloge för modet att initiera projektet i slutet av 1990-talet, men framför att så vill vi tacka alla våra medundervisande kemister 2002-2010: Per Lincoln, Göran Svensson, Gunnar Westman, Nina Kann, Bo Albinsson, Jerker Mårtensson, Mia Jakobsson, Stefan Allard, Mats Andersson, Christian Ekberg, Ulf Jäglid, Joakim Andreasson, Mark Forman, Lisbeth Olsson, och Sven Engström; våra samarbetsparter på matematik, fackspråk och Chalmers bibliotek: Stig Larsson, Kenneth Eriksson, Niklas Ericsson, Tommy Gustafsson, Jacques Huitfeldt, Hanna-Kari Andersson, Magnus Gustafsson och Andreas Eriksson.

REFERENSER

[1] *Does Erasing Academic Borders Mean Improving Quality? Experiences from the integration of smaller courses in different disciplines into a 11/2 semester chemistry course*, L. Öhrström, The Swedish National Agency for Higher Education Quality Conference, 2003, Malmö, http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800092128/kvalitetkonferens2003_ohrstrom.pdf

[2] *The Pedagogical Implications of using Matlab in an Integrated Chemistry and Maths Course,* M. Christie, S. Larsson, C. Niklasson, G. Svensson, L. Öhrström, *International Journal of Engineering Education*, 21, 683-691, 2005

.

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet,
30 november – 1 december 2011

How Peer-Review Affect Student Learning

Christian Lundquist, Martin Skoglund, Karl Granström, and Torkel Glad

***Abstract*—Courses at the advanced level in automatic control and signal processing cover mathematical theories and algorithms for control, estimation and filtering. However, practical applications on how to use these algorithms are also important parts of the courses. A goal is that the students should not only be able to understand and derive these algorithms, but also be able to apply them on real life technical problems. The latter is achieved by assigning more time to the laboratory tutorials, and designing them in such a way that the exercises are open for interpretation. An example is giving the students more freedom to decide on how to acquire data needed to solve the given exercises. The students are asked to hand in a laboratory report in which they describe how they solved the exercises. In this contribution the peer-review process of laboratory reports introduced at the department of Electrical Engineering at Linköping University is presented. A survey has been performed among the students and the results are summarized in this work. Furthermore, the teachers' experiences of peer-review, and also their experience of how students perform later in their education when they write their master's theses, are discussed.**

***Index Terms*—Peer-review, Learning, Laboratory work**

I. Introduction

SCIENTIFIC publications are usually peer-reviewed by other researchers before being published. Despite the fact that this is a major part of scientific work, students rarely practice how to criticize and motivate their point of view in a comprehensive way [1]. If the students are required to read, question and assess their fellow students' reports, as well as to propose alternative solutions and communicate these, the students are forced to spend more time on the task. This means they are repeating the content again, and thereby acquire an increased understanding of the subject.

The engineering profession is practical, and the aim of the engineering education is to prepare the students for their working life. In the education system the lab is the only part where the student is confronted with practical exercises. Labs can be divided into tree classes, depending on their purpose [2]. A *development lab* is used by engineers who need experimental data to design and specify their products, and to validate that the products fulfill the requirements. General questions are analyzed in a *research lab*, without having a certain product in mind. An *education lab* is aimed at students' learning of matters that are already known and practicing engineers are expected to know. The intention at Linköping University has been to let the labs in the last years of the Master of Science education be a bit closer to the research, thus moving away from the traditional education labs, with predefined solutions.

The authors are with the Department of Electrical Engineering, Linköping University, 582 83 Linköping, Sweden. E-mail: {lundquist,ms,karl,torkel}@isy.liu.se.

Laboratory work is usually less formal than traditional classroom teaching, creating other social conditions, particularly as regards the interaction between students and teachers. Hofstein and Luneta [3], [4] refer to a number of studies showing that collaborating students learn more than if they were to learn the material on their own. Colosi and Zales [5] are critical to formal labs and show that cooperation and student involvement is important for optimal learning. By letting the students collect their individual datasets in our courses, they are allowed to cooperate finding solutions. Since the datasets vary among the groups, they are not able to copy each others solutions, they are only able to discuss conceptual question with each other.

The peer-review process includes giving and receiving criticism, and justifying one's position in a comprehensible way. Topping [6] gives a good overview of the literature and how the parameters to be considered in a peer-review process should be used. Such parameters include whether the reviewers grade, give written or oral assessments. Other parameters are the degree of teacher involvement in the process, the degree of anonymity, etc. The students appreciate that their work is reviewed by more people than the teacher, they believe that it can provide a fairer assessment [6], and they can often get more detailed feedback on their work. Negative effects are that there may be embarrassing situations, that it is more demanding and strenuous but less accurate than if the teacher does the job. If the students read, question and evaluate each others work and also suggest alternatives and communicate this, then students will spend more time on task and will have to repeat the stages again. This provides an additional learning element and deepens understanding.

The article is outlined as follows: Section II discusses literature related to this work. Section III describes how the labs and the peer-review process is organized. Section IV summarizes and discusses the results from interviews with students and teachers, a student questionnaire and comments from course evaluations. Finally, Section V draws conclusions and gives directions for future work.

II. Related Literature

A. Laboratory Work

Kirschner and Meester [7] have found four basic principles for carrying out laboratory work in education. A first principle states the *illustration and concretization objective*, which should make it easier for students to grasp the often complex and abstract subject. The second purpose is the *cognitive aspect* that promote problem solving, analysis, synthesis and development of course content. As a third factor they mention the *practical laboratory work*, i.e., that students should be able to handle the methods and lab equipment in their professional

careers. The fourth principle is the students' *motivation* to carry out practical work based on the theories taught.

Lab objectives, according to [7] is to teach general methods that students will use in their professional lives. To teach laboratory skills are of great benefit to laboratory technicians, but less beneficial for graduate engineering students. Hofstein and Luneta [4] refer to a number of studies showing that much of the time in the laboratory is devoted to handling the technical details, which limits the time that can be used for meaningful learning. Students rarely remember details, instead, the time is better used if students manage to obtain fundamental insights into the subject, as the latter can easily be used on other problems in their professional lives.

Hofstein and Luneta [3] conducted a literature survey in which they primarily examine the effectiveness of the labs for educational purposes. As a part of teaching, the lab is widely accepted, however teachers rarely ask themselves what the goals and purposes of the labs are, and whether labs as teaching are an efficient use of resources. Twenty years later, they published a follow-up [4] of the first article. They mention the idea of purposeful learning and argues that the lab will give students the opportunity to test equipment and theories based on their current knowledge. They use the term *inquiry* extensively in the publication, and interpret many features of this word, including ability to observe, ask questions, find information, plan, investigate what is already known in the literature, use equipment and tools, collect, analyze and interpret data. The term also includes features like being able to propose interpretations, explanations, predictions, and to communicate the results. It requires the student to make assumptions, use critical and logical thinking and takes into account various alternative explanations. They emphasize that the lab focus should not be to teach specific scientific methods and laboratory techniques, but that students must use methods to conduct inquiry.

Hofstein and Luneta [4] describe the study of how students perceive the learning objectives of the lab. Many students perceive the goals of the lab to be following the instructions and giving the right answers to the questions. Coping with the equipment is often regarded as more important than understanding concepts and relationships in the exercise. The lab is part of the education and the course, and should at least be integrated in the course with a pre- and post-lab. The post-lab can be implemented by asking students to describe how they understood the concepts and issues. In one of our courses the collection of data is conducted very early in the course. Some of the questions that the students should answer have not been examined in the lectures and lessons. Our idea is that students in their groups do these tasks as the course content is presented, and that it creates opportunities for them to process data and laboratory work on their own and at the times they decide on to solving the assignments.

That teachers do not assess student performance may lead to the lab being seen as a less important part of a course. According to [8] this depends above all on the teachers' lack of experience to fairly assess student performance in the lab. The feedback and understanding that occur in the assessment is important, but in reality this often means that the teacher grades with rejected or accepted without comment on the student's choice, methods or mistakes.

B. Peer-review in Education

When designing a peer-review process one must consider what is standard and what is reference. There is no record or examples of good reports, so the students will assess each others' reports on their own. Their assessment is very likely to vary. According to Topping, and Ehler [9], it is important that the teacher clearly communicates what is considered important in the assessment. They also point out that when students compare works of others with their own, they tend often to also assess their own and then discover weaknesses and identify opportunities for improvement. Liu et al. [1] and Trautmann [10] suggest guidelines or instructions to the students that they must follow when carrying out the assessment. Pelaez [11] have used a system where students are encouraged to read three reference statements, evaluate them and compare with a professional evaluation before being allowed to assess each other's reports.

Topping [9] describes various forms of assessment. Open criticism of the essay form is considered more valuable than the scores. Confirmation that the authors of the lab report have made correct assumptions and derivations is important. In a more formal process where students are asked to write a review report, the students tend to become more responsible and think about their questions and criticisms carefully. Peer-review should be conducted during class, not at its end [9].

Many of the theses presented above are based on assumptions and experience. There are only few studies on the effects of peer-review. Pelaez [11] reports a study in which she compared students who completed a problem-based task and peer-review with students who have learned the material in a classical way with lectures and exercises. The first group passed the test (with answers) better than group two. Trautmann [10] conducted a comprehensive study on the students, where students have the opportunity to submit their works for a second time after a certain time. She shows that students who carry out peer-review are more likely to update, revise and improve their own work for a second submission, than students who only review their own work. She also examined the impact of obtaining criticism versus criticizing others. Students who receive criticism are more likely to revise their reports. Topping [6] describes a study in which students assessed each other's work. Half the group received feedback on the assessment and the other half did not receive it. They were subsequently asked to improve their work and submit it again. It turned out to be no significant difference between groups. This shows the effect of *"learning by assessing"*.

There are different opinions on whether peer-review saves teacher resources. Topping [6] concluded that in the short term before the system has been established it will require more resources than expected. These resources will be moved from the actual assessment of work to organizing, monitoring and mentoring the students. However, students' review reports and questions let the teachers gain new insights into the students' understanding, learning and their perceptions of course goals.

For these reasons, the teacher should allocate resources to supervise students and thus early detect systematic errors in the process. This may also help to get a more consistent reference to the assessment.

Berry and Fawkes conducted a study where they investigated how peer-review affects lab-report writing in two chemistry courses given to second year students [12]. Their impressions had previously been that the quality of the students' writing often was poor, and that the students lacked motivation to improve. Further, students are more likely to improve when they know that the target audience is their peers, rather than the teaching staff. To improve the students' writing, Berry and Fawkes implemented a peer-review system, however it was done with the explicit intention of not increasing the students' workload. Previous to the peer-review system, the students had been guided in their writing by instructions in the lab material, and a simple mock-report. However, this was unsatisfactory, as it did not prepare the students sufficiently for the more advanced writing needed in advanced courses.

Berry and Fawkes received mainly positive comments in the peer-review system, most students felt that reviewing others was better than being reviewed. When the peer-review system was introduced, Berry and Fawkes intentionally tried to avoid creating an atmosphere of students grading and assessing each other. They wanted the students to use peer-reveiwing to improve their own writing, rather than correcting the writing of others. As a consequence, Berry and Fawkes no longer distribute the reviews to the reviewed students. Berry and Fawkes conclude that the students that participated in peer-reviewing improved their writing skills.

III. Performing Lab and Peer-Review

Peer-review was introduced into courses in Sensor Fusion, Modeling and Simulation, and Digital Signal Processing at Linköping University. In each of the courses a laboratory session was chosen to include the peer-review task. The lab session is primarily aimed at data collection, see Figure 1 for an example setup. The students work in pairs, and at each occasion two groups collect data together. The students receive a number of tasks to solve beforehand, this gives them time to think over and plan the experiment design before they arrive at the lab session. The complete task is in the format of a small Master's Thesis, i.e., the students must not only answer some questions, they must prepare the experiments, implement the solutions and come up with results. The lab memo does not contain very detailed instructions, with the result that the experiments and the results vary between groups.

The organization of the review process mimics that of a journal article. In this way the review process can be motivated for the students as an additional exercise of something they might be confronted with in their professional life. The steps of the review process is summarized in the following list.

1) At the data collection each group receives an anonymous ID number, to ensure a double blind review process.
2) The students perform the lab and solve the given tasks. They describe the experiment design, the lab implementation, the derivations they do and the results in a lab report. The students are not allowed to write their names in the report, they must only write the ID on the first page.
3) The lab report are sent to the course assistant, who serves as an *Editor-in-Chief (EiC)*.
4) The EiC sends the lab reports to a randomly chosen group after having briefly checked the content. The students have some days to read and assess the lab report they received. They write a review report based on their comments and findings. Again they do not write their own names on the report, they only write their ID, and the ID of the lab report they have assessed.
5) The students send the review report to the EiC, who distributes them among involved teachers, who here serves as *Assistant Editors (AE)*. An AE receives lab reports with the corresponding review reports.
6) The AEs read the lab and the review reports, summarize their impressions and decide on the grades; in this case pass, supplementary examination or fail.
7) The review reports and teachers' assessments are sent to the groups.

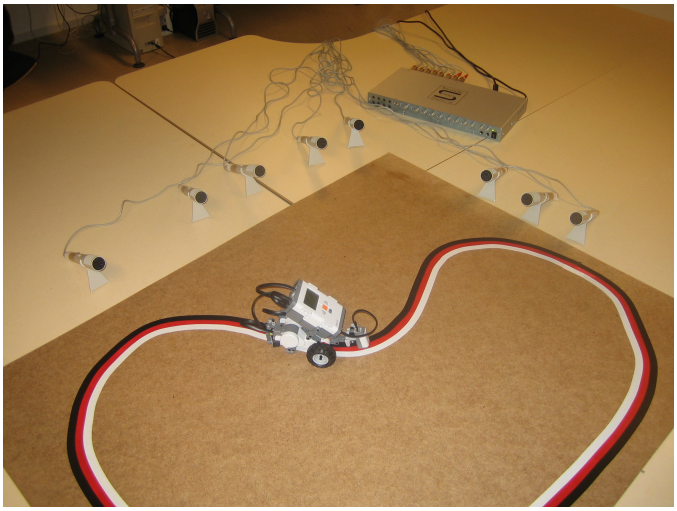


Fig. 1. Example of a data collection setup in the Sensor Fusion course.

Since the students are not used to writing reviews, and in order to get the review reports on an as similar level as possible, the lab memo contains instructions about "how to review". To mimic professional review processes from e.g., scientific journals, the written review report is in the format of an essay. In this way the students must not only think about what to write, but also how to formulate the criticism.

The following instructions are given to the students in the lab memo:

"The questions shall be answered in the form of a discussion. Present arguments for your point of view and propose alternative methods. Some more specific tips:

- *Present useful criticism and make sure your comments are constructive.*
- *Use a positive tone and consider how you would feel if someone sent your review to you.*
- *Be clear and specific about things you think could be*

improved.

- *Point out strengths as well as weaknesses.*
- *Use a courteous language.*
- *Avoid comments that might be read as insulting or inappropriately personal.*

Most people ignore feedback that they find hostile, vague, or confusing. Try to keep your comments positive and specific: this will make them much more useful to your peers."

Furthermore in the review report the following questions shall be answered:

"In the review report you should respond to and discuss the following questions

- *Are the data sets presented clearly? Are the procedures to acquire data described in enough detail for the experiment to be copied by someone else?*
- *Is there a clear explanation of the solutions of the tasks. Discuss each task separately.*
- *Are the conclusions well supported by the data, the experiment and the results? Do you agree with the conclusions? What would you like to add to the conclusions, based on the data and the results of the task?*
- *What is a particular strength in this lab report? Discuss the content, not the format.*
- *What suggestions can you make for improving the overall quality of the writing in this report? Discuss clarity, readability and technical accuracy."*

IV. Results

A. Interview with two students

Two students, Morgan and Lasse[1], were questioned about their experiences of working with peer-review, and how it affects writing skills. The interviews were held after they had written their respective master's thesis. In this context it is important to note that lab reports typically are written in Swedish, while Master's Thesis reports typically are written in English. Thus, there are language differences here which the peer-reviewing does not capture. Morgan and Lasse were asked the following two questions:

1) Do you think that reviewing another groups lab report gave you new knowledge of how a report should be written?
2) Do you think that receiving a review of your lab report from another group gave you new knowledge of how a report should be written?

On the first question, Lasse answered that he definitely gained new knowledge of how to write a report by reviewing another groups' report. Partly because it gave new perspectives on the subject which the report was about, and partly, and above all, because he was able to see structural differences and similarities with his own report. Regarding question two, Lasse did not feel that it gave as much new knowledge to be reviewed as being the reviewer. The reason is that the review he received mainly pointed out fact errors or typing errors, rather than comment on the structure and outline of the report he had written. Thus, it did not give very much new knowledge of report writing to be reviewed. Finally, Lasse points out that he thinks peer-reviewing as part of the course work is good, and that it could be introduced in the engineering education at an earlier stage in order to give the students more time to practice both writing and reviewing reports.

Morgan is of the opinion that all forms of practice are good when it comes to writing academic reports, and he explicitly states that constructive criticism is always positive. Peer-reviewing gave beneficial information regarding the outline and structure of a good report, as well as how important it is to use a correct language. For his own part, he felt that by the time of writing his Master's Thesis report, he already had quite a lot of writing experience from high school and university courses, however there were still things to learn. Morgan also felt that introducing peer-reviewing during the second semester of year four is a little late.

In conclusion, both Lasse and Morgan think that the peer-review process has a positive effect on their abilities to write and structure a report. Another conclusion that can be drawn from Lasse's and Morgan's experiences is that it would be beneficial to introduce the peer-review process to the students as early as possible.

These findings are in line with both Trautmann's [10] and Berry's and Fawkes' [12] work. Peer-review appears to have a positive influence on the students' report writing. Whether it is reviewing another report, or having your own report reviewed, that is most beneficial is individual. Some students benefit more from the one, other students benefit more from the other. An interesting and important detail are the writing instruction given to the students, which both Trautmann and Berry and Fawkes find are quite important. The laboratory instructions given to the Linköping students could probably benefit from evaluation, keeping the writing quality aspect in mind.

B. Student questionnaire

The students' experiences are an important source for evaluation and further improvement of the labs and the peer-review process. A questionnaire with twelve questions, containing multiple choice questions, graded questions and free text answers, was constructed and given to the students in the Sensor Fusion course. Unfortunately the response rate was only about 30 percent, hence no general conclusions should be made. Questions which are graded range from *strongly disagree* to *strongly agree*, with three steps in between. We translate this into an agree number ranging from 1 to 5, where 1 corresponds to strongly disagree and 5 corresponds to strongly agree. The questionnaire consisted of the following questions:

1) How many hours did you spend solving the exercises? Average was 28 hours.
2) How many hours did you spend writing the lab report? Average was 8 hours.
3) The lab is relevant for the course? 5.0 agreed.
4) The design of the lab is good. 3.9 agreed.
5) Knowing that the lab report would be peer-reviewed affected the report quality positively. 3.2 agreed.

[1]The names are simulated to ensure anonymity.

6) To give feedback by peer-reviewing another groups report gave me a deeper understanding of the course content. 4.0 agreed.
7) To receive feedback from the peers regarding my report gave me a deeper understanding of the course content. 3.4 agreed.
8) To receive feedback from the teachers regarding my report gave me a deeper understanding of the course content. 4.1 agreed.
9) To receive feedback from the teachers regarding my review report gave me a deeper understanding of the course content. 3.7 agreed.
10) I feel that the knowledge I have obtained during the lab, including the review process, is something that will be useful when writing other reports. 4.7 agrees.
11) Describe the most significant differences of this lab compared to others labs in which you participated.

The Sensor Fusion course is likely to be one of the students' last courses, therefore many (91%) of the students that answered the questionnaire had already participated in a course with peer-review. We think that this particular sensor fusion lab is rather ideal for peer-review because it can be performed independently of other groups, and solved in many different ways. This is partly confirmed by the free text answers, e.g., *"It is good that you have to do all steps because it gives you a better understanding of the whole lab."* and *"Hard to know where to begin. Some advice would have been nice."*. How to solve the lab is up to the students to decide, this can lead to some initial frustration because they might not get started as fast as in other labs.

Regarding the peer-review, the students' gave positive responses to reading other groups' reports, but not all were positive, e.g., *"It depends on the quality of the report you receive."*. This cannot be circumvented if all reports are subject to peer-review, because there will always be reports of lesser quality.

The students' experience the lab as more free, because the have a lot of room to choose themselves how to solve the problems. The students also find the lab to be more extensive than other labs are in general. Some students tend to appreciate more independence in labs while others want more advice. An encouraging answer to question 12 was: *"You understand more of the course content. You try harder compared to a lab without peer-review."*

C. Course evaluations

After every course at Linköping University, students are encouraged to fill out a course evaluation. The course evaluation serves as an important quality indicator to both teachers students, either regarding certain parts, such as labs, lectures and course alignment, or regarding the course as a whole. There are two types of questions in the evaluation, the first are specific questions which the students disagree or agree to on a scale from 1 to 5, the second contains free text answers related to specific questions, or it can be any course related comments. Below we have summarized the free text answers concerning the peer-review process which were received since its introduction. This corresponds to a total of 235 students of which 47% answered the course evaluation. We did not categorize the answers according to the specific course.

"The peer-review process is good."

"I appreciate reviewing other peoples reports"

"An excellent exercise in writing reports. It is rewarding to obtain feedback from fellow students and teachers. It is also rewarding to give feedback to another student group."

"The structure of the labs was nice since we got to practise problem solving, report writing and reviewing reports."

"The part with writing the report and receiving feedback was very rewarding."

"It is good to review other students' reports. You learn a lot and at the same time you will put a bit more effort into your own report."

"It's good to write a report, the peer-review process is also good and it will be useful for coming courses and my master's thesis project."

The students seems positive about peer-review labs in general. In fact, there was no criticism to be found in the course evaluations regarding the peer-review labs.

D. Interview with teachers

The teachers' views and experiences are also important for understanding how the labs work in practice. We interviewed most of the teachers involved in courses with peer-review, a total of seven. Below is a summary of these interviews, and some conclusions.

1) *What is your impression regarding the quality of the lab reports?*
   The reports are more concise, but sometimes it seems like the students' write too much just to make sure that they cover what they believe should be covered in the report. The best reports do not get better but the average level is better, and the writing is better which reduces the teachers' workload. Parts that should obviously be in the report, such as conclusions, are sometimes missing, however this also happens in courses where the report format is explicitly given.
2) *What is your impression regarding the quality of the review reports?*
   In general, the quality is good and the students appear to be rather honest, which perhaps can be explained by anonymity of the review process. The reviews also reflect the students' knowledge since they need to understand, explain and criticize someone else's work. Other impression are that the reviews could be more critical, less negative and clearer.
3) *How big is the workload for the teachers with this type of lab?*
   It can be easier to read a lab report using the comments in the review report, however a poor review gives extra work and you have to match the contents of the lab report and review report. Some teachers' tend to read the lab reports as careful as they would have without having the review reports.
4) *What are the unique benefits of having labs of this form?*

There is a lot of freedom in how to perform the lab and there are no unique correct answers. More independence in the labs require the students to reflect upon their work. Also, it seems that questions and discussion tend to be of a more fundamental character and the review gives more repetition which facilitates further learning.

5) *What are the shortcomings of having labs of this form?* It is not as easy for students to ask the teachers questions, however this could also be something good. The students never get an option to respond to the review and report comments they receive. There can be terrible miss-matches in the review process if, e.g., a poor group is asked to review a poor report. On the other hand, there can also be terrific matches leading to a knowledge leap for both parties. This is not a suitable format for all kinds of labs, and at its current form it requires more administration from the teachers involved.
6) *What improvements can be made?* There is a need for better instructions, both to students and teachers, and report templates for the students to use. An obvious improvement would be the administration, where some kind of submission portal, like the ones for scientific articles, could reduce the teachers' workload.

One should bear in mind that peer-reviewing in labs was introduced at Linköping University in 2009 and is therefore something rather new. Hence, there are many things that need to be improved before things work as smoothly as intended. Despite this, the majority of the teachers are positive in general about peer-reviewing in labs, and its effects on student learning.

V. Conclusion

Peer-review has been introduced as a laboratory task in three courses in the engineering program at Linköping University. Although the experience is so far rather limited, some tentative conclusions can be drawn:

- The student response is essentially positive.
- The teachers involved in the courses are also positive, but some of them fear that the teacher workload might have increased.
- There are indications that the quality of the student reports has improved.

To improve the overall quality of the labs some suggestions are:

- Cooperate between the courses and create general guidelines, both for students and teachers.
- Better administration tools for handling of the reports and the grading.

