Onsdag 27 november 2013

12:00 - 12:45 Lunch och registrering, Brashörnan universum

12:45 - 13:00 Invigning, Aula Nordica

13:00 - 14:00 Inbjudna talare: **Börje Ehrstrand** (Föreläsare), **Dimitris Gioulekas** (VD. Knightec), Aula Nordica
Hur skapar vi framtidens vinnare - Vikten av mångkulturella miljöer

14:00 - 14:30 Kaffe, Brashörnan

14:30 - 15:20

Rundabord 1	Rundabord 2	Rundabord 3	Rundabord 4
Agneta Bränberg, UMU: Didaktik för ingenjörslärare	Gunnar Eckert, JTH: Näringslivsförlagd kurs ingående i en samverkansprogression	Per Fagrell, KTH: Strategisk program-utveckling med hjälp av personrörlighet	Karl Pettersson, MiUN: Kvalitetsutvärdering, reell utveckling för alla inblandade
Rundabord 5	**Rundabord 6**	**Rundabord 7**	**Rundabord 8**
Sara Gustafsson, LiU: Win-win - att använda pågående samhälls-utvecklingsprocesser som levande labb i ingenjörsutbildningen	Maria Hamrin, UMU: Att lära studenter ta ansvar för sitt lärande	Klas Hedenberg, HiS: Är kraven på att i internationella sammanhang kunna föra muntlig och skriftlig dialog olika för högskole- och civilingenjörer?	Anders Heyden, LTH: Introduktion av nya studenter vid LTH: Exempel från F-sektionen
Rundabord 9	**Rundabord 10**	**Rundabord 11**	
Viggo Kann, KTH: Ett representativt urval av exjobb?	Kristina Nilsson, LTH: Positiva kursutvärderings-resultat kombinerat med kritik från studenthåll angående kurspoäng och kursinnehåll - att ta över kursansvar	Åse Nygren, BTH: En nationell officiell översättning av CDIO Syllabus 2.0	

Alla rundabord är i UB-lokaler, Universum

15:30 - 17:00	Session 1: Sal N200 Susanne Vikström	Session 2: Sal N420 Ulf Holmgren	Session 3: Sal N430 Fredrik Georgsson	Session 4: Sal N450 Stefan Pålsson
15:30 - 16:00	Anna Axelsson, LTH: Strukturerad gruppläsning inför omtentamen	Cecilia Gustavsson, UU: Ingenjörsstudenters uppfattning om entropi	Thomas Olsson, LTH: Användning av en teoretisk modell för att analysera och utveckla pedagogisk skicklighet	Stefan Berglund, UMU: Kvalitetshöjning med avseende på projektledningsinnehållet i ingenjörs- och civilingenjörsutbildningar
16:00 - 16:30	Fredrik Heintz, LiU: Återkoppling genom automaträttning	Lena Klintberg, UU: Förmedling av komplexa begrepp i multidisciplinär kurs på avancerad nivå	Björn Stille, BTH: Att organisera utbildning som en hybrid mellan skola och skarpa projekt i industrin	Tomas Aparicio, MDH: Ökad samverkan i utbildning
16:30 - 17:00	Cassel Sofia, UU: Fördjupat lärande genom aktiverande examination	Emil Melander, UU: Projektlaborationer i teknisk termodynamik vid Uppsala Universitet	Claes Niklasson, CTH: Peer dialogue for teachers in a Technical University	Staffan Schedin, UMU: Modell för arbetsintegrerat lärande på högskoleingenjörs-utbildning

17:15 - 18:00 Erfarenheter och reflektioner kring UKÄ:s utvärdering, Aula Nordica
Paneldiskussion med representanter från lärosäten, näringsliv, bedömargrupper och UKÄ

18:10 Chartrad buss till hotellen, avfärd utanför Universum

19:00 - Konferensmiddag, Äpplet-Folkets hus

Webb-variant av program
www8.cs.umu.se/utvecklingskonferensen_2013/

Torsdag 28 november 2013

09:00 - 10:00 Inbjuden talare: **Kristina Edström**, Aula Nordica
Att utveckla ingenjörsutbildning uthålligt. Och inte.

10:00 - 10:30 Kaffe, Brashörnan

10:30 - 12:00	Session 5: Sal N200 Johan Malmqvist	Session 6: Sal N420 Svante Gunnarsson	Session 7: Sal N430 Fredrik Georgsson	Session 8: Sal N450 Susanne Vikström
10:30 - 11:00	Joakim Malm, LTH: Benefits of Guiding Supplemental Instruction Sessions for SI Leaders	Viggo Kann, KTH: Reflektionsseminarier som håller ihop och utvecklar programmet	Anders Bengtsson, HB: Kan ingenjörsmatematik undervisas effektivt utgående från en humanistisk syn på matematiken?	Anette Järelöw, CTH: Studiestartsenkät på Chalmers - ett instrument för kartläggning och utvecklingsarbete
11:00 - 11:30	Joakim Malm, LTH: Betydelse av nedlagd studietid samt inlärnings- och studiestrategier för nya civilingenjörs-studenter	Annika Moström, UMU: Muntlig kommunikation och lagarbete för högskoleingenjörs-utbilding i byggteknik	Anders Heyden, LTH: Matematikkurser på teknisk matematik: Inrättande av karaktärskurser	Karim Andersson, LTH: Variationer hos programmens CEQ-trender och kvalitetsarbetets effektivitet vid LTH
11:30 - 12:00	Greger Thornell, UU: Teknologers lärstil och attityd till "nya pedagogiska grepp"	Thomas Mejtoft, UMU: Kontextrik teknik-utveckling med fokus på affärsutveckling	Mathias Wallin, LTH: Teaching computational mechanics using educational software	Stefan Pålsson, UU: Är det någon poäng med poäng? Erfarenheter från arbete med betygskriterier och poänglösa tentor

12:00 - 13:00 Lunch, Universum

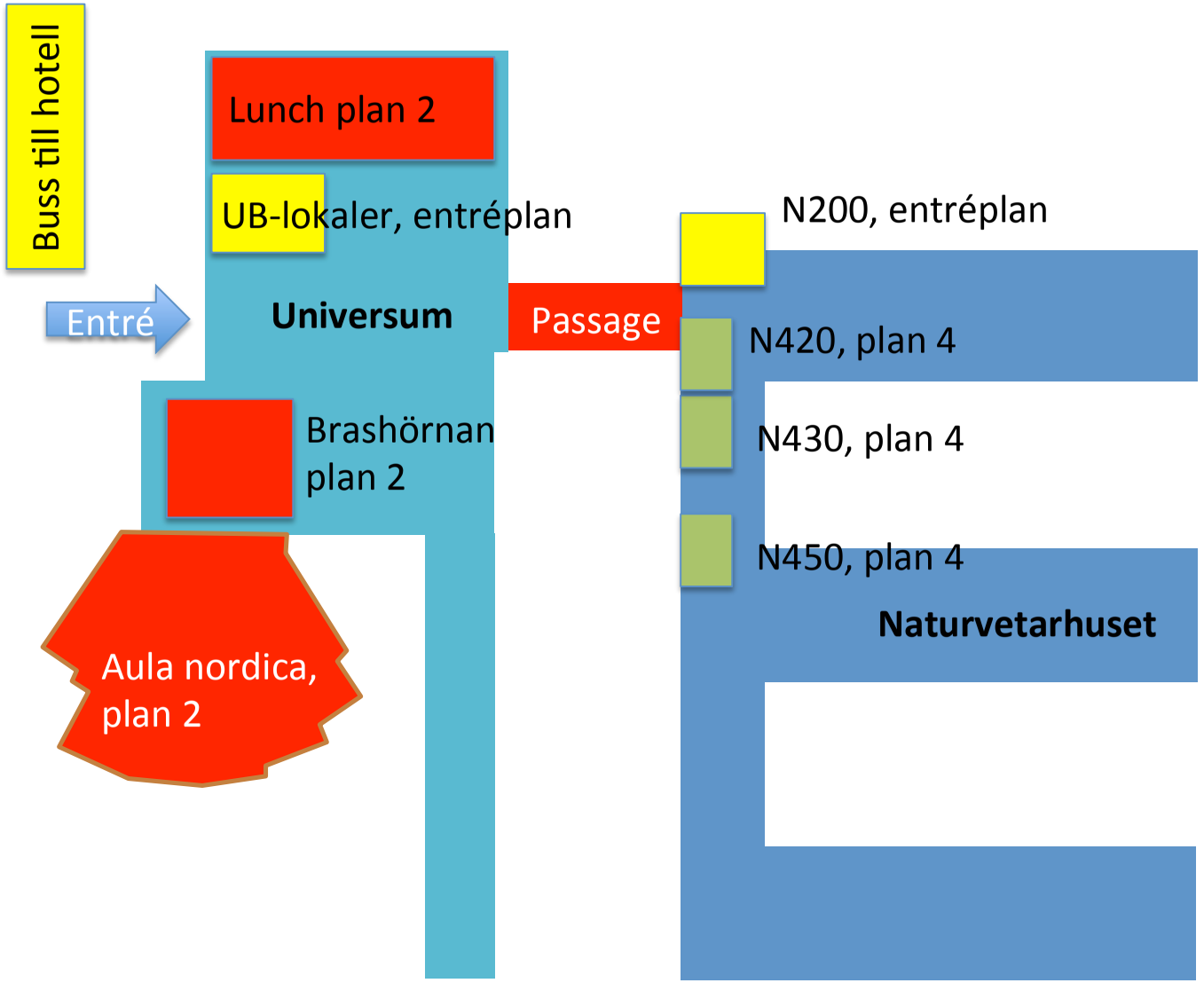
13:00 - 14:00	Session 9: Sal N200 Lennart Nilsson	Session 10: Sal N420 Roy Andersson	Session 11: Sal N430 Dag Raudberget	Session 12: Sal N450 Ulf Holmgren
13:00 - 13:30	Roy Andersson, HB: Campus Thailand - a new strategy to fulfil new demands	Fredrik Heintz, LiU: Utvecklingen av Civilingenjör i Mjukvaruteknik vid Linköpings Universitet - Mål, Design och Erfarenheter	Sara Karlsson, KTH: Att integrera hållbar utveckling: Nysatsning på KTH	Glenn Berggård, LTU: Arbetslivsanknytning både i verkligheten och i kursplaner
13:30 - 14:00	Jimmy Johansson, LIU: Erfarenheter av Demolakonceptet och interdisciplinära produktutvecklingskurser	Fredrik Georgsson, UMU: Kompetensbreddning av lärare på civilingenjörsprogrammet i teknisk datavetenskap	Björn Hedin, KTH: Nu ska jag plugga! Jag ska bara färgsortera mina böcker först...	Ulf Jäglid, CTH: Kompetensportfölj - näringslivssamverkan integrerat med reflektion över eget lärande och personlig utveckling

14:15 - 14:45 Inbjuden talare: **Torgny Roxå**, Aula Nordica,
Sammanfattande reflektioner från konferensen

14:45 - 15:00 Avslutning, Aula Nordica

15:00 - Kaffe, Brashörnan

Webb-variant av program
www8.cs.umu.se/utvecklingskonferensen_2013/


Buss till hotell
Lunch plan 2
UB-lokaler, entréplan
Entré
Universum
Passage
N200, entréplan
N420, plan 4
N430, plan 4
Brashörnan
plan 2
N450, plan 4
Naturvetarhuset
Aula nordica,
plan 2

Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar

Om konferensen

Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar är en nationell konferens om ingenjörsutbildning och en mötesplats för alla lärosäten som utbildar civil- och högskoleingenjörer i Sverige. Konferensens syfte är att främja ingenjörsutbildningarnas kvalitet och utveckling genom att skapa en mötesplats för kommunikation och samarbete. Den är avsedd att identifiera och diskutera aktuella och gemensamma frågor och att ge möjlighet till erfarenhetsutbyte kring *utveckling av ingenjörsutbildning*, snarare än att vara en traditionell vetenskaplig konferens om ingenjörsutbildning.

De nationella organen RET/TUF-gruppen för civilingenjörsutbildning och Samverkansgruppen för högskoleingenjörsutbildningar har huvudansvaret för konferensen. Värd och arrangör för Utvecklingskonferensen är denna gång Tekniska högskolan vid Umeå universitet.

Organisation 2013

Arrangör:	Tekniska högskolan vid Umeå universitet
Programkommitté:	Susanne Vikström, Tekniska högskolan vid Umeå universitet, Roy Andersson, Lunds tekniska högskola, Fredrik Georgsson, Tekniska högskolan vid Umeå universitet, Svante Gunnarsson, Tekniska högskolan vid Linköpings universitet, Johan Malmqvist, Chalmers tekniska högskola, Stefan Pålsson, Uppsala universitet, Dag Raudberget, Tekniska högskolan i Jönköping.
Organisationskommitté:	Susanne Vikström, Tekniska högskolan vid Umeå universitet, Fredrik Georgsson, Tekniska högskolan vid Umeå universitet, Ulf Holmgren, Tekniska högskolan vid Umeå universitet, Lennart Nilsson, Tekniska högskolan vid Umeå universitet.

Hemsidan 2013

www.teknat.umu.se/utvecklingskonferens2013/

Konferensproceeding 2013

Ingår i publikationsserie ISSN-0348-0542 med löpnummer UMINF 13.21 och elektronisk variant av bidrag återfinns på `www8.cs.umu.se/utvecklingskonferensen_2013/`
Copyright kvarstår med författarna.

Innehållsförteckning

Rundabordssessioner, bord	1-4	sid.	7
Rundabordssessioner, bord	5-8	sid.	19
Rundabordssessioner, bord	9-11	sid.	31
Session	1	sid.	41
Session	2	sid.	55
Session	3	sid.	69
Session	4	sid.	83
Session	5	sid.	95
Session	6	sid.	111
Session	7	sid.	127
Session	8	sid.	145
Session	9	sid.	157
Session	10	sid.	169
Session	11	sid.	181
Session	12	sid.	189

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Rundabordssessioner, bord 1-4

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Didaktik för ingenjörslärare

Agneta Bränberg, Håkan Gulliksson och Ulf Holmgren, *Tillämpad Fysik och elektronik, Umeå Universitet*

***Abstract*— Didaktik är vetenskapen om alla faktorer som påverkar undervisningen och dess innehåll, och sätter fokus på lärande och hur lärande organiseras. Didaktik berör alltså vad läraren skall tänka på vid undervisning, dess mål och medel samt sambandet dem emellan. Ämnesdidaktiken fokuserar på vilka villkor som är av betydelse för lärandet av ett specifikt ämne på olika nivåer, exempelvis matematikdidaktik eller språkdidaktik.**

Målet för professionsutbildningar (exempelvis ingenjörsutbildningarna) skiljer sig från ämnesorienterade utbildningar genom att fokus ligger på yrkesrollen, vad den examinerade studenten ÄR, vad den GÖR och kanske i tredje hand vad han eller hon KAN. Detta påverkar hur vi som ingenjörslärare hanterar de didaktiska frågorna VARFÖR, HUR och VAD? Rundabordsdiskussionen berör frågeställningar kring utvecklandet av en ingenjörsdidaktik samt hinder och möjligheter för denna didaktik att få ett större genomslag i den dagliga didaktiska praktiken. Diskussionen tar avstamp i en nyutkommen bok ”Didaktik för ingenjörslärare” [1].

***Index Terms*— Pedagogik, didaktik, metodik, ingenjör, ingenjörsdidaktik**

I. Introduktion

Artikelrubriken innehåller tre centrala begrepp – ingenjör, lärare och didaktik. Ingenjörsutbildningens kvalitet bestäms till stor del av lärarens förståelse av ingenjörens yrkesroll och av lärarens didaktiska kompetens.

II. Ingenjörsrollen

Studerar man platsannonser och arbetsbeskrivningar ser man att branschen vill att ingenjören ska behärska en viss specifik teknik (givetvis). Annonserna trycker också på att ingenjören ska kunna arbeta självständigt och i grupp, vara en god ledare, kreativt bidra i projekt, och kommunicera väl. Ingenjören ska också ha social kompetens och kunna utveckla kundrelationer samt givetvis kunna tillgodogöra sig och utveckla ny kunskap, teknik och nya produkter. Det är inget dåligt CV som behövs för att matcha de kraven, men sådana personer är vad som förväntas komma ut från en ingenjörsutbildning.

De nationella målen har tre huvudrubriker:

A. kunskap och förståelse
B. färdighet och förmåga
C. värderingsförmåga och förhållningssätt

A. Kunskap och förståelse

Kunskap och förståelse beskriver att ingenjören ska kunna sitt ämne och sin teknik. De beskriver alltså dimensionen *KAN*. Ingenjörsrollen ställer krav på yrkeskunskaper, att ingenjören känner till disciplinens metoder och att han eller hon har den kunskap som yrket kräver. Inte minst fordras det en förståelse för naturvetenskapliga och matematiska sammanhang.

Det *tekniska kunnandet* beskrivs i ord som att ingenjören inom sitt kunskapsområde kan identifiera, skilja ut, formulera, välja, förklara, jämföra, exemplifiera, generalisera, förutse och sammanfatta.

B. Färdighet och förmåga

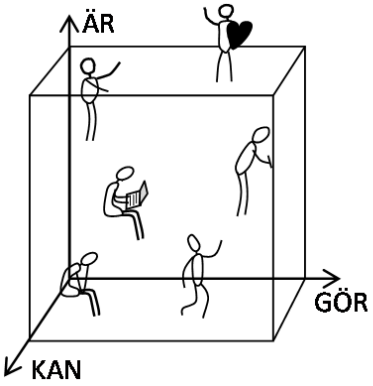
Färdighet och förmåga är den del som beskriver vad en ingenjör förväntas kunna göra. Man ska till exempel kunna arbeta med utveckling och konstruktion och dessutom kunna arbeta i grupp. Det kan ses som dimensionen *GÖR*. Till ingenjörskompetens räknas alltså förmågan att tillämpa den tekniska kompetensen, men där ingår även att på ett professionellt sätt systematiskt kunna initiera, genomföra och avsluta projekt i samarbete med andra ingenjörer, personer från andra yrkeskategorier, kunder, leverantörer och med folk i största allmänhet. *Hantverkskunnandet* uttrycks med orden planera, genomföra, hantera, utforma, modellera, simulera, förutsäga, kritiskt granska och utvärdera allt ifrån frågeställningar till produkter, processer, system och tekniska lösningar.

C. Värderingsförmåga och förhållningssätt)

Under rubriken värderingsförmåga och förhållningssätt beskrivs slutligen hur ingenjören ska vara, dimensionen *ÄR*. En ingenjör arbetar med att kreativt, självständigt och med helhetssyn identifiera och relativt precist beskriva problem. När problemet är identifierat gäller det att kunna föreslå lösningar och att utveckla dessa lösningar till produkter eller tjänster. Ingenjören skiljer sig från den klassiska naturvetaren genom att han eller hon på ett tydligare sätt har ett kommersiellt eller samhälleligt intresse. Någonstans i bakgrunder finns alltid en kundrelation som sätter sin prägel på arbetet. För att motsvara alla dessa förväntningar måste ingenjörens kompetensprofil vid sidan av den tekniska kunskapen innehålla kunskap och medvetenhet om både det affärsmässiga perspektivet och om ekologiska, sociala och

etiska frågeställningar.

Om vi låter dessa tre dimensioner spänna upp en volym i form av en kub skulle den kunna se ut så här:



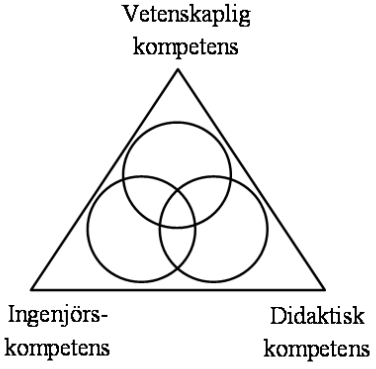
Figur 1. Ingenjörskompetens i tre dimensioner.

III. Lärarrollen

I rollen som lärare på ett ingenjörsprogram är det naturligtvis viktigt att ha kunskap om ingenjörsrollen. Vilka egenskaper, vilka färdigheter och vilka kunskaper är viktiga för studenten att ha med sig ut i arbetsliv eller företagande? Idealet är förstås att ha egen ingenjörserfarenhet och själv kunna gestalta ingenjörens KAN, GÖR och ÄR i mötet med studenterna. I praktiken är möjligheterna att rekrytera lärare med ingenjörskompetens som primär merit begränsade.

Även lärare med dokumenterad ”pedagogisk” skicklighet är det svårt att rekrytera om de inte har ämnesrelaterade forskningsmeriter.

Den kategori som vi inom högskolan i första hand anställer och som ansvarar för kurser och undervisning är lärare disputerade inom naturvetenskapliga och tekniska discipliner. Önskvärt är att även dessa har en tydlig ingenjörsmässig och en tydligt didaktisk kompetens vid sidan av det djupa ämnesmässiga kunnandet.



Figur 2. Lärarkompetens.

IV. Didaktik

Begreppet didaktik har två kusiner - pedagogik och metodik.

Pedagogik kan ses som läran om hur individer, grupper, organisationer och samhällen formas och förändras, med andra ord hur man lär sig. När det gäller pedagogik bör man som lärare åtminstone känna till något om:

Hur man lär sig - för att vara bättre rustad att välja metod utifrån vad man vill att studenterna ska lära sig.

Vilka olika *lärstilar* man kan ha – för att förstå att studenter behöver stöta på olika sorters läraktiviteter och för att en grupp där flera olika lärstilar finns representerade skall lära sig så lätt som möjligt.

Lite *pedagogikhistoria* med de stora namnen och vad deras teoribyggen står för – för att kunna kommunicera med andra och för att klargöra var man själv står i förhållande till dessa teorier.

Metodik handlar om arbetsmetoderna – hur man till exempel genomför en givande föreläsning, hur PBL-metodiken kan vara utformad, eller vad som menas med prototyputveckling. En stor och varierande verktygslåda av undervisningsmetoder har man alltid nytta av.

Didaktik handlar om att utforma undervisning och att välja metoder för att uppnå lärande, för en viss studentgrupp, i en viss situation. De didaktiska frågeställningarna handlar inte i grunden om hur studenten lär sig utan snarare om hur lärare skapar en situation lämplig för lärande. Naturligtvis är det viktigt att också har pedagogisk kompetens när vi arbetar med didaktiken. Det didaktiska förhållningssättet startar i *VARFÖR*-frågorna. Varför ska denna kurs ges? Varför är det bra att studenterna kan detta? Varför vill studenterna veta detta? När man tror att man har ett svar på varför-frågorna kan man börja fundera på *VAD*-frågorna. Kursplanerna ger oss en del svar och kurslitteraturen kan ge ytterligare ledtrådar. Även här har vi fler möjligheter än begränsningar och med kunskaper om studenterna och vad de ska bli kan vi justera vad, så att innehållet blir optimalt. Till sist tar vi *HUR*-frågorna. Hur kan man uppnå det man vill? Hur kan man undervisa så att studenterna lär sig detta? Hur kan man undervisa så att studenterna förändras på ett önskvärt sätt? Här har vi ofta en mängd begränsningar att ta hänsyn till. Det kan handla om tid, resurser, kollegor, bestämmelser och regler mm. Men oftast är dessa ramar inte så snäva som vi först tror. Med mer kunskaper kan man tänja på ramarna och få till en undervisningssituation som uppmuntrar lärandet och som man själv och studenterna trivs med.

V. Frågeställningar

Rundabordsdiskussionen handlar om hur vi kan skapa situationer där den didaktiska lärarkompetensen är hög. Det handlar också om hur vi kan förena ingenjörsmässighet, didaktik och vetenskaplig grund i en god

undervisningssituation.

Vilka medel har vi för att stärka en positiv utveckling och vilka är hindren? Hur kan vi öka känslan av att vi får, vi kan, vi vill och vi vågar utveckla ingenjörsutbildningarna till tydliga professionsutbildningar och att vi får, kan, vill och vågar utveckla med ett brett pedagogiskt, metodiskt och didaktiskt kunnande?

REFERENSER

[1] A. Bränberg, H. Gulliksson, U. Holmgren G. O. Young, "Didaktik för ingenjörslärare", Studentlitteratur, 2013.

Agneta Bränberg är universitetslektor i elektronik vid Umeå universitet och studierektor med pedagogiskt ansvar.
Håkan Gulliksson är civilingenjör i Teknisk fysik och programansvarig för civilingenjörsprogrammet Interaktion och design, Umeå universitet.
Ulf Holmgren är civilingenjör i Teknisk fysik. Universitetslektor i elektronik vid Umeå universitet och programansvarig för högskoleingenjörsprogrammet i elektronik och datorteknik.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Näringslivsförlagd kurs ingående i en samverkansprogression

Monica Hjelmåker, Lennart Elmquist och Gunnar Eckert

I. Introduktion

Tekniska Högskolan i Jönköping har under ett par år genomfört ett utvecklingsarbete med det utbildningskoncept som styrt högskoleingenjörsprogrammen sedan 90-talet. Det nya konceptet gäller för samtliga studenter som startar ett program hösten 2013 eller senare, på både grund- och avancerad nivå. Konceptet påverkar hela utbildningen med rubriker som Teknik, Breddning, Pedagogisk idé samt Styrning och ledning. En övergripande grundtanke är att knyta utbildningen ännu ett steg närmare näringslivet*. Det görs på olika sätt och i det här rundabordssamtalet behandlas utmaningar och möjligheter för en av de tyngre nyheterna i konceptet, en Näringslivsförlagd kurs (NFK). Denna kurs är en del i progressionen för samverkansaktiviteterna med näringslivet.

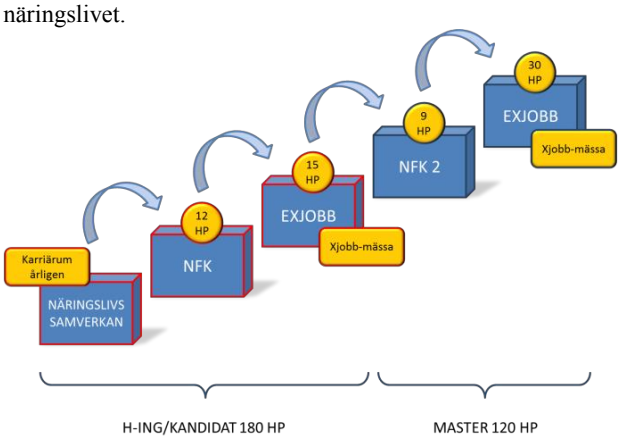


Fig. 1 Progressionen för samverkansaktiviteter mellan näringsliv och JTH

Syftet med Näringslivsförlagd kurs är att ge studenterna förståelse för kommande arbetsuppgifter och hur dessa är relaterade till den egna utbildningen. Kopplingen mellan teori och praktik blir tydligare och därmed upplevs utbildningen mer verklighetsförankrad. Avsikten är också att perioden i näringslivet skapar bättre förutsättning för resterande del av utbildningsprogrammet. Den i figur 1 beskrivna progressionen ger studenten en möjlighet till en längre relation med en och samma uppdragsgivare. Detta passar vissa studenter medan andra istället utnyttjar möjligheten att få kontakt/erfarenhet från flera olika företag.

* Med begreppen "näringslivet" och "företaget" avses i den här texten företag, offentlig verksamhet och organisationer.