In the first round of courses with peer-review given at Linköping University, the peer-reviews were handed out to the students who had written the report, along with comments from the teachers. An early student response to this practise stated that receiving comments from a peer (i.e. another student) and only an assessment (pass, fail, completion) from the teacher was insufficient. The students did not like the feeling of being assessed by other students, they wanted to hear the teachers' comments. This is quite similar to the findings by Berry and Fawkes [12], as mentioned in the litterature section. They found that the quality of review reports was improved when the students knew that the review would not be read by the author, only by a teacher. The practise at Linköping University of handing out the reviews to the authors could be discussed, and possibly discontinued, to further improve the implemented peer-review system.

Acknowledgment

The authors would like to thank all the teachers at the Automatic Control group at Linköping University that have contributed to this work. Your feedback is important.

References

[1] J. Liu, D. T. Pysarchik, and W. W. Taylor, "Peer review in the classroom," *BioScience*, vol. 52, no. 9, pp. 824–829, Sep. 2002.
[2] L. D. Feisel and A. J. Rosa, "The role of the laboratory in undergraduate engineering education," *Journal of Engineering Education*, vol. 94, pp. 121–130, Jan. 2005.
[3] A. Hofstein and V. N. Lunetta, "The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research," *Review of Educational Research*, vol. 52, no. 2, pp. 201–217, 1982.
[4] ——, "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century," *Science Education*, vol. 88, no. 1, pp. 28–54, Dec. 2004.
[5] J. C. Colosi and C. R. Zales, "Jigsaw cooperative learning improves biology lab courses," *BioScience*, vol. 48, no. 2, pp. 118–124, Feb. 1998.
[6] K. Topping, "Peer assessment between students in colleges and universities," *Review of Educational Research*, vol. 68, no. 3, pp. 249–276, 1998.
[7] P. A. Kirschner and M. A. M. Meester, "The laboratory in higher science education: Problems, premises and objectives," *Higher Education*, vol. 17, pp. 81–98, 1988.
[8] B. H. W. Yung, "Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology," *International Journal of Science Education*, vol. 23, no. 10, pp. 985–1005, Oct. 2001.
[9] K. J. Topping and S. W. Ehly, "Peer assisted learning: A framework for consultation," *Journal of Educational and Psychological Consultation*, vol. 12, no. 2, pp. 113–132, Jun. 2001.
[10] N. Trautmann, "Interactive learning through web-mediated peer review of student science reports," *Educational Technology Research and Development*, vol. 57, no. 5, pp. 685–704, Oct. 2009.
[11] N. J. Pelaez, "Problem-based writing with peer review improves academic performance in physiology." *Advances in physiology education*, vol. 26, pp. 174–184, Dec. 2002.
[12] D. E. Berry and K. L. Fawkes, "Constructing the Components of a Lab Report Using Peer Review," *Journal of Chemical Education*, vol. 87, no. 1, pp. 57–61, Jan. 2010.

Christian Lundquist received the M.Sc. degree in automation and mechatronics engineering from Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, in 2003. He is currently working towards the Ph.D. degree at the Division of Automatic Control in the Department of Electrical Engineering of Linköping University, Linköping, Sweden.

Between 2004 and 2007, he worked with active steering systems at ZF Lenksysteme GmbH, Germany. His research interests include sensor fusion and target tracking for automotive applications.

He is CEO and co-founder of the company SenionLab, developing navigation and positioning solutions for indoor usage.

Karl Granström received the M.Sc. degree in applied physics and electrical engineering in 2008, and the Tech.Lic. degree in automatic controlin 2011, both from Linköping University, Linköping, Sweden. At present he is working towards a Ph.D. degree at the Division of Automatic Control at the Departmend of Electrical Engineering, Linköping University, Linköping, Sweden.

His research interests include sensor fusion, target tracking, mapping and localisation, especially for mobile robots.

Martin A. Skoglund received the M.Sc. degree in applied physics and electrical engineering in 2008, and the Tech.Lic. degree in automatic controlin 2011, both from Linköping University, Linköping, Sweden. At present he is working towards a Ph.D. degree at the Division of Automatic Control at the Departmend of Electrical Engineering, Linköping University, Linköping, Sweden.

His research interests include sensor fusion, visual augmented reality systems, mapping and navigation with particular focus on aerial vehicles.

Torkel Glad was born in Lund, Sweden in 1947. He received his M.Sc. degree in Engineering Physics in 1970 and the Ph.D. degree in Automatic Control in 1976, both from the Lund Institute of Technology, Lund, Sweden. Since 1988, he is professor of Nonlinear Control systems at Linköping University, Linköping, Sweden. His research interests include optimal control, nonlinear systems and differential-algebraic equation models.

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet,
30 november – 1 december 2011

Kursdesign med utgångspunkt i utveckling av kreativitet, kritiskt förhållningssätt och initiativförmåga

Bränberg Agneta och Holmgren Ulf, Umeå Universitet Tillämpad fysik och elektronik

Abstract— **Kursen Analog elektronik 15hp är den första renodlade ämneskurs som studenterna på högskole-ingenjörsprogrammet i Elektronik och datorteknik möter och den ges under senare delen av höstterminen i första årskursen. Kursen är central på programmet dels ämnesmässigt men framförallt genom önskemålet att etablera ingenjörsmässiga arbetsformer och ett ingenjörsmässigt förhållningssätt i kommande kurser på programmet.**

Tre aspekter bildar bas för kursens målbeskrivning

- **Kunskapsbasen definierad av klassisk analogiteknik och elementära elektroniska system**
- **Färdighetsmålen med fokus på konstruktion, experiment, simulering och analys**
- **Formerande av en attityd till lärande där kreativitet, lagarbete och kritiskt förhållningssätt står i centrum**

I presentationen diskuteras hur arbetsmetodik, kursinnehåll och examination kan utformas i syfte att stödja samtliga tre måldimensioner och hur motivation, personligt ansvarstagande och professionellt förhållningssätt kan utvecklas genom en medveten utformning av läraktiviteter.

***Index Terms*—Attityd, ingenjörsmässiga arbetsformer, elektronik, PBL**

I. Introduktion

FÖR att underlätta för läsaren tänker vi börja med att beskriva i vilket sammanhang kursen, studenterna och vi som utvecklat och hållit kursen befinner oss. Därefter kommer vi att gå över till att beskriva vilka mål som finns för kursen. Både nationella mål, kursplanemål och våra mål som programansvarig och kursansvarig. Därefter övergår vi till att beskriva den didaktiska processen som vi genomgick och hur denna gav utslag i kursens utformning sen kommer av förklarliga skäl ett avsnitt om hur kursen bedrevs. Och till sist kommer vi att avrunda med hur vi tyckte att det gick och vad vi kommer att förändra. Några tips på vägen kan också dyka upp precis på slutet.

II. Sammanhang

A. Kursen

Den kurs som bildar bakgrund till denna artikel är är en grundkurs i analog elektronik. Den ges på helfart och är på 15hp [1]. I den beskrivande delen av kursplanen framställs den på följande sätt:

> *"Kursen är en introduktion till området analog elektronik med tyngdpunkt på nätteori, passiva komponenter, halvledare, transistorer och operationsförstärkare. Under kursen får du träna att med olika beräkningsmetoder, kretsteorier och modeller, behandla lik- och växelströmskretsar teoretiskt och experimentellt. Ett viktigt inslag i kursen är konstruktion och utvärdering av analoga elektroniska syste". Kursen är uppdelad i två moment: moment 1: Kunskap och förståelse, 7,5 hp (Knowledge and Understanding, 7,5 ECTS); moment 2: Färdighet och förmåga, 7,5 hp (Skills, Ability and Evaluation, 7,5 ECTS).*

B. Studenterna

Studenterna befinner sig på sin första termin på ett högskoleingenjörsprogram med elektronik och datorteknikinriktning. De har läst en introduktionskurs på 7,5 hp,som introducerar ingenjörsmässiga metoder och verktyg inom matematik- elektronik- och medieteknikområdet. Efter introduktionskursen kommer en kurs i linjär algebra på 7,5hp. Det här är alltså deras första renodlade elektronikkurs. Många av studenterna har aldrig tidigare läst elektronik eller varit i ett lab innan de började på programmet. Än mindre kopplat eller använt de vanligaste mätinstrumenten. De har en viss insikt i vad en elektronikingenjör är och gör tack vare introduktionskursen, men det är först nu de ska börja med elektroniken på allvar.

C. Vi

Vi som skriver denna artikel är Ulf Holmgren och Agneta Bränberg. Vi har arbetat tillsammans sedan början på 90-talet och har en lång erfarenhet av att nyutveckla och driva kurser för olika studentgrupper. Båda två blev befordrade till lektorer på pedagogisk grund 1a juli 2011. Vi har båda erfarenhet av att vara programansvariga och studierektorer. Just nu är det Ulf som är programansvarig och Agneta som är

studierektor. Kursansvarig var Agneta och beställare och medansvarig var Ulf. Vi har båda tillsammans arbetat med att utveckla kursen och att ge den.

III. Mål

Denna kurs, liksom varje annan kurs, har mål på flera nivåer. Den har en uppgift i programmet, den har en uppgift som fristående kurs och den har en uppgift i institutionens utbildningsprofil. Ofta har också de undervisande lärarna någon sorts förväntan på egen utveckling genom kursen. Allt detta kan sägas vara sant också för kursen Analog elektronik 15hp.

A. Kursens roll i programmet

Högskoleingenjörsprogrammet i i Elektronik och datorteknik kan sägas vara uppbyggt av tre läsårsmoduler med delvis disparata målsättningar.

Första året innehåller bland annat tre kurser med vardera 15hp i Analog elektronik, Digital elektronik och Mikrodatorteknik. När studenten avslutat första årets studier förväntas hon/han ha breda och grundläggande kunskaper inom elektronikområdet. Studenten ska därutöver ha en god vana vid att jobba med konstruktion, simulering, beräkning, mätning och utvärdering. Slutligen och inte minst skall man under första året utveckla förmåga att arbeta självständigt, kreativt och ansvarsfullt. I årskurs 1 möter man också ett spektrum av pedagogiska metoder och samarbetsformer.

Under andra årskursen ligger fokus på kunskapsuppbyggnad och förståelserelataerade lärmål. Här finns kurser i signalbehandling, datakommunikation, elektronikkonstruktion samt en serie kurser inom datavetenskapssfären.

I årskurs tre är det professionella färdigheterna i relation till hållbar teknikutveckling och affärsmässigt tänkande som står i focus.

IV. Den didaktiska processen

Det finns mycket skrivet om didaktik som beskriver både vad didaktik i sig kan vara och hur man kan forska på didaktik. För att vi snabbt ska komma vidare i vad vi i denna artikel menar med den didaktiska processen hänvisar vi till försvarsmaktens bok om Pedagogiska grunder [2] där man beskriver sin pedagogiska grundsyn, vad pedagogik är och en mängd olika metoder. Där kan man hitta en kort och enkel definition på pedagogik och didaktik som kan fungera som stöd när man ska starta en process i att utveckla en ny kurs. Man uttrycker det så här:

> *"Pedagogik är vetenskapen om utbildning, undervisning, lärande och personlig utveckling."*
> *"Didaktik, en gren av pedagogiken, är läran om planering, genomförande och utvärdering av undervisning.*
> *Förenklat kan sägas att didaktik handlar om undervisningens varför, vad och hur, dvs dess syften, innehåll och uppläggning."*

Vad, hur och varför-frågorna hänger alltså intimt samman och bildar i en genuin kurs en sammanhållen helhet. De flesta kursplaner innehåller alla tre typerna av frågor. Vilken av frågorna man först tar itu med har emellertid avgörande betydelse för hur kursen konstrueras.

Ett typiskt VAD-lärmål kan se ut så här. Ofta är det VAD frågorna som dominerar kursplanen.

> *"Efter genomgången kurs skall den studerande kunna redogöra för hur filter, förstärkare och oscillatorer konstrueras"*

Med VAD frågan besvarad är det ofta lätt att välja arbetsmetod. En lärobok bildar ofta grunden för kursen, pedagogiken är gärna förmedlande och examinationen baseras kanske på en skriftlig examination. Att starta i VAD frågorna är frestande för den som inte är trygg i ämnesområdet eller som är ny i yrket. Inte sällan tappar man i detta koncept bort varför-frågorna.

HUR-lärmålet beskriver vad studenten gör på kursen. Inom elektronikområdet är det klassiska arbetssättet att konstruera, simulera, bygga, mäta och utvärdera. HUR-frågorna finns sällan beskrivna i lärmålen, man man kan ibland ur lärmålet få vägledning. Med ett lärmål av typen:

> *"Efter genomgången kurs skall den studerande kunna använda kunskaper som vunnits i kursen för att specificera, konstruera och realisera elektroniska konstruktioner samt kunna presentera genomförda konstruktionsprojekt och argumentera för valda lösningar"*

ligger det nära till hands att kursen innehåller laborativt arbete och någon sorts diskussion kring studentens lösning bör finnas på kursen.

VARFÖR-frågorna besvaras ofta inte alls i kursplanen. Ibland hittar man dem i lärmålskontexten i de små nästan osynliga orden som binder samman. Undantagsvis kan man hitta lärmål med en relativt stor tydlighet. Ett lärmål med en relativt hög grad av tydlighet kan se ut så här:

> *"Efter genomgången kurs skall den studerande kunna genomföra ett kompetensutvecklings- och konstruktionsprojekt i grupp under iakttagande av ett kreativt och kritiskt förhållningssätt"*

För oss är VARFÖR den centrala frågan som man alltid måste börja med och återkomma till. Om man sedan fortsätter med Hur och Vad och kommer ihåg att spegla de i Varför har man en god förutsättning att skapa en kurs som både fungerar bra och som passar programmet och studenterna.

V. VARFÖR

Kursen ligger tidigt i utbildningen, det är den första "riktiga" teknikkursen. Det är därför viktigt att har en kontextuell tydlighet. Trots att studenternas ämneskunskaper ännu är bristfälliga känns det viktigt att kursen iscensätts ur ett ingenjörsperspektiv. Kursen har också ett outtalat syfte att bilda en pedagogisk språngbräda för kommande kurser Kursplanen innehåller också en del ledord som pekar på ett syfte kring studentens personliga utveckling - initiativförmåga, kritiskt och kreativt.

Vårt svar på kursens VARFÖR blir alltså - för att grundlägga en ingenjörsmässig attityd, och bilda en grund för kommande studier, att bygga både en kunskapsgrund och en attitydgrund.

VI. HUR

Med en ökad konkretisering följer alltid nya frågor - vad menar vi exempelvis med ingenjörsmässig attityd? Med inspiration från CDIO-projektet [3] kan man säga att ingenjörsmässighet handlar om livscykelkedjan idé - utformning - implementering - handhavande. Processen är gärna på samma gång kreativ och kritiskt granskande och utförs i team under personligt ansvarstagande. Naturligtvis allra hels med en kunskapsbas som grund.

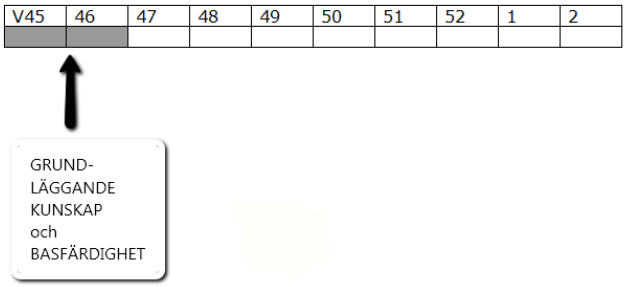


Fig. 1. De två första veckorna på kursen

Förutsättningen för en kreativ process är en viss kunskapsnivå och vissa färdighetskunskaper. Kursen inleds med ett tvåveckorsblock där kunskapsområdena introduceras, se Fig. 1. Här finns ett relativt tätt program av föreläsningar, inspelande filmer kring simuleringsverktyg och framförallt laborativa inslag. Syftet är att introducera ämnesspråket, ge handhavandekunskap i labbet och anvisa kunskapskällor. Ytterligare ett syfte med det inledande blocket är att starta en reflektionsprocess kring lärande, kreativitet och kritiskt tänkande.

Examinationen utgöres av 4 individuellt inlämnade laborationer, Flervalstest, med syfte att initiera ett lärande, en blogg där man dagligen noterar vad som görs och reflekterar över sitt lärande.Som stöd för denna reflektion använder studenterna tre rubriker: *gjort, lärt mig, kan inte än*. Parallellt under hela kurstiden löser varje student 7 uppgifter som redovisas muntligt och digitalt via Jing [4]. Se Fig. 2.

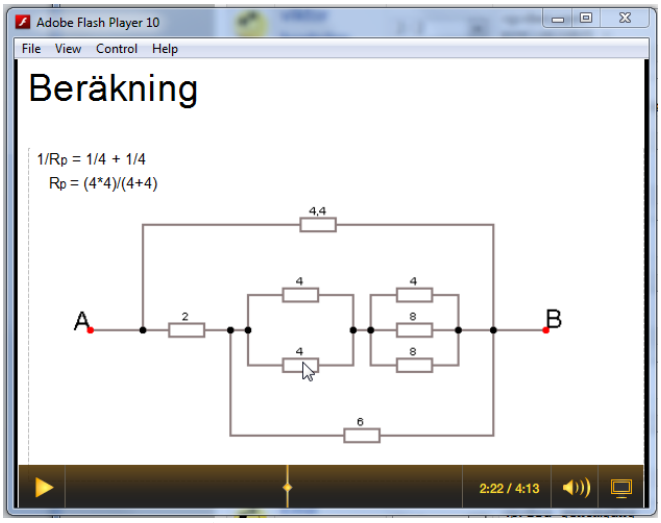


Fig. 2. Startbild från en Jing-film som en student gjort för att redovisa en uppgift.

Genom flervalsfrågorna får man en inlärning av "språket", grundläggande faktakunskaper och begrepp. På köpet får man syn på vad man inte kan och vad man behöver lära sig. I Jingfilmerna kan man öva sig på att strukturera sin problemlösning och att kunna beskriva vad man kan. Laborationerna slutligen ger möjlighet att öva på att koppla, mäta, handha utrustning, simulera och felsöka. Befästa teorier och öva sig på att lösa problem och konstruera. Öva sig på att dokumentera det man gjort och det man kan på ett ingenjörsmässigt sätt. Bloggen/dagboken hjälper studenterna att få syn på sin egen lärprocess, bli bättre på att dokumentera lärprocessen och aktivt använda sig av de kunskaperna för att snabbare gå framåt i sin lärprocess.

Tredje veckan består i sin helhet i ett "Miniprojekt", se Fig. 3. Syftet är att planera och genomföra experimentella mätningar, att dokumentera mätprocessen, att skriva rapport, att beröra hållbarhetsaspekter på olika teknikval, att jobba ihop sig som grupp och att komma in i arbetsformerna för Problembaserat lärande [5].

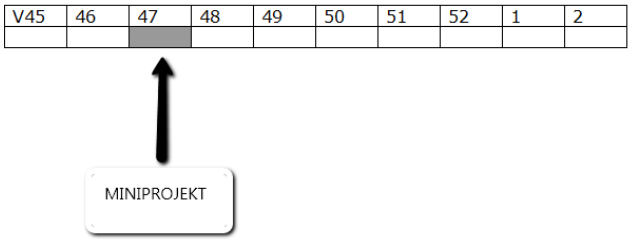


Fig. 3. Miniprojektets placering i kursen

Miniprojektets scenario ser ut så här:

> *"Som ett led i ett större energeffektiviserings-projekt som bedrivs i kommunen så vill man utvärdera användningen av små batterier som används till handburen elektronik typ räkne-dosor, kameror,*

mobiltelefoner, bärbara datorer, alla typer av fjärrkontroller etc. inom kommu-nens förvaltningsområde(1). Man har tidigare gjort en studie av batterianvändningen och den har kommit fram till att i medeltal så svarar batteribehovet mot 22000 enheter av typ R6 10 x 14 mm (vanlig polspänning 1.2 – 1.5V) med en sammanlagd strömkapacitet av 22000 Ah."

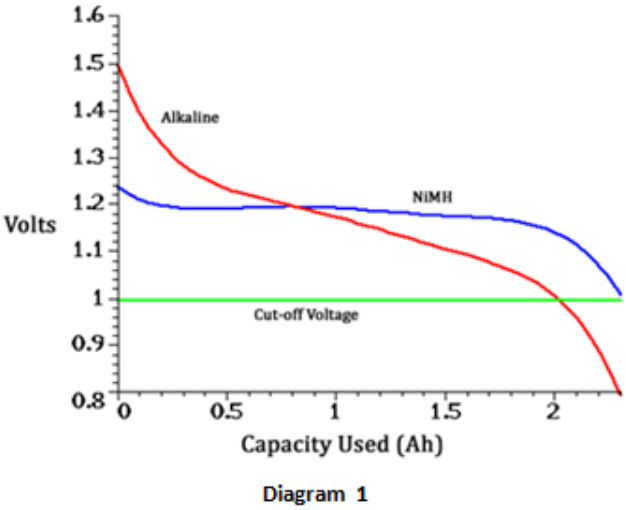


Fig. 4. Figur ur studentrapport

Den avslutande delen av kursen är ett stort PBL-projekt. Tidsomfattningen är fyra veckor plus det som eventuellt blir gjort under jul och nyårsveckorna, se Fig. 5.

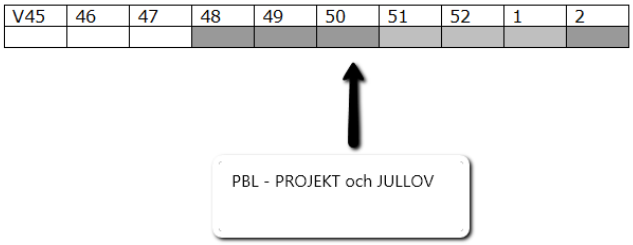


Fig. 5. PBL-projektets utsträckning i kursen

Syftet med det stora projektet är att genomföra ett skarpt konstruktionsprojekt i grupp under "skyddade former". Öva sig på att se: Vad kan vi/jag? Hur kan vi/jag lära oss det vi inte kan? Hur kan vi/jag veta att vi kan? Hur kan vi/jag förmedla det vi kan?

Teori, felsöka, konstruktion, simulering, felsöka arbeta praktiskt, mäta, felsöka, arbeta i grupp, felsöka. Redovisa det man kan. Muntlig och skriftlig redovisning

Scenariot är mycket enkelt:

"Med anledning av kulturhuvudstadsåret 2014 har husprefekten för Teknikhuset börjat beställa studentprojekt för utsmyckning avTeknikhuset. Kursen Analog Elektronik 15hp har fått den första beställningen och uppdraget lyder som följer:

Projektet ska konceptualisera en intuitiv interaktion mellan tekniken och människan i den analoga världen.

"Projektet ska mynna ut i två fungerande installationer i korridor C3..Installationen får ej störa befintlig konst, larmutrustning, skyltar, föreläsningar, städning mm. I övrigt är utrymmet fritt disponerbart i samarbete mellan grupperna.

Budget för komponentinköp är 10 000 kr/grupp dessutom ingår arbetstid motsvarande ett arbetsår för en person."

Konstruktionen skall dessutom ha följande egenskaper:

"Förstärkare konstruerade med både operationsförstärkare och transistorer, oscillatorer, sensorer och effektorer, där endera delen eller bägge genomför en mjuk rörelse, slutsteg klass D och projektet ska gå att bygga ut med digital teknik"

Avsnittet examineras genom en individuell rapport, aktivitet på gruppmöten och en personlig reflektion över lärstrategi och insats i projektet avseende kreativitet, initiativförmåga, kritiskt förhållningssätt och förmåga att arbeta i grupp.

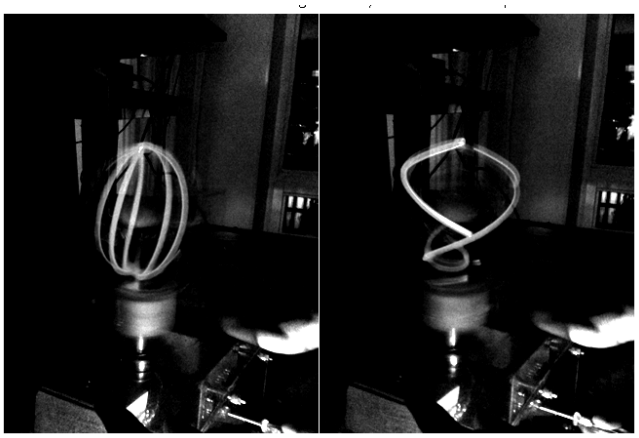


Fig. 6. Ett av projektet – en LEDBALL

VII. VAD

Vad gäller innehåll så handlar det om en ganska ordinär kurs i kretsteknik och analog elektronik: Analys av lik- och växelströmsnät, satser och verktyg för förenkling och analys av lik- och växelströmsnät,funktionen hos och användning av passiva komponenter, operationsförstärkare, transistorer och dioder, filter, förstärkare och oscillatorer konstrueras.