II. Näringslivsförlagd kurs

Den Näringslivsförlagda kursen omfattar 9 hp på 2-års programmen (högskoleexamen och master) och 12 hp på 3-årsprogrammen (h-ing, tekn.kand). Kursen ligger placerad strax efter halva utbildningen. Av kurstiden ligger ett par dagar i början och en vecka i slutet förlagd till campus. Under de första dagarna ges en introduktion, den sista veckan innehåller examination via rapporter och seminarier. Resterande tid ska studenten tillbringa inom näringslivet. Uppdragsgivaren avgör ifall det är bäst med enskild student eller om det går bra med en grupp. Det kan då också finnas möjlighet att vara en grupp bestående av studenter från olika program.

Arbetsuppgifterna kan vara av olika art, beroende på bransch och uppdragsgivarens storlek. Det kan

- innebära att studenten följer och bidrar med kunskap i ett pågående projekt.
- innebära studie av en pågående produktionsprocess med anknytning till tidigare genomgångna kurser.
- vara en möjlighet att prova ett flertal olika praktiska moment som har relevans för utbildningen.
- innebära att studenterna bidrar med kompetensutveckling på företaget baserat på tidigare kurser och erfarenheter.

Arbetsuppgifterna ska vara kopplade till de kurser studenten tidigare läst under sin utbildning. Detta för att koppla ihop teori med praktiska moment och ge möjlighet för reflektion över sambandet.

III. Kursens genomförande

Inför start av den näringslivsförlagda kursen ställs krav på såväl student som JTH. Studenten förutsätts ha uppnått ställda förkunskapskrav. Vidare ansvarar studenten för att denne har kontakt med en uppdragsgivare för genomförande av kursen. De generella förkunskapskrav som gäller är att studenten följer ett JTH-program som har NFK i utbildningsplanen samt är uppflyttad till år två. Förutom dessa krav kan det finnas programspecifika krav.

Lärosätet bereder studenternas kontaktsökande genom att informera näringslivet på olika sätt och genom att anordna en näringslivsmässa, Karriärum, som en mötesplats för studenter och näringslivsrepresentanter. Dessutom tas successivt fram olika webbaserade hjälpmedel.

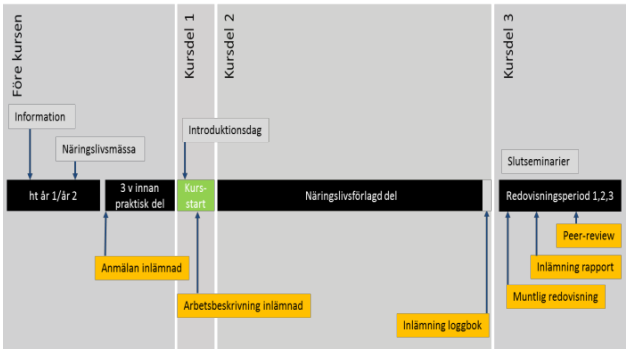


Fig. 2 Tidplan för kursens olika aktiviteter

Kursen NFK består väsentligen av tre delar som figur 2 visar: en introduktionsdel, en näringslivsförlagd del och den avslutande delen med rapportering.

IV. Dagens planeringsläge

Första kursomgången av NFK startar i samband med höstterminsstarten 2014. Fram till dess pågår en rad förberedande aktiviteter från lärosätets sida, bland annat företagsbesök. Målet är att under 2013 besöka 150 företag i närområdet (cirka 10 mil) för att informera om konceptet i allmänhet och kursen NFK i synnerhet. Då diskuteras möjliga lösningar för att ge deltagande studenter bästa möjliga utbyte av kursen. Viktigt är att ambitionsnivån hos såväl student som uppdragsgivare är högre än så kallad ”miljöpraktik”.

Inom campus planeras nu det första näringslivsmässan Karriärum i november 2013. Det är en näringslivsmässa som avser att underlätta för studenter och näringsliv att knyta kontakter med varandra för NFK, projekt, exjobb, feriearbete och anställning. Under mässan erbjuds studenterna att besöka ett antal föreläsningar och workshops.

En mindre resurs är tillsatt för att stödja de internationella masterstudenterna under processen att hitta en uppdragsgivare.

Ett webbstöd, Student-annons, där näringslivet kan erbjuda möjliga samarbeten med studenter öppnas under hösten. Annonsen skrivs och styrs helt av näringslivsrepresentanterna på ungefär samma sätt som annonsörer hanterar ”Blocket”.

Ett kurslag för kursen Näringslivsförlagd Kurs (NFK) kommer att sättas samman för varje utbildningsnivå.

Nu pågår slutförandet av kursplanerna. De kommer troligen att se lite olika ut beroende på vilken bransch de avser.

V. Röster från näringslivet

Reaktionen från de företagsbesök som hittills är genomförda är fantastiskt positiv. Man ser möjligheten att förkorta introduktionstiden för de nyanställda om de redan är vana vid en företagsmiljö. Störst inverkan har det förstås ifall den nyanställde har varit på det anställande företaget och där genomfört såväl NFK som exjobb. Kontinuiteten med samma student på ett företag ser man som en riktigt lång anställningsintervju. Men andra representanter har även påpekat styrkan i att studenten har sett olika miljöer. Representanterna för de besökta företagen är mycket positiva till att få välja ut vilka studenter man vill ha. De kommer alltså att ta in ett antal ansökningar och sedan välja den de tror passar bäst. För att få in ansökningar gäller det för företaget att vara attraktivt. Inte minst gäller det företag som inte syns dagligen i media eller som ligger lite avsides placerat. Studenterna måste, för att bli utvalda, presentera sig på ett bra sätt. Detta sammantaget gör att såväl företag som studenter måste preparera sig för en konkurrenssituation!

VI. Utmaningar

Det finns långa traditioner av externt förlagda kursavsnitt inom lärar- och sjukvårdsutbildningarna. Inom tekniksidan fanns tidigare de s.k. sommarpraktikerna i stor omfattning. I Jönköping har de tvååriga utbildningarna (högskoleexamen) haft praktikperioder på ungefär samma sätt som KY/Yh. Trots erfarenheten från de här grupperna så ser vi nu när JTH går in i en tid med **NFK för alla programstudenter** ett antal utmaningar framför oss:

- Volymen av studenter gör att cirka 500 studenter per år ska hitta en plats utanför campus.
- Kvaliteten på alla uppdrag ska vara acceptabel.
- Kontinuiteten över tid kan vara ett problem t.ex. med tanke på uppdragsgivares erfarenhet från tidigare NFK-student eller konjunkturläget. Avtal med företag?
- Hur ska student och näringsliv hitta varandra?
- Vissa studenter har det svårare att hitta en uppdragsgivare, kanske beroende på språket, kanske beroende på bristande mod eller social kompetens.

VII. Det runda bordet

Facktidningar har då och då kommentarer/artiklar om avståndet mellan akademi och näringsliv. Ibland gäller det forskning men inte sällan gäller det utbildningen. Lite av det glappet ska det nya konceptet för JTH täcka och då är kursen NFK en viktig del. Under ”Rundabordssamtalet” tas utmaningarna med externt förlagda kurser/kursavsnitt upp och då framförallt de utmaningar vi nu upplever. Målet med diskussionen är att utbyta erfarenheter från liknande projekt i liten eller stor skala.

Planerade fokusområden för diskussionen är:

- Det krävs ett stort antal företag – hur ska dessa engageras?
- Avtal eller inte avtal med företag?
- Nöjda/missnöjda företag – hur hanteras skillnaderna?
- Kontinuitet med företagen - finns det en kontakt med företaget eller med en person på företaget?
- Krävs en tydlig kommunikationsplan för att säkerställa kontinuiteten?
- Krävs en tydlig kommunikationsplan under studentens tid hos uppdragsgivaren?
- Företag som student hittar som lärosätet inte haft kontakt med, hur garanteras kvaliteten?
- Plan B och eventuellt även C: coachning, språkassistans, skapande av inhouse projekt …

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Strategisk programutveckling med hjälp av personrörlighet

Per Fagrell, Lars Geschwind & Anders Jörnesten

***Abstract*— Denna rundabordsdiskussion handlar om hur adjungerade personer (t.ex. adjungerade professorer) skulle kunna bidra till utveckling av ingenjörsutbildningar på ett mer strategiskt sätt än idag. Under 2013/2014 genomförs en studie på högskolor och företag i syfte att öka kunskapen om personrörlighet mellan akademi och omgivande samhälle och dess koppling till utbildning på högskolan. Vid tiden för utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar beräknas projektet vara i en fas av datainsamling i form av intervjuer med högskolor och företag. Deltagarna vid rundabordsdiskussionen har en bra möjlighet att påverka på projektets fortsatta inriktning genom att dels bidra med goda exempel, dels förstärka och/eller förkasta de tankar och idéer som studien hittills har fått fram.**

***Index Terms*—Programutveckling, personrörlighet, samverkan akademi-samhälle**

I. Introduktion

Personrörlighet mellan akademi och omgivande samhälle är den mest direkta formen av kunskapsöverföring, och samtidigt en av de effektivaste. Personrörlighet i form av adjungerade tjänster används oftast av lärosätena för att stärka den aktuella forskningen. Mer sällan används detta instrument för att utveckla utbildningarna. Samtidigt säger ofta företag som samverkar att deras viktigaste incitament för samverkan är kopplingen till utbildningarna och den framtida kompetensen. Det verkar finnas både en möjlighet och ett behov av att utveckla strategier för hur lärosätena kan använda exempelvis adjungeringar för att mer systematiskt utveckla sina utbildningar.

II. Bakgrund

Under senare år har flera lärosäten uppmärksammat personrörlighet som ett sätt att snabba på kunskapsöverföringen mellan akademi och omgivande samhälle, och många har också utvecklat strategier hur en ökad samverkan ska stärka det egna lärosätet [1]. Ett exempel är KTH som har ett uttalat mål att fördubbla antalet adjungerade professorer på tre år. Antalet industridoktorander fördubblades för övrigt på KTH mellan 2009 och 2012, vilket också är ett tecken på att man värdesätter samverkan högt.

Personrörlighet diskuteras ofta enbart ur ett lärosätesperspektiv, mer sällan ur ett företagsperspektiv. Denna studie ska försöka balansera diskussionen, genom att i högre grad utgå från ett företagsperspektiv. Delar av detta har undersökts, exempelvis i en studie av Anders Broström för några år sen [2]. Men redan titeln ”Firms’ Rationales for Interaction with Research Universities” antyder att det snarare fanns ett forskningsfokus och inte ett utbildningsfokus i studien.

Innan KTH skrev fram sina mål att exempelvis fördubbla antalet adjungerade professorer gjordes en nulägesanalys där det bl.a. ingick en intervjustudie av alla adjungerade professorer [3]. I huvudsak angav de adjungerade professorernas hemorganisationer (företag, institut, myndigheter etc.) tre skäl för att låta dessa personer använda en del av sin arbetstid åt att arbeta vid en högskola. Kortfattat är dessa skäl:

- Kapacitetshöjande: samarbetet ger hemorganisationen bättre förutsättningar för förnyelsearbete och innovation genom att ge tillgång till akademiska nätverk.
- Kompetenshöjande: de hjälper hemorganisationen att behålla och utveckla medarbetare och de hjälper till att skapa viktiga kontakter inför framtida rekryteringar.
- Kunskapsvinnande: de överför kunskap som ger impulser och assistans i pågående eller framtida innovationsprojekt.

Det första och det tredje skälet har tydliga kopplingar till företagens egen forskning och innovation, medan det andra skälet har en större koppling till högskolans utbildning. Det finns dock inte mycket material framtaget som djupare belyser denna koppling mellan adjungerad fakultet och utbildning. Denna studie avser att i någon mån fylla en sådan lucka.

III. Projektbeskrivning

Teknikföretagen genomför tillsammans med KK-stiftelsen och KTH under 2013-14 en studie i syfte att öka kunskapen om personrörlighet mellan akademi och omgivande samhälle och hur denna personrörlighet bättre kan användas för att utveckla utbildningar. Fokus är på ingenjörsutbildningarna.

Följande frågeställningar ska besvaras:

- Hur ser företag respektive lärosäten på adjungerade personers möjlighet att agera som förändringsagenter

Per Fagrell (ansvarig för rundabordsdiskussionen) är expert på utbildningsfrågor på Teknikföretagen och industridoktorand på KTH. (tel: +46 8 782 09 86; e-mail: per.fagrell@teknikforetagen.se).

Fil.Dr. Lars Geschwind är forskare på KTH (e-mail: larsges@kth.se).

Fil.Dr. Anders Jörnesten är programansvarig och biträdande verksamhetschef på KK-stiftelsen och affilierad till KTH (e-mail: anders.jornesten@kks.se)

Detta projekt finansieras av KK-stiftelsen.

för att påverka utvecklingen av ingenjörsutbildningar?
- Vilken roll spelar adjungerad fakultet i praktiken när det gäller utveckling av utbildning?
- Hur skulle ”best practice” inom detta område kunna se ut?

Projektet är grovt indelat i tre olika faser; en nulägesanalys, en datainsamlingsfas och en resultatanalys. Datainsamlingen görs genom kvalitativa intervjuer med högskolor och med företag.

En viktig del i studien är att hitta och sprida goda exempel på personrörlighet som har kopplingar till utbildning och att detta tillsammans med övrig analys kan bidra till KK-stiftelsens fortsatta arbete med att utveckla program som uppmuntrar till samproduktion mellan akademi och omgivande samhälle.

IV. Fortsatt Arbete

Studien fokuserar på lärosätets respektive företagets övergripande tankar och strategier med personrörlighet kopplat till utbildning. Det centrala är att se om resursen adjungerad fakultet kan utnyttjas, både av företag och av högskola, strategiskt för att utveckla ingenjörsutbildningar. Utestående frågor som inte besvaras i denna studie kan exempelvis vara hur verkligheten ser ut på institutionsnivå, dvs. på lite ”lägre” nivå, på lärosätena. Finns det strategier även där och hur följs de? På samma sätt kan liknande frågor ställas till företagen. Det är ju exempelvis enskilda individer som står för personrörligheten, inte företagen respektive högskolorna. Vad är individernas drivkraft för att lägga tid och energi på denna relativt avancerade nivå av personrörlighet?

References

[1] G. Reitberger & J. Sittenfeld “Kunskapsutbyte genom personrörlighet mellan akademi och näringsliv” *Rapport på uppdrag av Industrikomittén*, 2011

[2] A. Broström, “Firms’ Rationales for Interaction with Research Universities” *Journal of Technology Transfer*, 2012, 37:313-329.

[3] A. Broström & E. Johansson “KTH:s adjungerade professorer, Resultat av nulägesanalys 2011, enligt uppdrag från Faculty for Innovative Engineering” *Arbetsrapport, KTH*, 2011

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Kvalitetsutvärdering, reell utveckling för alla inblandade

E Lindesjöö, Linköpings Universitet; L Lycke, Högskolan Väst;
L Jensen, Lunds Universitet och K Pettersson, Mittuniversitetet

UKÄ:s utvärdering av ingenjörsutbildningarna har nyligen avslutats. Samverkansgruppen för Högskoleingenjörs – utbildningar har tillsatt en arbetsgrupp i syfte att samla erfarenheter från arbetet med utvärderingen, synpunkter på processen och idéer till framtida utvärderingar. Ambitionen är att påverka kommande utvärderingssystem, så utvärderingen kan fungera inte enbart som kontrollsystem, men även som kvalitetsdrivande incitament.

Arbetsgruppen vill gärna möte intresserade och engagerade, kanske också frustrerade kollegor i en rundabordsdiskussion.

Nyckelord för diskussion:
effektivitet; rättssäkerhet; uppföljning; utveckling

I. INTRODUKTION

Vid Samverkansgruppen för Högskoleingenjörsutbildningars möte, 24-25 april 2013, fattades ett beslut att gruppen bör ta fram ett förslag till hur ett nationellt utvärderingssystem bör byggas för att uppfylla kraven på en nationell säkring av kvaliteten på högskoleingenjörsutbildningar samtidigt som det ger underlag för en kvalitetsutveckling av dem. Mötet beslutade att skapa en arbetsgrupp med uppdrag att ta fram ett diskussionsunderlag till ett sådant system, förankra och förtydliga förslaget bland alla lärosäten som utbildar högskoleingenjörer, för att i ett senare skede presentera förslaget för UKÄ.

A. Tidigare utvärderingssystem i Sverige.

Under åren 1995-2002 genomförde Högskoleverket två cykler av granskningar av lärosätenas kvalitetsarbete. Dessa granskningar hade ett uttalat utvecklingssyfte utan sanktioner. Granskningarna visade att endast en mindre del av lärosätena hade utvecklade eller delvis utvecklade system. För att få ett djupare perspektiv på utbildningskvaliteten genomfördes under 2001-2007 ämnes- och programutvärderingar. Syftet med dessa var fortsatt utvecklingsinriktat men nu även med kontroll. De utbildningar, ca 10%, som ej uppfyllde akademiska krav fick sina examenstillstånd ifrågasatta. Under de följande åren fram till att nuvarande system infördes, genomfördes på nytt utvärderingar av kvalitetsarbetet, samtidigt som ämnes- och programutvärderingarna behölls. Båda dessa utvärderingar hade ett utvecklings- och kontrollsyfte. Parallellt fanns även ett frivilligt system, Framstående utbildningsmiljöer, som enbart hade ett utvecklingssyfte. Dessa utvärderingar fullföljdes dock inte utan ersattes 2011 av det nuvarande systemet.

B. Utvärderingssystem utanför Sverige

I Europa genomförs utvärderingar/kontroll av den högre utbildningen något olika. Tyskland har valt ett uttalat kontrollperspektiv med ackrediteringar. Andra länder som England, Finland och Norge har valt utvecklingsinriktade utvärderingar av kvalitetsarbetet vid hela lärosätet s.k. audits. Internationellt inom akademin finns en trend i uppfattningen att utvecklingsinriktade system är att föredra. Skottland har varit en drivande kraft med sin inriktning mot ”Quality Enhancement”. Sverige var bland föregångarna att skapa systematiska utvärderingssystem. Den inriktning vi har idag med ett kontroll-/resultatperspektiv är unikt internationellt.

C. Utvärderingssystem utanför akademin

Kvalitetsutmärkelser baserade på olika utvärderingssystem (modeller) har använts av organisationer i flera årtionden. Först ut var japanerna med ”The Deming Prize” 1951. USA införde ”Malcolm Baldrige National Quality Award” (MBNQA) 1987 för att lyfta fram och belöna excellenta organisationer inom olika kategorier, bland annat sjukvård och utbildning. MBNQA var föregångare och inspiratör till en rad internationella och nationella utmärkelser såsom den europeiska ”EFQM Excellence Award” och den svenska ”Utmärkelsen Svensk Kvalitet” (USK) 1992.

Många organisationer – både vinstdrivande små och stora företag, men även statliga, kommunala och ideella organisationer – använder olika utvärderingsmodeller för att skapa en bättre förståelse för den egna verksamheten och för att förbättra effektiviteten genom ett tydligt ledningssystem. Gemensamt för modellerna är att de hjälper organisationerna att få en gemensam helhetssyn som är en grund för fortsatt utveckling. Modellerna är processinriktade och bygger på att organisationen självständigt vill förbättra och utveckla verksamheten. Mål- och resultatuppföljning finns med som en del för att visa på att det förebyggande arbetet med förbättringar också leder till ett bättre resultat.

D. Ett kortsiktigt och ett långsiktigt förslag

UKÄ kommer inom kort att lägga fram ett förslag till det system som kommer efter att det nuvarande slutförts 2014. Systemet kommer, med de signaler den nuvarande regeringen tydligt gett, i hög grad bygga vidare på det nuvarande systemet dvs. med resultatfokus och granskning av självständiga

arbeten (examensarbeten). Med dessa förutsättningar anser arbetsgruppen att man bör ta fram två förslag: Ett kortsiktigt och ett långsiktigt. Det kortsiktiga förslaget är förbättringar av det nuvarande systemet för kontroll av examensarbeten. Det långsiktiga förslaget är det som vi ser som mer optimalt i ett kvalitetsutvecklingsperspektiv.

II. RUNDABORDSFRÅGOR

Målet med diskussionen är att ta fram två förslag, ett kortsiktigt och ett långsiktigt. Utgångspunkt för diskussionen är nyckelorden: rättssäkert, trovärdigt, resurseffektivt och kvalitetsförbättrande:

- I det korta perspektivet: Hur kan man förbättra det nuvarande systemet, som bygger på kontroll av examensarbeten?
- I det långa perspektivet: Hur kan man utforma ett optimalt utvärderingssystem, som inte bara bygger på kontroll, men som även bidrar till kvalitetsutveckling av utbildningarna?

Eric Lindesjöö eric.lindesjoo@liu.se, Linköpings universitet, är anställd vid den tekniska fakulteten och arbetar med övergripande kvalitetsfrågor. Han arbetar även med motsvarande frågor central för hela universitetet. Han har tidigare arbetat vid Högskoleverkets utvärderingsavdelning och har även varit anlitad internationellt som bedömare av kvalitetsarbeten vid finska universitet och högskolor. Han har även varit anlitad av ENQA som bedömare av en Nederländsk utvärderingsorganisation. Före anställningen vid Högskoleverket hade han en tjänst som forskare vid Stockholms universitet inom ämnesområdet ekotoxikologi.

Liselott Lycke, liselott.lycke@hv.se, har en teknologie licentiatexamen inom kvalitetsteknik och är lektor i maskinteknik och prefekt för institutionen för ingenjörsvetenskap vid Högskolan Väst. Hon är ordförande i högskolans kvalitetsråd och sitter med i rektors råd för utvärderingar. Hon har stort intresse för kvalitetsutveckling, både ur ett övergripande lärosätesperspektiv, ett processperspektiv (utbildning och forskning) och inom ingenjörsutbildningen.

Lise Jensen, lise.jensen@hbg.lth.se, Lunds Universitet, är anställd vid Lunds Tekniska Högskola och har genom många år arbetat med högskoleingenjörsutbildningarna vid LTH. Under en rad år var hon ordförande i utbildningsnämnden för LTH:s högskoleingenjörsutbildningar och är numera skolchef för Ingenjörshögskolan, som är LTH:s plattform för högskoleingenjörsutbildningar. Hon har ett stort intresse för utvecklingsprocesser och användarcentrerad utveckling både inom utbildningsorganisationer och som ämne i ingenjörsutbildningarna.

Karl Pettersson, karl.pettersson@miun.se, är Civilingenjör i Teknik fysik och Elektroteknik. Arbetar som fakultetshandläggare vid Fakulteten för naturvetenskap, teknik och medier vid Mittuniversitetet. Har i olika roller jobbat med verksamhetsutveckling och undervisning inom och utanför akademin. Har bland annat ett stort intresse i verksamhetsanpassade kvalitetssystem.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Rundabordssessioner, bord 5-8

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Win-win - att använda pågående samhällsutvecklingsprocesser som levande labb i ingenjörsutbildningen

S. Gustafsson, B. Wallsten och P. Fenton, Linköpings universitet

Hållbar stadsutveckling förutsätter ett integrerat och gärna tvärvetenskapligt förhållningssätt. Dessutom fordras en helhetssyn inte bara i beträffande de för städernas hållbarhet helt centrala tekniska systemen utan även vad gäller de aktörer som har möjlighet att påverka stadens utformning. Hur väver en samman dessa aspekter till en kurs om hållbar stadsutveckling för studenter inom ingenjörsutbildningar? Och hur får en studenterna att tänka visionärt och utanför lådan utan att tappa förankringen till deras redan existerande kunskapsbas? Detta vill vi byta erfarenheter och reflektera kring under diskussionerna i rundabordssamtalet.

***Nyckelord*—skarpa projekt, samhällssamverkan, kreativitet, ingenjörers roll för hållbar stadsutveckling**

I. Introduktion

HÅLLBARHETSFRÅGAN kräver att det strikt problemlösande ingenjörsperspektivet måste problematiseras, kontextualiseras och/eller vidgas utan att kursen för den skull inte upplevs som användbar och meningsfull av studenterna. Vi kommer att presentera våra erfarenheter av planerandet och genomförandet av en ny ingenjörskurs som syftar till aktivt lärande och samverkan med externa aktörer. Kursen har utvecklats på ett kollaborativt sätt med bl.a. studenter och andra aktörer inblandade.

Kursen Hållbar stadsutveckling (6hp), som gavs för första gången under september-oktober 2013, är ett försök att tänka nytt kring hur man kan lägga upp en kurs för att stimulera studenterna till ett fördjupat lärande. Eftersom hållbar stadsutveckling är ett vitt och komplext begrepp och eftersom kursen ges på en civilingenjörsutbildning har den avgränsats till att fokusera på de tekniska systemens roll för en mer hållbar stadsutveckling. Kursen ges för studenter som går femte och sista året på civilingenjörsprogrammet ”Energi, miljö, management”. Det betyder att det är en av de sista kurserna som studenterna tar innan de ska göra sina examensarbeten och att de har en stor mängd ackumulerad kunskap och erfarenhet med sig in i denna kurs. Därför är kursen utvecklad så att de ska kunna utnyttja och applicera den kunskap som tidigare kurser bidragit med under utbildningsprogrammet. En konkret erfarenhet av att ha gett kursen för första gången är emellertid att detta är enklare sagt på pappret än det är att omsätta i praktiken.

Kursen Hållbar stadsutveckling består av flera olika moment där tyngdpunkten ligger på ett verklighetsförankrat projektarbete. De andra kursmomenten bidrar med teoretiska och praktiska perspektiv som syftar till att bidra till kunskaper som kan nyttiggöras inom projektet. Genom föreläsningar, studiebesök, seminarier och handledning problematiseras begrepp och metoder som syftar till hållbar stadsutveckling. Studenterna skriver även en teoretiskt grundad individuell essä där de reflekterar över en frågeställning eller problem som knyter an till hållbar stadsutveckling och kanske även till projektet.

Utgångspunkten för det verklighetsförankrade projekt-arbetet är en påhittad nationell tävling för tekniska konsultfirmor för att utveckla de ur hållbarhetssynpunkt mest slagkraftiga tekniska systemen för en planerad stadsdel i Linköping. Studenterna antar rollen som tekniska konsulter som deltar i tävlingen, i vilken innovation och kreativitet är två viktiga utgångspunkter. Studenternas arbete är instruerat att gå i linje med den utveckling som redan pågår i det aktuella stadsdelsutvecklingsprojektet i Linköping. Det betyder att de använder sig av existerande plandokument som t.ex. kommunens detaljplan för området. Det planeringsområde vilket projekten fokuserar är väldigt uppmärksammat i Linköping eftersom det planeras en bomässa där 2016 (Bo2016). Det betyder att området är i fokus för mycket aktivitet och planering. Eftersom det finns ett uttalat mål att bostadsområdet ska vara något av en spjutspets när det gäller hållbarhet, har många aktörer uttryckt ett stort intresse av att ta del av projektens resultat.

Studenterna utgår från delgrupper, där varje grupp har fokus att planera och ta fram koncept för ett tekniskt system. En central utgångspunkt i projektuppdragen är integrerad planering, vilket har fått som konsekvens att tvärgruppworkshops blivit ett viktigt inslag i kursen där grupperna ger varandra input från sina respektive systemområden för att på så sätt kunna lyfta fram konkreta förslag på systemintegration. I slutändan är kännetecken för ett väl genomfört projekt en visad förståelse för integrerad planering och systemintegration. Varje delgrupp har även haft tillgång till externa experter (som har förkontaktats innan kursstart) inom sitt respektive ämnesområde som bidrar med tips och erfarenheter om bl.a. omvärlden, praktiska hinder och barriärer, innovationer osv.