Arbetsmetoderna på labbet är de klassiska manuell beräkning samt med simulator och matematiska beräkningsverktyg, experiment, mäta och utvärdera egenskaper i passiva och aktiva nät, välja komponenter och konstruktionsmetoder genom litteraturstudier och analys av datablad.

Därtill en tydlig konstruktionsapproach och ett gruppbaserat arbetssätt samt en analys av de egna förmågorna

kring lärande, kreativitet och kritiskt tänkande.

Vad som framförallt skiljer från en klassisk elektronikkurs är att studenterna ges stor frihet att utforma arbetsmetoder och lärsekvenser. De har också stor frihet att välja lärkällor – förslagna kursböcker , webbbok, inspelade föreläsningar och webbade instruktioner till programvaror. Ytterligare en skillnad är att de genom PBL-projekten har stort stöd av studiekamrater och kanske viktigast att de under hela processen reflekterar över sitt lärande i bloggform.

Och vad konstruerade då studenterna under kursen? Jo, Ulfs grupp konstruerade en tvåaxlig LEDball där de roterande lysdiodernas beteende styrdes av ljusmiljön i korridoren – se Fig. 6. Och Agnetas grupp konstruerade ett korridorpiano där promenaden i korridoren generade en glad melodi. Det hann inte bli så många tangenter, men de konstruerade en fungerande prototyp.

VIII. Vad tyckte studenterna

En bild av studenternas åsikter om kursen kan fås genom dessa kommentarer från kursutvärderingen:

- Innehållt var bra men för mkt på för lite tid.
- Jingarna är en bra då man blir tvungen att förklara för någon annan vad det är man gör.
- miniprojektet och projektet
- Tanken med jingarna. Tyvärr blev det för många att man blev dragande med dem till sista veckan (eller har fortf kvar dem efter kursen). Om det skulle vara anpassade till labbarna så att man kunde fokusera mer på att redovisa dem och inte bara bli orolig över teori delen.
- Även om många som går kursen skulle ogilla ideen(även jag) tror jag att om man skulle redovisa dem gruppvis skulle det vara väldigt nyttigt att lära sig prata inför grupp.
- Kursen som helhet var mycket bra. Föreläsningarna höll rätt nivå och det fanns gott om utrymme att på egen hand förkovra sig. Jing var besvärligt till en början men efter hand bättre. Elkretsboken var också bra med väldigt många uppgifter.
- Jingarna var bra, jag tycker att de var både lärorika på ett teoretiskt plan samt att man övade sig på att vara pedagogisk.
- Labbarna var bra när man hade tid att göra dom i en rimlig hastighet.
- Det lilla och stora projekten. Bra och roliga uppgifter.
- Det var bra med mycket praktiska moment och roligt med projekt.

IX. Vad tyckte vi

Att arbeta med studenter i öppet formulerade projekt är alltid spännande. Ofta blir det en berg-och-dalbana, där man ibland fullständigt förlora tron på projektet för att nästa dag uppleva samarbetet med studenterna som grinden till himlen. Ena dagen råder håglöshet och datorspel på labbat – nästa dag hittar man en slaktad startmotor från en Volvo och släpringar monterade i konstverket, engagerat arbete och nya ideer studsar mellan väggarna.

Som både lärare och student är det lätt att fokusera på den produkt som framställs, medan fokus måste ligga på lärandet individuellt och i gruppen. Erfarenheten är att om bara engagemanget håll vid liv, och det brukar inte vara något problem, är arbete med öppna projekt en makalös väg till djuplärande och utveckling.

X. Hur gör vi nästa gång

Eftersom att vi var nöjda med studenternas engagemang och lärande under kursen kommer vi att fortsätta med det stora PBL-avsnittet. Det problem som vi upplevde med övergången från den första delen till PBL-delen kommer vi att åtgärda genom att förändra den första delen så att studenterna även där arbetar i grupper. Detta för att inte övergången ska bli för tvär. Dessutom kommer vi att skola in studenterna än mer i att ta eget ansvar för sitt lärande redan tidigt i kursen.

XI. Tips på vägen

Det tips vi vill förmedla med denna artikel är att alltid börja med varför och att ständigt återkomma till den frågan. För oss hade det den stora fördelen att vi valde att börja med att vi ville förändra/förbättra studenternas attityd till lärande och till sin framtida roll som ingenjörer genom att arbeta mycket problembaserat, vilket vi också anser oss ha lyckats med.

Referenser

[1] http://www.moodle.tfe.umu.se/course/view.php?id=957
[2] Försvarsmakten, “Pedagogiska Grunder” Försvarsmakten, 2000, sid 373
[3] http://www.cdio.org/
[4] http://www.viper.upc.umu.se/?p=360
[5] H. Hård Af Segerstad, “Problembaserat lärande” Liber AB 1997

Hur likvärdigt är detta på en skala? Om bedömningar av exjobb på KTH och Fotonikprogrammet

Urban Westergren, Skolan för information- och kommunikationsteknologi
Anna-Karin Högfeldt, Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande,
Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm

***Abstract*— En beprövad metod för kvalitetssäkring av examensarbeten inom ett Fotonikmasterprogram vid KTH, som ingår i ett Erasmus Mundus-program presenteras, och diskussioner förs kring hur denna arbetsform kan tillämpas även vid examensarbeten som inte ingår i internationella samarbetsprogram – för kvalitetssäkring och kvalitetsutveckling av examensarbetet, med avseende på innehåll och examination. Betygssättning, betygsfördelning och likvärdighet vid bedömning kommer särskilt att lyftas med ett bredare angreppsområde över KTHs samtliga utbildningsprogram, där vi bland annat kommer titta på statistiken kring betygsfördelningen enligt skalan A-F samt lärarnas erfarenheter kring att använda denna skala, och tillhörande bedömningsmanualer vid examination.**

Index Terms*— *Kvalitetsarbete, examensarbete, bedömning, examination, betyg, internationalisering, lärande

I. Introduktion

Att betygsätta större självständiga arbeten med en graderad skala har sedan länge uppmärksammats som en osäker och icke rättssäker process [1]. Studenter vittnar om problem med att veta vad som faktiskt vägs in i betyget, och examinatorer kan inte alltid i förväg beskriva betygsnivåernas kvalitativa motsvarigheter. Nämnda undersökningar har tittat på betygsskalan IG-VG, medan vi i detta paper istället brottas med en ännu längre, och troligen mer utmanande skala A-F. Vi kommer börja med att beskriva KTHs riktlinjer och förarbeten för att åstadkomma en reliabel och valid bedömning av ingenjörsstudenters examensarbeten i skalan A-E. Utifrån färsk statistik och tidigare undersökningar problematiserar vi verkningsgraden av befintliga riktlinjer. Därefter beskrivs särskilt en metod för kollegial samverkan vid bedömning av examensarbeten, vilket vi tror kan vara lösningen för att nå högre kvalitet i bedömning tillsammans med högre kvalitet i examensarbetet i sig, oavsett betygsskalans längd.

II. Bedömning av examensarbete vid KTH

A. Bedömningsgrunder

Sedan den 1 juli 2007 har KTH använt en graderad och målrelaterad betygsskala A-F vid bedömning av examensarbeten. För studenter som påbörjat sina programstudier tidigare än detta datum har det funnits möjlighet att välja den föregående skalan G/U.

För att nå en samsyn vid KTH om vad som ska vägas in i bedömningen och för att därigenom mota den största kritiken HSV tidigare riktat mot andra universitet i grind, tillsattes en arbetsgrupp med uppdrag att ta fram riktlinjer. Gruppen bestod av erfarna examinatorer, handledare, studieadministrativ personal och studentrepresentanter, och arbetet organiserades vid den högskolepedagogiska avdelningen (då kallad KTH Learning Lab). Omvärldsanalyser utfördes, främst då utanför Sveriges gränser där graderade betygsskalor är vanligt förekommande även på examensarbeten. Intressanta diskussioner fördes, där olika erfarenheter och exempel djupanalyserades. Till slut kunde en modell abstraheras, som visade vår samsyn kring hur vi bedömer kvaliteten av examensarbeten. Modellen sändes på remiss över KTH och kunde efter några justeringar beslutas gälla vid all betygssättning av examensarbeten. Tre bedömningsgrunder *process, vetenskapligt och ingenjörsmässigt innehåll* och *presentation* ska vara vägledande i betygsbeslutet [2]. Sedan låg det på skolorna att ytterligare specificera hur bedömningsgrunderna skulle vägas eller räknas samman.[1]

Under hösten 2007 genomförde KTH Learning Lab en stor satsning där omkring 700 examinatorer och/eller handledare deltog för att ta del av det nya systemet och diskutera bedömningsgrunder och bedömningsformer.

B. Studie av utfallet ett år efter reformen

Ett år efter betygsreformen utfördes en mindre studie av reformens verkningar, initierad av dåvarande KTH Learning Lab [3]. En enkät sändes ut till dem som examinerat examensarbeten med den nya betygsskalan, och statistik på betygsfördelningar samlades in. Eftersom betygssystemet endast hade funnits i ett år, och eftersom det fortfarande var möjligt för studenterna att välja den gamla betygsskalan, skulle studien endast ses som ett första initiativ att nära följa betygssättningen, och fånga upp examinatorers tankar om reformen och ge en inblick i användandet av de gemensamma bedömningsgrunderna.

Statistikinhämtningen inför studien visade att 2/3 av studenterna på avancerad nivå fortfarande valde den tidigare skalan U/G. Detta faktum innebar att en stor försiktighet behövde vidtas vid analys av betygsstatistiken, eftersom det

[1] KTH är uppdelad i ett flertal skolor som bedriver grundutbildning, forskarutbildning och forskning inom olika fält

var fullt tänkbart att högpresterande studenter i högre grad valt graderade betyg. Röster höjdes ändå om det anmärkningsvärda i att det på någon skola var över 70% av studenterna som hade tilldelats ett A medan motsvarande siffra på en annan skola låg runt 26%.

1/3 av de examinatorer som hade satt betyg enligt den nya betygsskalan på examensarbeten deltog i studien genom att besvara en webbaserad enkät. Resultaten visade att ca 80% av dem för respektive bedömningsgrund (process, innehåll och presentation) ansåg att de vägde in detta ganska eller väldigt mycket. Det kvarstod dock mycket vid tiden för undersökningen att göra för att komma närmare en samstämmighet, tillit och förståelse kring betygsskalan. I studien föreslogs att fördjupade samtal och erfarenhetsutbyten kring examensarbeten och bedömningen av dessa skulle stimuleras. Bland annat visade det sig att bedömningsgrunden *innehåll* av 35% av examinatorerna ansågs väga in väldigt mycket, där motsvarande siffra för *process* var 15% och *presentation* 20%.

Vidare ställdes fiktiva fall upp av studenters prestationer. Här hade man abstraherat studentens prestation i den matris som examinatorer ska använda vid betygssättning, och kryssat för vilken nivå studenten uppnått på respektive bedömningsgrund, se ett av fallen i tabell 1.

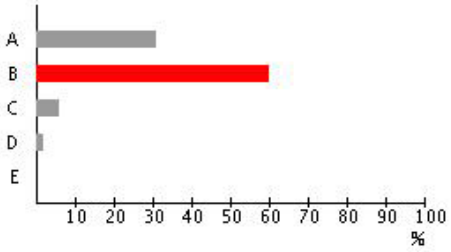
Examinatorernas uppgift i enkäten var att besvara vilket betyg man ansåg detta motsvara. Detta kan anses vara alltför abstrakt och verklighetsfrånvänt. Samtidigt kan man tycka att denna kritik mer bör riktas mot systemet i sig, än mot den studie som testar hur väl systemet fungerar. Examinatorernas svar visualiseras i figur 1. Där kan man se att betyget B dominerar, medan ändå många skulle välja att sätta ett A.

När vi sedan delade upp examinatorerna mellan dem som deltagit i utbildningsinsatsen om det nya betygssystemet, och dem som inte deltagit, kunde man se att utbildningen verkat ge effekten att man i högre utsträckning vägde in samtliga bedömningsgrunder, och därmed tydligare valde ett B.

TABELL 1
FIKTIV STUDENTPRESTATION PÅ EXAMENSARBETE
(DE KVALITATIVA KRITERIERNA GÅR ATT HITTA I REF [2])

	Process	Innehåll	Presentation
Utmärkt		X	X
Bra			
Tillräckligt	X		

FIGUR 1
EXAMINATORERNAS FÖRSLAG PÅ BETYG PÅ DET FIKTIVA FALLET



TABELL 2
EXAMINATORERNAS VAL AV BETYG PÅ DET FIKTIVA FALLET ENLIGT TABELL 1, BEROENDE PÅ OM DE DELTAGIT I INFORMATION OCH UTBILDNING KRING DET NYA SYSTEMET ELLER INTE

Sätter betyg (andel i %)	Deltagit i utbildning	Inte deltagit i utbildning
A	27	39
B	69	39
C	4	11
D	0	6
E	0	0

III. EN METOD FÖR KVALITETSSÄKRING AV EXAMENSARBETET INOM FOTONIKPROGRAMMET VID KTH

Dessa resultat har föranlett den högskolepedagogiska enhetens närmare arbeten med examinatorer och handledare kring temat examensarbete. Vägledande har varit att se på examensarbetet i sin helhet, då god kvalitet i bedömningen bör vara beroende av att man tydligt låter bedömningsgrunderna genomsyra hela stukturen av examensarbetet, innehåll vid handledningsträffar och andra aktiviteter. Detta eftersom bedömningsgrunderna så tydligt anger att detta ska vägas in. I detta arbete har vi tittat närmare på metoder för bedömning vid fotonikprogrammet, som vi väljer att lyfta här som ett intressant exempel, för kvalitet i bedömning och kvalitet i examensarbetets innehåll.

A. *Bakgrund*

2006 startade man Erasmus Mundusprogrammet inom Fotonik. Det är ett tvåårigt masterprogram som ges av 5 universitet i tre länder. Två grupper ger råd kring programmets kvalitet och utveckling: Program Advisory Group (PAG) samt en Kvalitetssäkringskommitte. Den senare gruppens uppgift är att jämföra alla centrala kurser, för att studenterna ska erbjudas en likvärdig utbildning oavsett land och därmed främja mobiliteten. Gruppen ger också sin syn på industrirelevans inom utbildningarna och granskar kurser ända in till tentamensuppifter. När det gäller likvärdighet kring examensarbetets kvalitet och examinatorernas bedömningar om denna, har man funnit att detta kräver extra insatser.

Ett problem som uppmärksammades i början av arbetet med programmet är att samtliga 5 universitet i konsortiet använder olika betygskalor vilket har krävt upprepade diskussioner och jämförelser mellan betygsättningar under åren. Inget av universiteten använder en strikt relativ betygsskala för en enskild årgång av studenter, men man bestämde sig ända att utgå från skalan som definierats i European Credit Transfer System (ECTS) som en utgångspunkt för jämförelser. Varje år har sedan PAG och kvalitetssäkringskommittén diskuterat den resulterande matris för översättning av betyg mellan universiteten som man ursprungligen bestämde sig för att använda. Denna metod för betygsjämförelser har också använts vid bedömningen av betyg för examensarbeten.

B. *Kollegial samverkan vid bedömning*

PAG deltar vid bedömning av exjobb och ger synpunkter på betygssättning. Detta sker främst på en sommarskola som anordnas varje år. Här får tvåorna (20-25 stycken) presentera sina examensarbeten inför samtliga PAG-medlemmar. Detta följs av bedömningsdiskussioner, utifrån exjobbsrapporter och muntliga presentationer. PAG väger in en bedömning gjord av den lokala examinatorn, baserad på 6 bedömningskriterier som sammanfaller med KTHs egna kriterier men är mer detaljerade när det gäller studentens egna insatser (processen) eftersom det är den delen av bedömning som PAG har svårt att skaffa sig en uppfattning om från enbart rapport och presentation. PAGs uppgift i sammanhanget är att ge råd till den lokale examinatorn, inte att fatta beslut, men det har visat sig att de lokala examinatorerna tagit intryck av och även uppskattat att få synpunkter från PAG eftersom det ger en bredare grund för betygsättningen. Stora skillnader mellan examinatorns första förslag till betyg och den slutliga betygsättningen har visats i en del fall, vilket kunnat korrigeras. Därmed kan man anses ha nått goda resultat i form av likvärdighet i bedömningarna vid samarbetet i sommarskolorna.

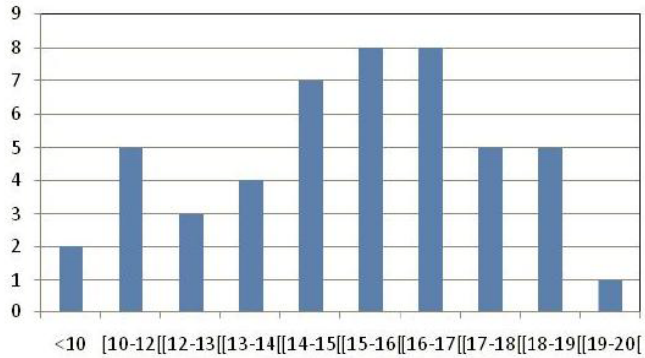
C. *En mindre variant lokalt på KTH*

En nackdel med den kollegiala samverkan som beskrivs ovan är att den är resurskrävande och knappast skulle varit möjlig att genomföra om inte konsortiet fått finansiering för administrationen av programmet av EU-kommissionen. De ekonomiska ersättningar som finns i Sverige gör det nödvändigt att hitta en kompromiss mellan alternativet att flera olika universitet gemensamt betygsätter varje exjobb och alternativet att en examinator ensam sätter betyget. Ett enklare system har därför börjat testas där minst en kollega till examinatorn läser rapporten och deltar vid presentationen samt diskuterar betygsättningen med examinatorn. Förutom att det ger jämförelser mellan olika exjobbsbetyg, som i längden bör minska orättvisor mellan studenter med olika examinatorer, ger det också stöd för examinatorerna vid diskussioner med enskilda studenter om betygsättningen.

D. *Hur kan andra anamma systemet och varför*

Ett system med kollegiala bedömningar av examensarbeten ger möjlighet till ökad rättssäkerhet vid en graderad betygssättning, vilket för Erasmus Mundusprogrammet resulterade i betygsfördelningen som visas i figur 2 där studenterna i de två första antagningsomgångarna finns med.

FIGUR 2
BETYGSFÖRDELNING FÖR TVÅ ÅRGÅNGAR I ERASMUS MUNDUSPROGRAMMET, BETYG I EN 20-GRADIG SKALA PÅ HORISONTELLA AXELN (10=E, 18-20=A) OCH ANTAL STUDENTER PÅ VERTIKALA AXELN



Man måste dock göra en avvägning av hur mycket resurser som kan avsättas, och man kan då dels välja antalet kollegor som deltar i bedömningarna och dels välja kollegor från

samma universitet eller från andra. Inom Erasmus Mundus-programmet ovan samlar man samtliga exjobbare under två dagar varje sommar vilket ger en utmärkt möjlighet för en samlad bedömning och också visar för studenterna hur olika examensarbetena är. Detta kan dock vara praktiskt svårt att organisera inom program där studietakten varierar mellan studenter. Man kan i så fall införa gruppvisa redovisningar vid ett begränsat antal tillfällen under ett läsår, samt se till att de kollegor som gör bedömningarna deltar vid flera av tillfällena. Det kan också vara möjligt att med till exempel några års mellanrum samla en större mängd examinatorer inom ett ämnesområde vid sådana presentationstillfällen för att kalibrera betygsskalan och sedan låta examinatorerna göra mer lokala bedömningar mellan dessa tillfällen.

IV. DISKUSSION OCH TÄNKBARA VÄGAR FRAMÅT FÖR KVALITET I BEDÖMNING AV EXAMENSARBETEN

I detta arbete har vi lyft bedömning av examensarbeten genom att titta på betygssättning och arbetsformer för detta. Vi driver en tes om att kollegialt samarbete är nyttigt för kvaliteten av bedömningen då vi ser goda erfarenheter av detta i internationella samarbeten. Samtidigt kvarstår mycket att diskutera, såsom förväntade betygsfördelningar. Vidare finns det en förhoppning om att kollegiala bedömningar och diskussioner ska gynna och utmynna i strategiska satsningar inom hela examensarbetsfältet.

REFERENSER

[1] Högskoleverkets skriftserie (1998:8 S), *Mästarprov eller mardröm? Studenters uppfattningar om examination av självständigt arbete*. Stockholm, 1999

[2] Se bilaga A: Bedömningsgrunder och kriterier för examensarbete http://intra.kth.se/regelverk/utbildning-forskning/grundutbildning/examensarbete

[3] Engström, E., Hanson, M., Högfeldt, A.K., se Att sätta betyg på examensarbete vid KTH – uppföljning ett år efter reformen http://www.kth.se/ece/avdelningen-for-larande/hogskolepedagogik/publ

EVIDENCE FOR EXCELLENCE IN INTERNATIONALIZATION & MOBILITY
A SELF ASSESMENT

Tommy Josefsson
Lecturer
School of Engineering, Jönköping University

***Abstract*—Internationalization and Mobility (I&M) has become an integrated part of engineering education, making institutions embracing it as a worthy profile in their marketing strategies. Though most areas of operation at an engineering institution are annually evaluated through systematic quality assessments, their I&M profile seldom is put under scrutiny. One reason might be that the standard for I&M insufficiently is stated through assessable outcomes and evidence.**

The issue of I&M has been propelled onto the agenda of the CDIO initiative as a suggested 13thCDIO standard. Furthermore, the Swedish board of Higher Education (HSV) has highlighted the need for regular quality assessments that goes beyond the survey tools of STARS and ISB. The Dutch organisation for international cooperation (NUFFIC) has taken it a step further and produced an elaborate matrix as a help in the assessment. In an effort to support the process, this paper will present a self-assessment of I&M at the School of Engineering, Jönköping University with the ambition to formulate clearer outcomes and evidence for excellence in Internationalization and Mobility. The central question will be: What are the evidence for a good standard of internationalization at the university? Information has been gathered from all stakeholders, students, personnel and board members. Research has also been done on what is written in the area of assessing Internationalization & Mobility.

Clearly formulated evidence for excellence in I&M and a model of how to constructively do quality assurance should contribute to the current discussion on Internationalization within the engineering education in Sweden.

***Index Terms*— Internationalization, mobility, self-assessment, quality assurance, evidence for excellence.**

I. BACKGROUND

THE last decade has witnessed a sharp increase in international student mobility, propelled both by EU strategies, market forces and a need for quality education among a rapidly more affluent third world student body. Quality assurance has not kept up with the increasing internationalization of higher education, partly because of a lack of accountability. The CDIO initiative constitutes an excellent accountability structure providing quality assurance for engineering education around the world. This paper seeks to show the need for internationalization to be integrated in the accountability structure of CDIO and exemplify it by a self-assessment at Jönköping University – School of Engineering (JTH).

A. Internationalization – a commodity

The Website of Jönköping University claims boldly the university to be truly international - that they are one of the best in Sweden at international student exchange. Scanning the websites of a number of other universities, similar claims are rampant. Naidoo and Jamieson (1) describe how changes associated with globalization and the knowledge economy have given rise to developments which apply pressure on universities to commodify teaching and learning and "sell" it in the international educational marketplace. Internationalization has become a commodity.

The EU strategies for higher education, like the Bolonga Process and the Lisabon Strategy, present an economic rationale to its huge investment in international student mobility like the Erasmus programmes and others. The motive is to bring EU to the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion. As for the Swedish state funded university system, internationalization became obligatory for each university to implement in line with managerialist practices and "massification" of education (2). Exchange students and free movers discovered the exotic tuition free Swedish universities which received increased state fund for each student that passed a course – a truly win - win situation.

However, Sweden traces far behind USA, Britian and Australia in capitalizing on the growing market of higher education (3). One reason naturally is the limited number of courses offered in the lingua franka of English as well as the standard of English used in the courses. A survey among free movers, though, reveals another reason. Asked if they would choose a Swedish university if tuition was introduced, a clear majority said no, giving the education not being compatible enough as a reason.

Swedish higher education goes through a paradigm shift during 2011 with the introduction of substantial tuition fees for non-EU students. The affect on enrolment figures at Master programmes has been drastic with a drop of up to 80%

at some universities. The enrolment figures the autumn 2011 of international students at the Masters programmes at JTH follows suit with over 60% drop, which will profoundly impact what programmes the university can offer. JTH needs international students to develop, but are now faced with the full impact of competition on the international market of higher education. It is the content, not the wrapping of the parcel in which the customer is interested.