Slutmålet är ett sammanhängande projektförslag, ett helhetskoncept, som presenteras muntligen för en jurypanel där en representant från Tekniska Verken (det kommunala energibolaget), en konsult (som är det kommunala boexpobolagets byggherresamordnare) samt en

samhällsvetenskapligt orienterad klimatexpert medverkar. Förutom den muntliga presentationen, presenteras projekten även i projektrapporter och en kort hemsidestext. Hemsidestexten och eventuellt även rapporterna kommer, efter granskning, att publiceras på Bo2016:s hemsida, vilket betyder att studenternas resultat får en större spridning och exponering även utanför kursens kontext. Dessutom var det flera av studenternas förslag som väckte stort intresse hos Tekniska verken, vilket kan betyda att flera av de lösningar som utvecklades inom ramen för kursen kommer att förverkligas i stadsdelen.

Juryns kritiska granskning bidrog på ett konstruktivt sätt till att utveckla studenternas projekt samt deras syn på hur den här typen av utvecklingsprojekt kan bedrivas och utformas.

Slutsatserna från det första genomförandet av den här kursen är att såväl studenter som de samhällsaktörer de varit i kontakt med, upplevde kursupplägget som mycket positivt och motiverande eftersom det uppstod en win-win-situation där studenterna kände att det fanns någon som efterfrågade deras resultat och där samhällsaktörerna upplevde att studenternas resultat var ett intressant och relevant bidrag i utvecklingen av en hållbar stadsdel.

II. RUNDABORDSFRÅGOR

Som en utgångspunkt för rundabordssamtalet kommer erfarenheter och reflektioner kring det första genomförandet av kursen Hållbar Stadsutveckling att presenteras. Ett flertal utmaningar med den här typen av kurs, som är av en mer allmän natur, har identifierats. En förhoppning är att under detta samtal utbyta erfarenheter kring utmaningar, och goda exempel av kurser med en stark arbetslivsanknytning. Några frågeställningar som föreslås för diskussion under detta runda bords-samtal är:

- Hur skapas en vinna-vinna-vinna-situation (studenter/samhällsaktörer/forskning) i den här typen av kurs?
- Hur görs den här typen av kurs tillräckligt teknisk, utan att de ”mjuka” aspekterna som är en viktig del i hållbar utveckling går förlorade?
- Hur kan en få ingenjörsstudenterna att tänka mindre fyrkantigt och mer ”utanför lådan”?
- Hur ser en till att ett visionärt tänkande tar sin grund i den kunskapsbas som de har sedan tidigare?
- Hur åstadkoms en rättvis examination i grupp när en har den här typen av projekt i en kurs?

Sara Gustafsson (sara.gustafsson@liu.se) är universitetslektor vid Linköpings universitet och filosofie doktor i miljösystemanalys och miljöledning. Hon är examinator för den nyutvecklade kursen Hållbar stadsutveckling (6hp) i vilken ett tydligt fokus har varit att på ett innovativt sätt involvera och samverka med viktiga samhällsaktörer för att studenterna ska få en tydlig verklighetsanknytning till sina studier.

Björn Wallsten (bjorn.wallsten@liu.se) och **Paul Fenton** (paul.fenton@liu.se) är båda doktorander i miljösystemanalys och miljöledning och har, tillsammans med Sara utvecklat och genomfört första omgången av kursen Hållbar Stadsutveckling.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Hur utbildar man studenter att ta ansvar för sin egen utbildning?

M. Hamrin, A. Bränberg, A. Joelsson, J. Mossegård, K. Wiklund

***Abstract*—I rapporten "Studentens lärande i centrum" från Sveriges förenade studentkårer, SFS, 2013, behandlas kvalitet i högskolan ur ett studentperspektiv. I rapporten framför SFS önskemål om att högskolan ska sätta studenten i centrum, vilket innebär att gå ifrån ett utbildningskoncept där studenten ses som en passiv mottagare av kunskap. Ett studentaktivt lärande innebär att studenten måste ta ansvar för sitt lärande. Programledning och kurslärare på Teknisk fysik vid Umeå universitet har på senare tid uppmärksammat att studenter idag är dåliga på att ta ansvar för sitt eget lärande och att de generellt ställer högre krav på undervisningen än tidigare. Enligt SFS:s rapport beror detta bl.a. på tidspress och på att det är mycket studiematerial för studenterna att ta in. Detta kan leda till konflikter och kulturkrockar då lärare och studenter kan ha olika syn på vilka kunskaper och färdigheter en kurs bör förmedla. I ett samarbete mellan programledningen för Teknisk fysik och Institutionen för tillämpad fysik och elektronik vill vi försöka överbrygga några av de problem som diskuteras i SFS:s rapport. Vi planerar att utveckla ett antal olika aktiviteter som ska höja studenternas motivation i lärsituationen, bl.a. ska en workshop för förstaårsstudenter utarbetas. För vårt arbete vill vi diskutera erfarenheter och idéer bland andra utbildningsansvariga vid ett rundabordssamtal på 4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar.**

***Nyckelord*—Studentaktivt lärande, ytinriktad lärstrategi, djupinriktad lärstrategi.**

I. Introduktion

I de nationella målen för civilingenjörsexamen står bl.a. att studenten ska ”visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens”. På lärosätena har man generellt en lång tradition av att förmedla ämneskunskap. Till skillnad från kunskapsmål så handlar ovanstående mål om studentens färdigheter, förmågor, värderingsförmåga och förhållningssätt. Flertalet av dessa mål kräver i princip att studenterna redan är ansvarstagande individer som vill och kan ta ansvar över sin egen utbildning och som vill utvecklas både personligt och professionellt.

Ute på lärosätena är det ofta ett välkänt problem att studenterna inte är fullt så ansvarstagande som man skulle önska. Som kurslärare är det inte ovanligt att man t.ex. möts av frågor av typen ”kommer det på tentan?” eller ”ingår det i kursen?”. Generellt kan man uppleva att studenter är dåliga på att ta ansvar för sin egen utbildning och lärprocess.

Även studentgrupper har uppmärksammat liknande problematik. I rapporten "Studentens lärande i centrum" från Sveriges förenade studentkårer, SFS, 2013, behandlas kvalitet i högskolan ur ett studentperspektiv. Enligt SFS rapport så kan man ur empiriska studier identifiera i huvudsak två strategier för studenternas lärande. Det är en *ytinriktad* strategi och en *djupinriktad* strategi. Studenter som använder sig av den ytinriktade lärstrategin försöker lära sig av kunskapsfragment utan att leta efter sammanhang, bygga upp förståelsen eller relatera till egna erfarenheter. En djupinriktad lärstrategi, å andra sidan, ger en djupare förståelse. Den hjälper studenterna att aktivt förstå meningen i det som studeras samt koppla till tidigare kunskap och erfarenheter och gör att kunskapen kan tillämpas i nya sammanhang. I rapporten framför SFS bl.a. önskemål om ett studentaktivt perspektiv bör finnas med i alla moment i en utbildning. Ett problem i det sammanhanget är förstås lärosätenas traditionella examinationssystem som ofta belönar memorering.

II. Studentaktivt lärande och djupinriktade lärstrategier

För att undersöka studenters attityder till lärstrategier så lät vi Teknisk fysiks programstudenter i åk 1-5 svara på en kort webbenkät. 95 studenter av programmets ca 200 aktiva studenter i alla 5 årskurser fick denna utskickad per e-post. I enkäten ställde vi fyra korta frågor:

1. Vilken lärstrategi använder du dig mest av i dina studier?
2. Vilken lärstrategi tror du dina klasskompisar använder sig mest av i sina studier?
3. Vilken lärstrategi tror du lärarna tycker du ska använda för att lära dig kursernas innehåll?
4. Vilken lärstrategi tycker du borde vara bäst att använda sig av för studenter som ska bli civilingenjörer i Teknisk fysik?

Vi gav studenterna följande definition på lärstrategierna:

- Ytinriktad strategi: Jag pluggar formler/algoritmer och lär mig exempeltal.
- Djupinriktad strategi: Jag fokuserar på att skapa förståelse och sammanhang.

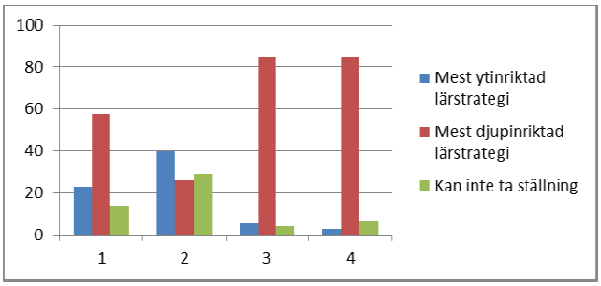


Fig. 1. Resultat från vår studie över studenters attityder till olika lärstrategier. Frågorna 1-4 är angivna i texten ovan.

Resultatet finns presenterat i Fig. 1. Man ser att nästan alla studenter anser att en djupinriktad lärstrateg är bäst för studier i Teknisk fysik. Lika många tycker också att den djupinriktade strategin är den som förespråkas av lärarna. Det är dock intressant att notera att en tydlig majoritet anser sig tillämpa en djupinriktad lärstrategi i det egna lärandet, men man tror samtidigt att klasskompisarna i större utsträckning använder sig av en ytinriktad strategi. Det är oklart vad som orsakar denna inkongruens mellan vad studenterna anser om sig själva och vad de anser om sina kurskompisar.

Vidare kan man notera att det finns en hel del studenter som inte använder sig av en djupinriktad lärstrategi även om de allra flesta anser att det är den bästa. En anledning till detta skulle kunna vara tidsbrist. Vidare så kan det också vara så att kurserna i praktiken faktiskt premierar ytinriktat lärande även om lärarna förespråkar mer djupinriktade studier.

III. Teknisk fysik i Umeå

Teknisk fysik vid Umeå universitet startades 1988, och ända sedan starten har programledningen arbetat hårt för att skapa en utbildning där studenterna tar aktiv del både i sitt lärande och i programmets utveckling. Första halvan av programmet läser studenterna främst baskurser i matematik, fysik och naturvetenskap. Andra halvan domineras av fördjupnings-kurser. Breddande ingenjörskurser läses under hela utbildningen. De breddande kurserna ges till stor del på Institutionen för tillämpad fysik och elektronik (TFE).

På grund av de breddande kursernas speciella ämneskaraktär och studenternas ofta teoretiska bakgrund, så kan konflikter och kulturkrockar uppstå mellan kursansvariga och studenter. Det är inte ovanligt att studenter tycker att kurser av breddande karaktär (till skillnad från fördjupande kurser) har för låg nivå och skapar för lite utmaning. Studenterna tycker ofta att det är för lite teoretisk fördjupning i dessa kurser. En följd har blivit att flera studenter på Teknisk fysik tycker att det är tråkigt, eller rent av onödigt, med de breddande kurserna. Att läsa kurser/moment av breddande karaktär vid sidan av de fördjupande kurserna är dock nödvändigt för att uppnå alla nationella examensmål för en civilingenjörsexamen.

Studenternas negativa syn på breddande kunskap, aktivt lärande och djupinriktade lärstrategier delas även ibland av kurslärare. En del lärare kanske tycker att tiden är för knapp för att behandla ämneskunskaper i kurser. Andra kanske känner sig obekväma i att arbeta med studentaktiva pedagogiska metoder. En del lärare har t.ex. enbart en naturvetenskaplig utbildning som bakgrund och känner sig kanske mer bekväma med traditionella lärmetoder.

Vår slutsats är att både studenter och lärare på programmet kan behöva öka sin kompetens i vad ett studentaktivt lärande och en djupinriktad lärstrategi innebär.

IV. Utvecklingsprojekt

Programledningen för Teknisk fysik och TFE har nyligen startat ett nytt samarbetesprojekt med syfte att

- stärka det studentaktiva lärandet i de breddande kurserna
- öka studenternas medveten om hur viktigt det är för dem att tillämpa en djupinriktad lärstrategi
- ta fram olika moment och stöd för studenterna som hjälper dem att utveckla sin lärprocess.

Inom projektet har ett antal aktiviteter för lärare och studenter planerats in.

V. Rundabordsfrågor

Rundabordssessionen kommer att bestå av en allmän diskussion om erfarenheter och tankegångar gällande ett studentaktivt lärande. Specifika frågeställningar kan vara:

- Hur motiverar vi studenter att ”vilja” studera mer djupinriktat?
- Hur stödjer vi lärare att bli bättre på att integrera ett studentaktivt lärande i sina kurser?
- Vilka moment i kurser passar bra för ett studentaktivt lärande?
- Finns det frivilliga studentaktiviterer som kan gynna utvecklingen av ett studentaktivt lärande?
- Hur hanterar olika lärosäten det studentaktiva lärande (både bland lärare och studenter)?

Referenser

[1] SFS Sveriges förenade studentkårer, ”Studentens lärande i centrum” SFS om pedagogik i högskolan. Dnr:PU1-1/1213. Utgiven av Sveriges förenade studentkårer, Stockholm, 2013. Utredare Frida Lundberg

Maria Hamrin (maria.hamrin@space.umu.se) är lektor vid Institutionen för fysik där hon forskar i rymdfysik. Sedan 2005 har hon dessutom jobbat som ordinarie programansvarig för Teknisk fysik vid Umeå universitet, och hon har själv en bakgrund som student vid programmet på nittiotalet.

Agneta Bränberg (agneta.branberg@umu.se) är lektor i elektronik vid institutionen för Tillämpad fysik och elektronik där hon också har uppdraget som huvudstudierektor med pedagogiskt ansvarig. Hon har undervisat blivande ingenjörer sedan 1981 och även varit programansvarig för två helt olika ingenjörsprogram.

Anna Joelsson (anna.joelsson@sweco.se) är konsult inom kvalitet och hållbar utveckling på Sweco. Hon har ett uppdrag som kvalitetssamordnare för Teknisk fysikprogrammet och sitter i programrådet. Hon var själv student vid programmet på nittiotalet.

Jonatan Mossegård (jonatan.mossegard@physics.umu.se) arbetar som amanuens på Teknisk Fysik under läsåret 2013/2014 och arbetar framför allt

med frågor som rör utbildningskvalitet. Han läser också femte året på programmet.

Krister Wiklund (krister.wiklund@physics.umu.se) är lektor vid Institutionen för fysik. Förutom forskning inom Biologisk fysik och undervisning arbetar han sedan 2007 som biträdande programansvarig för Teknisk fysik vid Umeå universitet.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Förmåga till Dialog i Internationella sammanhang för Civil- och Högskoleingenjörer

Klas Hedenberg

***Sammanfattning* — Ingenjörer har länge rört sig på en internationell marknad och utbildningarna försöker att hänga med för att fylla arbetslivets behov. Det finns likheter såväl som skillnader mellan civil- och högskoleingenjörsutbildningar. Förutom en ökad teknisk förståelse ska civilingenjörer till skillnad mot högskoleingenjörer enligt Högskoleförordningen ha en förmåga i bl.a. skriftlig och muntlig dialog för både nationella och internationella sammanhang. Kravet på internationell dialog finns inte för Högskoleingenjörer.**

Frågor som kommer att tas upp under rundabordsdiskussionen rör dels vilka skillnader som finns för civil- respektive högskoleingenjörer vad gäller internationell dialog, dels vad lärosäten gör för att förbereda ingenjörsstudenter för en internationell arbetsmarknad samt om det finns en risk att utbildningar tenderar att prioritera internationell kommunikation före nationell kommunikation?

***Index Terms* — Ingenjörsutbildning, Internationalisering, Internationell dialog.**

I. Introduktion

Allt öppnare nationsgränser samt förbättrade kommunikationer gör samhället mer och mer globaliserat. För yngre människor är den globala rörligheten naturlig och det är bl.a. på grund av sociala medier svårt att göra en avgränsning mellan nationella och internationella kontakter. Även företag och organisationer kommunicerar i högre grad över nationsgränserna än tidigare. Tillväxtverkets [1] enkätundersökning *Företagens villkor och verklighet 2011* visar att omkring vartannat svenskt medelstort företag är internationaliserat och att större företag tenderar att vara mer internationaliserade än mindre.

För framförallt små och medelstora företag och organisationer som inte har så många akademiker anställda kan det vara ett naturligare steg att anställa högskoleingenjörer än civilingenjörer för att ersätta de personer som har en fyraårig teknisk utbildning och som är nära pensionering. Dessa företag har naturligtvis en önskan att de anställda har färdigheter och förmågor som möter företagets behov och då även en beredskap att möta andra kulturer, såväl lokala som globala i den omfattning de nu förekommer. Det kan även vara så att företagen förväntar sig att de nyanställda tillför just den kompetensen med att kunna kommunicera på en internationell nivå för att nå nya marknader.

Manuskript mottaget October 15, 2013.

Klas Hedenberg. Högskolan i Skövde. (tel: 0500-448502; e-post: klas.hedenberg@ his.se).

I Teknikföretagens rapport om *Vilka ingenjörer behövs?* finns frågeställningar om hur unga människor skall attraheras av ingenjörsyrket och en önskan av att utbildningen harmoniserar med det kommande arbetslivet för att även behålla de nyrekryterade personerna längre på arbetsplatsen [2]. Det borde därför ligga i lärosätens och arbetsgivares intressen att uppmärksamma ungdomar om möjligheterna till ett internationellt arbete som ingenjör.

II. Civil- och högskoleingenjörsutbildningar

Enligt Högskoleförordningens mål finns det likheter och skillnader mellan civilingenjörs- och högskoleingenjörsexamen [3]. I korthet ska båda grupperna av färdigutbildade ingenjörer visa kunskap och förståelse för teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet, visa förmåga att med helhetssyn kritiskt hantera frågeställningar och utvärdera tekniska lösningar samt kunna göra bedömningar med hänsyn till vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter. Nyutexaminerade civilingenjörer ska ha en ha insikt i aktuell forsknings- och utvecklingsarbete samt väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av teknikområdet samt förmåga att hantera mer komplexa frågeställningar till skillnad mot nyutexaminerade högskoleingenjörer som ska visa förmåga att genomföra uppgifter. Det finns alltså skillnader mellan civil- och högskoleingenjörer med avseende på teknisk förståelse och förmåga, vilket är rimligt när civilingenjörer läser fem i stället för tre år. Andra färdigheter och förmågor är dock lika där båda grupperna förväntas visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning.

Det kan vara rimligt att anta att de sociala målen borde vara lika, men enligt Högskoleförordningens mål skall en civilingenjör ha en färdighet och förmåga i bl.a. skriftlig och muntlig dialog för både nationella och internationella sammanhang. Motsvarande krav för internationella sammanhang finns inte för en högskoleingenjör [3].

Det är möjligt att civilingenjörer i större omfattning hitintills har jobbat i en internationell miljö, men på liknande sätt som att det är svårt att göra en avgränsning mellan nationella och internationella kontakter kan det på sikt vara svårt att göra en avgränsning på vad som är ett nationellt eller internationellt sammanhang på en arbetsplats i ett mer globaliserat samhälle. I synnerhet om båda grupperna förväntas ”visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning” [3].

III. Exempel Biståndsingenjörsprogrammet

Högskolan i Skövde hade under åren 2000-2012 utbildningen Biståndsingenjörsprogramet som var en maskiningenjörs-

utbildning med inriktning mot utvecklingsländer. Programmet var från början fyraårigt, men gick 2007 genom Bolognaprocessen över till ett treårigt program då programmet även gick över till ett mer praktiskt förhållningssätt till kulturmöten. Det fyraåriga programmet hade, förutom klassiska maskintekniska kurser som Mekanik, Hållfasthetslära och Maskinelement, kurser som Engelska, Spanska, Internationella studier och Kris- och katastrofpsykologi. De senare kurserna var förvisso praktiskt inriktade och examensarbetet utfördes oftast i utvecklingsländer, men övergången till ett treårigt program krävde ett mer integrerat lärande av kulturmöten och teknik. Detta genomfördes genom industriprojekt i Tanzania, Kenya, Sydafrika och Mexiko samt kurs i Litauen med studiebesök på industrier. Att dessa studenter fick upplevelser och erfarenheter utöver det som vanligtvis erbjuds på en ingenjörsutbildning är mycket troligt, men samtidigt är det möjligt att utlandsresorna gjorde att studenterna förlorade en möjlighet till en del kontakt med det lokala näringslivet.

För en student kan det vara nog så svårt att förstå den lokala kulturella miljön, kanske rentav svårare än att förstå den internationella som vid första mötet kan vara förlåtande då många kulturer är positivt inställda till utländska studentbesök.

IV. Diskussionsfrågor

Det finns flera frågeställningar kring detta som är av intresse att ta upp och diskutera.

För det första, vad finns det för skillnad mellan civil och högskoleingenjörer med tanke på att visa förmåga att redogöra och diskutera i såväl nationella som internationella sammanhang? Är skillnaden liten kanske målen i Högskoleförordningen ska uppdateras?

För det andra, hur utbildar lärosäten ingenjörsstudenter för en mer internationell arbetsmarknad? Vad görs inom civilingenjörsutbildningarna som skiljer högskoleingenjörsutbildningarna?

För det tredje, tenderar ingenjörsutbildningar att prioritera internationell kommunikation före nationell och lokal kommunikation?

Referenser

[1] Tillväxtverket, “Internationalisering i svenska små och medelstora företag - Företagens villkor och verklighet 2011”. Internet. Stockholm. 2012. Tillgänglig på Internet: http://publikationer.tillvaxtverket.se/Download.aspx?ID=1761

[2] Teknikföretagen. ”Vilka ingenjörer behövs? – Storföretagens syn på svenska ingenjörsutbildningar.” Internet. Stockholm 2012. Tillgänglig på Internet: http://www.teknikforetagen.se/Documents/Utbildning/Vilka_ingenjorer_behovs.pdf

[3] SFS nr: 1993:100 ”Högskoleförordningen.” Internet. Stockholm. Utbildningsdepartementet. Tillgänglig på Internet: http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Hogskoleforordning-1993100_sfs-1993-100/

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Introduktion av Nya Studenter vid LTH: Exempel från F-sektionen

Anders Heyden, Karin Cherfils-Karlsson, and Maria Sörensson

***Abstract*—Denna artikel handlar om introduktionen av nya studenter på utbildningsprogrammen teknisk fysik, teknisk matematik och teknisk nanovetenskap vid Lunds Tekniska Högskola. Vi beskriver hur introduktionen planeras, läggs upp och genomförs samt våra erfarenheter och utvärdering av framförallt den första introduktionsveckan.**

***Index Terms*—Introduktion, Civilingenjörsutbildning, Studenter**

I. Introduktion

Civilingenjörsprogrammen Teknisk Fysik, Teknisk Matematik och Teknisk Nanovetenskap, vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) tillhör studentorganisatoriskt F-sektionen och har tillsammans knappt 190 nybörjare varje år. Programmen är ämnesmässigt närbesläktade, men är olika stora och har funnits olika lång tid. Teknisk Fysik har funnits sedan LTH startade, d.v.s. i ca 50 år, och tar in drygt 90 nybörjare, Teknisk Matematik och Teknisk Nanovetenskap har funnits i ca 10 år och tar in 50 resp. 40 nybörjare varje år.

Varje ny årskull startar studierna en vecka före den reguljära terminstarten med en introduktionsvecka. Denna vecka innehåller både förberedelser inför studierna och sociala arrangemang för att skapa en vi-känsla. Planeringen görs av programledning och studenter där studievägledarna är koordinatorer. De sociala arrangemangen är gemensamma för teknisk fysik, teknisk nanovetenskap och teknisk matematik medan de studieförberedande är programspecifika.

Den akademiska introduktionen fortsätter efter första veckan med gruppvägledningssamtal där studievägledarna, som också är utbildade coacher, träffar alla 187 nybörjare i mindre grupper för att ha workshops, bland annat i studieteknik, genomgång av rättigheter och skyldigheter och uppstart av karriärtänk.

A. Heyden är programledare för Teknisk Matematik och professor i Matematik vid Matematikcentrum, Lunds Universitet (tel: +46 46 2228531; fax: +46 46 2224010; e-mail: heyden@maths.lth.se).

K. Cherfils-Karlsson är studie- och karriärvägledare för Teknisk Matematik och Industriell Ekonomi vid Lunds tekniska högskola (+46 46 2223736, e-mail: karin.cherfils-karlsson@kansli.lth.se)

M. Sörensson är studie- och karriärvägledare för Teknisk Fysik och Teknisk Nanovetenskap vid Lunds tekniska högskola (+46 46 2220854, e-mail: maria.sorensson@kansli.lth.se)

II. Syfte

Syftet med alla inslag är att ge studenterna en känsla av att passa in, att snabbt få nya vänner och att få ett förtroende för sin studieförmåga. Studievägledarna baserar sin verksamhet på den kände sociologen Vincent Tintos rön om studieavhopp och retention. Tinto har identifierat tre frågor som alla människor i nya verksamheter ställer sig: Kommer jag att passa in? Kommer jag att få vänner? Kommer jag att klara detta? Enligt rönen har LTH ungefär 6 veckor på sig att ge de nyantagna studenterna positiva svar på ovanstående frågor.

III. Upplägg

Under introduktionsveckan förekommer en hel del olika aktiviteter, bland annat:

Tjejträff – Dagen innan uppropet inbjuds alla kvinnliga nyantagna till en gemensam träff över utbildningsgränserna i arrangemang av äldre kvinnliga studenter.

Upprop – Programledarna hälsar välkomna och studenterna delas in över programgränserna i faddergrupper om c:a 14 nya och c:a 5 faddrar.

Faddergruppsträff - Lunch och namnlekar faddergruppsvis

Utbildningsinformation – Längre genomgång av hela utbildningen. Presentation av första kurserna och/eller karaktärskurser. Lärarna presenterar sig och ger råd om hur man klarar kursen.

Gruppdynamik – Heldag under ledning av äldre studenter som läser Technology management. Teoripass om teamwork varvas med praktiska övningar med syfte att visa vad grupparbete faktiskt innebär. Exempel på övning: ingenjörsmässig problemlösning.

Linjär algebra – kursen introduceras och efterföljs av en övning med SI-ledare. SI= Supplemental Instruction eller Samarbetsinlärning.

Alumner- Färdiga civilingenjörer berättar om sin väg genom utbildningen och vad de gör nu. Tips och råd till de nyantagna.

Karaktärskurser - Alla tre utbildningar startar upp sina respektive karaktärskurser. Matematisk modellering för π, Kvantfysikaliska koncept för F, Nanovetenskap och nanoteknik för N

Stress – Storföreläsning av Studenthälsans sjukgymnast om hur det fungerar och hur det hanteras.

Alkohol – Storföreläsning av alkoholforskare, som redovisar sina rön och låter studenterna göra en egen självskattning av sitt alkoholintag

Ubåtslaboration – traditionstyngd labb för alla nybörjare,

där grupperna tävlar mot varandra i konsten att bygga en liten farkost som kan dyka och stiga i en vattencylinder på en optimal tid.

Kurator – LTH:s studiekurator informerar om CSN:s krav, sjukskrivning, försäkringar, bostadstillägg mm.

SVL-info – Studievägledarna går igenom formalia och presenterar sin roll som studie- och karriärvägledare samt coacher.

Pluggkvällar – En kväll per vecka under några veckor i första läsperioden samlas studenterna på Fysicum för att studera tillsammans. Ideellt arbetande äldre studenter finns med för att kunna hjälpa. Faddrarna deltar.

Föräldralunch – De nyantagna som har barn bjuds på en enkel lunch och får lyssna till tips av ”veteranföräldrar” för att få krävande heltidsstudier att gå ihop med föräldraskap. Studievägledare och studiekurator deltar.