B. Learning outcomes

The CDIO initiative provides both standards and syllables with clearly defined learning outcomes as guides towards excellence in engineering education. To assure the same high standard in internationalization, clear learning outcomes are needed. Without them, progress and quality assurance will be hampered. A report (4) from the Swedish Agency for Higher Education (HSV) points out that only a few universities in Sweden have clear policy documents and learning outcomes on internationalization and stipulates that in its recommendation, as does a follow up report 2008 from HSV(5).

JTH adapted a four year vision & strategy plan in 2008, in which a policy document on internationalization is included (6). The ambitious vision states that "JTH will be at the cutting edge of European development and supply of new technology and knowledge that strengthens the international competitiveness of small and medium size enterprises". Other stated objectives are that an international perspective is sought in all activity of the university, that all the educational programmes should be internationally recognized and that the education should prepare for professional life internationally. However, the learning outcomes are mainly dealing with numbers in mobility and courses offered in English.

C. International Pedagogy

A quality programme for internationalization does not just contain an effective organisation for marketing and handling the exchange, but also a clear focus on the pedagogy, informal knowledge, intercultural competence and systematic quality assurance. Hellstén and Reid (7), in an excellent and thorough study on international pedagogy, call for a critical approach to the international aspects of learning and teaching in higher education. While policy aspects of international education have received due interest from the community of scholars, research has not afforded sufficient attention to the applied aspects of internationalization, that is, the teaching and curriculum contexts of this global endeavour (8). Therefore, they emphasize the need for a reconsideration of pedagogies that acknowledge international education through the development of sustainable contemporary academic practices. Hence, it is insufficient for a university claiming to be good at internationalization just to change the language medium to English. The content and learning outcomes of the courses need also to be reworked from an intercultural and international perspective and adapted to the needs of an international student body. The pedagogy needs to be re-conceptualised to include systematic notions of teaching and learning in international contexts and with international students and curricula.

The managerialist practices that has been like an undercurrent in the development of international education tend to assume that educational systems are by an large the same, hence making adaptation of methodology and pedagogy to meet international needs unnecessary. However, a number of the answers in the student surveys in this study claim otherwise, pointing to confusion in not understanding the expectations of the lecturers or how to study for the exam. Therefore, training in international pedagogy and methodology for the academic personnel and curriculum reform would seem a strategic action in raising the international profile of an institution.

D. Informal knowledge

How can we ensure policies and programmes that successfully combine socio-cultural objectives with employment and economic growth? The syllabus of CDIO embraces a number of non-formal or informal skills like 2:4 and 3:1-3, as does the EU key competences for life-long learning (9). NESSE, (an EU network of experts in social science of education and training) points out that the European education community must seek new ways to address current social, economic and political realities. What can we do about growing inequalities, or the prejudices that accompany migration and destabilise communities? How can we manage significant demographic changes facing Europe, or ensure that in struggle for public resources the social objectives of education and training are protected? As we are all aware, the kind of answers we give to these decisions affect whether and how education can help realise a socially-just Europe (10).

The European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP) has developed guidelines for validating non-formal and informal learning (11). These guidelines can be helpful for universities seeking a focus for their internationalization work. Intercultural competence in line with the Homboldtian ideal is often wrongly assumed to be automatically acquired as soon as a student enters an international exchange programme. If intercultural training is not integrated in the preparation and follow-up as well as during the exchange, precious knowledge on how to become a bridge builder in the increasingly multicultural home environment can easily be missed.

Development and volunteer organisations have as a generally praxis to provide thorough preparation, professional supervision and compulsory debriefing for workers sent abroad. The challenges of culture shock, reversed culture shock, managing social interaction in a new cultural context, dealing with ethnocentric attitudes and keeping focused on adapting to the new culture do not come naturally (12). Instead, the natural tendency of an exchange student leaving his or her comfort zone is to avoid emotional challenges and withdraw into comfortable subcultures, resulting in missed opportunities to gain intercultural competence. The objective

of cross-cultural volunteer organisations to have a proper mentorship for its workers throughout the mobility is a quality assurance of their international work as well as a professional care for the well-being and personal development of their workers. The exchange students face in many ways the same issues as cross-culture volunteers do. Therefore, internationalization programmes of universities have much to learn from the support structures of experienced volunteer organisations.

E. Quality assurance

Extensive work has been done on developing systems of validation of formal and informal knowledge. Little has been done on quality assurance process for the institutions that are expected to provide the learning. The European Qualifications Framework (EQF) seeks to create a framework as do the HSV reports of Franke (13) and Enquist (14). However, the essence of quality assurance is that it should be done regularly closer to home, linked to the learning outcomes that each institutions supposedly have formulated. Focus should be on the quality of content rather than the quantity of numbers. The following areas need in one way or another to be assessed.

- How the work is organized and followed up?
- What current policy documents are guiding the work?
- How is the curriculum affected by international pedagogy?
- How is the intercultural informal knowledge integrated in the education?
- How is research exchange and international alumni facilitated for?
- What systems of quality assurance are set in place?

Two statistic tools have been provided for universities to assess students' sentiments about their exchange; STARS (Study Abroad Report System) and ISB (International Student Barometer). Franke (15) reprimands Swedish universities for not using the tool STARS in their quality assurance. Thus, the valuable experience gained by individual students on international exchange is seldom recognized and used within the organization of the home university. However, complaints have been raised that data from STARS that concerns a specific university is hard to extract and interpret. More importantly, only to a limited extent do the questions address whether the learning outcomes have been reached.

This is also true for ISB, which clearly has a student perspective in its assessment. Though the information is valuable and sheds light on certain areas in need of development, ISB can never substitute a thorough local quality assessment of the international work of a university. As for JTH, the information provided from ISB this year was basically that students were generally pleased with their studies, but would appreciate more help in contacts with local industry.

Gaalen (16) asserts aptly that quality assurance is steadily growing in importance in the field of internationalization. There is currently a widespread belief that internationalization should not be regarded as an end, but rather as a means to improve the quality of education. Many national and institutional policy documents set down quality as one of the major goals of internationalization. At the same time, there is a definite lack of systematic monitoring and evaluation of the impact of internationalization on quality. Hence, there is only limited proof of any direct connection between internationalization and the quality of education.

NUFFIC (Netherlands organisation for international cooperation) provides an excellent matrix or checklist for quality assessment, though 19 pages long, as well as a tool kit on how to do it (17). For further endeavours into quality assessment, the services of NUFFIC would be recommended.

The JTH quality report of 2010 (18) included a section on internationalisation, mainly focusing on numbers regarding mobility. As far as international pedagogy was concerned it emphasized efforts in the area of quality assurance of strategic partner universities, projects with some universities in developing countries and effort integrating an intercultural competence in the educational programmes at home. However, the report falls short of a holistic approach to internationalisation and the report is not well known among the staff in the organization.

II METHOD

This self-assessment of the internationalization and mobility conducted within the framework of JTH is based on data collected from ISB, students' essays written within the courses of Multicultural Competence and Intercultural & International Communication, questionnaires and interviews with students, teachers, department heads and exterior stake holders to JTH. The main questions have been:

- What evidence or lack of evidence do you see for JTH being "one of the best in Sweden" on internationalization?
- What suggestions for improvements of do you have for the work of internationalization at JTH?
- What intercultural issues, problems or learning experiences have you encountered during your studies at JTH?
- In what way has JTH helped you deal with those issues?

The data has been collected during the academic year of 2010-2011.

III. RESULT

The result of the study will be presented as summaries of the collected data under headings according to the informants; external surveys like ISB and STARS, students and staff (including teachers, head of departments and external stake holders). A longer collection of responses from students, staff and stakeholders is provided in appendix 1.

A. External surveys

The external surveys like STARS and ISB show that

exchange students at JTH are pleased or very pleased with the work of the international office, their practical arrangements like accommodation, Introduction week and other services and their efforts in arranging cultural events. The quality of teaching also scores well, particularly the graduate school and the prospects a degree from JTH paves the way for. JTH is very eco-friendly. Furthermore, the exchange students are pleased with the opportunity given to make friends with students from their home country and with other international students.

However, JTH scores low in facilitating the entry of the exchange students into the Swedish culture and the interaction with Swedish students or the local population through social or sport events. Particularly low scores are shown in opportunities given to earn money while studying, careers advisory service, counseling service and the availability of bursary or financial support at the same time as the cost of accommodation and living is high.

B. Students

The comments of students highlight the issues surfacing in the encounter between the monochromic, time centered Swedish culture and the polychromic, relationship centered cultures that many students come from. Some students did not anticipate the differences in the Swedish educational system compared to what they are used to. There is an appreciation of the work of the staff at the international office providing the practical needs of the exchange and the training in intercultural communication. However, students find mainly two things insufficient; suitable courses in the local language, Swedish and opportunity for work placement.

C. Staff and stakeholders

Staff and stakeholders of JTH point out a well functioning support structure for internationalization, both for inward and outward bound students. There are concerted efforts to increase the number of outward bound students. JTH lacks comprehensive policy document with clear outcomes for internationalization as well as a regular quality assurance of the activities. The well functioning networking between JTH and partner companies is insufficiently available for international students. Stakeholder also point out the lack of an effective alumni organization.

IV ANALYSIS

Based on the discussion above, the NUFFIC checklist on quality assessment and Campbell's proposal for CDIO Standard 13 (19), a list from 0-3 of evidence of excellence in internationalisation is presented which are used as a benchmark for the performance of JTH on internationalisation. The mark 0 stands for no evidence and 3 for clear evidence. A sample check list is provided in the appendix 2, which can be used as a tool in quality assurance at any university. However, in order for the quality assurance to be effective, each university needs to modify the list of evidence according to its own scope, content and outcomes for internationalization, keeping in mind a holistic approach to the subject.

A. Evidence of excellence in Internationalisation.

1. The institution has a regularly updated policy document stating aims, strategies and learning outcomes in regards to internationalisation.
0 1 X 2 3

2. The budget for internationalisation corresponds with the ambitions in the policy document.
0 1 2 3X

3. Quality assurance is regularly applied to assure high standards in internationalisation.
0 1 X 2 3

4. Surveys to assist in the quality assurance are based on the local policy document and prepared for both inbound and outbound students as well as for teaching staff and other stake holders.
0 X 1 2 3

5. The institution actively stimulates its students to complete part of their study programme abroad, striving for a balance between inbound and outbound students.
0 1 2 3 X

6. There is a relative balance between the number of outbound and inbound exchange students.
0 1 2 X 3

7. The institution implements international pedagogy in its educational programmes through curriculum reform and by adapting courses and methodology to international demand.
0 1 2 X 3

8. Training in international pedagogy is provided for the teaching staff.
0 1X 2 3

9. The communicative ability in English of the teaching staff is high.
0 1 2 X 3

10. The support structure of internationalisation is staffed according to the volume of mobility and ambition of the policy document.
0 1 2 X 3

11. The personnel involved in support and management of internationalization have intercultural experience.
0 1 2 3X

12. The management council of internationalization has representatives from all sectors of the university assuring a comprehensive implementation of international policy.

0 1 2 X 3

13. Outbound students undergo a training programme in intercultural competence, including preparation, assignments during the mobility and a debriefing on return.
0 X 1 2 3

14. Accommodation for foreign students is arranged in a way that it enhances integration with the domestic students and local community.
0 1 X 2 3

15. Practical information regarding the mobility is presented both orally and in writing in a pedagogically effective way.
0 1 2 X 3

16. Intercultural communication has an integrated part in the educational programmes for both domestic and foreign students.
0 1 2 X 3

17. All educational programmes strive towards developing skills in multi-cultural team process.
0 1 X 2 3

18. Seminars are provided for foreign students on academic writing and other academic peculiarities of the national educational system.
0 X 1 2 3

19. Local language courses synchronized with the schedule of international students are provided from an early stage in the mobility.
0 1 X 2 3

20. The institution has a large network of international partner universities, based on policy and programme compatibility.
0 1 2 3 X

21. A policy based strategic partnership with selected universities is developed, dealing with exchange on undergraduate, graduate, research and faculty level.
0 1 2X 3

22. The Advisory Board and regional enterprises with international involvement are actively participating in the strategic partnerships.
0 X 1 2 3

23. The institution has a strategic partnership with at least one university in a developing country.
0 1 2 X 3

24. The institution offers a multitude of courses in English to which domestic students are stimulated to enroll.
0 1 2 X 3

25. Internship or work placement in regional companies is available to international Master students.
0 1 X 2 3

26. Links are provided for foreign students to local platforms (sport/social associations etc.) where contacts with the local community can be made to enhance acculturation.
0 1 X 2 3

27. The majority of the faculty has international experience or background.
0 1 2 X 3

28. All faculty, staff and students participates in international research projects.
0 1X 2 3

29. A network is developed for international alumni focusing on competence development and career opportunities.
0 X 1 2 3

B. Evidence found wanting

The test shows the result of 43/87 which is a weak 2 where 1-29 = 1, 30-58 = 2 and 59-87 = 3.

JTH has some strengths regarding internationalisation namely;

- in the support structures and work of their international office.
- their effort on promoting and sending students abroad to study.
- the wide range of partner universities.
- the training offered at home in intercultural competence.

However, there are a number of areas where there is space for improvement:

- A comprehensive policy document with clear learning outcomes guiding the internationalisation.
- A system of quality assurance including locally produced surveys.
- Training and support of teaching staff in international pedagogy.
- A training programme for the outbound students.
- Facilitating integration in the arrangement of accommodation for foreign students.
- Bridging the gap between procedures and routines of the Swedish educational system and that of the exchange students.
- Starting up tailor made courses in Swedish for both undergraduate and master students.
- Open up the internship programmes and network with host companies (partnerföretag) to foreign students.
- Further develop the strategic partnership with selected universities.
- Involving regional enterprises in the internationalisation work of JTH.
- Develop a holistic network for domestic and international alumni

V. CONCLUSION

In ancient Mesoportamia, there was a presumptuous king who thought the world of himself. A writing on the wall disclosed his fate; you have been weighed on the scales and

found wanting (19). Soon competing kingdoms had overtaken him. JTH has been found wanting, but loosing market shares to other universities is unlikely, as most other Swedish universities also are found wanting in the area of internationalisation.

On an ever increasingly competitive educational market, students will not be gullible to marketing slogans on WebPages, but look to the content of the services. Excellence in internationalisation will enrich the services and strengthen the educational programmes, which in turn will both enhance the growth of the university and its service to a more culturally integrated society. The CDIO with its evolving standards and syllable, thus, continues to be an excellent quality assurance framework for engineering education worldwide. The question is what evidence for good internationalisation can be found among Swedish engineering educators.

APPENDIX 1.

Here is a collection of the replies from students and staff at JTH to excellence in internationalization.

A. Students

* Problems dealing with the Swedish time centred (monochronic) culture.

* Feeling patronized for not being on time.

* I understood that the Swedish preoccupation with time has to do with it being a way to show respect. Of course they get upset if I come late. To me respect is shown through greetings, using titles and in that Swedes are not so good.

* Swedes are at times perceived unapproachable and impolite.

* Hard to make the Swedes trust you and feel comfortable with you.

* The different teaching methods in Sweden emphasizing seminars, group work and group presentations has been difficult.

*The cultural course helped understanding cultural differences. We would not have had an as talkative and friendly class without the course. It has helped the multicultural team working.

*The cultural course made me feel more comfortable in Sweden

* The course helped develop friendships with both Swedes and other students.

*I have grown to appreciate the Swedish approach to education using seminars and group work.

*The teachers at JTH need intercultural training.

*International students have more friends among other international students than among Swedish. Why is that?

*I didn't want to end up in a sub-culture of international students so I tried to be flexible and make efforts to get to know Swedes. It is difficult without the language.

*Although we have tried to overcome differences, we couldn't get out of our sub-culture groups efficiently. The international and Swedish groups could still not integrate very well.

*I have realized that there are cultural differences in the social interaction in Sweden and learnt that many Swedes are not hostile but open to social interaction if they are done on their terms. It has been a journey to learn what those terms are.

*I have met problems in cracking the Swedish conversation codes, how to talk and what to talk about.

*The intercultural course provided me with lots of cultural understanding on how to interact with people from other countries. It gave me more patience with the others.

*I have started to understand my own culture and why I behave the way I do.

*As the intercultural course is cross curricula, it gave me an opportunity to meet both students from other programmes and people from the Swedish society that took the course as an elective.

*The Swedish teachers are too polite and don't warn students if they are in danger of failing the course.

*The English language of some teachers hampers their teaching.

*The Swedish educational system provides ultimate comfort for students, they are always given a second or third chance to pass the courses, something that does not exists at my home university.

*The best way for JTH to help students into the Swedish culture would be to provide Swedish courses at JTH that do not clash with other courses. The Swedish courses at JIBS are not available for us and the ones at HLK clash with our schedules and are usually too full. The SFI courses given by the municipality of Jönköping is not open for us either.

*JTH should provide its engineering students with Swedish courses.

*For us master students who stay in Sweden for two years, learning Swedish is very important. Without Swedish, we cannot get even part time jobs here. Knowing Swedish would strengthen our CV. Therefore, JTH should provide Swedish courses for its engineer students.

B. Staff & stakeholders

*JTH has 78 partner universities with co-operative agreements where exchange of both students and research is sought for.

*During the kick off week, international students are introduced to all area of university life.

*Courses in intercultural communication are offered to both undergraduate and master students.

*The international office is daily available to the international students for support services.

*Thorough information and various incentives are used to encourage JTH students to study abroad within the exchange programmes.

*JTH has a high number of outbound students (25%), (one outbound to 2 inbound) making many of its Swedish students taking the opportunity to gain international experience.

*International students are given opportunity to inform about their home universities and countries.

*An International Day for the whole university is arranged with a full day of programme presenting the different cultures represented on campus.

*JTH has developed generous rules regarding cross-credit transfer with its partner universities.

*JTH prioritizes teaching staff mobility, particularly with the partner universities, thus enhancing the proactive role of the teachers in international exchange.

*The council of internationalization has representatives from each department at JTH and governs the strategies a work of all issues regarding internationalization at the university.

*Knytpunkten career center at Jönköping University provides opportunities to meet with future employers and a place where you can ask questions about the labour market.

*Non-EU students have had to leave Sweden directly after graduation due to visa regulations without possibility to try the Swedish labour market, a rule that now is being changed.

*JTH cooperates with more than 500 companies through the Host Company Project. Students are given the opportunity to combine theory with practice and companies are given valuable ideas. The collaborative work can take many forms — through student projects, research collaborations, courses aimed at specific target groups, participation in networks. However, international students are not part of this project.

*The career guidance counselor is not available for international students

*Internship at local companies is not provided for international students.

*Through Enterprise Europe Network (LTC) some of JTH's international students have received internship in companies.

*JTH does no promotion among its 500 regional host companies of the international network it has of good masters and undergraduate students from all over the world.

*The advisory council with representatives from regional enterprises pointed to the need they have of intercultural competence among the graduates of JTH, particularly in the lights of new demands on doing things right on the global market.

*The new tuition rules in Sweden demand a more effective marketing strategy, where the needs of international students must get center stage.

*An effective alumni organization needs to be developed.

*The important role of the alumni needs to be recognized, both by providing network for career opportunities and further studies, but also recognizing their important role within marketing JTH.

*As for outward bound students, a one day session is given on practical advice for their mobility, but no training on intercultural issues, no mentoring during their mobility and no debriefing upon their return.

*The individual international exchange experience of outward bound students is seldom recognized and made used of in the organization.

*Quality assurance is regular and vital for the development of the work and educational programmes at JTH. CDIO provides the framework for much of the quality assurance. Quality work is performed within the frame of annual activity plans and accounted for in the subsequent annual report.

*No quality assurance has yet been conducted of the internationalization work of JTH.

*JTH's intranet Ping Pong can easily be used to create a survey based on the local learning outcomes on internationalization.

APPENDIX 2

Evidence of excellence in Internationalisation
A sample of a Self-assessment

1. The institution has a regularly updated policy document stating aims, strategies and learning outcomes in regards to internationalisation.

0 1 2 3

2. The budget for internationalisation corresponds with the ambitions in the policy document.

0 1 2 3

3. Quality assurance is regularly applied to assure high standards in internationalisation.

0 1 2 3

4. Surveys to assist in the quality assurance are based on the local policy document and prepared for both inbound and outbound students as well as for teaching staff and other stake holders.

0 1 2 3

5. The institution actively stimulates its students to complete part of their study programme abroad, striving for a balance between inbound and outbound students.

0 1 2 3

6. There is a relative balance between the number of outbound and inbound exchange students.

0 1 2 3

7. The institution implements international pedagogy in its educational programmes through curriculum reform and by adapting courses and methodology to international demand.

0 1 2 3

8. Training in international pedagogy is provided for the teaching staff.

0 1 2 3

9. The communicative ability in English of the teaching staff is high.

0 1 2 3

10. The support structure of internationalisation is staffed according to the volume of mobility and ambition of the policy document.

0 1 2 3

11. The personnel involved in support and management of internationalization have intercultural experience.

0 1 2 3

12. The management council of internationalization has representatives from all sectors of the university assuring a comprehensive implementation of international policy.

0 1 2 3

13. Outbound students undergo a training programme in intercultural competence, including preparation, assignments during the mobility and a debriefing on return.

0 1 2 3

14. Accommodation for foreign students is arranged in a

way that it enhances integration with the domestic students and local community.

0 1 2 3

15. Practical information regarding the mobility is presented both orally and in writing in a pedagogically effective way.

0 1 2 3

16. Intercultural communication has an integrated part in the educational programmes for both domestic and foreign students.

0 1 2 3

17. All educational programmes strive towards developing skills in multi-cultural team process.

0 1 2 3

18. Seminars are provided for foreign students on academic writing and other academic peculiarities of the national educational system.

0 1 2 3

19. Local language courses synchronized with the schedule of international students are provided from an early stage in the mobility.

0 1 2 3

20. The institution has a large network of international partner universities, based on policy and programme compatibility.

0 1 2 3

21. A policy based strategic partnership with selected universities is developed, dealing with exchange on undergraduate, graduate, research and faculty level.

0 1 2 3

22. The Advisory Board and regional enterprises with international involvement are actively participating in the strategic partnerships.

0 1 2 3

23. The institution has a strategic partnership with at least one university in a developing country.

0 1 2 3

24. The institution offers a multitude of courses in English to which domestic students are stimulated to enrol.

0 1 2 3

25. Internship or work placement in regional companies is available to international Master students.

0 1 2 3

26. Links are provided for foreign students to local platforms (sport/social associations etc) where contacts with the local community can be made to enhance acculturation.

0 1 2 3

27. The majority of the faculty has international experience or background.

0 1 2 3

28. All faculty, staff and students participates in international research projects.

0 1 2 3

29. A network is developed for international alumni focusing on competence development and career opportunities.

0 1 2 3

1-29 = 1 Weak
30-58 = 2 Average
59-87 = 3. Good

Your result:.....

University:.....

II. NOTES

1. in Ninnes, 2005
2. Ninnes 2005:183
3. Ninnes 2005
4. Franke 2005
5. Enequist 2008
6. http://hj.se/jth/om-oss/kvalitetsarbete/overgripande-verksamhetsutveckling/forsknings--och-utbildningsstrategier.html
7. Hellstén and Reid (2008)
8. Hellstén, Reid 2008:1
9. Bengtsson 2008
10. NESSE http://www.nesse.fr/nesse?set_language=en&cl=en
11. Bulgarelli 2009
12. Samorva 2008
13. Franke 2005
14. Enquist 2008
15. Franke 2005
16. Gaalen 2010
17. Reeb-Gruber Sandra. (2009). "Checklists Program Internationalization" http://www.nuffic.nl/international-organizations/services/quality-assurance-and-internationalization Haarlem: INHolland University.
18. http://hj.se/download/18.44305dc012e13e5ef4980002633/uppfoljning_verksamhet_kvalitetsplan.pdf
19. Campbell 2010
20. Dan 5:27

REFERENCE LIST

Bengtsson, Anna Ryan. (2008) " Att värdera Internationell Erfarenhet – Varför är det så svårt?" Rapportserie 21. Stockholm: Internationella Programkontoret.

Bulgarelli Aviana (2009) "European guidelines for validating non-formal and informal learning". Luxenbourg: Cedefop /EU. http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/4054_en.pdf

Campbell, Duncan. (2010) "Proposed CDIO Standard 13 - Internationalisation and Mobility". Montreal: CDIO 6th Annual conference.

Enequist, Gunnar. (2008) En Högskola i världen – internationalisering för kvalité. Stockholm: HSV Rapport 2008:15:R

Franke Sigbrit (2005) "En gränslös högskola? Om internationalisering av grund- och forskarutbildning." Högskoleverkets rapportserie 2005:1 R Stockholm: Högskoleverket

Gaalen, Adinda van. (2010) "Quality Assurance and Internationalization." www.nuffic.nl

Reeb-Gruber Sandra. (2009). "Checklists Program Internationalization" http://www.nuffic.nl/international-organizations/services/quality-assurance-and-internationalization Haarlem: INHolland University.