Gruppvägledning – Alla 187 studenter kommer i mindre grupper till en timmes träff med studievägledarna, där man gör en workshop om studietekniker och studieorganisation, skattar hur studenttillvaron i stort fungerar, lär sig den coachande metodiken, startar upp karriärtänket, repeterar viss formalia från första veckans SVL-info.

IV. Erfarenheter

Våra erfarenheter av inslagen är att studenterna upplever att de får positiva svar på de tre frågorna ovan. Utvärderingar visar att information och inspiration från alumner och äldre studenter är mycket uppskattade, liksom gruppdynamik och problemlösningsaktiviteter i grupp.

Utvärderingarna av gruppvägledningssamtalen visar att det är mycket uppskattat att diskutera studieframgångstips i mindre grupp. De visar också att studenterna tycker att det är viktigt att tidigt börja fundera på utträdet på arbetsmarknaden. Övningen att se över hela sin livssituation, det så kallade studenthjulet, är en tankeväckare för många.

Studenterna uppskattar också att tillhöra en större grupp (F-sektionen) och samtidigt få programspecifik information i en mindre grupp (det egna programmet) och vi tycker att vi har hittat en lagom blandning här.

Sammanfattningsvis menar vi att studenterna får en stark vi-känsla och många nya vänner under introduktionen. De programspecifika aktiviteterna skapar också en identitet som är unik.

Dock finns det vissa problem med introduktionen. Det största problemet är att det finns en konflikt mellan programaktiviteter och studentikosa inslag. Alla aktörer vill få in så mycket som möjligt och programmet för veckan blir oerhört fullspäckat. Detta går i första hand ut över de programaktiviteterna som företrädesvis ligger på förmiddagen, där studenterna antingen struntar i dem för att de behöver sova, eller är så trötta att de inte får ut något av dem. Detta medför också att många studenter direkt kommer efter i studierna och kan få problem att klara de första kurserna.

V. Sammanfattning

Vi har beskrivit hur introduktionsveckan vid F-sektionen på LTH planeras, läggs upp och genomförs samt våra och studenternas erfarenheter av denna. Slutsatsen är att det i stora delar är en lyckad och uppskattad introduktion, trots att programmet för veckan är mycket omfattande och många studenter är väldigt trötta mot slutet.

References

(1) Tinto, V. (1993). *Leaving College: Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition* (2nd Ed.), The University of Chicago Press, Chicago.

(2) LTH:s kansli (2012). *Strategisk plan Lunds Tekniska Högskola 2012-2016,* MediaTryck, p 17.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Rundabordssessioner, bord 9-11

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Blir exjobbsurvalet representativt?

Viggo Kann

***Sammanfattning*—Vid mätning av kvalitet görs ofta stickprovsmätningar. Det är då väsentligt att stickprovet som görs är så representativt som möjligt för den variabel man vill mäta. Universitetskanslersämbetet, tidigare Högskoleverket, utvärderar kvaliteten vid landets högskoleutbildningar huvudsakligen med hjälp av stickprovsmätning av examensarbeten. Urvalet påstås göras slumpmässigt, men metoden som används för urvalet gör att stickprovet kan bli långt ifrån representativt.**

Vi analyserar hur icke-representativt urvalet blev för en specifik utbildning, diskuterar hur sneda urval kan påverka utfallet i utvärderingen och hur ett bättre urval skulle kunna göras.

***Sökord*—Kvalitetsbedömning av examensarbeten, reliabilitet, representativt urval.**

I. Bakgrund

År 2011 startade ett nytt system för utvärdering av Sveriges högskoleutbildningar. Under fyra år skulle Högskoleverket utvärdera alla utbildningar på grundnivå och avancerad nivå [1]. När Högskoleverket las ner 31 december 2012 tog den nya myndigheten Universitetskanslersämbetet över uppgiften.

Till skillnad från tidigare kvalitetsutvärderingar fokuserar denna utvärdering inte på mätning av kvalitet utan av resultat, och med det avses hur väl utbildningarna uppfyller högskolelagen och examensmålen i högskoleförordningen. Den del av utvärderingen som väger tyngst är bedömningen av om de självständiga arbetena, alltså examensarbetena, uppfyller examensmålen.

”*Högskoleverket bedömer att en granskning av studenternas självständiga arbeten i många fall ger en god bild av hur väl studenterna når flera av målen i examensbeskrivningarna, särskilt för utbildningar som leder till en generell examen.*” [1]

Högskoleverkets metod för utbildningsutvärdering har nyligen granskats och fått kritik i flera rapporter [2]-[4]. Här koncentrerar vi oss på en liten men viktig del av utvärderingarna, nämligen hur urvalet av vilka exjobb som ska granskas görs och hur det påverkar utvärderingsresultatet.

II. Urval av examensarbeten

Enbart utbildningar som har minst 5 examensarbeten är med i utvärderingen. Urvalet av examensarbeten ska vara ”slumpmässigt” och görs på följande sätt. Högskoleverket fastställer hur många examensarbeten som ska granskas (högst 24) och vilken tidsperiod dessa ska härröra från. Lärosätet plockar fram en så kallad bruttolista med alla exjobb som examinerats på utbildningen under denna period. Listan, som består av exjobbens titlar och exjobbarnas namn, skickas in som ett Exceldokument till systemet HSV Direkt som direkt gör ett urval av den beslutade storleken. Lärosätet ska sedan ta fram exjobbsrapporterna, avidentifiera dem, både med avseende på lärosäte och exjobbare, och skicka in i systemet.

Reliabiliteten i detta system har ifrågasatts av Adamson: ”*Sammanfattningsvis kan bedömningen av de självständiga arbetena inte sägas ske på ett tillförlitligt sätt. Urvalsproblematiken, där totalundersökningar görs på små utbildningar och urvalsundersökningar på stora, gör också att det är tveksamt om dessa urval verkligen speglar det som ska granskas på ett rättvisande sätt. I själva verket skulle resultatet av en utvärdering hypotetiskt kunna ge ett annat resultat om en ny bedömargrupp eller ett nytt urval av arbeten fördes in.”* [3]

Vi ska visa hur icke-representativt urvalet kan bli i ett exempel från ingenjörsutbildningarnas utvärdering där urvalet av exjobb gjordes i oktober 2012 och där resultaten inte är klara ett år senare då detta skrivs.

III. Exempel: Datateknik på KTH

Vårt exempel är från utvärderingen av civilingenjörsutbildningen i datateknik vid KTH. Civilingenjörsutbildningarna förlängdes från 4,5 till 5 år i den nya examensordning som infördes 2007. Den utbildning som utvärderades startade alltså 2007 och första årskursen skulle ta examen 2012, nominell tid. Men även studenter antagna till det gamla civilingenjörsprogrammet kan, om de uppfyller kraven, få ut den nya femåriga examen. Mycket av urvalsproblemen beror på detta.

KTH införde år 2008 en ny examensarbetskurs med mer styrda bedömningskrav och med graderad betygsskala. Alla studenter antagna 2007 eller senare måste göra det nya exjobbet medan studenter antagna före 2007 vid exjobbets start får välja mellan det gamla ograderade och det nya graderade. Den som hade för avsikt att ta ut nya examen skulle välja det nya exjobbet, men eftersom studenter under 2007 tillåtits ta ut nya examen med det gamla (då enda existerande) exjobbet så kunde KTH av likabehandlingsskäl inte kräva att studenter antagna före 2007 i fortsättningen måste göra det graderade exjobbet för att få nya examen.

KTH hade för avsikt att låta bruttolistan bestå av de graderade exjobben. HSV gjorde då ett klargörande som sa att

Viggo Kann är professor vid Skolan för datavetenskap och kommunikation och Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, KTH, 100 44 Stockholm (e-post: viggo@kth.se).

TABELL I
EXJOBBSFÖRDELNING I UTVÄRDERINGEN AV DATATEKNIK PÅ KTH

Kategori	Antal exjobb i bruttolistan	Antal framslumpade exjobb
Gamla datalogiexjobb	29	14
Nya datalogiexjobb	19	1
Exjobb i andra ämnen	17	4
Totalt	65	19

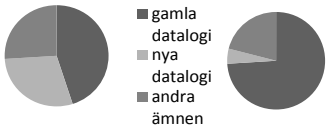


Fig. 1. Exjobbsfördelningen i utvärderingen. Till vänster bruttolistans fördelning och till höger urvalets fördelning, som är helt annorlunda

samtliga exjobb som kan användas för att ta ut examen enligt nya examensordningen ska ingå i bruttolistan.

Eftersom det varit möjligt (om än ovanligt) att ta ut nya examen med det gamla exjobbet hamnade både de gamla och nya exjobben på bruttolistan vid utvärderingen, oavsett vilken examen studenten senare tog ut. Och då det fanns många fler exjobbare med den gamla utbildningen än den nya utbildningen i systemet så blev det därmed en övervikt av gamla exjobb i bruttolistan, se tabell 1.

Det av HSV Direkt framslumpade urvalet blev mycket skevt, se tabell 1 och figur 1. Givet bruttofördelningen är sannolikheten att få ett sådant snedfördelat urval mindre än en på tusen. Jag har försökt få reda på hur slumpurvalet i HSV Direkt är implementerat men har inte lyckats.

Bara ett av nitton utvalda exjobb var den nya datalogi-exjobbskursen. Eftersom mer än 80 % av alla som tar ut nya examen från programmet i framtiden kommer ha gjort det nya datalogiexjobbet är urvalet direkt missvisande.

Det är dessutom ett negativt urval av studenter på det gamla datalogiexjobbet i bruttolistan, av två anledningar. Eftersom sista årskursen som tilläts göra det gamla exjobbet började 2006 är alla gamla exjobb i bruttolistan av studenter som är försenade ett eller flera år med sin examen. Och eftersom antagna fram till 2006 kunnat välja mellan det gamla ograderade och det nya graderade exjobbet har studenterna med högst ambitioner valt det graderade datalogiexjobbet (för att få kvitto på att exjobbet har god kvalitet). Detta gör att de gamla datalogiexjobben är särdeles icke-representativa för den examen som skulle utvärderas.

IV. PÅVERKAN PÅ UTVÄRDERINGEN

Hur slår då ett snett och icke-representativt urval i utvärderingen? Högskoleverket ursprungliga instruktioner är: ”*Det är utbildningens samlade kvalitet på självständiga arbeten som ska ligga till grund för det samlade omdömet och inte enstaka utmärkta eller svaga arbeten.”* [1]. Detta förverkligas i utvärderingarna genom att varje exjobb bedöms av en (enda) bedömare med avseende på alla mål som ska utvärderas i en tregradig skala. Om en viss andel av de utvärderade exjobben inte visar på tillräcklig måluppfyllelse underkänns utbildningen på det målet. Om en tillräckligt stor andel av exjobben får överbetyg får utbildningen det högsta betyget för det målet [4].

Vilka trösklar som används varierar mellan olika utvärderingsomgångar. Vid ingenjörsutvärderingen lär trösklarna 30 % (för underkänt) och 50 % (för överbetyg) ha använts [5].

När absoluta trösklar används vid bedömningen spelar naturligtvis representativiteten vid urvalet en mycket stor roll. I utvärderingen av datateknikprogrammet på KTH var tre fjärdedelar av de exjobb som granskades gjorda inom en exjobbskurs som i praktiken inte kommer att ge den utvärderade examen i framtiden.

V. DISKUSSION

Vi har observerat liknande icke-representativa urval vid utvärderingen av kandidatexamen och masterexamen vid KTH, så den metod HSV använt vid urvalen tycks ofta fungera dåligt.

Vilka exjobb är det som bör granskas i en utvärdering? Det är inte självklart. HSV ansåg att alla exjobb i exjobbskurser som skulle kunna leda fram till den utvärderade examen skulle kunna granskas. KTHs centralt ansvariga för urvalet ansåg detta vara orimligt och exkluderade exjobb gjorda av studenter som är inskrivna på andra program som också utvärderas (till exempel studenter i Teknisk Fysik som också kan göra datalogiexjobb). Däremot valde man att inte exkludera utbytesstudenter eller exjobb gjorda av studenter som följer datateknik enligt den gamla examensordningen.

Det normala vetenskapliga sättet att i undersökningar få mer representativa urval är att göra *stratifierade urval*, det vill säga definiera vilka kategorier, strata, som bör finnas med i utvärderingen och storleksbestämma dessa [6]. Därefter görs stickprov inom varje stratum.

Ett annat problem är validiteten i mätningen [2]. När utvärderingssystemet görs om bör man först bestämma sig för vad man ska utvärdera och hur man ska kunna mäta just det.

Vid rundabordsseminariet diskuteras följande frågor:

1. Är andra lärosätens erfarenheter av urvalen av exjobb liknande?
2. Hur kan skeva urval påverka utvärderingens resultat?
3. Hur kan ett system för representativa urval se ut?

BIBLIOGRAFI

[1] Högskoleverkets system för kvalitetsutvärdering 2011–2014, Högskoleverket rapport 2012:15 R, 2010 med revision juni 2012.
[2] ENQA, Swedish National Agency for Higher Education: Review of ENQA Membership, Högskoleverket, april 2012.
[3] L. Adamson, Kvalitetsutvärdering av högre utbildning - en kritisk granskning av det svenska systemet framtagen på uppdrag av SNS Utbildningskommission, SNS, maj 2013.
[4] Annika Lundmark och Maivor Sjölund, Håller utvärderingsmetoden tillräcklig kvalitet? Rapport UFV 2012/2051, Uppsala universitet, oktober 2012.
[5] Styrgruppen för utvärderingen av ingenjörsutbildningarna.
[6] E. Borg och J. Westerlund, *Statistik för beteendevetare*, Liber, 2006.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Positiva kursutvärderingsresultat kombinerat med kritik från studenthåll angående kurspoäng och kursinnehåll – att ta över kursansvar

K. Nilsson, *Lunds universitet*

Introduktion—**Hur ska man som kursansvarig och föreläsare förhålla sig till det faktum att man har fått i uppdrag att höja svårighetsgraden och utöka kursinnehållet på en kurs som i kursutvärderingar fått positivt resultat i förhållande till ett antal bedömningskriterier, samtidigt som kursen av studenterna upplevs som för lätt och föreslås minska i antal högskolepoäng? Hur skapar man en positiv och konstruktiv lärandemiljö under dessa förutsättningar när kursen de facto fortsättningsvis kommer att kräva en större arbetsinsats av studenterna än tidigare år, men samtidigt ge samma utdelning i form av högskolepoäng? Hur viktar man inslag av tillbakablickande mot tidigare kursutformning, jämfört med framåtblickande och det nu aktuella kursupplägget? Hur kommer studenterna att reagera vad gäller lärandeperspektiv och lärandestrategier, i vilket läge kommer kursens nya nivå att bli tydlig för dem och vad händer då? Andra aktuella frågeställningar att ha i åtanke vid en sådan diskussion är krav på genomströmning i förhållande till kurskvalitet och kursinnehåll. Även lärarens situation med avseende på pedagogisk meritering och betydelsen av kursutvärderingar i detta sammanhang är en viktig diskussionspunkt. Nedan återfinnes en text som baseras på personlig erfarenhet av detta scenario, som är skriven med avsikt att utgöra underlag för ett rundabordssamtal i frågan.**

BAKGRUND

VID Lunds Tekniska Högskola, LTH används ett kursutvärderingssystem som dels registrerar studenternas åsikter utifrån kategorierna ”god undervisning, tydliga mål, förståelseinriktad examination, lämplig arbetsbelastning och allmänna färdigheter” via kryssfrågor där studenterna värderar/betygsätter sina upplevelser, och dels samlar in fritextsvar [1]. Studenterna ombeds även gradera huruvida de är nöjda med kursen överlag samt om kursen känns angelägen för utbildningen. Här diskuteras ett specifikt fall där kursen i fråga fått positiva omdömen inom samtliga av ovan nämnda kategorier, med högsta omdömet för att kursen är relevant för utbildningen. Detta samtidigt som det från studenthåll har framförts kritik angående kurspoäng och kursinnehåll, men det speglas inte i kursutvärderingen. Kritiken har varit av den art att kursen har betraktats som av för låg svårighetsgrad i förhållande till de kurspoäng som studenterna har kunnat tillgodoräkna sig, och förslag på sänkning av kurspoängen har framförts.

Studentgruppen består av drygt 100 förstaårsstudenter och kursen läses under vårterminen med start efter juluppehållet. Undervisningen är av traditionellt slag med föreläsningar, räkneövningar och salstentamen. Kursen i fråga ingår i det obligatoriska blocket för studenter som läser första året på LTH och utgör en bas för ett flertal kurser inom det obligatoriska blocket. Dessutom utgör kursen bas för avancerade fortsättningskurser som läses av studenter som befinner sig i slutfasen av sin utbildning tillsammans med internationella mastersstudenter och doktorander. En sänkt svårighetsgrad och en begränsning av kursinnehållet har potentiellt inverkan på en rad kurser senare i programmet och då kursen har stort fokus på formulering av matematiska modeller för fysikaliska fenomen är den central för ingenjörsutbildningen. Att som lärare ta över kursansvaret under dessa förutsättningar och få i uppdrag att höja svårighetsgraden vad gäller innehåll, arbetsbelastning och examination är en utmaning. Hur kommer studenterna att reagera? Till hur stor del ska man i mötet med nya kursdeltagare referera till tidigare kursupplägg, jämfört med att fokusera på att blicka framåt och visa på hur kursen är utformad nu och vilka positiva lärandeförutsättningar man önskar uppnå? En kurs har en historia, studenter har förväntningar, och dessa förväntningar relaterar bland annat till tidigare års kursdeltagares uppfattning. Vilken roll spelar tidigare kursutvärderingar i detta sammanhang?

Först och främst skulle ett val göras huruvida det första mötet med de nya kursdeltagarna skulle innefatta återblickar till tidigare år och tidigare kursutvärderingar, eller i första hand vara framåtblickande och fokusera på kursens upplägg från och med innevarande år. I förberedelserna inför kursen togs kontakt med aktuell programledning och en stor del av diskussionen kom att handla om hur kursen skulle presenteras. Alternativet att ha utgångspunkt i det som hänt tidigare år har fördelen att det visar på en lyhördhet inför studenternas

upplevelser och åsikter. Då tydliggörs det att kursen står inför en utvecklingsfas och att ambitionen är att lyfta kursen. Å andra sidan kan det finnas nackdelar med att redan initialt i kursen trycka på att svårighetsgraden är höjd, då det skulle kunna leda till en ökad benägenhet att göra jämförelser med tidigare år och då kanske initiera en diskussion om orättvisa vad gäller erhållna betyg för studenter som läst kursen tidigare, relativt de som läste kursen detta år. Valet föll på att i första hand blicka framåt och vara tydlig med kursens upplägg, samtidigt som studenterna blev informerade om att kursen skulle komma att ändras och att äldre tentamina med tillhörande lösningar som tidigare funnits tillgängliga på hemsidan tagits bort därifrån eftersom de inte längre gav en rättvisande bild av kursinnehållet. Särskilt var det flera kursavsnitt som skulle tillkomma och det innebar i sin tur en utökning av kursmaterialet, vilket lades ut på kurshemsidan. Vad som däremot inte kommenterades specifikt var det faktum att svårighetsgraden även på redan tidigare befintliga avsnitt skulle höjas. Detta val tog sin utgångspunkt i att låta studenterna själva få avgöra om de upplevde kursen som svår eller inte, så att de inte skulle färgas av en förväntan att det skulle vara svårt innan de haft möjlighet att skapa sig egna erfarenheter.

För att studenterna så tidigt som möjligt i kursen skulle få en uppfattning om svårighetsgraden på examinationen så räknades uppgifter av tentamenskaraktär under föreläsningarna. Uppgifternas sammansättning kommenterades och möjliga alternativa frågeställningar diskuterades. Mycket tid lades på att resonera kring uppgifterna, identifiera svårigheter och kommentera nyckelord i hur uppgifterna var formulerade och vad dessa hade för innebörd. Då det inte fanns några tidigare tentamina för studenterna att jämföra med, så sattes exempelskrivningar samman av uppgifter som gåtts igenom på föreläsningarna. Kursen har stort fokus på matematiska modeller och analytiska beräkningar, så för att även ge möjlighet till en mer konkret upplevelse av innebörden av framför allt de grundbegrepp som gås igenom under första veckan, så illustrerades detta med hjälp av vardagliga verktyg som togs med till föreläsningarna. Vid det läsperiodsmöte som hölls ett par veckor in i läsperioden, där undervisande lärare, studentrepresentanter och programledning deltog, var studenterna överlag nöjda.

Examinationen på kursen bestod redan tidigare av en skriftlig salstentamen efter sju veckor och betyget sattes i förhållande till resultatet på denna skrivning. Dock hade en frivillig salstentamen, så kallad dugga, genomförts efter ungefär halva kursen och godkänt resultat på denna hade resulterat i att studenten kunnat tillgodoräkna sig poäng på det ordinarie tentamenstillfället. Denna form av examination behölls även i det nya upplägget. En dugga kan konstrueras på olika sätt och ha olika huvudsyfte. En möjlig väg är att använda den som en tröskel, så att endast studenter som får godkänt på duggan får möjlighet att fullfölja kursen. Duggan kan examinera en miniminivå och bestå av grundläggande begrepp där det enbart krävs att studenten utför enkla procedurer. Ett sådant val skulle medföra att högre nivåer i SOLO-taxonomin [2] inte innefattas. I det aktuella fallet lades stor vikt vid att *inte* konstruera duggan på detta sätt. Att låta duggan vara av samma svårighetsgrad som den senare ordinarie tentamen var ett viktigt, och skulle det visa sig, centralt beslut. Detta val baserades på att studenterna skulle få en möjlighet att själva uppleva och bilda sig en egen uppfattning av hur examinationen på kursen var uppbyggd då detta kan vara svårt att förmedla på annat sätt, framför allt deskriptivt (jämför Donovan et al [3]). En majoritet av studenterna valde att delta i duggan och rättningsprocessen påbörjades omedelbart efter att duggan genomförts. Det stod snart klart att majoriteten av studenterna inte skulle få godkänt resultat och redan under nästföljande föreläsning kunde utfallet av duggan kommenteras. Studenterna fick återkoppling på vilka moment som gått bättre och sämre, samt på vilket sätt det hade yttrat sig. Lösningen till uppgifterna gicks igenom gemensamt och studenterna fick möjlighet att ta aktiv del i detta. Efter duggan spred sig en oro i studentgruppen och nu började man öppet jämföra sig med tidigare års studenter. I det här läget var det viktigt att återigen framhålla diskussioner med andra kursansvariga på kurser senare i programmet och förankringen gentemot dessa kurser. Det blev extra angeläget att framhålla den aktuella kursens roll som grund för följande kurser och inte minst den allmänna ingenjörsmässigheten som går som en röd tråd genom kursen.

Under läsperiodens andra del blev det allt tydligare att studenterna upplevde att de uppgifter som gicks igenom under föreläsningarna inte var lika avancerade som under duggan. För att ytterligare synliggöra kopplingen mellan föreläsning och examination användes under läsperiodens avslutande veckor tentamensuppgifter där den ursprungliga tentamensskrivningen visades upp i sin originalversion med datum etcetera angivet. Dessutom lades tid på att diskutera på vilket sätt en uppgift är svår och jämförelser gjordes mellan uppgifter som studenterna kommenterade som varande lätta och de som upplevdes som avancerade för att belysa skillnader och likheter mellan uppgifterna. Studenterna fick möjlighet att både skriftligen på anonyma lappar och muntligen under räkneövningarna beskriva vilka avsnitt eller mer specifika detaljer som de upplevde som svårast i kursen. En annan sak som kom fram under läsperiodens andra del var att studenterna oroade sig över det faktum att föreläsaren som tagit över kursen inte hade tidigare erfarenhet av denna typ av kurs och därför hade svårt att lägga kursen på en lämplig nivå. Dessutom fanns det en oro över att föreläsaren inte hade personlig erfarenhet av vilka kursmoment som studenterna oftast hade problem med att förstå och att fokus lades på fel saker. Det visade sig att det var viktigt att specificera för studenterna, dels hur lång erfarenhet föreläsaren hade av undervisning av denna typ och dels att föreläsaren dessutom haft den aktuella kursen tidigare. Studenternas antagande om att föreläsaren saknade dessa erfarenheter visade sig senare delvis vara grundade på deras tidigare möten med föreläsare under utbildningen som tagit över en kurs - så som studenterna uppfattat det, på samma sätt som den aktuella kursen tagits över av en ny föreläsare.

Inför den ordinarie tentamen hänvisades som ett komplement till de på föreläsningarna genomgångna uppgifterna till arkiv för äldre tentamina för ett annat program där de uppgifter som

var relevanta för den aktuella kursen hade identifierats. Föreläsningsserien avslutades med genomgång av en exempeltentamen sammansatt för att spegla så stor del av kursen som möjligt, där det lagts vikt vid att få med element av de avsnitt som studenterna själva identifierat och angivit som svåra. Vid denna genomgång var studenterna delaktiga genom att ge förslag till hur uppgifterna skulle lösas och flera alternativa lösningar på samma uppgift jämfördes. Den sista föreläsningen avslutades med ett tack till studenterna för att de deltagit i kursen och en kommentar om att uppdraget inför kursen var att lyfta denna så att nivån på kursen blev jämförbar med den kurs vars tentamensarkiv hänvisats till inför den kommande tentamen.

Hur gick det då på ordinarie tentamen? Inför tentamen var det oron för den höjda svårighetsgraden som präglade kontakten mellan studenterna och den undervisande personalen och resultatet på duggan hade gjort ett starkt intryck på studentgruppen. Slutresultatet blev att två tredjedelar av de skrivande fick godkänt betyg på ordinarie tentamen, det vill säga ett mycket bättre resultat än det som hade uppnåtts på den frivilliga duggan tidigare under läsperioden. Betygsfördelningen bland de godkända var dessutom mycket jämn med ungefär en tredjedel vardera på betygen 3, 4 och 5. Resultatet uppvisade alltså inga tendenser till att vara varken extremt bra eller extremt dåligt, utan snarare balanserat om något.

Examinationsresultatet talade för att undervisning, examination och lärande förhållit sig till varandra på ett väl avvägt sätt, men hur skulle studenterna komma att beskriva sina upplevelser av kursen? Under kursens avslutande del hade oron för den höjda svårighetsgraden varit påtaglig, men i kursutvärderingen återfanns inte den typen av kommentarer. Däremot fanns det uttalat åsikter om att kursen varit för enkel och att den borde ökas i svårighetsgrad, särskilt om tentamensresultatet hade ett ovanligt högt betygsgenomsnitt. Den tydligaste kommentaren som framför allt genomsyrade studenternas beskrivning av upplevelsen av kursen var annars att tempot under föreläsningarna varit för långsamt och att svårighetsgraden på föreläsningarna varit för enkel i förhållande till examinationen. Samtidigt hade föreläsningarna i positiv mening kommenterats som varande tydliga och välstrukturerade, vilket också hade framförts muntligt under kursens gång. I min personliga reflektion över studenternas divergerande respons har jag funderat över om den högre nivå enligt SOLO-taxonomin [2] som kräver att studenten ska kunna tillämpa problemlösningsmetoder och analys av frågeställningar i problem som på ett ytligt plan inte ser ut att vara besläktade med varandra inte medvetandegjorts hos alla studenter. Den tid på föreläsningarna som avsatts för reflektion och mer djupgående analys av uppgifter hade av ett antal studenter uppfattats som tidsödande och mindre givande i jämförelse med en approach som innebär att ett större antal uppgifter gås igenom. Dessutom kommenterade en del studenter de återkopplingar till redan genomgångna teoriavsnitt utifrån nya perspektiv och repetitioner som förekom genomgående under kursens gång, som alltför tidskrävande.

Kursutvärderingssystemet innefattar förutom insamlandet av studenternas åsikter i enkätform även samtal efter kursens genomförande där studentrepresentanter, programledning och ansvarig lärare träffas. Denna diskussion kom att präglas av hur mycket studenternas inledande förväntningar påverkat både inlärningsprocessen, examinationsresultatet och kursutvärderingen. Här framfördes på ett rättframt sätt från studenthåll att förväntningarna inför kursen var att den skulle vara enkel att få godkänt resultat i och att den inte skulle kräva någon större arbetsinsats. Äldre studentrepresentanter kunde dessutom bekräfta att den inställningen hade funnits under ett antal år. Vikten av att låta duggan vara av samma svårighetsgrad som ordinarie tentamen framhölls och detta kursmoment sågs som avgörande för studenternas strategi vid inlärningen. Förutom detta kursutvärderingssamtal, tog flera kursdeltagare initiativ till att kommentera kursen vid sidan om den officiella kursutvärderingen och där framkom bland annat att kommentarerna angående tempot på föreläsningarna bottnade i en oro för att kursen nu skulle vara så omfattande att det inte skulle finnas tid till att gå igenom allt under föreläsningarna. Stressnivån inom gruppen beskrevs som hög, men intressant nog indikerade kursutvärderingen en väl avvägd arbetsbelastning, en faktor som annars har kunnat identifieras som avgörande för upplevelsen av stress hos förstaårsstudenter [4].

Sammanfattningsvis kan det konstateras att kursen varit starkt färgad av det rykte som formats under tidigare år och att detta rykte inte ifrågasattes förrän det prövats i samband med duggan och att ryktet därefter fortsatt att influera hela kursen och studenternas totala upplevelse. Efter att kursens förändrade upplägg blivit konkret genom resultatet på duggan noterades och uppmärksammades en ökad orosnivå som tog sig flera uttryck inom studentgruppen. Examinationsresultatet på kursen visar dock inte på några extremer varken vad gäller antalet godkända eller betygsfördelningen. Något att kanske ta fasta på inför nästa gång kursen kommer att ges, när nya studenter kommer för att delta i denna kurs med det rykte den nu kommer att ha skaffat sig.

REFERENSER

[1] J. Borell *Course experience questionnaire och högskolepedagogik*. (2008) Tillgänglig på: http://www.ceq.lth.se/info/dokument/filer/CEQ_hogskolepedagogik.pdf

[2] J. Biggs (2003) *Teaching for quality learning at university*. Printed in Great Britain by The Cromwell Press. The Society for Research into Higher Education & Open University Press. ISBN 0-335-21169-0

[3] B. O. Donovan, M. Price and C. Rust (2004) *Know what I mean? Enhancing student understanding of assessment standards and criteria*. Teaching in Higher Education, Vol. 9, No. 3, July 2004

[4] M. Scheja (2002) Contextualising studies in higher education. First-year experiences of studying and learning in engineering. Printed in Stockholm by Docusys. ISBN 91-7265-467-8

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Förslag till svensk översättning CDIO 2.0

U. Skagert och Å. Nygren

CDIO 2.0:

1 DISCIPLINARY KNOWLEDGE AND REASONING
1.1 Knowledge of underlying mathematics and science
1.2 Core fundamental knowledge of engineering
1.3 Advanced engineering fundamental knowledge, methods and tools

2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES
2.1 Analytical reasoning and problem solving
2.2 Experimentation, investigation and knowledge discovery
2.3 System thinking
2.4 Attitudes, thought and learning
2.5 Ethics, equity and other responsibilities

3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION
3.1 Teamwork
3.2 Communications
3.3 Communications in foreign languages

4 CONCEIVING; DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT
4.1 External, societal and environmental context
4.2 Enterprise and business context
4.3 Conceiving, systems engineering and management
4.4 Designing
4.5 Implementing
4.6 Operating

ÖVERSÄTTNING:

1 ÄMNESRELATERADE* KUNSKAPER OCH ÖVERVÄGANDEN*
1.1 Kunskaper i grundläggande matematik och naturvetenskap*
1.2 Grundläggande ingenjörskunskaper
1.3 Fördjupade ingenjörskunskaper, metoder och verktyg

2 INDIVIDUELLA OCH YRKESMÄSSIGA FÄRDIGHETER OCH FÖRHÅLLNINGSSÄTT*
2.1 Analytiskt tänkande och problemlösning
2.2 Experimenterande, utforskande och kunskapsbildning*
2.3 Systemtänkande
2.4 Förhållningssätt, tankesätt och kontinuerligt lärande
2.5 Etik, rättvisa och andra ansvarsområden

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

3 FÖRMÅGA ATT ARBETA I TEAM OCH ATT KOMMUNICERA

3.1 Att arbeta i team
3.2 Att kommunicera
3.3 Att kommunicera på främmande språk

4 IDENTIFIERING*, UTVECKLING, REALISERING OCH DRIFT AV SYSTEM MED HÄNSYN TILL AFFÄRSMÄSSIGA, SAMHÄLLELIGA OCH MILJÖMÄSSIGA ASPEKTER/SYSTEMFORMULERING, UTVECKLING; REALISERING OCH DRIFT MED HÄNSYN TILL AFFÄRSMÄSSIGA, SAMHÄLLELIGA OCH MILJÖMÄSSIGA ASPEKTER

4.1 Samhälleliga och miljömässiga aspekter
4.2 Företags och affärsmässiga aspekter
4.3 Systemformulering, ingenjörsmässig modellering och management
4.4 Att utveckla system
4.5 Att realisera system
4.6 Att ta i drift och använda system

FRÅGOR ATT DISKUTERA

1. Ska vi välja ämnesspecifikt eller ämnesrelaterat?
2. Det är svårt att hitta ett ord på svenska som helt täcker begreppet ”reasoning”. Diskutera förslag.
3. Diskutera begreppen kunskap och vetenskap i detta sammanhang.
4. Svarar ordet ”förhållningssätt” mot ordet ”attribute”.
5. Diskutera olika substantivformer.
6. Diskutera varianten ”Attityder, förhållningssätt och kontinuerligt lärande”.
7. Diskutera bra förslag till översättning av termen ”conceive”.
8. Nationell version, tolkningsutrymme och variationsutrymme lokalt? Jmf. KTH:s och Linköpings version, t.ex. översättning av ”conceiving”, identifering eller planering
9. Tillägg för att täcka in de nationella examensmålen jmf. Linköpings version

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Session 1

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Strukturerad gruppläsning inför omtentamen[1]

Anna Axelsson och Roy Andersson, *Institutionen för datavetenskap, Lunds Tekniska Högskola*

***Abstract*— Vi har identifierat att det finns en grupp studenter som återkommande bara nästan når upp till godkänt på tentamen i den inledande programmeringskursen. Huvudproblemet har varit att studenterna efter en tentamen släpper kursen helt tills det är dags att tentera igen och då måste de börja inläsningen från en lägre nivå.**

Genom att på försök erbjuda en strukturerad gruppläsning för de som inte legat alltför långt från godkänt inför omtentamen har vi lyckats bryta detta mönster hos de flesta som väljer att delta. Gruppläsningen startar direkt när tentamensresultatet är fastställt vilket löser problemet med att studenterna släpper kursen under lång tid. När de väl börjar den intensiva läsningen inför omtentamen är de minst på samma nivå som när de tenterade förra gången. Detta tillsammans med alla fördelar som samarbetslärande i grupp medför gör att de flesta som deltagit också klarar nästa tentamen.

Studenterna är positiva till konceptet och menar att det hjälpt dem att lyfta sig till godkänt (eller ännu högre).

Själva gruppläsningen består av en inledande träff där vi lärare berättar om konceptet och formerar studiegrupper samt trycker på vissa nyckelbegrepp och ger dem generella tips för deras gruppläsande. Därefter träffas studenterna i sina respektive studiegrupper efter eget upplägg ett antal gånger innan vi lärare erbjuder en gemensam frågestund för alla grupperna ca en vecka innan nästa tentamen. Det är studenterna som ansvarar för att arbetet i gruppen fungerar och lärarkostnaden är låg i förhållande till utfallet.

***Nyckelord*—Samarbetslärande, gruppläsning, programmering.**

I. Inledning

Vi har identifierat att det finns en grupp studenter som återkommande bara nästan når upp till godkänt på tentamen i den inledande programmeringskursen. Dessa observationer har gjorts i några av våra kurser för program som inte har programmering som huvudinriktning.

Huvudproblemet har varit att studenterna efter en tentamen släpper kursen helt tills det är dags att tentera igen och då måste de börja inläsningen från en lägre nivå. Detta tillsammans med att de saknar nya infallsvinklar gör att de bara kommer upp till samma nivå igen.

För att bryta detta mönster har vi på försök erbjudit dessa studenter strukturerad gruppläsning inför omtentamen. Tanken är att studenterna inte ska släppa kursen utan kontinuerligt jobba med den fram till omtentamen.

Kontakt: Anna.Axelsson@cs.lth.se
Roy.Andersson@cs.lth.se

1)Bidraget har i en tidigare kortare version presenterats lokalt på *LTHs 7:e Pedagogiska Inspirationskonferens* 30 augusti 2012.

Själva gruppläsningen består av en inledande träff där studiegrupperna formeras. Därefter träffas studenterna i sina respektive studiegrupper efter eget upplägg ett antal gånger. Innan nästa tentamen erbjuder lärarna en gemensam frågestund för alla grupperna.

II. Samarbetslärande

Att studenterna arbetar i grupper är det centrala i vårt koncept. Samarbetslärande i grupp har en rad fördelar. Felder & Brent [1] citerar flera undersökningar som visar att studenter som använt samarbetslärande får bättre resultat, en positivare syn på ämnet, en djupare förståelse av ämnet, bättre självförtroende och bättre relationer till studiekamraterna. Studenterna är aktiva under samarbetslärandet och lär därmed bättre. De lär sig av att hjälpa och förklara för varandra. Studenterna får hjälp av varandra när de stöter på problem och blir mindre benägna att ge upp. När man vet att andra är beroende av ens arbete blir man mer benägen att sköta sina åtaganden. Inte minst den sista punkten är viktig i den här situationen eftersom studenterna är upptagna med andra kurser under tiden mellan tentamina. Felder & Brent [1] påpekar att "*Students working alone may tend to delay completing assignments or skip them altogether, but when they know that others are counting on them, they are often driven to do the work in timely manner.*"

Wills et al [4] menar att studenternas prestationer blir bättre både i kursen där samarbetslärande används och i efterföljande kurser eftersom samarbetslärandet skapat en miljö med mer aktivt lärande. Studenterna blir också bättre förberedda inför arbetslivet. Det senare poängteras också av William et al [3] som menar att det är viktigt att studenterna lär sig samarbeta inför yrkeslivet eftersom programmerare ofta samarbetar med andra.

Det finns också problem med samarbetslärande [1]. Exempel på sådana är att samarbetet inte fungerar om alla inte drar sitt strå till stacken. Duktiga studenter klagar över att de sinkas av svagare studenter. Svaga studenter upplever att de blir ignorerade.

III. Metod

Försök med strukturerat gruppläsande har genomförts vid ett flertal tillfällen sedan våren 2011. I samtliga fall har de studenter som låg nära godkäntgränsen efter senaste tentamen inbjudits via mail till en inledande träff. Utöver dessa strukturerade tillfällen har det vid två tillfällen dessutom spontanformats en studiegrupp med studenter som varit i kontakt med kurslärarna inför omtentan.

Studenterna har läst någon av kurserna *EDA501 Programmering* eller *EDAA20 Programmering och databaser*.

I dessa kurser lär man sig lösa problem med hjälp av dator, konstruera algoritmer, använda datastrukturer som vektorer och matriser. Man får också lära sig objektorienterad programmering. EDA501 är på 6 hp och gavs under vårterminen i årskurs två för studenter på Maskinteknik-programmet. EDAA20 är på 7.5 hp och gavs under höstens första läsperiod för bland annat studenter på Lantmäteri- och Technology Management-programmen.

Själva gruppläsningen börjar med en inledande träff där vi lärare berättar om konceptet och formerar studiegrupper samt ger dem generella tips för deras gruppläsande. De olika studiegrupperna består av tre studenter (någon enstaka gång två eller fyra). Felder & Brent [1] rekommenderar en gruppstorlek på 3-4 personer. De menar att i en grupp med bara två personer blir det lätt så att en person dominerar. Är man för många blir det svårare att få alla att vara delaktiga. Om möjligt placeras studenter som inte känner varandra och/eller läser olika program i samma grupp. Studenterna byter kontaktuppgifter och kommer överens om tid för ett första gruppmöte.

Sedan är tanken att studenterna dels ska jobba på egen hand och dels träffas i sina studiegrupper ett antal gånger. Det är studenternas ansvar att arbetet i gruppen fungerar och att träffarna blir av.

Vi lärare erbjuder en gemensam frågestund för alla grupperna ca en vecka innan nästa tentamen. Om tid finns har vi också en gemensam träff mitt under inläsningen för att stämma av att arbetet i grupperna fungerar.

För att utvärdera konceptet har vi undersökt deltagarnas tentamensresultat efter deltagandet i studiegrupperna. Vid ett tillfälle har också en enkät skickats ut vi mail till deltagarna samt så har vi vid flera tillfällen fått muntliga kommentarer från deltagare.

IV. Tentamensresultat och enkätsvar

A. Tentamensresultat

I tabell 1 visas hur många studenter som tillfrågades om att vara med respektive deltog i gruppläsandet under de olika tillfällena. Där kan man också se hur många som efter de två första tentamenstillfällena blev godkända på tentamen.

TABELL 1
Deltagarstatistik

Inför tentamens-tillfälle	Antal till-frågade	Antal som fullföljde (varav godkända efter de två första tentamens-tillfällena)	Antal som ej deltog eller avbröt (varav godkända efter de två första tentamens-tillfällena)
Maj 2011	14	3 (3)	11 (2)
Aug 2011	–	2 (2)	–
Jan 2012	10	6 (5)	4 (1)
Maj 2012	13	6 (6)	7 (4)
Aug 2012	11	2 (2)	9 (2)
Okt 2012	8	6 (5)	2 (1)
Jan 2013	16	11 (7)	5 (3)
Mar 2013	–	2 (2)	–

Som framgår av tabell 1 har de allra flesta som deltagit i en studiegrupp också blivit godkända på det tentamenstillfälle de repeterade inför eller på efterföljande tentamenstillfälle. Bland de som ej deltog eller avbröt är andel godkända inte lika hög. Det som inte syns i tabell 1 är att de allra flesta som deltog blev godkända på det tentamenstillfälle de repeterade inför och alla som deltog under 2011-2012 är nu godkända.

B. Enkätsvar

I juni 2012 skickades en enkät ut till alla 15 tillfrågade som fullföljt fram till dess. Nio studenter svarade och av dessa anger åtta att de deltagit i gruppläsandet i stor utsträckning. Alla som svarat är nöjda med konceptet. Nedan finns några av studentcitaten från enkäten.

Bland de fördelar flera lyfter fram är att det är givande att diskutera med varandra:

"*Stödgruppen var motiverande och hjälpte mig faktiskt att förstå mer, dels för jag fick "lära" de jag jobbade med en del saker men de kunde även förklara saker för mig som jag inte förstod innan.*"

Mötena inom gruppen gjorde så att man förberedde sig innan och höll igång läsningen:

"*Man koncentrerade sig mer och fick mer press på sig att lära sig att programmera eftersom man var tvungen att förbereda sig inför våra möten då vi gick igenom uppgifter.*"

"Man fortsatte att plugga programmering utan att göra ett uppehåll så att ens kunskaper inte försvann."

Andra synpunkter är att det är motiverande att jobba med nya människor och att det gör att man skärper sig extra mycket. Det upplevs också som positivt att man är på ungefär samma nivå kunskapsmässigt:

"Nyttigt och lärorikt att arbeta med andra som man inte arbetar med i vanliga fall."

"Tyckte det var bra att det bara var de som låg på gränsen så att man hade samma förutsättningar."

"Det va också bra med grupperna eftersom alla va på samma stadie hade man bra utbyte av varandra."

En negativ synpunkt berör problemet att man har olika ambitionsnivå.

Sammanfattningsvis kan man säga att studenternas syn på fördelar och nackdelar med samarbetslärande följer väl vad litteraturen säger (se avsnitt II ovan).

V. Generaliserbarhet

Användning av samarbetslärande är i sig inget nytt och det är många som använder olika repetitionsformer inför omtentamen. Vi ser vår modell som ett konkret sätt att genomföra strukturerad gruppläsning och vi är övertygade om att detta koncept även passar i andra kontexter. Vi har dessutom själv testat det i vår fortsättningskurs i programmering (EDAA01) inför dess omtentamen i augusti 2013. Vi körde exakt samma koncept och av de åtta som deltog klarade sig sex.

Dock är en generell erfarenhet att det är mycket svårare att genomföra konceptet över sommaren inför augustiomtentorna. Det beror främst på att studenterna då helt enkelt inte är på plats i Lund.

VI. DISKUSSION

Gruppläsningen startar direkt när tentamensresultatet är fastställt vilket löser problemet med att studenterna släpper kursen under lång tid. När de väl börjar den intensiva läsningen inför omtentamen är de minst på samma nivå som när de tenterade förra gången. Detta tillsammans med alla fördelar som samarbetslärande i grupp medför [1, 3, 4] gör att de flesta som deltagit också klarar nästa tentamen.

I grupperna blandas om möjligt personer som inte känner varandra och/eller läser olika program i samma grupp. Man skärper sig lite extra om man ska samarbeta med någon man inte känner. Dessutom får man fler och nya infallsvinklar.

Det krävs inte så mycket lärartid för detta. I början behövs lite initialt administrativt arbete och därefter ett par träffar med grupperna, resten är studenternas ansvar.

Vi bjöd in de studenter som var nära att klara tentamen till gruppläsandet. Om man ligger längre ifrån krävs det en större insats, t ex att man läser om delar av eller hela kursen, än vad gruppläsandet ger. Men studenter med lägre poäng som på eget initiativ visat intresse för detta har fått delta. Detta är dock inte helt oproblematiskt då man vill hålla grupperna på ungefär samma nivå kunskapsmässigt.

Tentamensresultaten för de som deltagit i gruppläsandet och enkätsvaren visar att detta är ett koncept vi bör fortsätta med.

Man skulle också kunna använda gruppläsandet under kursens gång. Forskare hävdar att det är höga kognitiva krav som ställs på dem som skall lära sig objektorienterad programmering: abstraktion, analys, design mm [2]. Det behövs därför moment där studenterna får reflektera över vad de gjort och lärt sig på t.ex. laborationer. Detta ska hjälpa studenten att se samband med det man gjort tidigare. Det blir då lättare att gör liknande saker nästa gång. Utmaningen blir då att se till att gruppdeltagarna inte är alltför inhomogena kunskapsmässigt eller har alltför olika ambitionsnivå.

REFERENSER

[1] R.M. Felder and R. Brent, “Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs,” ERIC Document Reproduction Service, ED 377038, 1994).

[2] N. Ragonis and M. Ben-Ari, “A Long-Term Investigation of the Comprehension of OOP Concepts by Novices,” *Computer Science Education*, vol. 15, no. 3, pp 203-221, 2005.

[3] L. Williams, E. Wiebe, K. Yang, M. Ferzli and C. Miller, “In Support of Pair Programming in the Introductory Computer Science Course,” *Computer Science Education*, vol. 12, no. 3, pp 197-212, 2002.

[4] C.E. Wills, D. Deremer, R.A. McCauley, L. Null, “Studying the Use of Peer Learning in the Introductory Computer Science Curriculum,” *Computer Science Education*, vol. 9, no. 2, pp 71-88, 1999.

Återkoppling genom automaträttning

Fredrik Heintz och Tommy Färnqvist, Linköpings universitet

***Sammanfattning*—Vi har undersökt olika former av återkoppling genom automaträttning i en kurs i datastrukturer och algoritmer. 2011 undersökte vi effekterna av tävlingsliknande moment som också använder automaträttning. 2012 införde vi automaträttning av laborationerna. Vi undersökte då hur återkoppling genom automaträttning påverkar studenternas arbetssätt, prestationsgrad och relation till den examinerande personalen. Genom automaträttning får studenterna omedelbar återkoppling om deras program är tillräckligt snabbt och ger rätt svar på testdata. När programmet är korrekt och resurseffektivt kontrollerar kursassistenterna att programmet även uppfyller andra krav som att vara välskrivet och välstrukturerat. Efter kursen undersökte vi studenternas inställning till och upplevelse av automaträttning genom en enkät. Resultaten är att studenterna är positiva till automaträttning (80% av alla som svarade) och att den påverkade studenternas sätt att arbeta huvudsakligen positivt. Till exempel svarade 50% att de ansträngde sig hårdare tack vare automaträttningen. Dessutom blir rättningen mer objektiv då den görs på exakt samma sätt för alla. Vår slutsats är att återkoppling genom automaträttning ger positiva effekter och upplevs som positiv av studenterna.**

I. Introduktion

ÅTERKOPPLING är grundläggande för lärande. Återkoppling ger information om vad man gör rätt och vad man gör fel vilket gör det möjligt att korrigera eller förbättra sitt beteende. Vårt mål är att genom automaträttning ge studenter bättre, snabbare och mer anpassad återkoppling. Automaträttning ersätter inte alla andra former av återkoppling utan är ett viktigt komplement. Några fördelar med automaträttning är att den är opartisk, konsistent, direkt, kan hantera stora grupper av studenter och kan individanpassas. Intresset för automaträttning har stadigt ökat som en effekt av bättre system för automatisk återkoppling och de allt större och populärare onlinekurserna.

Vi har undersökt olika former av automatisk återkoppling i en kurs i datastrukturer och algoritmer (DALG) vid Linköpings universitet under 2011 och 2012. DALG-kursen ges i början av det andra året på våra tre program med datavetenskaplig inriktning. Civilingenjör Datateknik (D), Civilingenjör Informationsteknologi (IT) och Kandidat Datavetenskap (C). Totalt tas kursen av ungefär 140 studenter. Kursen är organiserad i traditionell monolitisk form, med veckovisa föreläsningar, lektioner i klasser, laborationer och en skriftlig tentamen i slutet av kursen. Kursen ger 6 hp och betygskalan är U, 3, 4, 5.

Det har gjorts många försök inom högre utbildning runt automatisk återkoppling och examination. Att använda automatisk rättning av programmeringsuppgifter faller sig naturligt och har gjorts i mer än 40 år. Det sparar värdefull lärartid samt ger opartisk och direkt återkoppling. Några exempel är Enström et al. som beskriver hur de använder automatisk rättning av laborationer [1]. Guerreiro och Georgouli som dessutom använde automatisk rättning för självvärdering [2], [3]. Gárcia-Mateos och Fernández-Alemán försökte ersätta den avslutande examinationen med en serie av uppgifter som automaträttades via ett webbaserat system [4].

II. DALG 2011

Programmering är ett hantverk. Akademiska kurser i programmering lär ut grunderna och de viktiga koncepten, men för att bli en riktigt bra programmerare krävs det av studenten att denne investerar betydande egen tid på kvalitativ träning. Det finns studier som indikerar att det tar ungefär 10 år att gå från novis till expert [5]. Detta stöds av Ericsson et al., vars forskning visar att det krävs ungefär 10000 timmar av genomtänkt träning för att bli en expert inom ett område [6].

För att bli en expert på något krävs det att man aktivt engagerar sig i genomtänkt träning (deliberate practise) [6]. Aktiviteterna ska tänja individens förmåga bortom dagens nivå, ge omedelbar återkoppling, repeteras flera gånger och kräva betydande insats och full koncentration. En teori som stödjer skapandet av genomtänkta övningar är Dreyfus och Dreyfus modell för färdighetsträning [7]. Enligt modellen går man normalt igenom fem stadier, från novis till kompetent, kunnig och därefter expert för att slutligen bli mästare. I de tidigare stadierna krävs detaljerade instruktioner medan i senare stadier har en tyst förståelse för hur man uppnår önskat resultat även i nya situationer utvecklats. Detta betyder att typen av aktiviteter och återkoppling ändras beroende på vilket stadie en student befinner sig i.

Vår erfarenhet från programmeringstävlingar är att dessa stimulerar och inspirerar studenter att lösa programmeringsuppgifter på egen hand. Detta ökar studenternas programmerings- och problemlösningsfärdigheter vilket signifikant ökar deras anställningsbarhet – ett faktum som är tydligt för oss, då flera företag vill synas i samband med våra tävlingar och träffa studenterna. En förutsättning för dessa tävlingar är automaträttning, både för att kunna hantera många samtidiga deltagare och för att vara opartisk.

I DALG-kursen 2011 undersökte vi två olika sätt att använda tävlingsliknande moment för att stödja studenternas genomtänkta träning inom programmering. Den frivilliga tävlingen var helt beroende av automatisk återkopplingen medan laborationstävlingen i huvudsak rättades för hand, men som i grunden lämpar sig för automaträttning. Med start 2012 har vi även infört automaträttning av laborationerna.

A. Laborationstävling

För att undersöka olika format för laborationstävlingen delade vi in studenterna i fyra grupper. Den första gruppen tävlade baserat på hur snabbt (antal dagar från starten av kursen) och korrekt (+3 extra dagar för varje felaktig inskickning) de löste laborationerna. Den andra gruppen tävlade baserat på kvalitet (cyklomatisk komplexitet och antal instruktioner) och effektivitet (körtid och minnesanvändning).

Den tredje och fjärde gruppen var kontrollgrupper och tävlade inte. Tabell I ger bakgrundsinformation om de olika grupperna vid kursstart. Vi har gjort utförliga statistiska tester och den enda signifikanta skillnaden (på 5%-nivån) mellan grupperna gäller antalet matematikpoäng för Grupp 1 och Grupp 3, där både medelvärdet och fördelningen signifikant avviker. Grupp 1 och Grupp 2 består av studenter från D-programmet, Grupp 3 av studenter från både C- och D-Programmen och Grupp 4 består av studenter från IT-programmet. IT-studenterna har ganska annorlunda kurser jämfört med C och D och pedagogiken på programmet bygger på problembaserat lärande. Detta gör att det inte är meningsfullt att ta upp deras resultat från första året i den här jämförelsen.

TABELL I
GENOMSNITTLIGA POÄNG OCH BETYG FÖR STUDENTERNA I PROGRAMMERING, MATEMATIK OCH DATAVETENSKAP.

	Alla	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
Antal studenter	140	32	33	35
Totalt antal poäng	42.4	43.6	43.4	40.0
Programmeringspoäng	11.0	10.9	11.1	11.0
Programmeringsbetyg	3.73	3.75	3.84	3.58
Matematikpoäng	15.0	16.2	16.1	12.4
Matematikbetyg	3.61	3.57	3.65	3.60
Datavetenskapspoäng	15.1	14.6	14.8	16.0
Datavetenskapsbetyg	3.78	3.75	3.84	3.74

Alla grupperna skickade in sina laborationer genom ett webbaserat system så fort de trodde de var klara. Vi fann att båda grupperna som tävlade påverkades av tävlingarna. Den starkaste effekten är i mönstret för när laborationerna skickades in, vilket skiljer sig märkbart mellan grupperna. Detta syns tydligt i Fig 1, där Grupp 1 arbetade väldigt snabbt och Grupp 2 något snabbare än kontrollgrupperna (Grupp 3 och Grupp 4). Ett tydligt exempel är att föreläsningarna gick igenom materialet för den första laborationen först andra veckan, så mönstret för Grupp 4 är vad vi kan förvänta oss utan tävlingar. Då Grupp 3 bestod av studenter från samma program som de som tävlade tror vi att de också drogs med i tävlingsandan. Det var även flera av dem som uttryckte en besvikelse över att inte få tävla. Det fanns även en stor variation i kvaliteten hos koden från de olika grupperna.