Ninnes, Peter. Hellstén Meeri. Eds. (2005). Internationalizing Higher Education – Critical Explorations of Pedagogy and Policy. CERC Studies in Comparative Education 16. Dordrecht: Springer

Hellstén Meeri. Reid, Anna Eds. (2008). Researching International Pedagogies – Sustainable Practice for Teaching and Learning in Higher Education. New York: Springer

Samorva, Larry Eds. (2010) Communication between Cultures. Boston: Wadsworth

Author.
Tommy Josefsson has a BA in linguistics from the American University of Beirut and a MA in intercultural communication from ANCC-Open University UK. He is a lecturer in intercultural communication at Jönköping University and leads an integration project in the region, a work coloured by his 16 years working experience in the Middle East.

3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Linköpings universitet, 30 november – 1 december 2011

FROM DBT TO TDB – A NEW APPROACH TO DESIGN-BUILD PROJECTS

G. Gustafsson, D. Raudberget

***Abstract*— Academic development projects are often carried out in the sequence Design – Build – Test (DBT), resembling the prevalent industrial development process. In this, an early decision is made on which solution to the problem at hand should be developed, after which a prototype is built and tested while attempting to fulfil the market requirements. One of several drawbacks associated with this approach is its premature selection of the best alternative among several unfinished designs. In recent years, an alternative development method has attracted positive attention. This "Lean Product Development" (LPD) philosophy implies that careful attention should be given to the earlier stages of the development process, in order to gain sufficient knowledge to solve the problem. To align academic design project with the LPD philosophy, we propose a shift in design-build experiences from the Design – Build – Test of today to the Test – Design – Build (TDB). This proposal also makes design-build experiences applicable to engineering disciplines where size and cost of prototypes have previously been obstacles to implementation, such as architecture and civil engineering.**

***Index Terms*— Design project, Lean Product Development, TDB, DBT**

I. Introduction

A design-implement project can be described by [1]: *"A design-build-test experience is a learning event where the learning takes place through the creation of a product or system. The product that is created in the learning event should be developed and implemented to a state where it is operationally testable by students in order to verify that it meets its requirements and to identify possible improvements."*

In academia, an often used acronym which designates the prevalent sequence in which these particular events appear in student projects is Design-Build-Test (DBT) [2].

Göran Gustafsson is a senior lecturer in Machine Design at the Chalmers University of Technology in Gothenburg, Sweden. (+46 31 772 13 57; e-mail: gorang@chalmers.se).

Dag Raudberget is a senior lecturer in Product Development at the School of Engineering, Jönköping University, Sweden.

Judging from popular European and North American literature [3-5], this is also their order in most industrial companies. Somewhat simplified and exaggerated, this development process often follows the pattern in figure 1. The development project begins with a detailed specification of the characteristics of the product to be developed, followed by a generation of different ideas of how to solve the problem. The proposed solutions are evaluated at the current state of development, and even though the choice of the best alternative is done in subsequent steps, it tends to be made through subjective evaluations, before the space of possible solutions has been explored. The chosen solution is then further designed and optimised and a prototype is built to test if it fulfills the conditions set out in the specifications.

Drawbacks of a traditional product development process

Despite the popularity of the DBT development process, it is easy to spot several weaknesses and potential sources of difficulties in the process: One difficulty is that if detailed conditions and requirements that have to be met by an approved design are set early in the project, there is an inherent risk that such a solution does not exist or at least is not possible to find within the time allotted [6].

Another weakness is that an early choice of the alternative to develop does not stimulate attempts to investigate the whole space of possible solutions [7], but rather the opposite, which means that better solutions are easily overlooked or even never discovered. A third disadvantage is the classic risk associated with putting all your money on one horse. For if the chosen candidate does not to deliver what is expected of it, a loopback (see Figure 1) is necessary in order to find a replacement solution, which almost inevitably delays the project and increases the cost of it.

So, isn't it relevant to ask if there isn't a better way to develop new products than using DBT?

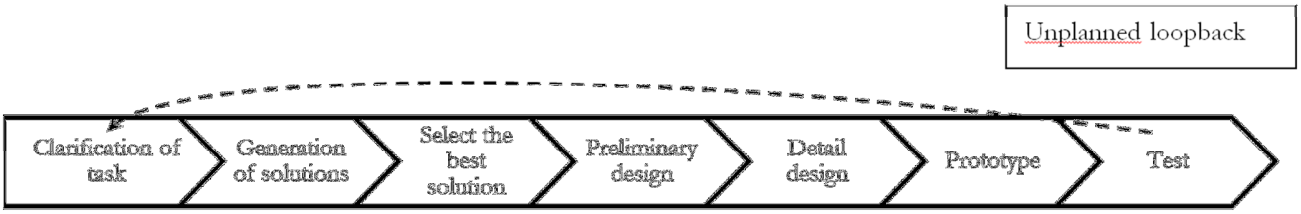


Figure 1: A generic product development process

II. New insights into the product development process

An alternative PD process which is attracting increasing interest is that of Lean Product Development (LPD) [6]. Originally, LPD was a generic name for techniques, methods and a philosophy used in some Japanese industrial companies, notably the car maker Toyota [8]. Now, the acronym also represents developments of these methods in Western companies and universities. The underlying idea in LPD is to use work methods and tools that help reduce all sorts of waste in the product development process, that is, unnecessary work, delays and everything else that slows down work and hampers efficiency.

In our point of view, the LPD ideas are well suited for engineering education, not least in the design-build phase but also for testing. The LPD way of working has a learning focus that provides a foundation upon which deeper conceptual understanding can be built. It starts from the awareness of a problem and a rough idea of what the characteristics of a solution to it are, but no detailed conditions are set. The lack of precise requirements to be met stimulates a search for possible solutions that is not limited to and based on existing designs, but rather the contrary. Experimentation and knowledge discovery become natural if conditions that restrain the imagination are not emphasized. It also becomes obvious and natural to proceed among more than one track and investigate different alternatives in parallel. On basis of knowledge gained by increasingly rigorous evaluation and comparisons – which always deserves to take precedence over preconceived ideas – inferior solutions are successively discarded and eliminated in the PD process until the most promising one is arrived at, securing that all concepts have received proper attention.

The early LPD testing also reveals any remaining knowledge gaps that have to be closed. To commence detailed design before the technology employed is fully mastered is like introducing a time-bomb in the process which may go off at any time and create chaos. Closing the knowledge gaps greatly reduces the risk of an unpleasant later discovery that the chosen concept cannot be realized for one reason or another, and it thus minimizes the need for loopbacks. The LPD approach thus avoids delays in the PD process caused by overoptimistic designs and lack of knowledge necessary to deal with the chosen technology. It is therefore fair to question whether the "standard" PD process model is really the best approach to learning design, and even if it should be taught at all in engineering education.

The rediscovery of a product development process

The emerging interest for the LPD type of processes may indicate that it is a new type of product development method, but that is not the case at all. In the early 20th century, the Wright brothers employed an LPD type strategy when they designed their first pioneering airplane. The Wrights, who ran a bicycle repair shop and had taken an interest in aeronautics, identified the three fundamental problems of flying: lift, control and propulsion. These all had to be solved, and the Wrights did not proceed into designing a complete system until they had the knowledge necessary to master them.

The Wright brothers designed their own laboratory equipment, such as a wind tunnel and balances, which they used for advanced aerodynamic experimentation. The data they gained was remarkably accurate, which can be exemplified by their propeller designs. The Wright propeller had near optimal design and was superior to their competitors' designs [9], which relied on existing heuristics for steam-boat propellers that worked well in water but not in air.

III. Description of the Test-Design-Build process

The proposed sequence of events for Design – Build experiences is Test – Design – Build, TDB, rather than the common Design – Build – Test, DBT. TDB resembles the Lean design process used by the Wrights. Some of the differences between TDB and DBT are that with the former many tests are carried out early, and in order to learn, while DBT is associated with fewer tests later and mainly in order to verify that the design requirements are met. Early tests are cheaper though, when they can also be carried through all the way to failure in order to find out what the limits of the chosen technology are. Furthermore, if something doesn't work, it is much better to discover that early than later, when a loopback – which causes a delay – is inevitable in order to find another (working) alternative.

The TDB and the DBT processes are illustrated in Figure 2, where early – and relatively inexpensive – knowledge accumulation with simple simulations, experiments and models is contrasted with late verification of requirements specifications with expensive prototypes.

It should be pointed out that putting the T in the beginning instead of at the end does not imply that TDB *excludes* late tests or makes them unnecessary. Not at all, but as explained above, a much larger share of the total practical work is dedicated to early investigations and simple and inexpensive

experiments. The late DBT testing in the "standard" PD process is of course also about learning, but testing to specifications doesn't generate much useful knowledge. At best it confirms that the chosen design fulfills the requirements at hand, but how does one know that these exactly reflect the conditions that the real application will meet? It is much better to try to find the *limits* of what the design can withstand.

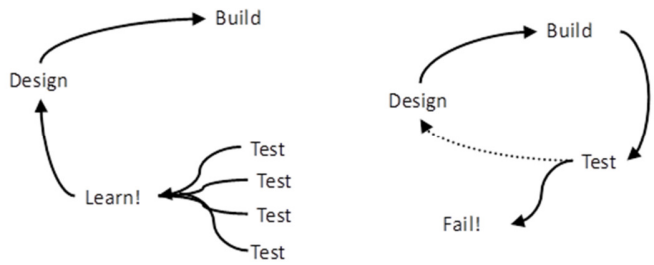


Figure 2 The TDB and the DBT processes.

One aspect of design-build experiences is that the difficulty of implementing them differs a lot between engineering disciplines. In Architecture and Civil Engineering education the cost and size of prototypes have previously been obstacles to running DBT projects. In these disciplines the teachers have, with few exceptions, used digital representations or scale models of products and systems. With the TDB approach however, also architects-to-be and CE students can carry out simple experiments to evaluate different versions of a window layout, to experience firsthand the effects of alternative exterior design.

The Test-Design-Build process focuses on learning

The TDB process reinforces the design-build experience as described in [1]: *"A design-build-test experience is a learning event … The product … should be developed and implemented to a state where it is operationally testable by students in order to verify that it meets its requirements and to identify possible improvements."*

This can be compared with the Wright's development practice. They flew only after they had mastered all the individual technical challenges in the form of propulsion, lift and control. Their testing and experimental work was extensive and carried out before system design.

The TDB approach intends to focus on *learning about the alternatives* in order to find out which of the conceived solutions to the problem that are possible to realize and to close the knowledge gaps. Since the technology employed has already been thoroughly investigated in earlier tests, the final testing is focused on verifying what is basically already known, which means that the level of confidence that things will work at this stage is much higher than what is common in the DBT process. Some differences between "ordinary" DBT and TDB have already been mentioned, and Table 1 is a more extensive account of them.

TABLE 1
COMPARISON BETWEEN DBT AND TDB PROJECTS

	DBT	TBD
Number of alternatives tested	One or few	Many
Time frame	Tests are carried out late in the process	Tests are carried out early
Reason for tests	Verify compliance with requirements	Exploratory testing in order to learn and find design limits ore treade-offs
Models used	Detailed prototypes and advanced models	Simple experiments
Cost	High	Low, initially
Test characteristics	Test to ensure compliance to requirements	Testing to failure

IV.
DISCUSSION OF ACADEMIC IMPLICATIONS, AND CONCLUSIONS

This paper proposes an approach to the design-build experience that is different from the most common one. It emphasises engineering science based on discovery and knowledge of the fundamentals, and a sound, fact-based development methodology in which advancement to the next stage *is only made when there are no longer any unclear circumstances*.

We know that practical experience of design and manufacturing in a workshop greatly motivates many students for their further engineering studies, so from this point of view a design-build experience is well worth the extra resources needed to carry it out. The early tests and simulations performed in order to learn and explore gives engineering students active learning experiences, and it should be expected that:

- The courses need to be adapted to the new process in that more time will be devoted to lab work
- The total volume of experimentation and testing in a course will increase
- The longer time spent in labs and workshops makes it likely that the students will need more supervision, which puts extra strain on teaching resources as well as infrastructure
- More tools and machines will be needed, perhaps also more lab space
- The consumption of materials for building purposes will go up
- Lego type or similar equipment for experimentation might be needed
- Safety courses for the students before they are allowed into the labs must come earlier and perhaps also run faster

The proposal to shift from DBT to TDB in engineering education is based on insights from research in Lean Product Development. By employing the learning focus of TDB, we return to the roots of engineering design and the activities central to the process of developing new products and systems.

However, the TDB philosophy puts even higher demands

on the educational institutions compared to the present situation. If we want to move from today's DBT projects to projects run according to the TDB sequence, it is important to try to determine what the implications are in terms of time needed, laboratory and workshop resources as well as teacher competence.

REFERENCES

[1] **J. Malmqvist, Young, P. W., Hallström, S., Kuttenkeuler, J., Svensson, T., "Lessons Learned from Design-Build Test-Based Project Courses.," presented at the Design 2004 Dubrovnik, Croatia 2004.**

[2] **D. Raudberget and P. Cannmo, "Learning product development through a design-build-test project – why is coaching important?" Proceedings of the 4th International CDIO Conference, Gent, Belgium, 2008.**

[3] **N. F. M. Roozenburg and J. Eekels, *Product design: fundamentals and methods,* Chichester: Wiley 1995.**

[4] **D. G. Ullman, *The mechanical design process*, 3. ed., New York: McGraw-Hill, 2002.**

[5] **K. N. Otto and K. L. Wood, "Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology," *Research in Engineering Design,* vol. 10, pp. 226-243, 1998.**

[6] **M. Kennedy, K. Harmon, and E. Minnock, *Ready, Set, Dominate: Implement Toyota's Set-Based Learning for Developing Products and Nobody Can Catch You*. Richmond, Va: Oaklea Press, 2008.**

[7] **A. C. Ward, *Lean product and process development*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 2007.**

[8] **J. M. Morgan and J. K. Liker, *The Toyota product development system: integrating people, process, and technology*. New York, NY: Productivity Press, 2006.**

[9] **C. P. B. R. L. Ash, K. W. Hyde "prop-Wrights - How two brothers from Dayton added a new twist to airplane propulsion. ," *Mechanical Engineering* 2003.**

Professionella Kompetenser i Projektkurser

Åsa Cajander[1], Mats Daniels[1], Helena Bernåld[2] och Björn Victor[1]

[1] Uppsala universitet, Institutionen för informationsteknologi, Box 337, 751 05 Uppsala, Sverige
Helena Bernåld Communications, 10 Paul Street, Corsham, Wiltshire, SN13 9DG, Storbritannien

Professionella kompetenser är centrala för studenters utveckling, och betonas inom Bolognaprocessen samt i övergripande måldokument på många universitet. Trots detta lyser professionella kompetenser ofta med sin frånvaro inom kursplaner och kursmål. Detta beror troligen på okunskap kring hur de ska integreras i kurserna och i programmen på universitetet. I denna artikel presenteras arbete med professionella kompetenser inom en terminslång kurs, och en mindre studie av progression av professionella kompetenser i ett utbildningsprogram. Inom kursen ombads studenterna reflektera över sin förståelse av kompetenser och att välja tre att utvecklas inom under loppet av terminen. I en efterföljande reflektion fick studenterna själva bedöma sina förbättringar av deras valda kompetenser. Kartläggningen av progression inom projektkurser i ett utbildningsprogram visar att en viss progression kan påvisas, men att den inte är systematisk och kan förbättras. Slutligen diskuteras implikationer för arbete med professionella kompetenser inom kurser, samt områden för förbättring vad det gäller progression inom ett utbildningsprogram.

Index Terms— **Engineering education, Project courses, Professional competencies, Progression.**

I. Introduktion

Individers utveckling är möjligtvis den mest centrala uppgiften för ett utbildningssystem, och det gäller inte minst utveckling av vad som kan kallas professionell kompetens [1]. Detta har diskuterats på EU-nivå i Bolognaprocessen [2], där ett uttalat mål med reformen var att förändra undervisningsmetoderna från innehållsbaserad undervisning till undervisning fokuserad på nyckelkompetenser, eller professionella kompetenser. Dessa kompetenser återfinns också specificerade i högskoleförordningen [3], och nämns ofta i generella beskrivningar av mål med utbildningsprogram, men de finns mer sällan i kursplanerna och i det praktiska genomförandet för dessa programs kurser. Begränsat utrymme i läroplanerna, upplevelsen att professionella kunskaper inte är kärnan i disciplinen datavetenskap, eller att lärare ibland saknar erfarenhet av arbete med professionella kompetenser anges som skäl för att minska eller begränsat fokus på dessa viktiga färdigheter [4]. Det är viktigt att vi förstår hur vi kan utveckla dessa studenters professionella kompetens och att få en fördjupad kunskap om individers utveckling av professionella kompetenser i allmänhet. Denna förståelse är en väsentlig förutsättning för att skapa utbildningar som gagnar samhällets framåtskridande och stärker den tekniska utvecklingen.

I den här artikeln kommer vi att diskutera våra erfarenheter från arbetet med att integrera utveckling av individers kompetenser i en projektkurs, samt hur progression av kompetenser kan belysas inom ett civilingenjörsprogram. Vi inleder artikeln med en kort genomgång av relaterade teorier kring definition, progression och lärmiljöer med avseende på professionella kompetenser. Detta följs av en beskrivning av kursen *IT i samhället* där vi med utgångspunkt från de presenterade teorierna arbetar med progression av professionella kompetenser. Avsnittet efter beskriver hur progression av kompetenser ser ut inom ramen för civil–ingenjörsprogrammet i informationsteknologi (nedan *IT-programmet*) vid Uppsala universitet. Artikeln avslutas sedan med en diskussion där området problematiseras och där förbättringsområden identifieras.

II. Relaterad teori

Detta avsnitt ger en kort överblick av relaterad teori vad det gäller definition av professionella kompetenser, progression och lärmiljöer lämpade för utveckling av professionella kompetenser.

A. Definition av professionell kompetens

Professionella kompetenser är inte ett entydigt begrepp och det finns en uppsjö av termer som täcker in likartade områden, t.ex. personliga färdigheter, mjuka kompetenser, och generiska färdigheter [2, 5].

Inom forskningen har olika definitioner på begreppet tagits fram, och OECD-rapporten ”The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary” från 2005 [6] är ett exempel och innehåller en standarddefinition av vad de benämner nyckelkompetenser. De ser kompetens som förutom kunskap även förmåga att hantera komplexa situationer i särskilda sammanhang. Centralt i alla kategorier är förmågan att tänka och agera reflekterat.

OECD klassificerar begreppet nyckelkompetenser i tre huvudkategorier [6]:

1. Att kunna använda verktyg för att interagera med miljön.
2. Att kunna samarbeta med andra i heterogena grupper,
3. Att kunna ta ansvar för sitt eget liv i ett brett socialt sammanhang och agera självständigt.

Kompetenser enligt Mål och strategier för Uppsala universitet [7] inkluderar:

- Utbildningen ska främja självständigt och kritiskt tänkande, personlig utveckling samt ett starkt studentengagemang.

- Utbildningen ska ge kunskaper och färdigheter som gör studenterna väl förberedda för arbetslivet och fortsatta studier i Sverige och utomlands.
- Utbildningen ska ge kunskaper och färdigheter som gör studenterna eftertraktade på arbetsmarknaden.

Vidare finns en definition av ingenjörsmässighet antagen av teknisk-naturvetenskapliga fakulteten vid Uppsala universitet [8] där det noteras att ingenjörsmässighet kännetecknas av förmågan till helhetssyn, dvs förmågan att se hur det tekniska problemet och dess lösning ingår i ett större system och utifrån det värdera och prioritera arbetsinsatser. Där står vidare att ingenjörsmässighet kännetecknas av att självständigt och i samarbete med andra kunna identifiera, formulera och dela upp problemställningar, och utifrån detta söka kunskap för att lösa komplexa tekniska problem [8].

Vi har inom ramen för kursen *IT i samhället* valt att använda en definition av kompetenser framtagen av Curtin University. Här definierar man följande professionella kompetenser, se FIG. 1:

FIG. 1: Curtin Universitys definition av professionella kompetenser [9].

B. *Progression av professionell kompetens*

När man diskuterar begreppet progression av professionella kompetenser från ett pedagogiskt perspektiv är det bra att ha någon form av modell som kontextualiserar området. Det finns olika modeller som kan användas, en del betonar beteenden, en del fokuserar på den konceptuella strukturen av de idéer som ligger till grund för teorin, medan vissa ser på frågan ur ett utvecklingsperspektiv.

En beteendevetenskaplig modell identifierar ett antal beteendemässiga dimensioner till professionell kompetens. I kontrast till detta tenderar strukturella modeller att fokusera på att identifiera de kognitiva komponenterna i förvärvet av professionell kompetens. Utvecklingsmodeller fokuserar på omvandlingsprocessen av en individs världsbild. Denna kategorisering är användbar ur ett taxonomiskt perspektiv, men i viss mån är differentiering något konstlad eftersom de alla anser delar av individuellt beteende och hur detta utvecklas när man överväger hur professionell kunskap är strukturerad och bearbetas.

En för sammanhanget användbar strukturell modell över professionella kompetenser är följande som har sin utgångspunkt i Byrams modell över interkulturell kompetens [10], se FIG. 2.

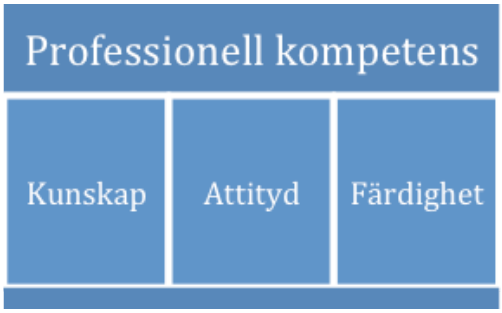


FIG. 2. Från ett strukturellt perspektiv kan professionella kompetenser definieras som bestående av byggstenarna kunskap, attityder och färdigheter.

Enligt denna strukturella modell kan professionella kompetenser definieras som bestående av:

- **Kunskap** om olika egenskaper associerade till kompetensen, sociala processer och "koder" relaterade till dessa processer.
- **Attityd** som du har i termer av att vara open minded, nyfiken, och vara redo att relatera och omtolka.
- **Färdigheter** bygger på kunskaper och attityder för att använda den professionella kompetensen i ett specifikt sammanhang.

Man kan också utifrån modellen resonera i förvärvandet och utvecklandet av de två första byggstenarna, kunskaper och attityder, är en förutsättning för att utveckla den tredje, kompetens [10].

En användbar utvecklingsmodell i sammanhanget är Dreyfus modell av generella färdigheter [11]. I modellen beskrivs fem nivåer för att karakterisera progression (nybörjare, avancerad nybörjare, kompetent, skicklig och expert) och modellen har senare utvidgats till att omfatta en sjätte nivå (mästerskap). Progression genom stadierna är enkelriktad och markeras genom att öka medvetenheten om läget, vilket ökar flexibiliteten i synsätt som bygger på medveten, analytisk bedömning av problem, och utvecklingen av ett helhetsperspektiv som gör för tilldelning av prioriteringar baserade på alltmer abstrakt beslutsprocesser. De högsta stadierna kännetecknas av användning av en intuitiv

förståelse av relevanta uppgifter och metoder som bygger på djupa, tyst kunskap i ämnet. Uppdelningen av lärandet i identifierbara etapper och den oåterkalleliga karaktären av en individs bana genom modellen är vanliga inslag i en lärandeprocess, men det finns också stora likheter i upplevelsen av individer som de går från novis till expert. Personerna i initialerna stadier av modellen finner typiskt sig i situationer med stora utmaningar utan tillgång till den typ av situationsanpassad kunskap som de mer erfarna personerna har. Att utveckla denna kunskap är avgörande för en individs utveckling, men är svårt att få igenom konventionella undervisningsmetoder. Nybörjare upplever ofta att problemen är illa strukturerad, och att uppgifterna som ges är ofullständiga eller oklara. I modellen så löser ofta individer på de mer avancerade nivåerna problemet genom intuitiva beslut baserade på en ansenlig mängd erfarenhet och betydande tyst kunskap.

C. Open-Ended Group Projects och utveckling av kompetenser

Stora projektkurser är en naturlig plats för studenter att utveckla professionella kompetenser, särskilt i de fall där projektet drivs som ett Open-Ended Group Project (OEGP) konceptet [12, 13]. OEGP bygger på en syn på lärande som liknar den som ligger till grund problembaserat lärande (PBL) [14, 15], Situerad cognition [16], Practice Fields [17] och Communities of Practice [18]. Idéer i OEGP är dessutom nära besläktade med idéer om användning av ostrukturerad problemlösning [19]. Detta diskuteras också i allmänhet hos exempelvis Rittel och Webber [20] som kallar dessa problem "elaka problem". Schön [21, 22] beskriver dessa typer av problem som tillhörande det sumpiga lågland där fördefinierade metoder och tekniker är oanvändbara i problemlösningsprocessen. Schön beskriver det så här:

> "high, hard ground where practitioners can make effective use of research-based theory and technique" as well as "swampy lowland where situations are confusing 'messes' incapable of technical solution" [21].