B. *Frivilligtävling*

För att motivera till ytterligare träning införde vi en frivillig tävling med uppgifter från Universidad de Valladolids automatiska domarsystemet [8]. Efter varje föreläsning fick studenterna som anmält sig till tävlingen en uppgift att lösa. Uppgifterna valdes antingen för att förstärka eller repetera det som togs upp på föreläsningen eller för att utmana studenten genom att kräva lite djupare kunskaper eller insikter. Den automatiska domaren gav omedelbar återkoppling och efter-som tävlingen krävde att studenterna skulle lösa uppgifterna så fort som möjligt så blev det en intensiv upplevelse. Även tävlingen uppfyller kraven på genomtänkt träning.

Tabell II visar att 30 studenter anmälde sig till den frivilliga tävlingen och att 15 löste minst en uppgift. Tendensen att det

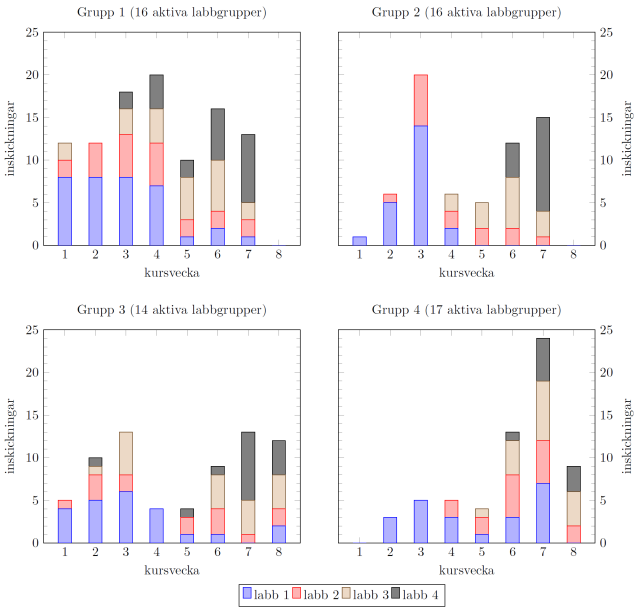


Fig. 1. Inskickningsaktivitet på laborationerna för de fyra grupperna.

TABELL II
RESULTAT FÖR OLIKA GRUPPER AV STUDENTER.

Studentgrupp	Totalt antal	Skrev tentan	Klarade tentan	Medel-betyg
Alla	140	118	95	3.36
Besvarade enkäten	79	74	62	3.47
Slutförde labbserien	76	73	62	3.47
Anmälda till frivilligtävling	30	29	27	3.56
Löste uppgifter i tävlingen	15	15	15	3.6

genomsnittliga betyget stiger med ökande aktivitet i kursen är inte tillräckligt stark för att vara signifikant om vi bara tittar på medelvärdet. Däremot är fördelningen av betyg för studenter som antingen var med i tävlingen och/eller löste minst en uppgift signifikant bättre (på 10%-nivån) jämfört med betygsfördelningen för alla studenter.

TABELL III
GENOMSNITTLIGA POÄNG OCH BETYG FÖR STUDENTERNA I PROGRAMMERING, MATEMATIK OCH DATAVETENSKAP.

	Alla	Svarade på enkät	Godkänd på labbar	Anmäld tävling	Löst minst en uppgift
Antal studenter	140	79	76	30	15
Totalt antal hp	42.4	45.7	46.2	45.4	50.0
Progr.-poäng	11.0	11.4	12.1	12.6	13.5
Progr.-betyg	3.73	4.00	3.83	4.00	4.27
Matematikpoäng	15.0	16.5	16.1	15.8	16.9
Matematikbetyg	3.61	3.68	3.70	3.68	3.89
Datavet.-poäng	15.1	15.6	16.4	16.9	18.4
Datavet.-betyg	3.78	4.06	3.89	4.04	4.26

En möjlig förklaring till att studenter som är med i den frivilliga tävlingen får bättre betyg skulle kunna vara att de är duktigare studenter, baserat på deras tidigare meriter. Enligt

Tabell III är det genomsnittliga antalet poäng som dessa studenter tagit signifikant högre (på 5%-nivån) än det genomsnittliga antalet poäng som tagits av alla studenter. Det samma gäller för programmeringspoäng för studenter som anmält sig och/eller löst minst en uppgift och för poäng i datavetenskap för studenter som löst minst en uppgift. Det genomsnittliga antalet programmeringspoäng för studenter som löst minst en uppgift är signifikant högre än det genomsnittliga antalet poäng för alla studenter (på 10%-nivån). Inget annat sådant förklarande signifikant samband kunde hittas. Det verkar därför som, statistiskt sett, att inte hela effekten av det bättre resultatet på tentan för de studenter som deltagit i den frivilliga tävlingen kan förklaras av deras starkare bakgrund.

C. Enkät

Efter kursen gjorde vi en enkätstudie med undersökande och fördjupande frågor kring studenternas aktivitet i kursen. 79 av 140 studenter svarade. Den enda signifikanta skillnaden med avseende på bakgrund mellan de som svarade på enkäten och hela populationen är det medelvärdet antalet datavetenskapspoäng (på 10%-nivån).

Vi ställde både flervalsfrågor och fritextfrågor. Här tar vi bara upp några av de viktigaste frågorna. På frågan "Vad är din allmänna inställning till DALG-tävlingarna?" svarade 22% mycket positiv, 35% ganska positiv, 30% neutral, 11% ganska negativ och 0% mycket negativ, vilket förstärker vår och kursassistenternas uppfattning att tävlingsmomenten mottogs väl. Det kan tyckas märkligt att så många studenter är positiva trots att relativt få deltog aktivt. Förklaringen kan till stor del hittas i fritextsvaren där studenterna säger att de ville vara med men inte hade tid eller att de valde att inte vara med då det inte gav några kurspoäng eller poäng på tentan. Enligt den centrala kursvärderingen var studenterna mycket nöjda med kursen.

III. DALG 2012

Till DALG-kursen 2012 gjorde vi två viktiga förändringar. För det första så införde vi automaträttade laborationer. Det betyder att vi använder återkoppling genom automaträttning vid examination av kursens lärandemål. För det andra så gav den frivilliga tävlingen extra poäng på tentan till de studenter som löst tillräckligt många uppgifter. 2012 var 138 studenter aktiva på kursen.

A. Laborationer

Kursen har fyra laborationer där studenterna fick omedelbar återkoppling om deras program var korrekt genom automaträttning. För att bli accepterat måste deras program vara tillräckligt snabbt och ge rätt svar på all testdata. När programmet var korrekt och resurseffektivt kontrollerade assistenterna att programmet uppfyllde andra krav, som att vara välskrivet och välstrukturerat. Samma laborationer som 2011 användes, vilket gör att vi kan jämföra resultaten mot föregående års. För automaträttning användes Kattis, utvecklat vid KTH [1].

För att testa olika återkopplingsmodeller delades studenterna in i fyra olika grupper. Den första gruppen fick enbart den automatiska domarens normala återkoppling, vilket innebär att

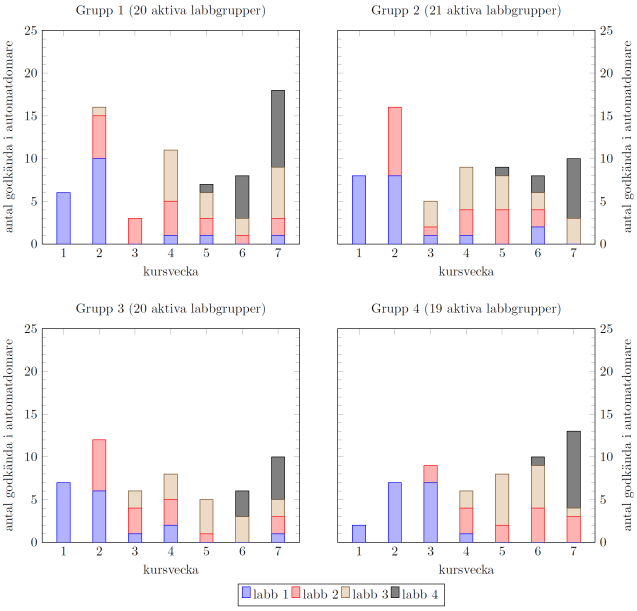


Fig. 2. Antalet slutförda labbar i Kattis per kursvecka.

de får reda på om programmet kraschar, om det tar för lång tid att exekvera, om det ger fel svar eller om det ger rätt svar. De tre övriga fick viss information om det fallerande testfallets art och också tillgång till all utdata från det inskickade programmet. Tabell IV ger diverse bakgrundsstatistik för grupperna.

TABELL IV
GENOMSNITTLIGA POÄNG OCH BETYG FÖR STUDENTERNA I PROGRAMMERING, MATEMATIK OCH DATAVETENSKAP.

	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
Totalt antal poäng	46.3	46.2	46.0
Programmeringspoäng	13.6	12.8	13.3
Programmeringsbetyg	4.3	4.0	4.2
Matematikpoäng	15.2	14.9	11.9
Matematikbetyg	3.6	3.5	3.5
Datavetenskapspoäng	17.5	16.3	19.5
Datavetenskapsbetyg	4.3	4.0	4.0

Vi har gjort utförlig statistisk testning och funnit att: antalet programmeringspoäng för Grupp 2 skiljer sig signifikant (på 10%-nivån) från Grupp 1 när det gäller medelvärdet (men inte fördelningen), antalet matematikpoäng för Grupp 3 skiljer sig signifikant (på 5%-nivån) från Grupp 1 och 2 både när det gäller medelvärde och fördelning, antalet datavetenskapspoäng skiljer sig signifikant (på 1%-nivån) från Grupp 1 och 2 när det gäller medelbetyg och signifikant (på 5%-nivån) från Grupp 1 och 2 när det gäller fördelningen. Grupp 1 och 2 hade enbart studenter från D-programmet, medan Grupp 3 bestod av studenter från både C- och D-programmen. Den fjärde gruppen bestod enbart av IT-studenter, vars programplan för första årets skiljer sig relativt mycket från de för C- och D-programmen, varför jämförelser av den här typen inte bedöms som meningsfulla.

I Fig 2 ser vi hur många labbgrupper från respektive grupp

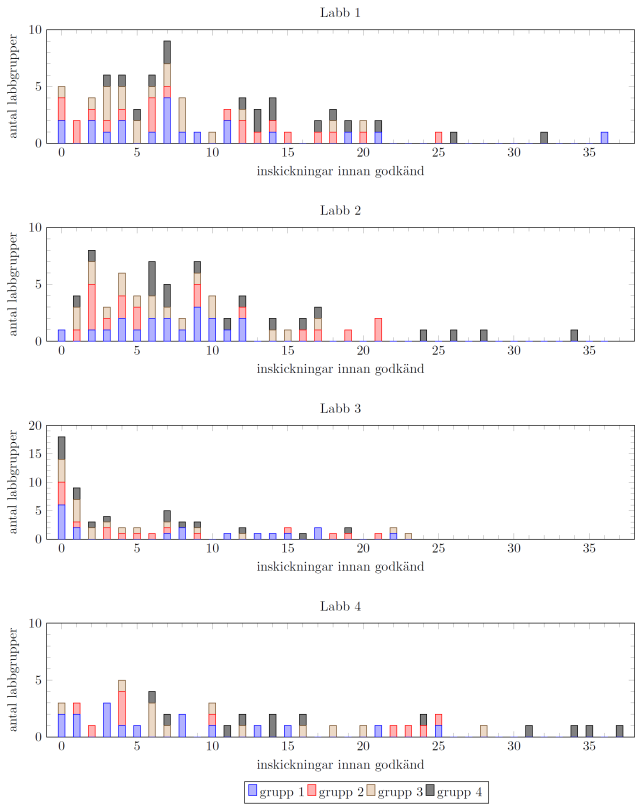


Fig. 3. Antalet inskickningar innan AC per labb och grupp.

som slutförde de olika labbarna per kursvecka. Den enda signifikanta skillnaden är att fördelningen för Grupp 4 skiljer sig för några av labbarna jämfört med övriga grupper. Samma sak gäller för datat i Fig 3, där vi kan se antalet inskickningar innan Kattis godkänt labben för de olika grupperna per labb[1].

I Fig 4 kan vi se hur många godkända inskickningar labbgrupperna har gjort per labb och grupp. Ett av den automatiska domarens kriterier för att godkänna en labb är att koden är tillräckligt effektiv, så Fig 4 ger ett mått på hur länge olika labbgrupper valt att fortsätta att arbeta med att optimera exekveringstiden hos sin kod efter att de redan är godkända. Av figuren att döma skulle man förvänta sig att labb 3 och labb 4, men även labb 1, har optimeringskaraktär medan labb 2 troligtvis är en labb som har tyngdpunkten på funktionalitet snarare än effektivitet. Detta är också fallet — labb 3 går ut på att implementera en viss variant av quicksort, medan uppgiften i labb 4 är att snabba upp ett givet program så att det går från att ta dagar till någon tiondels sekund att köra.

Sammanfattningsvis ser vi att trots att Grupp 1 bara fick Kattis normala återkoppling, medan övriga grupper fick tips om typ av testfall samt allt utdata från programmet så kan vi inte observera någon skillnad i när studenterna blir färdiga

[1]Fig 3 visar inte att: en labbgrupp ur Grupp 4 använde 103 inskickningar för att bli godkända på labb 1, en labbgrupp ur Grupp 2 använde 47 inskickningar för att bli godkända på labb 3, en labbgrupp ur Grupp 2 använde 61 inskickningar för att bli godkända på labb 4, en labbgrupp ur Grupp 2 använde 68 inskickningar för att bli godkända på labb 4, och att en labbgrupp ur Grupp 4 använde 93 inskickningar för att bli godkända på labb 4.

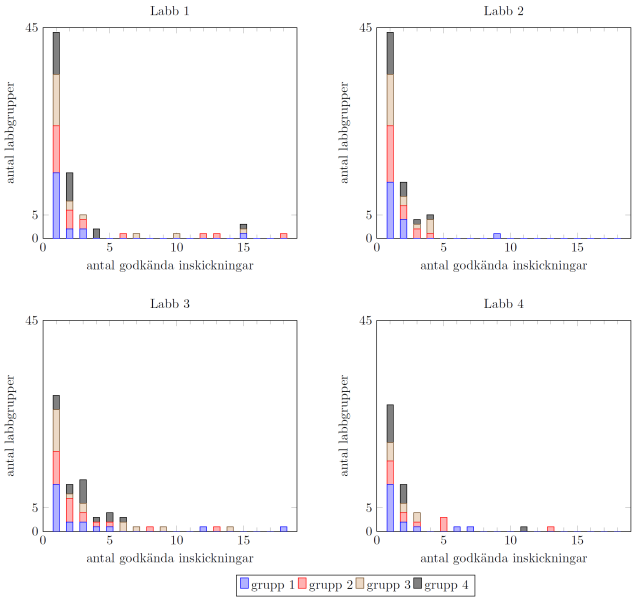


Fig. 4. Antalet inskickningar med AC per labb och grupp.

med laborationsuppgifterna. Vi vet från enkätsvaren att enstaka studenter använde att de hade allt utdata för att skriva program som bara var tabeller för testfallen i Kattis, men i de flesta fall kan vi inte se någon skillnad mellan studenter som fick normal återkoppling och de som fick utökad återkoppling. Man kan spekulera i att antagligen så skrev inga av de här studenterna någon egen testkod. Hade de som fick utökad återkoppling använt informationen de fick ut kunde de ha skrivit egen testkod och på så sätt behövt färre inskickningar i Kattis eftersom de då hade behövt fundera mycket mer på vad koden ska göra i stället för att göra inkrementella ändringar.

B. *Frivilligtävling*

Även 2012 arrangerades en frivillig tävling, men nu helt baserad på rättning i automatdomaren Kattis. De flesta av problemen var samma båda åren, den stora skillnaden var att 2012 delade vi inte ut några (penning)priser vilket vi gjorde 2011. Däremot kunde de studenter som löste tillräckligt många problem få bonuspoäng på tentan.

TABELL V
RESULTAT FÖR OLIKA GRUPPER AV STUDENTER.

Studentgrupp	Totalt antal	Skrev tentan	Klarade tentan	Medel-betyg
Alla	138	128	51	3.27
Besvarade enkäten	57	51	27	3.37
Slutförde labbserien	68	64	35	3.34
Anmälda till frivilligtävling	65	63	36	3.31
Löste uppgifter i tävlingen	50	49	28	3.36
Fick bonuspoäng på tentan	5	5	4	4.00

Till att börja med vill vi kommentera att tentaresultatet för alla studenter var exceptionellt dåligt. Antalet underkända brukar ligga runt 20% till 30%. Vi noterar dock att enkäten

säger att 90% av studenterna var ganska nöjda eller mycket nöjda med kursen. Hur som helst var den normala ordningen återställd efter första omtentatillfället.

Vi ser i Tabell V att 65 studenter var aktiva i tävlingen och att 50 löste minst en uppgift. (Att jämföra med 2011, då 30 studenter var aktiva i tävilngen och 15 löste minst en uppgift.) Avsaknaden av penningpriser hade alltså ingen negativ effekt på intresset för tävlingen. Däremot var det för svårt att tjäna ihop till bonuspoäng. Detta har åtgärdats till 2013 års kursomgång, där en bonuspoängstege finns implementerad.

Tendensen att ökande engagemang i aktiviteter i kursen ger högre betyg på tentan är inte tillräckligt stark för att vara signifikant förutom om vi jämför medelbetyget för alla studenter med de som tjänade ihop till bonuspoäng på tentan — då skiljer sig både medel och fördelning åt på ett signifikant vis (på 10%-nivån resp. 5%-nivån). Detta har dock sin förklaring i att de fyra studenterna med bonuspoäng är starka överlag.

C. Enkät

Efter kursen bad vi studenterna att fylla i en enkät med frågor relaterade till deras engagemang i olika aktiviteter i kursen. 57 av 138 studenter svarade på frågorna.

På frågan om assistenternas tillgänglighet under labbtillfällena svarade 15% Mycket bra, 33% Ganska bra och 28% Ok. På frågan om studenterna tycker att de kunde jobba mer självständigt jämfört med andra laborationskurser (tack vare automaträttningen) svarade 36% Ja, mycket och 50% Ja, lite. Detta indikerar att studenterna både tycker att de kan jobba mer självständigt och att assistenternas tillgänglighet är bra. Tidigare år har det funnits klagomål på att rättning har tagit för lång tid och att assistenterna inte har hunnit med att svara på alla frågor under laborationerna.

På frågan om studenterna tyckte att assistentens roll skiljer sig från hur den är i andra laborationskurser svarar knappt hälften Ja. Bland de som svarade Ja finns fritextkommentarer som säger att assistentens examinerande roll vid labbarna har kommit att handla mindre om redovisning av kod och mer om själva problemlösandet — helt i linje med Enström et. al. [1].

Vi frågade också om vad studenterna skulle vilja ändra i Kattis återkoppling. Bland svaren kan vi se att från Grupp 1 önskar man att få lite mer information om vad som gick fel med inskickningen, t.ex. genom att berätta vilken typ av testfall som gått snett — alltså precis den information övriga grupper fick. Samtidigt verkar det inte som om studenterna som får information om vilken typ av testfall de misslyckas på använder informationen på ett systematiskt sätt.

På frågan "Vad är din allmänna inställning till automaträttning?" svarade 33% Mycket positiv och 51% Ganska positiv. På frågan "Har automaträttningen haft någon medveten påverkan på din insats i kursen?" svarade 9% Ja, mycket positiv, 47% Ja, ganska positiv och 29% Nej, ingen. På frågan "Har du lagt mer tid på DALGen p.g.a. automaträttningen än du tror att du skulle ha gjort annars?" svarade 11% Ja, mycket mer, 56% Ja, lite mer och 29% Nej, lika mycket. Sammantaget indikerar detta att studenterna är positiva till automaträttning och att mer än hälften anser både att det har en positiv påverkan och att de jobbar mer. Förhoppningsvis jobbar de även mer effektivt då de inte behöver vänta på återkoppling från assistenten utan de kan direkt jobba vidare.

Vi frågade också om studenterna trodde att rättning blev mer rättvis med automaträttning. På den frågan svarade 27% Ja, mycket och 46% Ja, lite. Det hade varit intressant att undersöka den här frågan mer, vad menar studenterna när de säger att det blir lite mer rättvist? Betyder det att de upplever rättningen i allmänhet som rättvis, vilket vore väldigt positivt, eller upplever de att automaträttningen inte gör så stor skillnad utan att det fortfarande är ganska orättvis rättning?

50% av studenterna trodde även att de fått anstränga sig mer för att bli godkända jämfört med om det hade varit handrättade labbar. Då vi har tillgång till laborationerna från 2011 i digitalt format är vår plan att jämföra rättningskvalitén med och utan automaträttning. Det skulle ge intressant information om sanningshalten i detta påstående.

På frågan om studenterna föredrar automaträttning framför handrättning svarar 80% Ja vilket visar att studenterna, precis som vi, tycker att automaträttning är bra.

IV. Slutsatser

Vårt mål är att genom automaträttning ge studenter bättre, snabbare och mer anpassad återkoppling. Automaträttning ersätter inte alla andra former av återkoppling utan är ett viktigt komplement. Några viktiga fördelar med automaträttning är att den är opartisk, konsistent, direkt, kan hantera stora grupper av studenter och kan individanpassas. Våra experiment och undersökningar i en kurs i datastrukturer och algoritmer under 2011 och 2012 indikerar att studenterna är positiva till automaträttning och att den påverkar studenternas sätt att arbeta huvudsakligen positivt. Till exempel svarade 50% 2012 att de ansträngde sig hårdare tack vare automaträttningen. Dessutom blir rättningen mer objektiv då den görs på exakt samma sätt för alla. Att rättningen upplevs som mer rättvis är också tydligt i enkäten från 2012 där 73% av studenterna svarade att de tyckte att automaträttning var mer rättvist.

Vår slutsats är att återkoppling genom automaträttning ger de positiva effekter vi hoppats på och att det upplevs som positivt av studenterna. Detta inspirerar oss att fortsätta att utveckla den automatiska återkopplingen. Vi har även fått förfrågningar från andra lärare på institutionen om de kan använda automaträttning i sina kurser. Vår förhoppning är att det sprider sig som ringar på vattnet.

Referenser

[1] E. Enström, G. Kreitz, F. Niemelä, P. Söderman, and V. Kann, "Five years with Kattis - using an automated assessment system in teaching," in *Proc. of IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2011.

[2] P. Guerreiro and K. Georgouli, "Combating anonymousness in populous CS1 and CS2 courses," in *Proc. of ITiCSE*, 2006.

[3] ——, "Enhancing elementary programming courses using e-learning with a competitive attitude," *Int. Journal of Internet Education*, 2008.

[4] G. Gárcia-Mateos and J. Fernández-Alemán, "A course on algorithms and data structures using on-line judging," in *Proc. of ITiCSE*, 2009.

[5] L. E. Winslow, "Programming pedagogy - a psychological overview," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 28, no. 3, pp. 17–22, 1996.

[6] K. A. Ericsson, K. Nandagopal, and R. W. Roring, "Toward a science of exceptional achievement: Attaining superior performance through deliberate practice," *Annals of New York Academy of Science*, 2009.

[7] S. E. Dreyfus and H. L. Dreyfus, "A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition," Tech. Rep., 1980.

[8] U. O. Judge, 2012. [Online]. Available: http://uva.onlinejudge.org/

Fördjupat lärande genom aktiverande examination

Sofia Cassel Björn Victor
Institutionen för informationsteknologi, Uppsala universitet

***Sammanfattning*—På en datasäkerhetskurs har vi uppnått fördjupat lärande genom att införa datorlaborationer med ett stort mått av ingenjörsmässighet och självständighet, som tillsammans med hemuppgifter redovisas och återkopplas såväl muntligt som skriftligt. Studenterna upplever att laborationer och hemuppgifter i betydligt högre grad bidrar till lärandet än föreläsningarna, vilket kan ses som en bekräftelse av den traditionella Bales pyramid. I kursvärderingen får värdet på CEQ-skalan "Förståelseinriktad examination" ett relativt högt värde.**

I. Introduktion

På en kurs i datasäkerhet på avancerad nivå har vi uppnått fördjupat lärande genom att införa datorlaborationer med ett stort mått av ingenjörsmässighet och självständighet. Tillsammans med hemuppgifter redovisas och återkopplas dessa såväl muntligt som skriftligt. Studenterna upplever att laborationer och hemuppgifter i betydligt högre grad bidrar till lärandet än föreläsningarna, vilket kan ses som en bekräftelse av den traditionella Bales pyramid [1]. I kursvärderingen får värdet på CEQ-skalan "Förståelseinriktad examination" [2] ett relativt högt värde.

Datorlaborationerna hålls på avancerad nivå med hög grad av självständighet. Istället för att söka "rätt väg" till ett givet svar finns många vägar, och hur vägen hittas, följs, förklaras och motiveras är det egentliga målet. Laborationerna har också en ökad ingenjörsmässighet bl.a. genom att de färdigheter och metoder som krävs inte bara är direkt anknutna till kursens ämne (datasäkerhet). Detta ger en bredare erfarenhet av verklig problemlösning som dataingenjör.

Examinationen på kursen är kontinuerlig och varierad. Förutom laborationerna används hemuppgifter som också löses i mindre grupper. Både laborationer och hemuppgifter redovisas både skriftligt och muntligt. Tre grupper diskuterar tillsammans problemen och deras lösningar, och ger varandra feedback. Varje students individuella förståelse examineras. Sammantaget gör detta att redovisningstillfällena blir viktiga lärtillfällen. En kort tentamen som testar baskunskaper och vars resultat bara är godkänt/underkänt kompletterar examinationen. Tentamen säkerställer ytterligare att den individuella studentens kunskaper testas, och medför att studenterna pluggar "bredare" än för hemuppgifterna.

Studenternas resultat är bättre än tidigare kurstillfällen, både vad avser andelen godkända studenter och deras betyg på skalan 3-4-5. Studenternas upplever hemuppgifterna som det viktigaste lärmomentet, följt av laborationerna, tentamen, och föreläsningarna. De muntliga redovisningarna upplevs som något mindre viktiga för lärandet än föreläsningarna. Flera studenter har vittnat om nya insikter och inblick i olika sätt att lösa problem genom att delta i de muntliga redovisningarna.

A. Beskrivning av kursen och dess sammanhang

Kursen är på avancerad nivå och ges på engelska. Studenterna på kursen kommer från många olika grupper. Svenskspråkiga studenter från master- och civilingenjörsprogram blandas med såväl europeiska utbytesstudenter som utomeuropeiska avgiftsbetalande masterstudenter. Några svenskspråkiga studenter från kandidatnivå (år 3) brukar också finnas med.