Dessa faktorer sammantaget gör öppna projektkurser speciellt lämpade som arenor för utvecklande av professionella kompetenser [23]. Kursen IT i samhället som presenteras nedan är baserad på konceptet OEGP.

III. Kompetensutveckling i kursen IT i samhället

Kursen *IT i samhället* (Laxer et. al., 2009) är ett internationellt studentsamarbete mellan Uppsala Universitet och Rose-Hulman Institute of Technology. Kursen läses av studenter från främst IT-programmet, men har även deltagare från andra utbildningsprogram såsom civilingenjörsprogrammen i Teknisk fysik och System i teknik och samhälle och masterprogrammet i datavetenskap, samt även utbytesstudenter. Efter kursen ska studenten enligt kursplanen kunna visa en betydande teoretisk och praktisk kunskap om samspelet mellan teknik, användare och konstruktör baserat på relevanta kunskaper inom psykologi och systemkonstruktion samt erfarenhet av hur systemutvecklingsprojekt bedrivs i praktiken. Detta inbegriper kunskaper om, och erfarenhet av, arbete i projektform och med verkliga användare och kunna praktisera det i ett projekt med en extern uppdragsgivare. Studenten kan på ett konstruktivt sätt i en projektgrupp hantera ett komplext och mångfacetterat problem och presentera en lösning, både muntligt och skriftligt. Ett konkret projekt med verkliga användare löper som en röd tråd i kursen där t.ex. konstruktion av en prototyplösning för ett aktuellt problem belyses ur de olika momenten i kursen.

Tidigare forskning inom ramen för kursen IT i samhället har haft ett fokus på studenterna i Uppsala och deras lärande. Dessa studier har resulterat i ett antal vetenskapliga publikationer, varav några återfinns i referenslistan [24-29].

I kursen arbetar vi med studenternas kompetensutveckling utifrån constructive alignment [30, 31]. Vi inleder terminen med att studenterna får definiera och bestämma sina egna lärandemål vad gäller kompetensutveckling inom ramen för kursens projekt och kursplanerna. Dessa lärandemål baseras på en definition av kompetenser som vi genom ett samarbete med Curtin university tagit del av [9]. Dessa kompetenser presenterades kort i avsnittet relaterad teori. Studenterna författar sedan personliga lärandekontrakt baserade på tre delar. FIG. 3 och FIG. 4. nedan visar hur en student valt att skriva ett personligt lärkontrakt:

1) Vilken kompetens har studenten valt att fokusera på? Hur definierar studenten kompetensen?
2) På vilket sätt vill studenten arbeta med att bli bättre inom den valda kompetensen?
3) Hur ska studenten (och lärarna) veta om studenten blivit bättre?

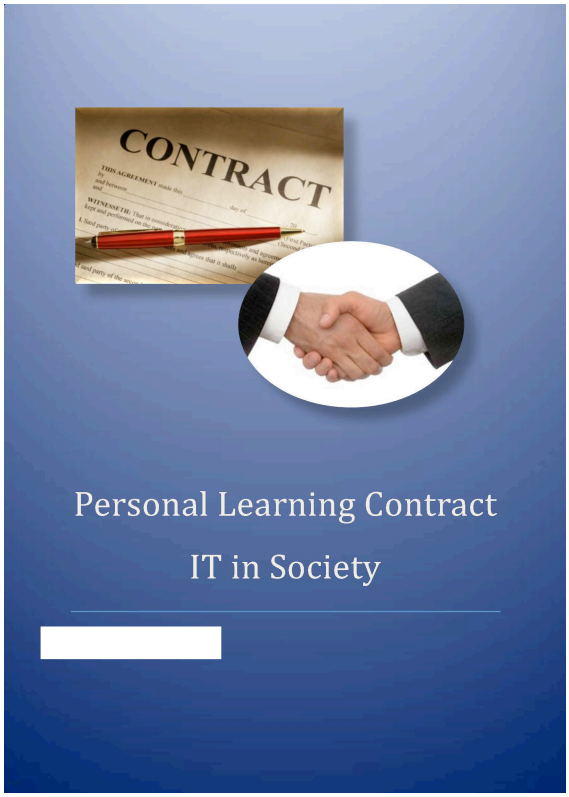


FIG. 3: Exempel från hur en student valt att utforma sitt personliga lärkontrakt.

Personal Learning Contract

By signing this contract, I'll be fully responsible for my learning stuffs and do the best that I can to produce the final result.

Student name: _____

Teacher name: Åsa Cajander, Mats Daniels and _____

Course name: IT in Society

Time Period of Contract: 29/08/2011 – 09/12/2011

Contract goals: Develop and improve the attributes that are listed below:

1. Professional skills
2. Information skills
3. Thinking skills

Signature (Student): _____

Signature (Teacher): _____

FIG. 4: Exempel på valda kompetenser i ett av studenternas personliga lärkontrakt.

I början av terminen i samband med författandet av de personliga lärkontrakten träffar varje student en lärare under ett individuellt samtal där kontraktet diskuteras. Kontraktet följs sedan upp under kursen genom en skriftlig reflektion om progression, samt ytterligare ett personligt möte i slutet av terminen för att diskutera hur arbetet med kompetensen har gått. Schön [21, 22] argumenterar för att det finns en direkt koppling mellan användningen av kritisk reflektion och framgångsrik professionell praxis. Reflektion, självvärdering och självbedömning är egenskaper som skiljer expertutövare från nybörjare och således bör utveckling av förmågan att reflektera över sin praxis vara en väsentlig del av några förberedelser för en professionell karriär.

Vi har arbetat med kompetensutveckling på ovanstående sätt i två år, och vi kan konstatera att studenterna är ovana vid den här sortens arbete i sina kurser. Många studenter fokuserar på produkten i projektkurser, d.v.s. på systemet de bygger eller rapporten de skriver, istället för att fokusera på lärprocessen under kursen. Dessa resultat överensstämmer också med resultat presenterade av Wiggberg [1]

Vi kan generellt konstatera att studenternas attityd till arbetet med professionella kompetenser varit mycket positivt, även om många också upplevt att det varit utmanande och svårt i vissa delar.

Vi kan också konstatera att vi under de nio år som vi gett kursen varje år stöter på studenter som inte klarar av att tillgodose sig kursen. Orsakerna till detta kan vara många, varav några är tidspress från andra kurser, oförmåga till att jobba med komplexa problem samt en känsla av att inte kunna bidra till resultatet på ett konkret sätt.

IV. Kompetensutveckling inom projektarbete på IT-programmet

På IT-programmet finns det redan ett antal projektbaserade kurser och nedan beskrivs kort de vi identifierade utifrån en enkät utskickad till de som undervisade på kurserna under läsåret 2010/2011.

A. Beskrivning av projektkurser

Åk 1

Introduktion till informationsteknologi, 10hp: 2hp grupparbete där de i grupper om sex, tre från ITP och tre från kandidatprogrammet i datavetenskap studerade studentprojekt i åk 4 och reflekterade över processen i sin egen grupp.

Åk 2

Processorienterad programmering, 15hp: 10hp projektarbete där sex studenter samarbetar i ett konstruktionsarbete.

Åk 3

Distribuerade system med projekt, 10hp: 5hp projektarbete där grupper om fyra-fem studenter, varav två från antingen Finland eller Kina, samarbetar i ett konkret konstruktionsprojekt. Inom projektet arbetar de också bl.a. med projektmetodik, tidrapportering och versionshantering av kod. Här ingår även en del projektarbetsteori.

Uppsatsmetodik, 5hp: 2hp instuderingsprojekt som redovisas skriftligt, muntligt och interaktivt.

Självständigt arbete, 15hp: 11hp projektarbete där grupper om två-tre studenter självständigt definierar, formulerar och planerar ett projekt, arbetar med dess lösning, och rapporterar skriftligt, muntligt och interaktivt.

Åk 4

IT i samhället, *15hp*: 15hp projektarbete där alla i kursen samarbetar i ett verkligt projekt tillsammans med ett antal amerikanska studenter.

Realtidssystem, 10hp: 3hp projektarbete där två-tre studenter från ITP, masterprogrammet i datavetenskap och civilingenjörsprogrammet i teknisk fysik arbetar med ett design och konstruktionsarbete.

Storskalig programmering, 10hp: 7hp projektarbete där grupper om sex ITP och masterstudenter i datavetenskap samarbetar i ett självständigt design- och kodningsarbete.

Programvaruteknik, 5hp: 5hp teorier för projektarbete.

Säkra datorsystem II, 5hp: 2hp projektarbete där två-tre studenter specialstuderar ett område och redovisar skriftligt och muntligt.

Åk 5

Projekt IT, 30hp: 30hp där alla i kursen samarbetar kring ett konkret konstruktionsprojekt, som t.ex. deltagande i fotbolls-VM för robotar.

B. *Progression*

Det vi ser är att det finns en progression ifråga om breddning och i fallet interkulturell kompetens en uttalat medveten progressionskoppling mellan kurserna *Introduktion till informationsteknologi*, *Distribuerade system med projekt* och *IT i samhället*. Vi kan också konstatera att det finns en tydlig progressionskoppling mellan kurserna *Programvaruteknik* och *Storskalig programmering* i det att teori (kunskap) presenteras i den ena för att sedan användas i den andra (färdighet). Det vi också ser att det finns en otydlighet och oklarhet i fråga om progression i fråga om projektarbetsfärdighet.

Progression i form av breddning och teori följt av praktik är för många naturlig och enklare att beskriva och hantera än en progression som handlar om fördjupning.

Det är värt att notera att implementering av progression försvåras av att kurser på senare delen av programmet oftast samläses med andra utbildningsprogram. Det gör att användning av färdigheter från t.ex. kursen *Självständigt arbete* i åk 3 försvåras eftersom den kursen inte är tillgänglig för studenter i andra utbildningsprogram.

V. Diskussion

Vår erfarenhet har visat att eleverna uppvisar och upplever utvecklingen av de i lärkontrakten valda professionella kompetenserna. Detta framkom genom de individuella mötena samt i de reflektioner som studenterna gjorde. Vi kan genom dessa konstatera att byggstenen kunskap i den strukturella beskrivningen av professionella kompetenser (se avsnitt om progression av professionella kompetenser ovan) var den som studenterna kunde beskriva bäst.

Vi kan också konstatera att modellen över progression som Dreyfus [11] beskriver ger en förklaring till varför vissa studenter i kursen känner sig enormt frustrerade och förvirrade i inledningen av kursen, då dessa enligt modellen befinner sig i stadiet “nybörjare” och saknar de professionella kompetenser som behövs för att ta sig an ett mångfacetterat och komplext problem.

Vi har också sett att eleverna saknade erfarenhet och självförtroende att göra dessa reflektioner kring lärandemål inom professionella kompetenser. Det är troligt att detta beror på begränsad tidigare erfarenhet av reflektion i allmänhet, och att tidigare lärande har haft stort fokus på bedömning av tekniska och mätbara resultat. Detta tyder på att eleverna inte kommer att reflektera över utvecklingen av professionell kompetens om vi inte tvingar dem att göra det, och att eleverna inte sannolikt kommer att införliva reflektion som en del av sin pågående yrkesutövning i framtiden. Detta förstärker ytterligare bilden att studenter bör uppmuntras till att reflektera över och utveckla sina professionella kompetenser tidigt i deras utbildningsprogram.

Särskilt tack till

Vi vill särskilt tacka Uppsala universitets Tekniskt naturvetenskapligt fakultet samt Institutionen för informationsteknologi som genom finansiering av denna pedagogiska utveckling möjliggjort detta arbete.

References

[1] M. Wiggberg, "Computer Science Project Courses: Contrasting Studentsí Experiences with Teachersí Expectations," 2010.

[2] C. Dörge, "Competencies and Skills: Filling Old Skins with New Wine," *Key Competencies in the Knowledge Society,* pp. 78-89, 2010.

[3] Utbildningsdepartementet. (1993, Oktober 14). *Högskoleförordningen*. Available: 62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24{HTML}=sfst_lst&%24{OOHTML}=sfst_dok&%24{SNHTML}=sfst_err&%24{MAXPAGE}=26&%24{TRIPSHOW}=format%3DTHW&%24{BASE}=SFST&%24{FORD}=FIND&%24{FREETEXT}=&BET=1993%3A100&RUB=&ORG=&%24

[4] C. Spradling, L. K. Soh, and C. J. Ansorge, "A comprehensive survey on the status of social and professional issues in United States undergraduate computer science programs and recommendations," *Computer science education,* vol. 19, pp. 137-153, 2009.

[5] B. Oliver, "Teaching Fellowship: Benchmarking partnerships for graduate employability," *Sydney, Australian Learning and Teaching Council,* 2010.

[6] OECD. (2005, Oktober 15). *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*. Available: https://http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf

[7] U. Universitet. (2007, oktober 15). *Mål och strategier för Uppsala universitet*. Available: http://regler.uu.se/Detaljsida/?contentId=14263

[8] T. n. f. Uppsala Universitet. (2005, Oktober 15). *Definition av ingenjörsmässighet*. Available: http://www.teknat.uu.se/digitalAssets/64/64129_Ingenj__rsm__ssighet.pdf

[9] C. University. (2010, Oktober 15). *Curtin Graduate Attributes*.

[10] M. Byram and A. Nichols, *Developing intercultural competence in practice* vol. 1: Multilingual Matters Ltd, 2001.

[11] H. L. Dreyfus, T. Anthanasiou, and S. E. Dreyfus, *Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer*: Simon & Schuster, 2000.

[12] M. Daniels, X. Faulkner, and I. Newman, "Open Ended Group Projects, Motivating Students and Preparing them for the," 2002, p. 0128.

[13] M. Daniels, "The contribution of open ended group projects to international student collaborations," *ACM Inroads,* vol. 1, pp. 79-84, 2010.

[14] D. A. Kolb, *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*: Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1984.

[15] A. Kolmos and H. Algreen-Ussing, "Implementing a problem-based and project organized curriculum," *Das Hochschulwesen,* vol. 1, pp. 15-20, 2001.

[16] J. S. Brown, A. Collins, and P. Duguid, "Situated cognition and the culture of learning," *Educational researcher,* vol. 18, p. 32, 1989.

[17] S. A. Barab and T. Duffy, "From practice fields to communities of practice," *Theoretical foundations of learning environments,* vol. 1, pp. 25-55, 2000.

[18] E. Wenger, *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*: Cambridge Univ Pr, 1998.

[19] D. H. Jonassen, "Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes," *Educational Technology Research and Development,* vol. 45, pp. 65-94, 1997.

[20] H. W. J. Rittel and M. M. Webber, "Dilemmas in a general theory of planning," *Policy sciences,* vol. 4, pp. 155-169, 1973.

[21] D. A. Schön, *The reflective practitioner: How professionals think in action*: Basic books, 1983.

[22] D. A. Schön, *Educating the reflective practitioner*: Jossey-Bass San Francisco, 1987.

[23] A. Hauer and M. Daniels, "A learning theory perspective on running open ended group projects (OEGPs)," pp. 85-91, 2008.

[24] A. Cajander, T. Clear, and M. Daniels, "Introducing an external mentor in an international Open Ended Group Project," 2009, pp. 1-6.

[25] A. Cajander, T. Clear, M. Daniels, J. Edlund, P. Hamrin, C. Laxer, and M. Persson, "Students analyzing their collaboration in an international Open Ended Group Project," 2009, pp. 1-6.

[26] Å. Cajander, M. D. R. McDermott, and B. R. von Konsky, "Assessing Professional Skills in Engineering Education," 2011.
[27] M. Daniels, "Developing and Assessing Professional Competencies: a Pipe Dream? - Experiences from an Open Ended Group Project Learning Environment," Doctoral Degree, Institutionen för Informationsteknologi, Uppsala University, Uppsala, 2011.
[28] M. Daniels, Å. Cajander, T. Clear, and A. Pears, "Engineering education research in practice: Evolving use of open ended group projects as a pedagogical strategy for developing skills in global collaboration," *International journal of engineering education,* vol. 26, pp. 795-806, 2010.
[29] C. Laxer, M. Daniels, Cajander, and M. Wollowski, "Evolution of an international collaborative student project," 2009, pp. 111-118.
[30] J. Biggs, "Aligning teaching and assessment to curriculum objectives," *Imaginative Curriculum Project, LTSN Generic Centre,* 2003.
[31] J. B. Biggs and C. Tang, *Teaching for quality learning at university* vol. 9: Open university press Buckingham, 1999.

Mattetek.se en lärplattform för kursen linjär algebra

George Baravdish, Owe Kågesten

LiU, ITN

Mattetek.se är ett projekt där vi har utvecklat en lärplattform som skall stötta studenternas lärande inom kursen linjär algebra. Kursen är en viktig grundsten i en civilingenjörsutbildning men också en kurs som många studenter upplever som svår. Vi har utvecklat en internetbaserad kurs med ett antal moduler för att stötta ett reflekterat lärande och ett stöd för studenternas förståelse av relativt komplexa sammanhang. Kursen har samma innehåll som motsvarande campuskurs och kan studeras parallellt med den eller separat. Vi använder oss alltså av det som i andra sammanhang kallas ”blended learning”. Till kursen är kopplat en textbok som användaren i sin helhet har tillgång till.

1. *Inledning*

En campuskurs bygger på att läraren finns närvarande för att stötta studentens lärande. Inte alltid är detta tillräckligt då läraren har begränsad tid. Vidare går utvecklingen åt det håll som innebär att våra studenter studerar i sammanhang som ej alltid är knutna till campus.

Syftet med lärplattformen är att:

*Öka tillgängligheten för studenterna genom att plattformen finns på Internet
*Skapa flera ingångar till lärandet
*Utnyttja studenternas intresse att finna information på nätet
*Använda lärarna mera kreativt på lektioner och föreläsningar genom att studenterna kan klara av en hel del av det basala kunskapsinhämtandet via plattformen
*Skapa bättre förutsättningar för djupinlärning
*Ge stöd för lärandet då campuskursen ej finns tillgänglig, tex inför omtentamen

Vår tanke med denna lärplattform är dessutom att stötta ett reflekterat lärande.

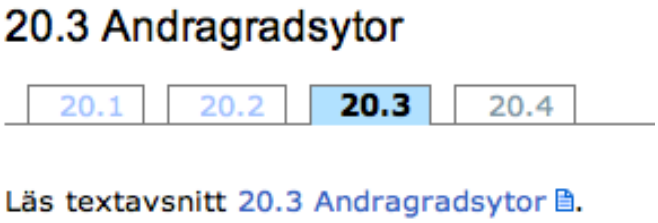
Då vi i olika sammanhang har efterfrågat studenternas synpunkter på lärplattformen har vi mötts av idel positiva tongångar, vilket har stimulerat oss att vidareutveckla lärplattformen. Se vidare under rubriken utvärderingar.

2. *Presentation av de olika modulerna*

Plattformen innehåller ett antal moduler:

2.1 *Textbok*

Det finns en **textbok** integrerat i plattformen. Här finns allt material i form av den fullständiga teorin med förklarande exempel. Denna textbok finns också i bokform. Studenten kan alltså antingen läsa i boken eller hämta den aktuella texten från plattformen. Det aktuella texmaterialet ligger i anslutning till de uppgifter som studenten förväntas lösa. Inledningen på ett kapitel kan se ut enligt detta utklipp från lärplattformen.



Kapitlet andragradsytor är indelat i 4 underkapitel. Här kan studenten välja de olika kapitlen genom att klicka i respektive ruta. Starten är sedan ett textavsnitt som är klickbart. Studenten kan även välja att läsa motsvarande avsnitt i boken.

2.2 *Övningsuppgifter*

Nästa modul i plattformen är **övningsuppgifter** som är valda utifrån det textavsnitt som finns i inledningen. Dessa uppgifter är av ”standardkaraktär” och deras avsikt är att studenten skall tillämpa och förstå teorin.

2.3 *Tips och lösningar*

Till varje övningsuppgift finns **tips och lösningar** i systematiska steg. Dessa organiseras så att om studenten behöver hjälp kan hon/han via en meny klicka sig fram och få hjälp på olika nivåer. Tipsen utformas så att de kan användas för att förstå de strukturer i teorin som övningsuppgiften avser att illustrera. Tipsen är avsedda att ge studenten en förfinad vägledning genom teorin med tex hänvisningar till textboken. I detta moment gör vi det första försöket att få studenten att stanna upp och reflektera över vad de gjort när de löst en uppgift. Vår erfarenhet säger oss att studenter ofta löser uppgifter med målet att få fram rätt svar inte att stanna upp och reflektera

vilka ingredienser som låg till grund för att erhålla ett framgångsrikt resultat.

Vi exemplifiera med ett enklare exempel. För att ta sig fram i de olika tipsnivåerna måste man klicka sig fram i steg; först tips 1 sedan tips 2 och tips 3 och slutligen ser man hela lösningen. En del studenter använder tipsen ”baklänges”, dvs man använder tipsen för att se den struktur som finns i lösningen. Detta är i en del fall en hjälp för att förstå hur man löser problemet. Vi kan tom se det som en pedagogisk metod.

17.33. Låt $\underline{e} = \{e_1, e_2, e_3\}$ var en bas i rummet och F en linjär avbildning med matrisen

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

i denna bas. Vad är matrisen för F i den bas $\underline{f}$ som ges av

$$f_1 = e_2 - e_3, \qquad f_2 = e_1 - e_2 + e_3, \qquad f_3 = -e_1 + e_2.$$

Svar | Tips och lösning

Tips 1

Använd sats 16.51. Din uppgift blir alltså att identifiera Basytesmatrisen T samt avbildningens matris A_e

Tips 2

Du erhåller nu den sökta matrisen A_f enligt sambandet

$$A_f = T^{-1} A_e T$$

Tips 3

Du behöver nu dessutom T^{-1}

Lösning

Eftersom bassambandet är $\underline{f} = \underline{e}T$, där $T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$, så är

$$A_f = T^{-1} A_e T = \begin{pmatrix} -2 & 6 & -3 \\ 0 & 5 & -3 \\ -1 & 5 & -4 \end{pmatrix}.$$

Visa mindre | Visa mer | Dölj allt

2.4 Reflektionsuppgifter

Efter genomgångna övningar på respektive delkapitel leds studenten till sk **reflektionsuppgifter**. I dessa görs det andra försöket att få studenten att reflektera och fördjupa sitt lärande. Reflektionsuppgifterna avser att fånga upp de tankar som finns inom respektive delkapitel för att med hjälp av dessa förstå de större helheterna. Dessa uppgifter är av den karaktären att studenterna i allmänhet behöver diskutera dessa med andra studenter. De kan dessutom vara ett underlag för campuskursens lektioner. En del av frågorna är av den karaktären att de behöver lyftas av läraren. Nedan illustrerar vi med ett exempel:

Reflektionsuppgifter

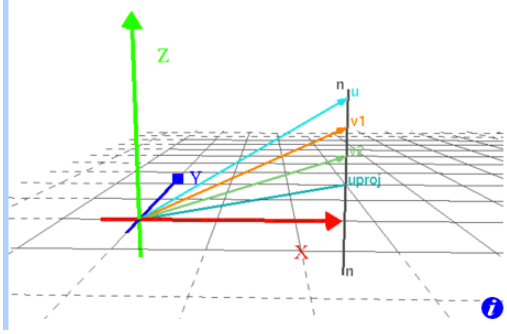
1. Beskriv för en kamrat vad det är som påverkar utseendet på avbildningsmatrisen.
2. Beskriv vad matriserna A resp T reglerar. Påverkar de varandra? I så fall hur?
3. Hur beräknas kolonnerna i A resp T?

2.5 Visualiseringar

Via två examensarbeten inom civilingenjörsutbildningen medieteknik har vi utvecklat **visualiseringar** för att illustrera centrala begrepp såsom projektion, rotation, kvadratiska former mm. Dessa visualiseringar kan vara passiva , dvs studenten klickar bara på bilden och med automatik sker tex projektionen (spelas upp som en ”film”). I andra kan studenten laborera genom att påverka projektionen. Vidare kan man ändra på perspektivet genom att dra i bilden så att synvinkeln blir den önskade.