Studenterna delas in i grupper om ca tre studenter för hemuppgifter och laborationer. Här ger den ovan nämnda blandningen av studenter flera intressanta fördelar: studentgrupper blandas med olika färdighetsmässiga styrkor (inom t.ex. teori, programmering, operativsystem), olika mognadsgrad, och varierande kulturell bakgrund. I de flesta fall ger detta en mer dynamisk lärsituation där man lär och drar nytta av skillnaderna. Emellanåt dyker konflikter upp, oftast pga missförstånd eller olika ambitionsnivå. Vi anstränger oss för att upptäcka dessa snabbt och åtgärda dem: ofta räcker förklarande samtal men ändringar i gruppindelningen kan i sällsynta fall behövas.

II. Examinationsformer

Kursen betygsätts på skalan 3-4-5, och examineras på flera olika sätt: genom datorlaborationer, hemuppgifter, och en avslutande tentamen.

Hemuppgifterna och datorlaborationerna löses i grupp, men betygen sätts individuellt. För betyg 3 (godkänd) krävs att man godkänns på de obligatoriska datorlaborationerna och hemuppgifterna, samt att man klarar den avslutande tentamen. För högre betyg krävs att man dessutom gör individuella datorlaborationer och hemuppgifter, samt en fallstudie (case). Betyget sätts baserat på en sammanvägning av all examination.

A. Hemuppgifter

Hemuppgifterna varierar från att testa relativt grunda kunskaper ("Briefly explain three broad mechanisms that malware can use to propagate") till att kräva djupare analytisk förmåga ("Describe what capabilities are and how they are related to web cookies"). Vissa frågor anknyter till laborationerna ("Describe how salting of hashes works, and why it offers increased security. What type of attack does it NOT give additional protection against?") eller har praktiska inslag ("Write a short program (less than 50 lines) in your favourite programming language which tests the TOCTTOU[1] problem…"). Kraven på svaren är relativt höga:

> Always motivate your answers. Describe any assumptions you make. If you use sources other than

[1]Time-Of-Check-To-Time-Of-Use

the course book, you must give clear references, and indicate where you use the reference.

Hemuppgifterna och laborationerna redovisas dels skriftligt, dels vid muntliga redovisningstillfällen. Vid dessa tillfällen träffas tre studentgrupper tillsammans med två–tre lärare. Varje grupp har i förväg fått ta del av en annan grupps inlämning så att de kan förbereda en kritisk granskning av den. Vid varje redovisningstillfälle varieras vilka grupper som möts, och alltså vilka som granskar vilka. På så sätt ändras gruppdynamiken, och risken för förutfattade meningar baserat på tidigare tillfällen minskar. Den granskade gruppen får därmed också ta del av olika typer av feedback.

Under redovisningen får varje gruppmedlem redovisa minst en uppgift, och uppmuntras dessutom att komplettera andra gruppmedlemmars svar om de har något att tillägga. Svaren granskas och kritiseras av medlemmar i de andra grupperna. Förutom korrekta och välformulerade skriftliga svar krävs att varje student under de muntliga redovisningstillfällena dels kan förklara och motivera sina svar, dels kan förstå och diskutera de andra gruppernas svar. Studenterna får svara på följdfrågor som behandlar relevanta delar av kursmaterialet. Dessa mer oförberedda frågor leder till att studenterna måste "tänka i farten" och inte bara läsa innantill från svaren på uppgifterna. Studenter som inte uppfyller målen för redovisningstillfället kallas till en individuell, kompletterande muntlig redovisning. På detta sätt examineras varje students förståelse på Blooms [3] första fem nivåer (Kunskap, Förståelse, Tillämpning, Analys och Syntes), och redovisningstillfällena blir samtidigt lärtillfällen.

B. Datorlaborationer

Under datorlaborationerna får studenterna praktisk erfarenhet av att lösa problem de kommer att kunna stöta på i sin kommande yrkesroll. Varje laboration har två delar: en obligatorisk del, som utförs i grupp, och en frivillig del, som utförs individuellt av den som vill ha möjlighet till högre betyg än 3. Studenterna lämnar in en skriftlig labbrapport som också svarar på de tillhörande frågorna.

Studenterna får genomföra fyra laborationer:

- **BadStore** [4] är en webbutik med ett antal mer och mindre allvarliga säkerhetshål: t.ex. är den sårbar för SQL-injektioner, cross-site scripting (XSS) och cross-site request forgery (CSRF). Genom att själva experimentera och utnyttja de olika säkerhetshålen för att komma åt information, får studenterna insikt i hur en potentiell angripare kan attackera verkliga webapplikationer.
- I en mer traditionell programmeringsuppgift får studenterna implementera en **dictionary attack** för att knäcka olika givna lösenord. Genom denna laboration får de praktisk erfarenhet av hur lösenords komplexitet påverkar attackens svårighetsgrad, och hur s.k. saltning kan användas för att försvåra ytterligare för en angripare.
- **Snort** [5] är ett program som ofta används för att logga och analysera nätverkstrafik i syfte att förhindra och upptäcka olika typer av attacker. Studenterna får experimentera med att skriva Snort-regler för att tillåta och stoppa olika typer av nätverkstrafik.
- Den mest tidskrävande laborationen behandlar **pentestning** (penetrationstestning). Vi tillhandahåller ett VPN (Virtual Private Network) där studenterna får i uppgift att ta sig in på olika virtuella datorer och hämta givna filer, genom att utnyttja säkerhetshål, t.ex. i en webserver. Laborationen förutsätter att studenterna använder verktyg för att t.ex. knäcka lösenord, kompilera och exekvera programkod på de virtuella datorerna. Grupperna uppmuntras att experimentera fritt inom labmiljön på VPN:et, använda sökmotorer som t.ex. Google, samt leta i olika databaser på Internet. Denna laboration kräver mycket självständigt arbete och att man klarar av att installera och använda olika typer av programvaror. Laborationen har också viktiga etiska aspekter som vi berör under kursens gång, både löpande och i form av en fallstudie (se nedan II-C).

Laborationerna har inte nödvändigtvis en enda korrekt lösning. I pentest-laborationen finns det ofta fler än ett sätt att ta sig in på en given virtuell dator och hämta hem filer. Detsamma gäller BadStore-laborationen. Fokus ligger istället på att tillämpa en allmän metodik för problemlösning med hjälp av relevanta verktyg. Ingenjörsmässig kombination av teoretisk kunskap, verktygsfärdighet, kreativt experimenterande och problemlösning krävs. Här har gruppen en viktig roll, då studenterna kan diskutera sina idéer med varandra och, om de vill, försöka att lösa uppgiften på flera olika sätt.

C. Fallstudie (case)

I fallstudie-momentet diskuterar vi och belyser olika juridiska och etiska aspekter av pentestning, mer specifikt när en person eller grupp anlitas av ett företag för att angripa dess datorsystem i syfte att hitta säkerhetshål, s.k. "ethical hacking" eller pentestning. Fallstudien berör ett fiktivt kontrakt mellan ett företag och en pentestare. Studenterna får diskutera i mindre grupper vad som bör specificeras i kontraktet, och hur en pentestare bör agera i olika situationer då hon eller han upptäcker ett säkerhetshål. Sedan får de redovisa resultaten av sina diskussioner i en större grupp. Genom fallstudiemomentet får studenterna en större medvetenhet om de komplikationer som kan uppstå då man angriper datorsystem och ges möjlighet att reflektera över sina egna etiska principer.

D. Tentamen

Den avslutande tentamen är kort (tre timmar), ger endast godkänd/underkänd som betyg, och fokuserar på baskunskaper. Tentan har 10 delar (motsvarande de olika delarna i kursen). För godkänt betyg krävs att man har poäng från alla delar, och totalt ca 60% av maxpoängen. Frågorna ligger på Blooms [3] nivåer Kunskap, Förståelse, Tillämpning och Analys. Svaren på frågorna ska vara korta men tydliga, typiskt färre än fem rader text. Ett huvudsyfte med tentan är att säkerställa att godkända studenter har individuell förståelse för grunderna i datasäkerhet. Dessutom medför examinationsformen att studenterna pluggar "bredare" än för hemuppgifterna, eftersom tentafrågorna inte är givna i förhand. Tentamen är anonym[2], som alla tentamina vid Uppsala universitet.

[2]För en ganska svag definition av anonym.

III. Utvärdering

Studenterna utvärderar kursen dels genom formativa utvärderingar både direkt efter det första redovisningstillfället och efter pentestningslabben, dels genom en summativ slutkursvärdering. Svarsfrekvensen på den senare var 49% (18 av 37 studenter).

Course Experience Questionnaire [6] är en enkät för kursvärdering som används både nationellt och internationellt. Den består av ett antal påståenden om studentens upplevelser av kurser, som studenterna besvarar på en femgradig Likertskala [7] från *Instämmer inte alls* (1) till *Instämmer helt* (5). Den version av CEQ-enkäten som utvecklats vid Lunds tekniska högskola [2], och som används på alla deras kurser på programutbildningar, ingår från 2013 som en del av slutkursvärderingen även på vår kurs. Efter normalisering (där de positiva svarsalternativen har högst värde) blir genomsnittet 3,82 på CEQ-skalan "Förståelseinriktad examination". På skalan "Lämplig arbetsbelastning" får vi genomsnitt 2,26 (efter normalisering där hög arbetsbelastning får lägst värde), vilket också bekräftas av fritextsvar – studenterna har jobbat hårt men lärt sig mycket.

Slutkursvärderingen ställer också frågor om i vilken grad de olika undervisnings- och examinationsmomenten bidragit till studentens lärande under kursen. Enligt resultatet upplever studenterna hemuppgifterna som det viktigaste lärmomentet (genomsnitt 3,9 på skalan 1-5), följt av laborationerna (3,6), tentamen (3,4), och föreläsningarna (3,2). De muntliga redovisningarna upplevs som något mindre viktiga för lärandet (3,1) än föreläsningarna. Detta kan bero på att fokus legat på problemdiskussion snarare än feedback av typen rätt/fel. Flera studenter har också vittnat om nya insikter och inblickar i olika sätt att lösa problem genom att delta i de muntliga redovisningarna.

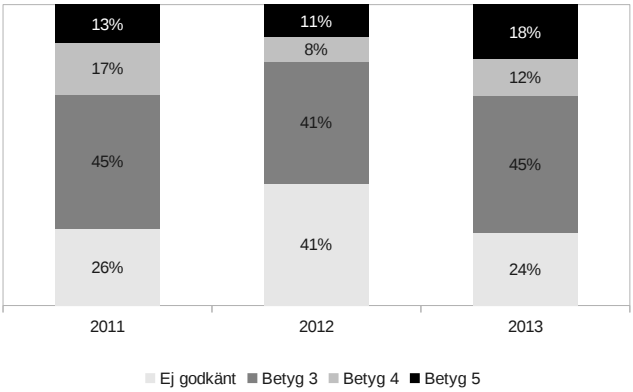
Resultaten från tentamen bekräftar dess syfte: de studenter som klarar tentan har visat god förståelse vid de andra examinationstillfällena, men de som inte klarat tentan har inte heller klarat den andra examinationen särskilt väl. Ett fritextsvar från slutkursvärderingen indikerar att tentan fungerat som avsett:

> Tentamen var på en bra nivå. Hade man följt kursen fanns det inga tvivel om att klara den. Dvs man behövde inte studera mycket extra till bara tentan.

A. Kursens utveckling och resultat

Våren 2011 var kursen traditionellt upplagd med föreläsningar, två traditionella programmerings-laborationer och skriftliga uppgifter som utfördes i grupp. Våren 2012 introducerade vi extrauppgifter för de studenter som ville ha högre betyg än 3, och ändrade laborationerna. Pentestningen visade sig mycket lärorik och populär, och därför kom den våren 2013 att ingå som en ordinarie laboration tillsammans med tre andra (se ovan). Värt att notera är att studentantalet sjunkit med drygt 20% från 2011 till 2012, rimligtvis beroende på att Uppsala universitet började ta ut studieavgifter från utomeuropeiska studenter fr.o.m. höstterminen 2011. Det har också påverkat fördelningen av olika studentgrupper.

Figur 1 illustrerar hur andelen studenter som fått betygen 3, 4, och 5 förändrats under de tre år kursen givits. Att erbjuda extrauppgifter till de studenter som vill ha högre betyg har inte lett till någon större förändring av andelen studenter som fått betyget 3; däremot har det medfört att fler av de studenter som väljer att göra extrauppgifterna får betyget 5.



Figur 1. Andel studenter med betyget 3, 4, 5 resp. ej godkänt 2011-13.

IV. Utvecklingsplaner

En viktig utvecklingsaspekt är att göra arbetsbelastningen rimligare för studenterna. På laborationerna har mycket tid gått åt till att lösa problem utanför själva ämneskärnan, t.ex. att installera och konfigurera de olika verktyg som använts för pentestningen. Det är viktigt att konfronteras med denna typ av problem som en förberedelse för yrkeslivet, men vi planerar ändå att underlätta dessa aspekter betydligt för studenterna.

Laborationerna kan också utvecklas till att i högre grad knyta an till den teoretiska delen av kursmaterialet, genom att praktiskt illustrera olika koncept som behandlas under föreläsningar och i kurslitteraturen. Som inspiration till detta finns t.ex. SEED-laborationerna [8], utvecklade vid Syracuse University, där varje laboration är relaterad till specifika avsnitt i kursböcker inom datasäkerhet.

Förkunskaperna bland studenterna varierar, som tidigare nämnts. För att jämna ut olikheterna planerar vi att införa en frivillig handledd laboration där studentena får träna på de verktyg, färdigheter och kunskaper som egentligen ingår i behörighetskraven. Flera fritextsvar från slutkursvärderingen tyder på att detta vore uppskattat.

CEQ-skalorna visar också på utvecklingspotential bl.a. när det gäller tydligare mål och bättre feedback under kursens gång. Beskrivningar av examinationen och de olika kursmomenten kommer att förtydligas, men även den återkoppling som ges under redovisningstillfällena. Detta kan också förstärka inlärningseffekten av dessa tillfällen. Redovisningstillfällena kan också med fördel utvecklas för att ytterligare stimulera kritiskt och analytiskt tänkande. Med inspiration från [9] kan man t.ex. införa de ytterligare rollerna "utmanare" (ifrågasättare) och "lyssnare" (iakttar processen och summerar svar och vanliga missuppfattningar) vid redovisningarna. Genom att på så sätt strukturera diskussionen kan man bidra till ett djupare lärande hos studenterna.

Föreläsningsdelen av kursen genomförs idag med insprängda aktiverande diskussioner, men kan utvecklas till en högre grad av aktivitet, t.ex. genom tekniker som utvecklats för "flipped classroom"-kurser. Detta bör öka den upplevda inlärningseffekten. Att övergå helt till "flipped classroom" kan övervägas, men måste bl.a. vägas mot den variation i krav på aktivitet och engagemang som kursen nu har och som kan vara värdefullt. Några fritextsvar betonar att den nuvarande "blandningen" är uppskattad och att undervisningen varit välbalanserad.

Vi kommer också att öka våra ansträngningar att få upp svarsfrekvensen på kursvärderingarna.

V. Slutsats

Genom att utveckla undervisning och examination till en högre grad av studentaktivititet har vi uppnått fördjupad inlärning. Vår uppskattning är att detta inte krävt nämnvärd extra tid av lärarna, utöver utvecklingstiden, men studenternas arbetsinsats har blivit avsevärd och måste justeras. Resultaten är mycket lovande, men flera viktiga aspekter av kursen kräver vidareutveckling. Idéer till förbättringar finns, och vi upplever att vi har en god pedagogisk miljö där vi och andra inspirerar varandra.

Referenser

[1] J. S. Atherton, "Learning and teaching; misrepresentation, myths and misleading ideas," http://www.learningandteaching.info/learning/myths.htm, 2011, hämtad 4 juni 2013.

[2] J. Borell, *Course Experience Questionnaire och högskolepedagogik*. Lunds universitet, 2008. [Online]. Available: http://www.ceq.lth.se/info/dokument/filer/CEQ_hogskolepedagogik.pdf

[3] B. S. Bloom, *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc., 1956.

[4] "Badstore.net: See how the hackers think," http://www.badstore.net/, hämtad 14 oktober 2013.

[5] "Snort," http://www.snort.org/, hämtad 14 oktober 2013.

[6] P. Ramsden, *Learning to teach in higher education*, 2nd ed. Routledge, 2003.

[7] R. Likert, "A technique for the measurement of attitudes," *Archives of Psychology*, vol. 140, pp. 1–55, 1932.

[8] W. Du, "SEED: Hands-on lab exercises for computer security education," *IEEE Security & Privacy*, vol. 9, no. 5, pp. 70–73, 2011.

[9] F. Ho, "Kritiskt och analytiskt tänkande," in *Konferens i universitetspedagogisk utveckling*. Uppsala universitet, okt 2013, accepterat.

Session 2

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Engineering physics students' conceptions of entropy

Cecilia Gustavsson, Matthias Weiszflog, Staffan Andersson

***Abstract*—This paper summarises a study of students' perceptions of the thermodynamic property entropy. Entropy describes microscopic degrees of freedom and serves as a measure of disorder of a system. Entropy can also be used in an engineering context, since a minimum increase in entropy in a process corresponds to a maximum efficiency.**

The purpose of our study was to explore effects of a wider exposure of the concept of entropy and students' reflection on it. We presented texts from four different text books discussing entropy from different perspectives. After a short discussion and reflection, the students in groups summed up the basic information of each text in one sentence. Furthermore, we asked for individual answers to a couple of questions about the exercise.

The exercise was evaluated by analysing the individual answers and correlations between them. A qualitative, phenomenography based, analysis of the students' summaries of the texts has been performed with the aim to evaluate a progression in the students' perception of the different texts.

The results have implications for the introduction of the concept of entropy in engineering physics courses.

***Index Terms*—Engineering education, Physics education, students' learning**

I. Introduction

ENTROPY is one of the central concepts in thermodynamics – unfortunately a somewhat abstract property that lacks an easy to grasp physical description. Entropy describes microscopic degrees of freedom of a thermodynamic system and can be considered as a measure of its disorder. Apart from this probabilistic interpretation, entropy also has a more technical significance since the increase in entropy should be minimized in all thermodynamic processes in order to maximize their efficiency. These two seemingly unrelated aspects of entropy lead to misconceptions among students, both in school and at university. An additional constrain when discussing entropy is that its thermodynamic definition is based on the terms heat and temperature. Research on students' understanding of these two concepts (see, e.g., chapter 3 in [1] and the references therein) shows that even the distinctions between heat and temperature is far from obvious for many students. The students' perception of the concept of entropy has been studied e.g. in [2] and [3]. The general finding is that most students have problems when asked to estimate the entropy change during certain processes and that these difficulties remain even after instructions on the subject.

The project presented here aims towards improving the students' understanding of the concept of entropy by introducing the term from various perspectives and discussing its implications. The students' understanding as well as their appraisal of the project itself are analysed.

C Gustavsson is with the Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Box 512, SE-751 20 Uppsala, Sweden (phone: +46 18 471 3444, e-mail: cecilia.gustavsson@physics.uu.se

M Weiszflog is with the Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Box 512, SE-751 20 Uppsala, Sweden (e-mail: matthias.weiszflog@physics.uu.se

S Andersson is with the Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Box 512, SE-751 20 Uppsala, Sweden (e-mail: staffan.andersson@physics.uu.se

II. Project structure

This project has been conducted within the course Technical Thermodynamics for third year engineering physics students. The students engaged with four different texts from different textbooks, introducing the concept of entropy in different ways. A comparison and discussion of the various approaches gave the opportunity to reflect on the topic, aiming for a deeper understanding. The following texts have been selected:

1) A text by Boltzmann about entropy from a microscopic perspective [4]. More a summary of his earlier works than an explanation. Somewhat difficult to read.
2) A text from the book "Physics concepts and connections" by Hobson [5]. Even this text treats entropy from a microscopic perspective, but more complete than the text by Boltzmann.
3) A text from the book "Energilära" by Beckman et al. [6] Entropy is described from a more technical perspective with a connection to cyclic processes.
4) A text from the book "Thermodynamics, an engineering approach" by Cengel & Boles [7]. This text relates entropy to human life and social activities.

Text 1 was selected as an original text from one of the founders of the concept of entropy as measure of probabilities to find a system in a certain state. Text 2 and 3 present the two most common introductions to entropy. The idea behind choosing text 4 was to encourage an ethical discussion about the idea of transferring physics concepts to human activities. The texts were made available on the course web page. In the beginning of the exercise, the teachers (CG and MW) introduced two texts each in a five minutes presentation. After this introduction, the students were divided in groups of four or five and asked to discuss the different approaches and to summarize each text in one sentence. The idea behind this exercise was to get the students engaged in a discussion and motivate them to reflect critically about the different aspects. The summaries of the texts were solicited in order to guide these discussions towards a goal. The idea of the project was not to use these answers to examine the students' understanding.

In addition, a questionnaire was handed out and each student was asked to answer a number of questions. The questions aimed (a) to study the students' appreciation of the connection between the term entropy and a number of physical properties such as heat or energy, and (b) to obtain feedback about the students' perception of the value of this exercise. The questionnaires were returned in the end of the lecture.

III. Analysis and Results

A. Coupling of entropy to thermodynamic properties

In the first part of the questionnaire, the students were asked to relate the term entropy to the following properties: Probability, temperature, work, disorder, heat, energy. Each coupling should be given on a scale from 0 to 5 where 0 mean no relation and 5 indicates a very strong relation. The results are summarized in table I.

TABLE I
STUDENTS' PERCEPTION OF THE COUPLING BETWEEN ENTROPY AND OTHER THERMODYNAMIC PROPERTIES

Entropy is related to ...	Mean value of the answers $m(\sigma)$
... probability	3.8(1.3)
... temperature	4.0(1.0)
... work	2.8(1.3)
... disorder	4.4(1.0)
... heat	3.9(1.0)
... energy	3.7(1.1)

The relation between entropy and disorder is appreciated by most students, this aspect is also highlighted in three of the four texts that were discussed. Even the coupling to heat and temperature is recognized, which is required for the use of the concept of entropy in the following course lectures. The standard deviation is about 1 for all answers, indicating that the students have quite different ideas about the relations. The students' answers to the different questions have been related to each other by calculating their Spearman correlation coefficients ρ[1]. The coefficients show a very strong correlation between the students' perception that entropy is related to temperature and that it is related to heat or energy ($\rho = 0.63$ and $\rho = 0.60$). Also, students relating entropy to probability also relate it to disorder ($\rho = 0.47$) and students relating entropy to heat also relate it to work. However, the coupling between entropy and work is weak (the transfer of work does not change the entropy of the system) which is realized by the majority of students (mean value $m = 2.8$, see table).

B. Students' appreciation of the exercise

In the second part of the questionnaire, the students were asked about their appreciation of the exercise. The questions allowed answers between 0 (I do not know or don't want to answer) to 5 (I fully agree)[2]. The answers are summarized in the Fig. 1.

The answers show that the majority of the students became more interested in the concept of entropy ($m = 3.5$, 58% of the students answered with 4 or 5) and that only a smaller fraction became more confused ($m = 2.4$, 25% answered 4 or 5). It is worth noting that there is only a weak negative correlation between these answers ($\rho = -0.1$) which indicates that confusion and interest are not mutually exclusive: Getting confused about a subject might increase the interest in it. The students also appreciate that the approach to entropy from different perspectives and the discussion of its implications on human life has contributed to their ability of critical thinking ($m = 3.3$). As for the transfer of knowledge, the students do not seem to think that they learned more than during an ordinary lecture ($m = 2.8$) – still, a narrow majority would appreciate more such exercises[3] ($m = 3.3$). There is a strong correlation between the perception of having learned more and the wish for more of such moments ($\rho = 0.7$).

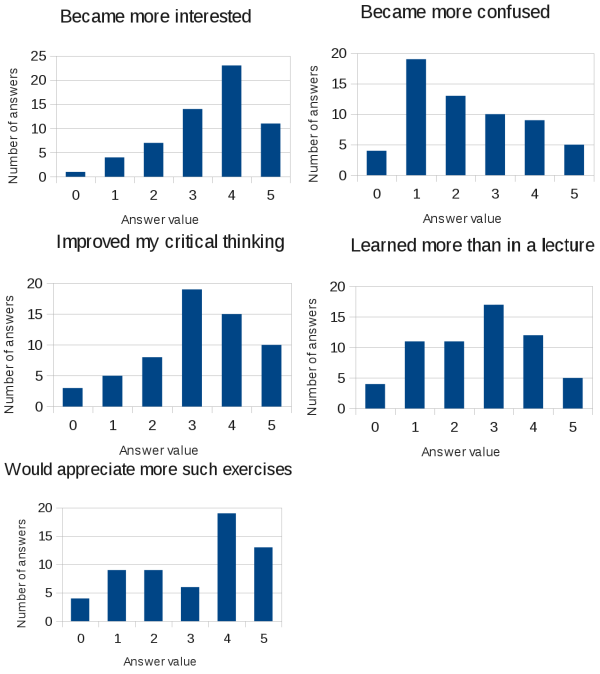


Fig. 1. Students' appreciation of the conducted exercise

There are only weak correlations between which couplings the students realized and how they appreciated their understanding of entropy or the exercise as such. The strongest correlation that could be observed shows that students realizing that entropy is related to probability feel less confused in the end of the exercise than those not recognizing this relation ($\rho = -0.3$). All other correlations show $|\rho| < 0.2$ and are regarded as not significant.

C. Different perspectives' influence on learning

The students were asked to summarise their understanding of entropy, based on the different texts, as part of the exercise. A qualitative analysis was done for these summaries to explore

[1] A correlation coefficient of $\rho > 0.4$ indicates a strong correlation.
[2] For mean values and correlations, answers of type 0 have been disregarded.
[3] The question was poorly phrased: It is not obvious if a low-value answer means that the student would prefer no such exercises at all or if one was just enough.

TABLE II
PHENOMENOGRAPHIC CATEGORIES OF THE SUMMARIES OF THE DIFFERENT TEXTS.

Text 1	Boltzmann
1:1	Entropy is related to probability
1:2	Entropy is related to probability and affects the direction of processes
1:3	Entropy is related to probability and affects the direction of processes related to microscopic states
Text 2	Hobson
2:1	Entropy is a measure of microscopic disorder
2:2	Entropy is a measure of microscopic disorder which affects the direction of processes
2:3	Entropy is a measure of microscopic disorder which affects the direction of processes and energy must be added to a system if its entropy should decrease
Text 3	Beckman
3:1	Entropy can be expressed through an equation
3:2	Entropy can be expressed through an equation that relates it to heat

how the different sources affected the student understanding based on phenomenography [8]. The aim was to explore the different ways students had experienced and understood entropy. The analysis was done through an iterative sorting process, where answers were identified as belonging to different phenomenographic categories. The different categories found for three of the texts are summarised in table II[4].

Qualitatively different categories, reflecting an increasing level of comprehension of entropy, were found for the different texts. Student summaries were distributed over these different categories. However, for text 3, which most closely resemble the commonly used course books for thermodynamic courses, most of the summaries (75%) belonged to the first category (3:1) where entropy primarily is seen as connected to a mathematical expression. The categories for the different texts also exhibit qualitative differences. We argue that this reflects how the different perspectives of the respective texts influenced student experiences and understanding. We note that both text 1 and text 2 facilitated broader and more complex understanding of the entropy concept than text 3.

IV. CONCLUSION

The general finding that entropy is a somewhat confusing property has been confirmed even in this project. Entropy can be related to different properties, and the way the students notice these relations is by far not uniform. The exercise to introduce entropy from different perspectives did not result in students having a clear picture about the term. It did, however, increase the interest in the subject more than the confusion about it. The majority of students seems to have appreciated the exercise, as can be seen from the answers to the question if the students would like to have more such moments in their courses. Even the oral feedback after the lecture was mainly positive. The study has shown its potential, both as a way of introducing the term entropy and as a mean to learn about the students' perception of it. In order to gain better results in both respects, additional work needs to be done on the questionnaire and possibly on the selection and presentation of the text material.