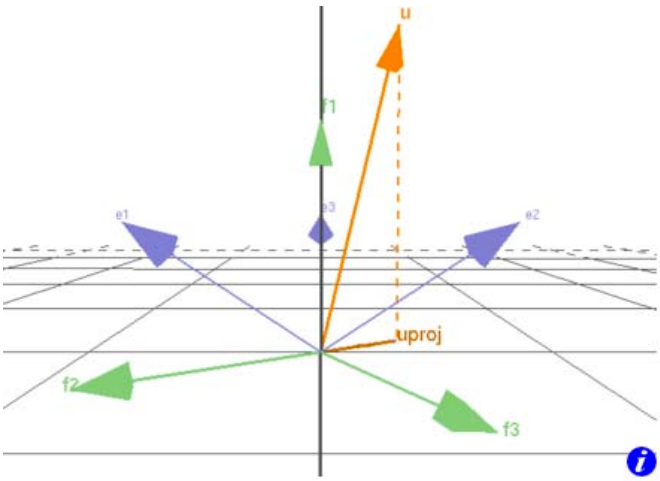
Nedan visar vi på några visualiseringar:

Du kan visualisera ortogonal projektion på ett plan genom att klicka på bilden.

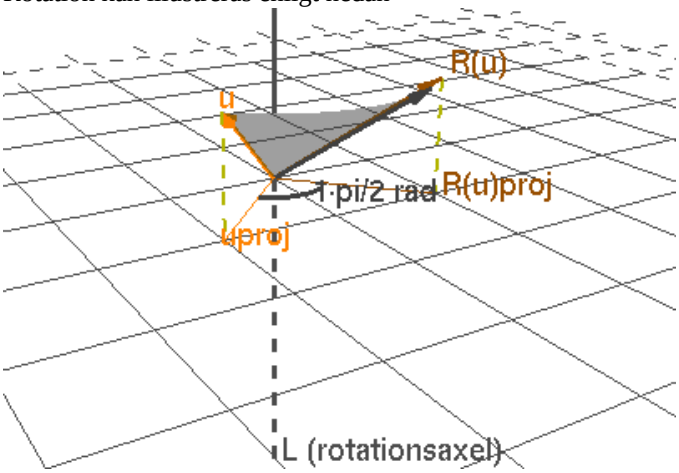


I nedanstående bild illustreras basbyte i samband med projektion.

Rota



Rotation kan illustreras enligt nedan



För att illustrera ett exempel av typen

Övning 22.28

Bestäm största resp. minsta värde som den kvadratiska formen

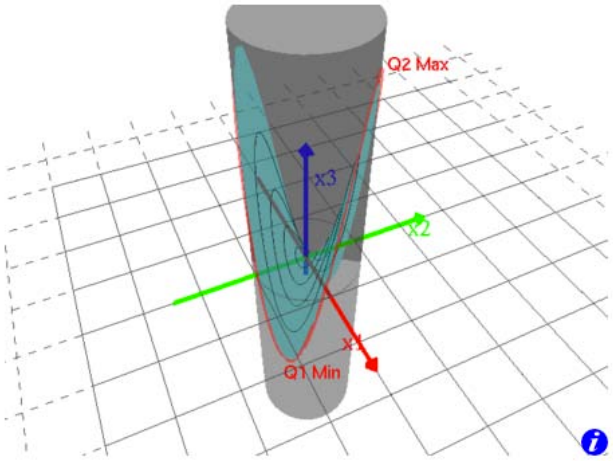
$$Q = 3x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 2x_2x_3$$

antar på enhetssfären $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1$ och ange i vilka punkter extremvärdena antas.

Svar | Tips och lösning

Visa mindre | Visa mer | Dölj allt

kan studenten ha god användning av en visualisering. På nätkursen kan studenten ta tag i bilden och vrida och vända på den för att förstå den geometriska bilden av problemet och se största och minsta värde hos Q.



2.6 Nätduggor

En viktig del i studentens lärande är en kontinuerlig återkoppling till studenten. I detta fall har vi löst det med **självrättande test**. Direkt ser studenten om han/hon kommit fram till rätt svar. I vårt fall har vi haft ett sådant test varje vecka under campuskursens gång. Godkända test har dessutom givit viss bonus vid examinationen av campuskursen.

3. Utvärderingar

Under utvecklingsarbetet har vi kontinuerligt haft med studenterna i olika former av utvärderingar. Dessa utvärderingar har hjäpt oss att förbättra det plattformen, men också att stimuleras att arbeta vidare. Nedan följer några studentkommentaren som är av den stimulerande karaktären.

Mycket användbart! Speciellt om man räknar hemma och inte har ngn att diskutera med.
Väldigt bra fortsätt med detta! Särskilt när man sitter hemma själv och inte kan få hjälp av nån.
Mycket bra! Det hade varit ännu bättre om man utökar så att lösningar och tips fanns på de andra avsnitten med. Väldigt givande.
Ett bra inlärningshjälpmedel. Hade vi fått tillgång till det tidigare så tror jag att jag skulle förstå kursen bättre.
Superbra hjälpmedel som är minst lika bra som boken.
Tyckte det var mycket bra dock saknade jag stöd på egenvärden och kvadratiska former.
En del korrekturläsning men annars super!
Vissa småfel som fixas.
Det här var ett riktigt bra komplement till boken och man fick en grundlig repetition av kapitlet, vilket också behövdes.
Tycker absolut att ni ska fortsätta med nätkursen.!
Om det går att förbättra sidan för att fungera med Firefox vore det bra.
En mycket bra ide, bättre än lektion med papper och penna.
Jag tycker att det var bra.
Riktigt uppskattat.
Det var en bra grej
Nätkursen var bra men boken var också viktig att arbeta i.
Jättebra sätt att lära sig matematik och verkligen förstå den.
Kräver dock disciplin men nätduggan sporrade att lösa övningarna för att sedan klara duggan.

4. Några avslutande reflektioner

Inom matematikundervisningen behöver vi arbeta på flera taxonomiska nivåer. Inom denna lärplattform är ambitionen att möta studenterna på flera av dessa nivåer. Vi drillar studenterna på problemlösning och ligger då inom SOLO-taxonomins nivå 1-2 (prestrucural-unistructural). Här kommer modulerna uppgifter, tips och lösningar in. Detta är en nivå som vi behöver som en grund för att komma åt de högre taxonomiska nivåerna nivå 3-5 (multistructural-relation-extended abstract). För att lyfta studenternas lärande till denna nivå ser vi tipsen som en start på en process där studenten backar tillbaka i sin problemlösning och funderar på sammanhangen i lösningen. Reflektionsuppgifterna är sedan den avslutande steget i denna process. På reflektionsuppgifterna behöver studenterna mera stöd och uppmuntran som vi idag genomför på lektionerna.

5. Det pågående arbetet

Vi arbetar idag med ett utvecklingsarbete som syftar till att införa flera stöd till studenterna, tex genom en speakerröst som finns i anslutning till reflektionsuppgifterna, men även till tipsen. Denna röst skall hjälpa studenterna att ”packa upp” ((internationellt talar man om att ”unpack mathematic”) matematikens satser och definitioner. Allt detta handlar om vår medvetenhet om att det är svårt att läsa en matematisk text, vilket ofta leder till att våra studenter försöker gå genvägar genom att lära sig att bara lösa uppgifterna utan att reflektera över vad de gjort. På köpet ges, i detta fall, studenterna en extra möjlighet att höra matematiken och den vägen hjälpa studenterna att få ett matematiskt språk. En hel del av detta görs naturligtvis i den vanliga campusundervisningen, men här ges möjligheten att obegränsat få höra förklaringarna flera gånger då studenterna själva väljer tid och rum.

Förutom speakerrösten kommer vi att införa föreläsningar inspelade i ”studio” på områden som vi vet är svåra för studenterna. Vi hade flera spår inom den sk webcastingtekniken, men efter utvärderingar var det tydligt att studenterna föredrog dessa föreläsningar.

6. Samverkan

Vi har sedan tre år tillbaka valt att ta upp ett samarbete med KTH där vi tillsammans ger en förberedande kurs för alla nyantagna ingenjörsstudenter vid LiTH (inom Math.se). Detta samarbete har nu fördjupats och vi har, vid ITN, under 2008-2010 tagit fram en prototyp till en kurs i linjär algebra anpassat till civilingenjörsstudenterna vid Campus Norrköping. Den tekniska supporten har KTH stått för via wikiplattformen http://math.se/. Detta samarbete fördjupas för närvarande och även Stockholms Universitet ingår nu i samarbetet.

7. Generaliserbarhet

Det stöd som via lärplattformen ges för studenternas lärande kan självklart användas inom alla typer av matematikkurser, men man behöver kanske se över vilka moduler som är mest relevanta för aktuell kurs. Vidare kan de grundläggande idéerna anpassas till alla typer av ffa beräkningsintensiva tillämpade kurser som reglerteknik, mekanik, signalbehandling, hållfastighetslära osv. Vår ambition är att sprida våra idéer till andra kurser, både inom och utanför LiU.

8. Adressen till plattformen

Arbetet med att förfina och utveckla plattformen kontinuerligt fortgår och vi räknar med att det har sin slutliga utformning under 2012. Du som vill följa arbetet kan göra det under adressen:

http://wiki.math.se/wikis/samverkan/linalg-LIU/index.php/Huvudsida

Öppna Lärresurser för Ingenjörsutbildningar

Christer Thörn
Tekniska Högskolan i Jönköping
Box 1026, 551 11, Jönköping
E-post: christer.thorn@jth.hj.se

***Abstract*—Detta bidrag beskriver våra erfarenheter från utvecklingen och genomförandet av en programmeringskurs för högskoleingenjörsstudenter på andra året i datateknik. Kursen utvecklades och genomfördes med hjälp av Internet-baserade öppna lärresurser (open educational resources/OER), specifikt för att stödja självstudier. Artikelns syfte är att visa exempel på den potential och de problem som OER innebär, samt erfarenheterna från att praktiskt använda dem. Vi delger motiven för att använda OER, hur kursen utformades för att använda OER, vilket verktygsstöd som användes och hur utfallet av kursen blev. Utöver lärarens erfarenheter av kursen har även studenterna svarat på en enkel enkät om undervisningssättet och artikeln redovisar de styrkor och svagheter som upplevts med användningen av OER för självstudier. Vi fann att det största problemet vid användning av öppet tillgängliga lärresurser är det begränsade utbudet samt dess varierande kvalitet. Vi fann även att den huvudsakliga vinsten för utbildaren ligger i möjligheten att hitta unikt material samt att studenterna uppskattar den flexibilitet och relevansen som materialet ger.**

I. Introduktion

Öppna lärresurser har åtnjutit tilltagande uppmärksamhet på senare år och åtskilliga evangelister för konceptet har talat sig varma kring fördelar och möjligheter med att återanvända och dela med sig av material för olika lärandeaktiviteter. Open Education Resources (OER framgent) har fått legitimitet genom till exempel MIT's initiativ OpenCourseWare [1] och publicitet genom Khan Academy [2], där den gemensamma nämnaren är användning av IT och webben som teknik och medium för att distribuera materialet.

OER finns för de flesta nivåer av utbildning och omfattar allt från klipp och klistra för förskola, till avancerade kurser på tertiär nivå. Motivet för att använda OER är relativt gemensamt och bygger dels på att höja kvalitén genom att använda det bästa materialet från de främsta experterna och visa eller beskriva koncept som man inte har möjlighet att hantera på egen hand, men dels också att göra en besparing av tid och arbetsinsats genom att inte återuppfinna kursmaterialet. Att använda OER är sålunda inte väsensskilt från att använda en kursbok och inte mer dramatiskt än så.

Detta bidrag beskriver användning av OER i kurs på andra året för högskoleingenjörer i datateknik. Det finns många åsikter kring god ingenjörsutbildning och hur lärandeaktiviteter ska planeras på bästa sätt och de erfarenheter som görs här är färgade av den kursansvariges tankar kring ämnet.

Syftet med bidraget är att visa på potential i användning av OER, beskriva några av de problem som kan uppstå och redogöra för studenternas och lärarens erfarenheter av den kurs som blev resultatet.

II. Öppna lärresurser

Inspelade föreläsningar, kompendier som kollegor skrivit och gått i arv, labbutrustning, etc. har alltid använts, i linje med ovan angivna motiv, arbetsbesparing och kvalitetshöjning. Skillnaden gentemot OER ligger främst i distribution och villkor. Internet tillåter näst intill kostnadsfri distribution över hela världen, oöverträffad tillgänglighet och ett mycket rikare utbud, så länge som resursen är i digitaliserad form.

Det finns ingen universellt överenskommen definition för OER, men i samband med UNESCOs intresse för OER i utvecklingsländer anges att OER omfattar kursmaterial för studerande, resurser för att stödja lärare och resurser för att säkra kvalitén på utbildning [3]. En definition som nu ofta används och som är i samklang med de flesta andra varianter på temat ges av OECD: *"open educational resources are digitised materials offered freely and openly for educators, students and self-learners to use and reuse for teaching, learning and research"* [4].

OER har så klart funnits att tillgå även innan man började definiera begreppet, exempelvis OpenCourseWare. I och med att allt fler tilltalats av konceptet har det spridit sig och det nu finns otaliga källor till OER. Många av de stora aktörerna för distribution av digitaliserad media i allmänhet har en avdelning eller gruppering avsedd för läranderesurser [5], [6], många utbildare och institutioner har webbsidor med OER-samlingar, och valfri bibliotekarie kan peka ut mängder med initiativ, organisationer och individer som tillhandahåller material av skiftande kvalitet och i varierande kvantitet.

Även om OER-liknande resurser funnits tillgängligt, ligger en stor skillnad i de villkor för användning som åtföljer resurserna. Användningen av OER ska, enligt ovanstående definition, vara fri och öppen för alla, såväl studenter som lärare och övriga intresserade. Detta innebär att ett fullfjädrat OER-objekt ska vara försett med tydliga villkor för dess användning och spridning. Många lärare har säkert satt ett slentrianmässigt © i sina kompendier eller på sina föreläsningsbilder, utan att tänka på vad det innebär för spridningen av materialet, och förmodligen utan större invändningar om någon kollega senare återanvänt delar. Men om materialet utvecklats med avsikt att göra det tillgängligt som OER, öppnar ett enkelt © för tolkningar och frågor kring vad som egentligen avses. Detta har lett fram till mer kompletta regelverk för hur OER-objekt

kan skyddas, licensieras, distribueras, användas och även kommersialiseras [7], [8]. Reglerna är generellt lättbegripliga och tillräckligt generösa för de vanligaste användningsformerna, men ändå något som måste tas hänsyn till.

Inte minst eftersom det kan sägas finnas ett underförstått kontrakt mellan de som utvecklar och de som använder OER. Utvecklat material görs tillgängligt, och i utbyte ges erkännande till de som utvecklat materialet. Så långt inte annorlunda mot hur citering av forskningsresultat alltid gått till sedan Newton ställde sig på jättars axlar, men det finns även ett starkt inslag av community inom OER, där man inte bara ska ta material som andra gjort, men också uppmuntras bidra till nytt material och dela med sig av sina egna resurser. Att gå från att dela med sig inom en institution eller avdelning till att dela med sig på en världsomspännande skala medför säkerligen tveksamhet hos många.

III. Kursdesign för öppna lärresurser

Erfarenheterna i detta bidrag kommer från en kurs som skulle utvecklas för att lära studenter i datateknik hur man utvecklar mjukvara med grafiska användargränssnitt. Kursen som tidigare getts under samma namn var i behov av en uppfräschning och kvalitetskontroll, vilket ålagdes huvudförfattaren. Utan att göra en längre utvikning kring programmering och mjukvaruutveckling, är det värt att nämna att utvecklingen inom området går otroligt fort. Jämförelser mellan användargränssnitt på till exempel mobiltelefoner eller webben idag och för 5-10 år sedan är närapå häpnadsväckande. Tack vare moderna och kraftfulla verktyg är det idag ojämförligt enklare än tidigare att konstruera grafiska gränssnitt. Med anledning av det kan den aktuella kursen karaktäriseras som en förhållandevis enkel fortsättningskurs till övriga programmerings- och utvecklingskurser inom programmet.

A. Kursbeskrivning

Med kursens lärandemål i åtanke lades kursen upp i två delar förlagda över varsin läsperiod. Den senare halvan av kursen utgjordes av ett lite större grupparbete, där projektledning, gruppdynamik, och en del andra moment som inte var direkt kopplade till programmeringsämnet ingick. Den delen kommer inte närmare beröras i detta bidrag, utan istället fokuseras på den inledande läsperioden som utgjordes av instudering och övning på programmering inför projektdelen.

Eftersom kursutvecklaren tidigare varit inblandad i programmeringskurser som getts på distans, uppkom en idé om att lägga upp instuderingen som en campus-förlagd distanskurs. Eftersom ämnet för instuderingen lämpade sig förhållandevis väl för självstudier och i mycket stor utsträckning handlar om att praktisera, snarare än att vränga hjärnan kring komplicerade teorier, verkade det vara en förhållandevis rimlig väg att gå. Då OER-objekt nästan uteslutande är digitala förekommer de ofta i samband med distanskurser. Följden blev ett upplägg där studenterna i egen takt och på eget ansvar "konsumerade" olika digitala resurser som distribuerades via en lärplattform (Ping-Pong) och under lärarledd tid varje vecka hade laborationer för att tillämpa och praktisera det som lärresurserna tagit upp. Innehållet som skulle tas upp av resurserna styrdes av vad som krävdes för den senare delen av kursen, och var i praktiken ett de facto-upplägg som följs av de flesta kurser och böcker inom ämnet.

Fokus i kursdelen hamnar sålunda på praktik och utförande. Från kursutvecklarens perspektiv är detta ett acceptabelt förfarande för en kurs på ingenjörsutbildningar, snarare än fokus mot teori. Inläsningen blir till viss grad individanpassad, eftersom studenterna kan följa lärresurserna i egen takt, repetera självständigt och sedan ställa frågor till lärare vid laborationstillfällena. Kontroll och examination av inlärningen gjordes med hjälp av redovisning av individuellt utförda laborationsuppgifter.

B. Läranderesurserna

Utveckling av mjukvara med grafiska gränssnitt är en mycket vanligt förekommande kurs i någon form inom de flesta utbildning i datateknik. Detta var en bidragande orsak till att den aktuella kursens upplägg formulerades på ovan nämnda sätt. Det fanns en föraning om att det borde finnas åtskilligt material, inklusive kompletta kurser, som kunde användas som instuderingsmaterial under första kursdelen, vilket skulle ge mer resurser till den andra delen. Föraningen visade sig vara till viss del korrekt, men ävenledes till viss del felaktig.

Några enkla sökningar bland de större aktörerna och samlingarna inom OER uppvisar ett förhållandevis välförsett utbud av kurser och resurser som ligger i linje med de mål och intentioner som fanns formulerade för instuderingsperioden. Det visar sig dock ganska snabbt att vartefter man inför villkor eller kriterier på materialet, för att passa den aktuella kursmiljön, minskar antalet resurser snabbt. Med kursmiljö avses för det aktuella exemplet faktorer som krav på operativsystem, val av programmeringsspråk, användning av verktyg, typ av övningar, passande laborationsuppgifter, etc.

Förutsatt att man är villig att ta en komplett kurs eller åtminstone förhållandevis kompletta kursmoduler, rakt av och "spela upp" i sin egen kurs är utbudet ganska gott. Men om man vill göra avsteg, modifikationer eller anpassningar för sitt kursupplägg blir många resurser plötsligt mycket oflexibla. Under sökandet av resurser ställdes ofta frågan om det var vettigt att rekommendera ett 10 minuters videoklipp där egentligen bara två minuter i början och mitten var relevanta för studenterna i det läget. Vore det bättre att klippa ut de relevanta delarna och redigera ihop egna videoklipp, eller vore det enklare och snabbare att helt enkelt bara hålla en kort, traditionell föreläsning om det?

Ju mer specialiserad information som man behöver, desto mindre blir naturligtvis utbudet. Det finns påtagliga fördelar med att kunna se ett videoklipp där ett visst förfarande demonstreras, men det är mycket svårt att söka efter videoklipp. Med fler villkor på vad materialet ska ta upp och högre grad av specialisering minskar som sagt utbudet av de mer organiserade lärresurserna snabbt. Sammantaget ledde detta till att mycket av det material som användes i den aktuella kursen hittades via generiska sökningar på Internet. Många

videoklipp var inte uttryckligen markerade som OER, och ofta gjorda av icke-akademiker med intresse av att dela med sig av sina kunskaper. Ett antal texter skrivna av entusiaster, företag inom branschen eller bloggare visade sig användbara. Vissa förlag och författare lägger också ut utdrag eller vissa kapitel ur sina läroböcker som smakprov för gratis användning, men kan knappast klassas som OER.

Eftersom materialet till slut blev mycket heterogent och inte kom i förväg förpackat som en kurs, var det nödvändigt att komponera delarna och konstruera en sammanhängande presentation av dem. Detta gjorde att kursutvecklingen inte skiljde sig nämnvärt från ordinarie utveckling av till exempel en distanskurs.

IV. Studenternas erfarenheter

Eftersom upplägget av kursen med instudering av lärresurser och handledning av praktik inte är helt vanligt på lärosätet, så gjordes en enkel utvärdering av hur studenterna uppfattade första delen av kursen. Det finns inte underlag för avancerad statistisk behandling eftersom utvärderingen efterfrågade kommentarer snarare än siffror, men det är ett finger i luften. Endast hälften av studenterna valde att delta i utvärderingen.

Vad gäller arbetsinsatsen under perioden så lades i genomsnitt lika mycket tid per vecka utanför lektionstid som under handledningstillfällena, vilket innebär omkring sex timmar vardera, vilket får sägas vara pricksäkert för en kurs på kvartsfart.

Arbetsformen fick blandade omdömen där de flesta uppskattade friheten av välja plats och tid för att sköta instuderingen, men påpekade också vikten av att ha självdisciplin nog att inte skjuta upp aktiviteterna till sista stund. Studenterna uppskattade att kunna välja sitt eget tempo och studera mer eller mindre om olika saker som de upplevde som svåra respektive enkla. Man upplevde också att inlärningen vann på att se flera alternativa sätt att lösa problem och utföra uppgifter på. Nackdelen var dock att man inte alltid var säker på om den lösning man valde var den mest lämpade, och man saknade lärarkontakt under det egna arbetet.

Användningen av lärresurserna fick förhållandevis gott betyg. En kursbok var rekommenderad till kursen, men de flesta kommentarer påpekar att de webbaserade lärresurserna var bättre än boken. Naturligtvis kan detta bero mer på bokens kvalitet än e-resurserna. Videoklipp som steg för steg går igenom hur man löser typiska problem och använder de olika verktygen upplevdes som mycket bra, men den tekniska kvalitén på klippen blir viktig när små detaljer måste vara tydliga, snarare än om bilderna enbart visar en föredragshållare. Studenterna uppskattade också att de länkar till resurser som var sammanställda hade direkt relevans till de praktiska övningar som skulle utföras.

Det klart intressantaste i utvärderingen är hur studenterna upplevde kursmomentet i jämförelse med traditionella kurser med föreläsningar. Fig. 1 visar svarsfördelningen på frågan *"Givet att du fick välja mellan det material du haft och 2-3 timmar traditionell föreläsning per vecka, vilket tror du att du lär dig mest på?"* Det finns en övervikt till att föredra

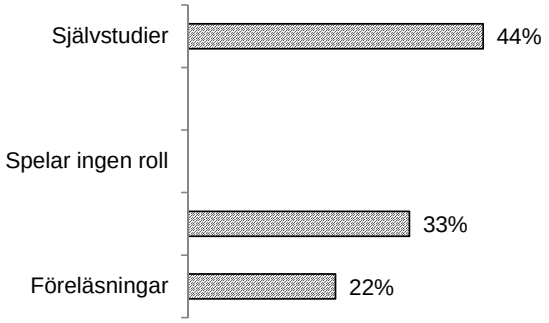


Fig. 1. Studenternas preferens avseende studieform.

traditionella föreläsningar, men anledningarna bakom siffrorna är inte klara. Man kan spekulera kring flera möjliga orsaker inklusive ovana vid självstudier, upplevd ökad arbetsinsats, lågt förtroende för e-resurser, eller helt enkelt olämplig pedagogik och dålig inlärning av materialet. Oavsett orsak kan dock tolkningen vara att kursupplägget inte spelar någon roll. Hälften av studenterna kommer ändå vara missnöjda, det är bara att välja vilken halva.

V. Lärarens erfarenheter

Ur lärarens perspektiv var kursen som helhet tillfredsställande, eftersom närapå alla studenter fullföljde kursen med gott resultat och bättre kunskaper och färdigheter med avseende på kursinnehållet jämfört med den tidigare kursen.

Avseende kvalitet och omfång på lärresurserna var det, som redan nämnts, svårt att hitta kompletta paket eller moduler som uppfyllde kursens behov. I flera fall när alternativet för ett videoklipp stod mellan en demonstration gjord av en undervisare vid ett universitet eller en demonstration gjord av en entusiast, var såväl den tekniska som produktionsmässiga kvalitén högre hos entusiasten. I kombination med att det snabbt visade sig vara omöjligt att söka material enbart inom OER-samlingar ledde till att materialet till slut kom från många olika källor och ursprung. Det slutliga omfånget av material var tillräckligt, men det var komplicerat att ta sig dit.

Det finns en del vinster och förtjänster med användningen av OER och andra publika e-resurser. Exempelvis finns det videoklipp och dokumentära filmer som visar utvecklingen av de första grafiska gränssnitten, något som är svårt att redovisa i lektionssal annat än genom att visa videoklippen på storskärm. Flera av resurserna visade också på ett bra sätt problemlösning och handhavande på ett sätt som skulle kunnat emuleras i sal, men med nackdelen att studenterna inte skulle ha samma möjlighet att repetera. Ur undervisningsperspektiv innebar detta att materialet var en tillgång för kursen och fungerade bättre än traditionella undervisningsformer.

Det går inte att förneka att det är lockande att kunna spara tid på att använda redan existerande undervisningsmaterial. Som alltid när det gäller utveckling av kurser får man räkna med att investera och amortera tiden över flera kursomgångar. Det är liten eller ingen vinst i tid det första året, eftersom det i praktiken tar betydligt längre tid att titta igenom videoklipp än

att läsa igenom texter. Efterföljande kursomgångar har större möjlighet att leda till besparing, men samtidigt är ämnet för kursen snabbt föränderligt och materialet måste förmodligen uppdateras. Man får också ta med i beräkningarna att resurser som man tidigare använt kan försvinna om man inte gjort lokala kopior av materialet, vilket ställer licensvillkoren i fokus.

Det som upplevdes mest positivt ur lärarperspektiv var att studenterna ofta var väl förberedda när de kom till de lärarledda tillfällena. Det verkar som att studenterna faktiskt utnyttjade möjligheterna att studera materialet ordentligt på egen hand snarare än att sitta och halvsova på en halvtom föreläsning.

VI. Sammanfattning och lärdomar

Det är tveklöst så att kursens upplägg och val av hur den lärarledda undervisningen lades ut spelar en mycket stor roll för hur kursen uppfattas och utgör en stor osäkerhet i utvärderingarna. OER i sig existerar aldrig utan ett sammanhang. Men givet de erfarenheter som studenter och lärare upplevde kan några sammanfattande punkter ges med avseende på användningen av OER.

Eftersom antalet kompletta kurser inom specialiserade ämnen snabbt blir begränsade, passar inte användning av OER alla typer av kurser och kanske inte alla typer av ämnen. Inom samhällsvetenskap, där det finns större inslag av att studenterna ska analysera åsikter och teorier, kan det vara aktuellt att visa inspelade föreläsningar med berömda tänkare som ger sina synpunkter om något allmänt ämne. Sådant material finns i stor mängd. Inom ingenjörsämnen är det mindre vanligt förekommande.

Ofta påpekas nyttan med OER vara att det kan höja kursen genom att introducera material av sådan karaktär att det inte kan återskapas lokalt. Det materialet måste då vara av extraordinär kvalitet eller unikt. Erfarenheten från den beskrivna kursen var att kvalitén är mycket varierande, och ofta kan det bästa materialet på nätet vara gjort utan OER som ändamål.

Att utveckla en komplett kurs med OER som huvudsakliga lärobjekt är svårt att rekommendera. OER som sådana är snarare mer behjälpliga som komplement. Den typ av kurs som skulle kunna ha mest att vinna på att använda större mängder OER är kurser med relativt generellt innehåll som inte är alltför föränderligt, och som inte har för många ramvillkor. En kurs som använder OER som kompletterande material till traditionellt material riskerar att få ett pedagogiskt problem, i och med att studierna av OER kan uppfattas som frivilligt av studenterna.

Till sist kan nämnas att det finns ett inslag av ideologi i OER. I det föreliggande fallet sågs det inte som relevant för vare sig lärare eller studenter huruvida resurserna var OER eller andra typer av e-resurser. Vissa lärare kan se ett ideologiskt egenvärde i att använda OER som är licensierade enligt vissa villkor, på samma sätt som vissa vill använda programvara med öppen källkod eller publicera under Open Access. Likaså kan man se en moralisk vinst i att producera och sprida undervisningsmaterial under generösa villkor.

Författarens tack

Mikael Cederfeldt och Madelene Zetterlind tackas för utomordentlig och inspirerande insats.

References

[1] MIT, “MIT OpenCourseWare,” http://ocw.mit.edu/, Oct. 2011.
[2] K. Academy, “Khan Academy,” http://www.khanacademy.org/, Oct. 2011.
[3] S. M. Johnstone, “Open educational resources serve the world,” *EDUCASE Quarterly*, vol. 28, no. 3, 2005.
[4] OECD, “Giving knowledge for free,” 2007.
[5] Apple, “iTunes University,” http://www.apple.com/education/itunes-u/, Oct. 2011.
[6] YouTube, “YouTube EDU,” http://www.youtube.com/education, Oct. 2011.
[7] Creative Commons, “Creative Commons,” http://creativecommons.org/, Oct. 2011.
[8] OER Commons, “OER Commons,” http://www.oercommons.org/, Oct. 2011.

En programsammanhållande kurs med många funktioner

Viggo Kann
Skolan för datavetenskap och kommunikation
KTH
E-post: viggo@nada.kth.se

***Sammanfattning*—På civilingenjörsprogrammet i Datateknik på KTH startades 2010 kursen *Programsammanhållande kurs i datateknik*, som går över hela de tre första åren av programmet. Kursen fyller minst tio olika funktioner, vilka beskrivs i artikeln.**

Den är inspirerad av en liknande kurs som getts för Medieteknikprogrammet vid KTH [3]. Kursformatet är att teknologerna träffas i årskursöverskridande grupper om ungefär tio elever och en lärarmentor vid tre eller fyra så kallade reflektionsseminarier per år. Tretton av programmets datalogilärare är mentorer och varje mentor har tre grupper var. Inför varje träff ska varje teknolog skriva en sidas reflektion över sina studier och över det speciella temat för träffen. Var och en ska också läsa övriga deltagares skriftliga reflektioner inför reflektionsseminariet.

De tio temana för reflektionsseminarierna är för närvarande:

1) **Studiemotivation och studieteknik**
2) **Kursmål, programmål, betygskriterier och examination**
3) **Plagiering och eget ansvar**
4) **Hur ser jag min framtida roll som D-civilingenjör och hur når jag dit?**
5) **Kvalitet i utbildningen – vad är det?**
6) **Plugga och jobba utomlands**
7) **Generiska kompetenser och bildning**
8) **Studentinflytande**
9) **Entreprenörskap och innovationsutveckling**
10) **Egenutveckling under en yrkeskarriär – livslångt lärande**

Första temat ges bara för årskurs 1 och inleder alltid kursen. Övriga teman ges tre om året och kommer därför i olika ordning för olika årskullar.

Utöver detta ryms i kursen två andra moment: etik, som ges av filosofienheten, och datorhistoria, som ges av teknikhistoriaenheten. Dessa moment innehåller både föreläsningar, seminarier och rapportskrivande.

Förutom genomgången av kursens tio funktioner i utbildningen beskriver artikeln resultatet av utvärderingar av första årets kursomgång och diskuterar svårigheter som måste bemästras då en sådan här kurs ska genomföras. Avslutningsvis ges argument för konceptets generaliserbarhet.

I. Kursens tio funktioner

1. Ge akademisk introduktion till programmet och högskolestudier

För många teknologer som börjar årskurs 1 är akademiska studier helt nytt och främmande. Därför inleds kursen med en akademisk introduktion bestående av en föreläsning och ett seminarium. Där poängterar vi det egna ansvaret för studierna och hur av en god studieteknik förenklar (och till och med är nödvändigt för) lyckade studier. Första reflektionsseminariet är bara för årskurs 1, och då diskuteras studieteknik intensivt. Värdet av att planera sin tid på såväl kort sikt, medellång sikt och lång sikt tas upp.

Kursenkäten som genomfördes efter kursens första år visade att 60 % av årskurs 1 och 55 % av årskurs 2 förbättrade sin studieteknik märkbart som resultat av den programsammanhållande kursen. En tidigt utvecklad god studieteknik bör kunna ha stora effekter på hur studierna går och därmed öka genomströmningen.

Även vikten av att hålla koll på inlämningstider och att göra sitt bästa framhålls. Ett av kursens två delbetyg baseras på så kallade skötsamhetspoäng som samlas ihop under kursens tre år genom att man lämnar in välskrivna skriftliga reflektioner på utsatt tid och deltar aktivt i reflektionsseminarierna. Detta är möjligt att betygsätta eftersom ett av kursens lärandemål är ”Efter kursen ska studenten kunna planera och utföra uppgifter inom stipulerad tid”.

2. Ge förståelse för programmet

Höstterminens första vecka varje läsår inleds med en föreläsning i den programsammanhållande kursen. Denna föreläsning ges årskursvis, och är årets enda riktiga föreläsning i kursens reflektionsdel (utöver detta finns några informationstillfällen och programkollegiet, resten är seminarier). Under den inledande föreläsningen visar kursledaren, som för närvarande är denna artikels författare, hur D-programmets kurser hänger ihop och tillsammans ser till att teknologerna uppfyller programmålen,

Vid varje seminarium diskuteras pågående och just avslutade kursers sammanhang och relevans. Äldre teknologer delger sina erfarenheter (se nedan). Detta gör att varje teknolog får reflektera över och diskutera kursernas koppling till varandra och programmålen vid återkommande tillfällen.

I kursenkäten sa 75 % av alla kursdeltagare att den programsammanhållande kursen hjälpt dem att förstå mer om hur programmets kurser hänger ihop.

3. Skapa kontakter mellan lärare och teknologer

Samma lärare är mentor för samma relativt lilla grupp teknologer under tre år. Det betyder att ett förtroende kommer att byggas upp som kan användas till enskilda samtal om studierna. På våren i årskurs 3 erbjuds varje teknolog ett individuellt samtal med sin mentor inför mastervalet. Våra tidigare försök med individuella samtal inför mastervalet visar att det är viktigt att det finns ett förtroende för läraren och att läraren har förståelse för teknologen för att samtalet ska bli givande.

Några år senare kan mentorn fungera som referens och skriva rekommendationsbrev.

4. Stimulera utbyte av erfarenheter mellan årskurserna

Eftersom reflektionsseminarierna (förutom det allra första i årskurs 1) har deltagare blandat från årskurs ett till tre i varje grupp så kommer teknologerna att reflektera över och diskutera med kamrater från andra årskurser som har längre eller kortare erfarenhet av studierna och som läser andra kurser.

Särskilt givande har diskussionerna om studieteknik varit, men också kursernas värde och plats i utbildningen. Äldre teknologer som gått kurserna har fått perspektiv och kan ge mer nyanserad bild av kursens betydelse och förtjänster. Yngre teknologerna kan få tips om vad som är viktigt och hur studierna i en viss kurs ska läggas upp, till exempel att ett speciellt moment i kursen är särskilt viktigt att lägga ner tid på. De äldre teknologerna ofta intresserade av att höra hur kurser som de gick i lägre årskurs uppfattas av dem som går kurserna nu, hur kurserna förändrats eller inte förändrats.

5. Ge träning i skriftlig och muntlig framställning och reflektion

Teknologerna tränar på att reflektera både skriftligt och muntligt vid vart och ett av de tio reflektionsseminarierna under kursen. En en sida lång individuell skriftlig reflektion ska lämnas in inför varje reflektionsseminarium. Den ska sedan läsas av alla medlemmar i gruppen och mentorn. Vid reflektionsseminariet diskuterar man sedan allas reflektioner. Både den skriftliga och muntliga reflektionen uppskattas av kursdeltagarna (av 70 % respektive 75 % i kursenkäten). Så mycket som 25 % av förstaårsteknologerna ansåg att de muntliga reflektionerna vid seminarierna var givande *i hög grad*.

För att de skriftliga reflektionerna ska bli bättre och bättre allteftersom kursen går ger mentorerna från och med i år individuell återkoppling på varje skriftlig reflektion. Återkopplingen behöver inte vara mer än några rader och kan gälla till exempel språk, struktur, argumentation eller reflektion. Detta är något som efterlystes både av mentorerna och teknologerna första året. Tillsammans med högre och högre krav på reflektionsdokumenten ger detta en tydlig progression vid de tio seminarierna under kursens tre år.

Sista gången får studenterna titta tillbaka på sina första reflektioner, skrivna nästan tre år tidigare, och reflektera över sin egen utveckling.

Enda kursboken i kursen är Studera smart, Så lyckas du med essäer och inlämningsuppgifter [5]. Den hjälper eleverna att skriva korta texter och använda ett lämpligt språk i de skriftliga reflektionerna.

Skriftlig och muntlig framställning tränas också med rapportskrivning och gruppövning i etikmomentet och med en projektrapport och projektpresentation i datorhistoriamomentet.

6. Ta upp det andra kurser missar

Det är ett vanligt problem för programansvariga att hitta kurser som täcker precis alla programmets lärandemål. Vissa ämnen, många relaterade till värderingsförmåga och förhållningssätt, som är viktiga i civilingenjörsutbildningen i datateknik faller lätt emellan existerande kurser, till exempel etik, datorhistoria, plagiering och eget ansvar. Enligt programmålen ska en civilingenjör i datateknik kunna självständigt analysera och ta ställning till samhälleliga och etiska konsekvenser av datatekniska tillämpningar. Därför har prosamkursen i årskurs 1 ett moment om 1,5 hp i grundläggande etik: etiska grundbegrepp och dataetik och i årskurs 2 ett lika stort moment i datorhistoria och datorn i samhällsutvecklingen. Etikmomentet ges av filosofienheten på KTH och datorhistoriamomentet av teknikhistoriaenheten på KTH.

Etikmomentet ligger i slutet av hösten i årskurs 1 och består av två introducerande föreläsningar och en gruppövning. Inför gruppövningen ska en individuell tresidig etikessä skrivas om ett dataetiskt ämne, såsom fildelning eller personlig integritet

Datorhistoriamomentet ges på våren i årskurs 2. Det består av två föreläsningar, en projektövning och en projektredovisning. Projekten görs i fyramannagrupper, där varje grupp ska definiera sin egen datorhistoriska frågeställning, som ska vara inspirerad av något av vittnesseminarierna från projektet *Från matematikmaskin till IT*. Projektgruppen ska skriva en rapport och presentera den muntligt. Projektet betygsätts med graderade betyg, och det utgör det andra delen av kursens två betyg.

Mindre moment som ska täckas in tas upp som teman i kursen. Varje tema har en inläsningsdel och reflektionsfrågor.

7. Informera om kurs- och inriktingsval, inklusive utbytesstudier

I alla programutbildningar brukar studievägledningen eller motsvarande anordna informationstillfällen med valinformation, information om uppflyttningsregler mm. Dessa tillfällen ligger på KTH löst i schemat och det är lätt att missa dem.

Därför har alla informationstillfällen lagts in i schemat för den programsammanhållande kursen. Det gör att tillfällena blir enklare att hålla reda på och därför mer välbesökta.

Vid dessa tillfällen relaterar kursledaren valinformationen till kursens diskussion om hur kurserna hänger ihop och med programmålen, vilket framhäver kursvalets betydelse. På det sättet hjälper kursen teknologerna att göra informerade och väl motiverade kurs- och inriktningsval.

I årskurs tre bjuds som redan nämnts ovan varje teknolog in till ett individuellt valsamtal med mentorn. Då får teknologen möjlighet att diskutera sina framtidsplaner för resten av utbildningen och arbetslivet med en erfaren lärare.

Ett av den programsammanhållande kursens teman är *plugga och jobba utomlands*. Då får varje teknolog ta reda på vad det innebär att åka på utbytesstudier och reflektera över om det vore något för en själv. Förhoppningsvis gör detta att ännu fler verkligen genomför utbytesstudier.

8. Följa upp studieresultat

Eftersom kursen har regelbundna och obligatoriska möten i tre år upptäcker mentorn genast om en gruppmedlem inte lämnar in sin skriftliga reflektion och inte kommer på

seminariet. Den som inte dyker upp blir då kontaktad av mentorn. Därigenom kan eventuella problem upptäckas tidigt och den som hoppar av utbildningen utan att meddela det blir identifierad.

Dessutom gör de regelbundna mötena med samma lärare att varje teknolog blir och känner sig sedd – det är någon annan som bryr sig om hur det går med studierna! Detta hoppas vi kommer att leda till en allmänt förbättrad genomströmning på programmet.

9. Utbilda lärarna som medverkar i programmet

De tretton lärarna som är mentorer i kursen blir genom kursen insatta i programmets innehåll, kurser och lärandemål. Det är värdefullt för skolan att lärare har dessa kunskaper, för det gör att de kan anpassa sina egna kurser bättre till andra kurser och motivera kursens plats i utbildningen med hänvisning till lärandemålen.

Dessutom får lärarna en mycket god insyn i teknologernas upplevelse av studierna och utbildningen, både av enskilda kurser och helheten. I och med att de får höra teknologernas beskrivningar av hur de studerar och hur de olika kurserna fungerar så kan mentorerna anpassa pedagogiken i egna kurser och föra in goda idéer från andra kurser.

10. Utvärdera programmet och bidra till kvalitetsutveckling

Ett stort problem med kurs- och programutvärderingar brukar vara att de ha så låg svarsfrekvens, ofta mindre än hälften av studenterna svarar. I den programsammanhållande kursen är utvärderingar obligatoriska inlämningar, vilket gör att det går att genomföra utvärderingar helt utan bortfall och dessutom med både kursperspektiv och programperspektiv.

De skriftliga reflektionerna och reflektionsseminarierna innebär en regelbundet återkommande utvärdering av programmets alla kurser under de första tre åren. Brister och nya idéer som kommer fram vid reflektionsseminarierna förs vidare av mentorerna till kursledaren efter varje seminarium, antingen i ett brev eller vid det mentorsfika som hålls veckan efter varje seminarietillfälle.

Dessutom är det årliga programkollegiet, dit alla teknologer och lärare på programmet är inbjudna, en schemalagd del av kursen, dock inte obligatorisk. Detta har ökat närvaron vid programkollegierna märkbart.

Den programsammanhållande kursen är en viktig pusselbit som passar väl ihop med skolans övriga kvalitetsarbete inom grundutbildningen [2].

II. Utvärdering av kursen hittills

Kursen startade hösten 2010, så ännu har inte några teknologer blivit klara med hela kursen. En kursenkät lämnades som nämnts ovan ut i slutet av första läsåret och besvarades av alla då aktiva studenter i kursen, totalt 250 stycken. Genomgående fick kursen bra omdömen. De flesta har förbättrat sin studieteknik genom kursen och bättre förstått hur kurserna hänger ihop. Ungefär tre fjärdedelar tycker att det var givande med reflektionerna. Enkäten talade också om att bara var fjärde student tycker att han eller hon utsätts för för många utvärderingsenkäter vid KTH.

Några positiva studentkommentarer: ”Ger ett annat perspektiv på programmet i helhet.”, ”Har varit bra kurs för att framföra tankar om olika kurser till lärare. Lite som en pågående utvärdering.”, ”Bra att den tvingade en att tänkta till om vilken master man vill läsa.”

Även datorhistoriamomentet utvärderades, och 80 % tyckte att det var värdefullt eller åtminstone helt okej att läsa detta moment.

Efter läsåret gjordes också en enkät till mentorerna. Den visade att mentorerna tyckte att seminarierna fungerat bra och att de själva fått ut mycket av dessa, både insikter om programmet och hur studenter tänker om sina studier. Det som saknades var återkoppling på de skriftliga reflektionerna. Därför infördes detta andra året kursen gick.

III. Svårigheter och lösningar

Reflektionsuppgifter på ett datatekniskt program kan vara mycket givande, men det är inte helt enkelt för läraren att få med sig studenterna på det [1]. Kursutformningen är central för detta. Det är viktigt att kursen accepteras av teknologerna och inte blir sedd som en strulig och flummig kurs utan värde. Därför har kursledaren ägnat mycket tid åt att motivera själva kursen och se till att administrationen fungerar bra. Administrationen är en utmaning eftersom det varje period är 39 grupper som ska schemaläggas så att både studenterna från tre årskurser och alla mentorer kan. Det är i år i varje period över 400 reflektionsdokument som ska lämnas in på ett sådant sätt att övriga gruppmedlemmar kan läsa dem men inte någon annan. Detta löses genom automatgenerering av Unixkataloger med olika användarrättigheter för varje grupp. På dessa får studenterna lägga in (men sedan inte redigera) sina reflektionsdokument.

Trots att det är det är hela tretton lärare inblandade blir det totalt många teknologer för var och en: drygt 30. Därför är det svårt att komma ihåg vem som är vem när man bara träffas två gånger per termin.

En annan svårighet är att motivera studenterna att vara frispråkiga om sina studier inför seminariegruppen. Det har gått oväntat bra.

Till nödvändig administration hör också att ta hand om sjukdomsfall och andra akuta problem som påverkar inlämningar och seminarier. Seminarierna hålls under två dagar med en veckas mellanrum för att den som är sjuk eller bortrest första dagen ska kunna flytta till en tid andra dagen. Det behövs ändå ett alternativ för den som inte kan närvara vid seminariet. Den som inte närvarar ska lämna in en tvåsidig reflektion över övriga gruppmedlemmars reflektioner inom en vecka efter seminariet för att slippa poängavdrag.

Teknologer som är på utbytesstudier får ändå gå kursen och skriva reflektioner på distans. Seminariet ersätts med att de rapporterar en extra sida om sina utbytesstudier. Därmed vänds svårigheten till en tillgång!

IV. Tid och resurser

Kursen är 6 högskolepoäng, varav hälften ägnas åt reflektionsseminarier (1 hp per årskurs) och en fjärdedel åt vardera etik och datorhistoria. Inför varje seminarium får eleverna läsa en liten text som bakgrund till seminariets tema. Ibland får de också titta på en videosnutt eller läsa en utvärderingssammanställning eller liknande. En timmes inläsning brukar räcka. Sedan ska var och en skriva en ensidig skriftlig reflektion och delta i det en timme långa reflektionsseminariet. Planerad tid är 6-7 timmar per seminarium.

För mentorerna avsätts 42 timmars arbetstid per år. I arbetet ingår att läsa seminarielitteraturen, kalla gruppdeltagarna till seminarierna, läsa deras reflektioner och ge individuell återkoppling på en eller två meningar (fem minuter per reflektion), leda reflektionsseminariet och rapportera resultaten och ge återkoppling till kursledaren om vad som kommit fram under seminariet. Dessutom ska de ta kontakt med elever som inte lämnat in eller dykt upp på seminariet och erbjuda halvtimmeslånga enskilda samtal med treor inför mastervalet.

Kursledarens tid för kursadministration är 86 timmar per år, och utvecklingstiden inskränker sig till att lägga upp årets seminarieteman med länkar till inläsningstexter och några frågor att reflektera över.

För att slippa lägga ner pengar på att hyra lärosalar till seminarierna används institutionens egna seminarierum. Detta gör att teknologerna får en anledning att besöka institutionskorridorerna, vilket också är en positiv effekt. Ekonomiskt sett går kursen ihop (med små avvikelser beroende på kursledarens och mentorernas aktuella löner).

V. Generaliserbarhet

Den programsammanhållande kursen är inte till sin natur specifik för datateknikprogram. Den bör kunna modifieras och ges på vilket program som helst där de tio funktionerna ovan är önskvärda. Idén till kursen kommer från den programintegrerande kursen på civilingenjörsprogrammet i Medieteknik på KTH [3]. Den planeras att tillämpas även på KTHs nya kandidatprogram i simuleringsteknik och virtuell design.

Författaren ser ingen anledning att *inte* ha en programsammanhållande kurs på varje utbildningsprogram.

Referenser

[1] Ohad Barzilay, Orit Hazzan och Amiram Yehudai. Evaluation of a software engineering course by reflection. ITiCSE 2009, 273–277, Ankara, 2009.

[2] Kerstin Frenckner, Björn Hedin, Viggo Kann och Stefan Nilsson. Att utvärderas och utvecklas: om datalogi och medieteknik i ljuset av EAE på KTH. 3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LiU, 2011.

[3] Björn Hedin. Program integrating course: A tool for reflection and quality management, 2:a utvecklingskonferensenen för Sveriges ingenjörsutbildningar, 138–139, LTH, 2009.

[4] Viggo Kann. Kurswebbsida för Programsammanhållande kurs i datateknik, 2011. http://www.csc.kth.se/DD1390/

[5] Kathleen McMillan. Studera smart. Så lyckas du med essäer och inlämningsuppgifter, Pearson, ISBN 9780273726623, 2010.