One result from this study is that the interpretation of entropy as a statistical property seems to be more obvious to the students than the engineering-oriented approach to see entropy as a property that remains constant for ideal processes. This can be seen from the fact that the students' summaries of the texts dealing with the microscopic aspects of entropy reach a higher phenomenographic level than those of the text relating entropy to cyclic processes. The result is confirmed by the finding that students who associate entropy with probability feel less confused about the concept than those not seeing this relation.

The relation between entropy and disorder that was best recognized by the students. To find out whether this is due to our selection of texts or a result of the students' pre-instruction knowledge, a pre-instruction questionnaire would be required which was not part of the present study. If the students start the course with some knowledge about the relation between entropy and disorder, the instruction should start from that point.

The course Technical Thermodynamics within which this study was conducted has a strong engineering focus where entropy is mainly used as a tool in the description of processes. This is defined by the course's expected learning outcomes and in line with the qualitative targets of the programs including this course, but presents a challenge for both teachers and students when dealing with entropy. As a consequence or the findings in this study, the introduction of entropy as a thermodynamic property within the course has been revised, maintaining the focus on the engineering aspect but introducing the term more carefully on the basis of the prior course content.

[4]It became clear through the sorting process that the summaries of text 4 (Cengel Boles) did not reflect a disciplinary understanding of entropy. The answers for that text were therefore not further analysed.

REFERENCES

[1] B. R. Bucy, *Investigations of student understanding of entropy and of mixed second-order partial derivatives in upper-level thermodynamics* Dissertation, University of Maine (2007)

[2] A. H. Johnstone et al., *Misconceptions in school thermodynamics* Physics education, 12, **248** (1977)

[3] W. M. Christensen et al., *Student ideas regarding entropy and the second law of thermodynamics in an introductory physics course* Am. J. Phys., 10, **907** (2009)

[4] L. Boltzmann, in *A source book in physics*, edited by W. F. Magie, Harvard University Press, Cambridge **262** (1965)

[5] A. Hobson, *Physics Concepts & Connections* Addison-Wesley, 5th edition, **141** (2010)

[6] O. Beckman et al., *Energilära*, Liber, **189** (2009)

[7] Y. Cengel and M. A. Boles, *Thermodynamics - an engineering approach*, Mc Graw Hill, **461**, (2011)

[8] F. Marton and S. Booth, *Learning and Awareness*, Lawerence Erlbaum Associates, New Jersey (1997)

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Förmedling av komplexa begrepp i multidisciplinär kurs på avancerad nivå

Lena Klintberg, Pernilla Viberg och Greger Thornell

***Abstrakt*— Vid undervisning på avancerad nivå i en multidisciplinär kurs används och behandlas vanligtvis komplexa begrepp från flera olika ämnesområden. Vid samläsning över olika program, skiljer sig studenternas förkunskaper åt även om studenterna från de olika programmen formellt uppfyller förkunskapskraven. Detta inverkar på studenternas förmåga att tillgodogöra sig kursens innehåll.**

En studie har gjorts på en kurs i mikro- och nanoteknik, som ges under 4:e året på flera olika civilingenjörsprogram. Med anledning av de identifierade skillnaderna, har en undersökning av tidigare studenters erfarenhet av kursen gjorts. Dessutom har de blivande studenternas förkunskaper inventerats och jämförts med de begrepp som används i kursen.

Resultatet visar att studenterna i kemiteknik i viss utsträckning förfördelats även om skillnaderna är små.

16% av studenterna som läst teknisk fysik med material-vetenskap (MV) når högsta betyg på kursen jämfört med 10% för studenterna i kemiteknik (KT), men i medelbetyg är det ingen signifikant skillnad mellan studentgrupperna. Vid rankning av påståendet ”Nya begrepp introducerades på ett bra och tydligt sätt” gav MV-studenterna 4,0 i medel medan KT studenterna gav 3,5 på skalan 1 (aldrig) till 5 (alltid). Syftet med denna undersökning är att, utifrån de identifierade skillnaderna, kunna hitta nya sätt att introducera och exemplifiera begreppen så att studentgrupperna får likvärdiga förutsättningar att tillgodogöra sig kursens innehåll.

***Indexord*—förkunskaper, komplexa begrepp, multidisciplinär kurs, kunskapsförmedling**

I. Introduktion

Denna studie har gjorts på en multidisciplinär kurs i mikro- och nanoteknik som ges under 4:e året på civilingenjörsprogrammen i kemiteknik (KT), teknisk fysik med materialvetenskap (MV) och teknisk fysik (TF), där de förstnämnda inriktningarna dominerar. Kursen är på avancerad nivå och samläses. Studenternas från de olika programmen har, trots att de formellt uppfyller kursens förkunskapskrav, olika förkunskaper och detta inverkar på studenternas förmåga att tillgodogöra sig kursens innehåll. Till exempel har inte studenterna i kemiteknik läst några kurser i elektronik och hållfasthetslära, och de tekniska fysikerna har begränsade kunskaper i kemi. Studenterna har under utbildningen skolats in i sina respektive discipliner och det språkbruk som är vedertaget i de olika områdena. Detta är en naturlig konsekvens av den profilering som varje program ska uppvisa.

Mikro- och nanotekniken ligger i gränslandet mellan kemi, elektronik, ingenjörskunskap och materialvetenskap. Det är alltså nödvändigt att ha en bred kunskapsbas och förmågan att kunna tillämpa kunskap från många olika och förhållandevis smala ämnesområden. På grund av denna bredd är man som praktiserande/yrkesutövande i området ofta expert bara på en liten del, vilket innebär att man ständigt behöver lära sig mer och samarbeta med personer som har kompletterande specialkunskaper. För studenterna kan detta bli en ny erfarenhet när de kommer till kursen, och de kommer alla, oavsett bakgrund, att stöta på koncept som de inte varit i kontakt med tidigare och därför kan ha svårt att ta till sig. Beroende på vilken bakgrund studenterna har kommer det att vara olika delar av kursen som upplevs som främmande.

Vi som undervisar har märkt att de skilda förkunskaperna ibland försvårar inlärningen av vissa begrepp. Det kan i vissa fall även vara så att studenterna innan de börjar kursen har en sedan tidigare rotad motvilja mot vissa delar av kursen eller åtminstone förutfattade meningar som reser onödigt höga inlärningströsklar. Exempelvis är det väldigt få kemistudenter som även har ett intresse för elektronik och hållfasthetslära, och en del av de mer teoretiskt skolade tekniska fysikerna kan tycka att det är främmande, och kanske rentav ”läskigt” med de kemikalier som används under laborationerna.

Det är därför en utmaning att presentera stoffet på ett sätt så att studenterna, oavsett bakgrund, tycker att de olika avsnitten är begripliga, relevanta och förhoppningsvis även intressanta.

Med denna kartläggning kring hur vi själva har valt att förmedla komplexa begrepp och identifiering av de termer vi använder vid undervisningen av en heterogen studentgrupp vill vi undersöka om vi, genom att anpassa exemplen och språkbruket, skulle kunna göra det lättare för våra studenter att ta till sig koncept som idag betraktas som svåra i kursen. Vi har gått igenom det egenproducerade undervisningsmaterialet för att identifiera potentiellt svåra begrepp och termer som hör hemma inom olika discipliner. Förståelsen för begreppen kan därför antas skilja sig åt beroende på vilket program studenterna läser. En grupp tidigare studenter från kursen har intervjuats om sina erfarenheter och vilken relevans de tycker de identifierade begreppen har. Dessutom har förhands-kunskapen för dessa begrepp kartlagts hos blivande studenter.

Lena Klintberg är vid Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (korre-sponderande, 018-471 7267, e-post: lena.klintberg@angstrom.uu.se)

Pernilla Viberg var vid Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (e-mail: pernilla.viberg@gmail.com).

Greger Thornell är vid Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (e-mail: greger.thornell@angstrom.uu.se).

II. Teori

Hur får man studenterna att ta till sig och minnas det som lärs ut? För att inte tappa bort studenterna behöver kommunikationen mellan studenterna och lärarna fungera. Det finns många olika metoder att berätta om forskning och vetenskap så att det blir begripligt även för personer utan specialistkunskaper vilket bland annat behandlas i [1]. Där beskrivs en studie som visat att en av de vanligaste anledningarna till att det är svårt att ta till sig ny information är själva tron på att man inte kommer att förstå. För att motverka detta rekommenderas en mycket tydlig kommunikation där komplicerad terminologi undviks eftersom det utestänger vissa, och det betonas även att hur viktigt det är att materialet som presenteras känns relevant för mottagaren [1].

Man minns lättare saker som man bedömer kommer att kunna användas för att förutsäga saker om framtiden, och även saker som är kopplade till personer och känslor [2]. Som en konsekvens av detta rekommenderas att man undviker att redovisa enskilda fakta, och istället presenterar materialet så att det kan sammanlänkas till sådant vi redan vet. Ur detta perspektiv är den bästa lärstrategin den som ger meningsfulla associationer till olika kända områden, eftersom hjärnan lättare tycks minnas organiserad information man kan associera till och sortera in i en kontext [2, 3].

Studenternas syn på det egna lärandet har också visat sig påverka deras förmåga att ta till sig ny information. Enligt [4] har flera studier visat att personer som tror att intelligens är något medfött inte är särskilt förtjusta i nya utmaningar. Detta förklaras med att ett synsätt där en dålig prestation anses bero på otillräcklig intelligens är betydligt mer nedslående för den enskilda personen, än om personen hittar förklaringen till ett misslyckande i det att hon eller han inte har ansträngt sig tillräckligt. Liknande resultat och resonemang har förts fram av 2001 års Nobelspristagare i fysik, Carl Wieman, som under senare år ägnat sig åt att studera hur naturvetenskap bör läras ut så att studenter tar till sig kunskaperna så bra som möjligt. I en intervju [5] framhåller han att man kan lära sig saker genom att anstränga sig att förstå, och betonar även vikten av att vara motiverad; för ser man inte anledningen till varför man ska lära sig något är man inte heller beredd att arbeta så hårt som det kanske krävs.

Flera exempel på hur man kan bära sig åt för att engagera studenterna har sammanställts i [6]. Där refereras till undersökningar där brister i att koppla kursinnehållet till saker studenterna stöter på i det ”verkliga livet” visat sig vara en huvudorsak till varför de inte väljer att studera naturvetenskap.

III. Tillvägagångssätt

I ett första steg gjordes en fullständig genomgång av allt egenproducerat undervisningsmaterial för att identifiera potentiellt svåra begrepp och termer som hör hemma inom olika discipliner och används för att förklara och exemplifiera olika fenomen inom mikro- och nanotekniken. Begreppen klassificerades utefter för vilka studentgrupper de förväntades vara välbekanta. Vid klassificeringen hade vi nytta av att författarna bakom detta arbete har olika studiebakgrunder precis som studenterna på kursen.

Kontakt togs med 8 stycken studenter med olika utbildningsbakgrund, som gått kursen tidigare. De ombads bedöma varje begrepps relevans och även markera vilka av begreppen som de ansåg var nyttiga för ingenjörer med deras utbildningsbakgrund att känna till. Studenterna fick även redogöra för de delar av kursen de tyckte vara lättast respektive svårast att hänga med på, och förklara varför dessa upplevdes som lätta alternativt svåra. Vi bad också dessa studenter att ge oss förslag på hur vi skulle kunna förbättra sättet vi lär ut vissa koncept på, för att göra dem lättare att ta till sig.

Slutligen gjordes en kartläggning av förkunskaperna hos blivande KT- och MV-studenter i mikro- och nanoteknik genom att de med hjälp av klickers fick gradera ett antal av de utvalda begreppen enligt skalan ”obekant”, ”vagt bekant”, ”bekant” och ”välbekant”[1]. Dessutom ombads studenterna gradera sitt tekniska intresse och sin självupplevda tekniska kompetens i jämförelse med kurskamraterna på en femgradig skala.

För att utvärdera resultatet av förkunskapsnivån och upptäcka eventuella skillnader mellan olika programinriktningar, gjordes en multivariat datanalys av svaren med metoden *”partial least squares”* (PLS), där programinriktningen korrelerades till svaren på frågorna.

Dessutom genomfördes en genomgång av tidigare studenters studieresultat sedan kursen gavs första gången för tre år sedan.

IV. Resultat

A. Identifiering av begrepp

Vid genomgången av olika komplexa begrepp och termer som användes vid förklaringar av olika fenomen i kursen identifierade vi 37 stycken potentiellt svåra begrepp, som spänner över områdena “allmäntekniska begrepp” (9 st), ”elektronik” (15 st), ”kemi” (5 st) och ”materialvetenskap” (7 st). När vi tittade på begreppen identifierade vi 33 stycken som eventuellt skulle kunna uppfattas som svåra för KT, medan vi uppfattade att endast 18 av de identifierade begreppen potentiellt borde vara obekanta för en MV-student.

B. Kartläggning av tidigare studenters erfarenheter

Vi fick svar på intervjufrågorna från 7 av 8 tillfrågade tidigare studenter, varav 3 gått MV och 4 stycken gått KT. Vi saknar svar från student med den rena inriktningen mot teknisk fysik, men de studenterna är å andra sidan väldigt dåligt representerade på kursen. Studenterna som läst KT tyckte att 29 st av de identifierade begreppen hade relevans, medan motsvarande siffra för MV var 26. När studenterna fick gradera vilka begrepp som ansågs nyttiga för en ingenjör med

[1] Definitioner: ”inte bekant” - du kan inte påminna dig att du någonsin hört eller sett begreppet, ”vagt bekant” - du tror dig veta ungefär vad det står för men är inte helt säker och använder det inte själv, ”bekant” - du saknar detaljkunskaper om begreppet, men är tillräckligt säker för att kunna använda det ibland, ”välbekant” - du är väl insatt i begreppet och tvekar inte att använda det.

deras studieinriktning att känna till, valde de ut 24 (KT) respektive 22 (MV) begrepp. Eftersom underlaget var så begränsat gick det inte att se några signifikanta skillnader i svaren som kunde kopplas till att studenterna läst olika program och överlappet mellan svaren var stort.

De begrepp som studenterna med KT-bakgrund identifierade som svårast var de med koppling till elektronik och ellära, och de kursdelar som klassificerades som svåra handlade om aktuatorer, energidensiteter och nanotillverkning. Som förklaring till varför dessa varit svåra uppgav de att eftersom de inte läst ellära på universitetet så saknas tillräckliga kunskaper inom dessa områden. En annan kommentar kring avsnittet om aktuatorer var ”det här med maskiner var lite nytt för en [KT:are]”. Inom flera områden tror studenterna att studenter från andra inriktningarna förmodligen har en fördel genom sina förkunskaper. Andra nämner att föreläsningarna där svåra begrepp behandlades varit mindre inspirerande, och ger förslaget att göra föreläsningarna mer levande och beskriva vad som är ”häftigt med dem [komponenterna] följt av hur de fungerar”. En student ger som förslag att vi ska visa hur kretskort ser ut och peka på hur komponenterna används i praktiken. Studenten som nämner nanotillverkningen som svår, tyckte att det som förklarades var väldigt specifikt. Ett flertal av de tillfrågade studenterna föreslår att vi skulle ge en liten introduktionskurs i ellära för att göra det lättare att förstå.

En av studenterna från MV tyckte att en del av kemin bakom tillverkningen varit svår och att detta främst berodde på att ämnet var ointressant för henne/honom. Bland det som även identifierats som svårt av MV-studenter fanns olika typer av sensorer och aktuatorer eftersom dessa avsnitt behandlats för snabbt och inte förklarats tillräckligt ingående. Studenten ansåg att detta skulle kunna åtgärdas genom att omfördela tiden mellan de olika kursdelarna, alternativt undvika för många djupdykningar. Även en av MV-studenterna identifierade specifikt att flera begrepp kopplade till elektronik varit svåra eftersom bakgrundskunskaperna inte varit tillräckliga.

När vi bad studenterna att på en 5-gradig skala (1 aldrig, 5 alltid) bedöma påståendet ”Nya begrepp introducerades på ett bra och tydligt sätt”, gav MV-studenterna medelbetyg 4, medan KT-studenterna gav 3,5 i medel.

Bland det som studenterna identifierade som lätta delar, nämnde KT-studenterna bland annat materialegenskaper, kristallstrukturer och tillverkning, och förklarade detta med att begrepp från dessa områden förekommit i flera kurser. En KT-student skrev att avsnittet om skalningseffekter hade varit lätt med motiveringen att det varit intressant. Motiveringen att vissa delar var lätta eftersom de tagits upp i tidigare kurser anger även MV-studenterna, men de identifierade i stället begrepp kopplade till hållfasthetslära och olika tillämpade applikationer som lättare avsnitt.

C. Kartläggning av blivande studenters erfarenheter

I klickerundersökningen som gjordes på studenter vars nästa kurs kommer att vara mikro- och nanoteknik fick vi 28 st svarande, 17 st från KT och 11 st från MV. Studenterna fick gradera de 26 st utvalda begreppen efter hur bekanta de var sedan tidigare.

PLS-analys är en statistisk metod för att hitta bakomliggande relationer mellan X-matrisen som här var svaren på de ställda frågorna, och Y som här är en vektor med respektive students inriktning (KT eller MV). Metoden används för att ta fram en linjär regressionsmodell som på bästa vis beskriver det experimentella datat.

PLS-analysen gav 2 signifikanta komponenter som tillsammans förklarar 94% (R^2X) av variationerna i matrisen X och 96% (R^2Y) av variationerna i vektorn Y med ett Q2 på 0,87. I scoreplotten har KT-studenterna markerats med fyrkanter, och MV-studenterna har markerats med cirklar. Svaren bildar två tydliga grupper enligt vilket program studenterna läser, Fig 1.

Orsaken till den uppkomna grupperingen kan ses i motsvarande loadingplot, Fig 2, där begreppen som testats har skrivits ut. Begrepp som återfinns långt till höger på x-axeln är sådana som studenterna i genomsnitt rankat högt vilket alltså indikerar att de varit välbekanta, medan begreppen som återfinns långt till vänster på x-axeln (w*c[2]) i genomsnitt fått låga siffror och därmed klassats som obekanta. Till exempel är de flesta studenterna välbekanta med begrepp som *”plasma”*, och *”capacitance”*, medan termer som *”bolometer”*, *”evanescent field”* och *”Wheatstone bridge”* är obekanta för de flesta.

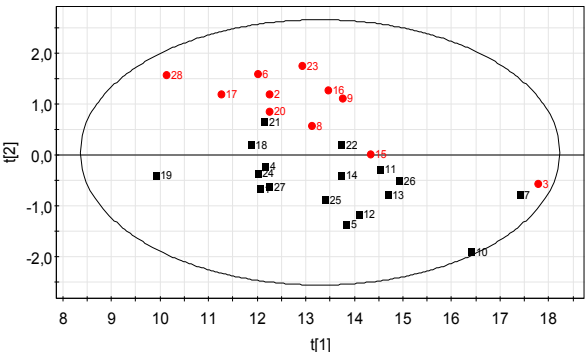


Fig. 1. Scoreplot som visar hur de individuella studenternas svar fördelar sig. KT-studenter har markerats med fyrkanter, MV-studenterna med cirklar.

De begrepp där förkunskapen skiljer sig mellan KT- och MV-studenter är de som ligger längst från varandra på y-axel (w*c[2])-axeln i Fig. 2. Begrepp som KT-studenter är mer bekanta med jämfört med MV-studenter är t ex *”brownian motion”*, och *”thermoresistance”*, medan MV-studenter generellt har större kunskap kring bland annat ”oscillators” och *”dielectric”*. För begrepp som ligger nära y-axel, t ex *”flicker noise”* och *”integrated circuit”* finns ingen signifikant skillnad mellan de två studentgrupperna.

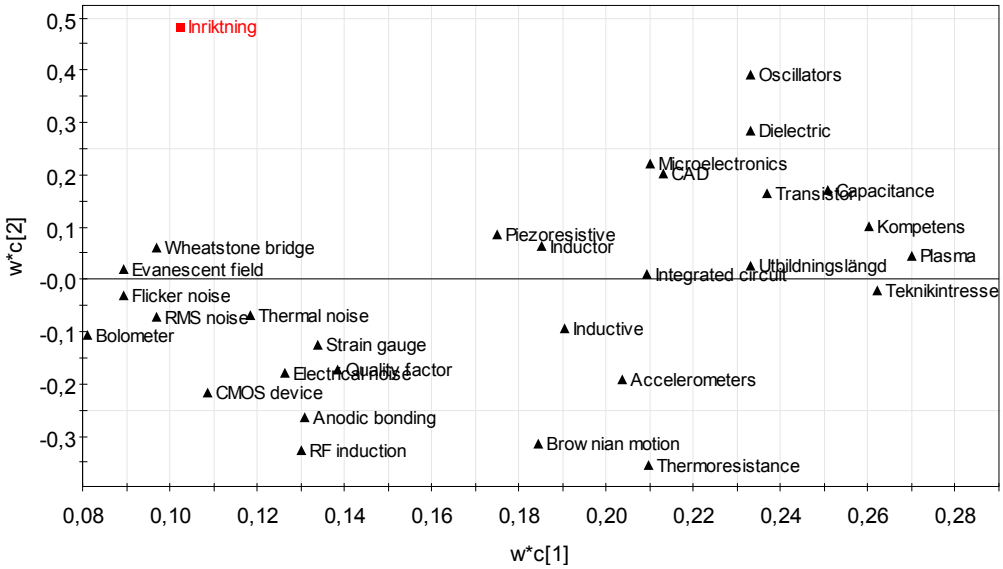


Fig. 2 Loadingplot som visar fördelningen av de utvärderade begreppen. Begreppen som ligger långt till höger i loadingplotten har klassats som välbekanta av studenterna, medan begreppen långt till vänster varit obekanta. Begrepp som varit mer välbekanta för MV än för KT har höga y-värden, medan begrepp som varit mer välbekanta för KT än för MV har låga y-värden.

Vi undersökte också hur studenterna uppfattar sitt eget teknikintresse. Vid en rankning av det egna intresset på en skala 1 (ointresse) till 5 (mycket stort intresse), hamnade KT-studenterna på medelbetyget 3,6 med en standardavvikelse på 0,7, medan MV-studenterna rankade sitt intresse som 3,4 med standardavvikelse på 0,7. Vid en rankning av den självupplevda kompetensen i jämförelse med kurskamraternas enligt samma skala blev resultatet 3,4 (KT) resp 3,5 (MV) med en standardavvikelse på 0,6 respektive 0,7. Det finns alltså ingen signifikant skillnad i den egna synen på kompetens och teknikintresse mellan de två studentgrupperna. Samma slutsats kan man dra från loadingplotten i Fig 2, där både teknikintresset och kompetensen ligger relativt nära noll på y-axeln, som annars är den axel som separerar de två studentgrupperna.

Studenterna fick även en fråga om hur många års tekniska studier vid gymnasium och universitet de hade vid sidan av programmet. Inte heller på denna fråga skiljer sig studentgrupperna åt.

Det kan noteras att de individer som i början av klickerundersökningen rankade både det egna intresset och kompetensen högt, även ansåg sig bekanta med fler begrepp än de enskilda studenter som rankade den egna kompetensen lägre.

När studieresultatet för de tre senaste åren (totalt 60 studenter) jämfördes, visade det sig att andelen studenter med högsta betyg var något större bland MV-studenterna (16%), än hos studenterna på KT (10%), och att det endast var bland KT det finns studenter som efter tre år fortfarande inte uppnått godkänt resultat på kursen, Fig 3. I medelbetyget, som för båda grupperna var 3,8 med en standardavvikelse på 0,6 resp. 0,7, var det alltså inte någon skillnad mellan KT och MV.

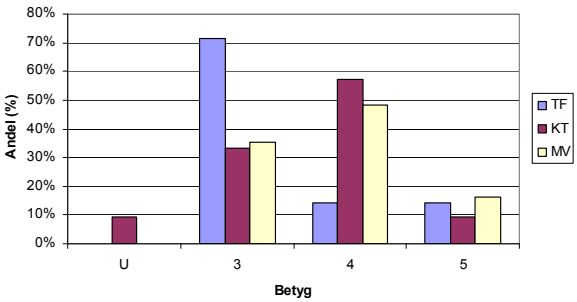


Fig. 3 Betygsfördelningen mellan de olika studentgrupperna över tre år.

V. Diskussion

Undersökningen visar att studenter kommer till kursen i mikro- och nanoteknik med kunskaper som i viss utsträckning skiljer sig åt. När vi tittade på antal begrepp, och för vilka områden studenterna har förhållandevis knappare förkunskaper, kom vi fram till att KT-studenterna förmodligen får en något högre inlärningströskel eftersom fler för dem okända begrepp dyker upp i undervisningen. KT-studenterna är alltså i viss mån förfördelade.

Främst är det begrepp som hör hemma inom området elektronik och ellära som de tidigare studenterna, särskilt KT-studenterna, identifierade som svåra, och samma fördelning avspeglar sig i analysen av de blivande studenternas förkunskaper. Vidare har undersökningen visat att begrepp från dessa områden uppfattats som svåra eller obekanta även för studenter på MV, vilket förvånade oss. Det är därmed tydligt att det är just inom detta område vi bör fundera på hur begrepp bör introduceras. Flera tidigare studenter rekommenderar oss t ex att hålla en liten snabbkurs i ellära inom kursens ramar.

De lärare som undervisat på kursen under de senaste åren har själva en bakgrund som liknar MV- eller TF-studenternas och detta kan kanske i viss utsträckning förklara att det blivit en liten slagsida vad det gäller förutsatta förkunskaper inom de olika ämnesområdena. De flesta begreppen vi undersökte visade sig ha relevans för de tidigare studenterna, och i många fall bedömde studenterna även att de var nyttiga att känna till. Vi bör dock titta närmare på om de begrepp som studenterna inte tyckte hade relevans för kursen verkligen behöver tas upp.

När vi kritiskt granskat de komplexa begrepp som vi funnit, har vi själva kunnat konstatera att vi ibland använder onödigt svåra termer, och att begrepp som inte är centrala för kursen förekommer. Flera koncept skulle kunna förklaras med enklare termer utan att det skulle gå ut över förståelsen eller det som är centralt i vårt ämne. Vi borde också ta till oss studenternas kommentarer och bli mer konkreta och medvetna om vad studenterna från tidigare år identifierat som svåra begrepp. Tipset vi fick från tidigare studenter att skapa en ordlista med de komplexa begreppen skulle sannolikt också underlätta för dem.

I studentkommentarerna hittades direkta kopplingar till faktorer som forskarna [1-6] säger gynnar inlärningen, t ex när ett avsnitt ansågs lätt med motiveringen att det var intressant, och att lätta avsnitt kunde knytas till andra kurser. Motsatsen fanns hos studenten som tyckte tillverkningsavsnittet var svårt med motiveringen att dessa delar inte var lika intressanta. Som lärare är det alltså tydligt att just relevansen och att väcka intresse för de olika områdena är av stor vikt för hur en student tillgodogör sig ett avsnitt eller ett begrepp.

Problemen med att många studenter har svårt med begrepp från ellära beror alltså i hög grad på att studenterna, särskilt de från KT, inte har stött på dessa i någon större utsträckning tidigare, och därför har svårt att skapa egna associationer, och kanske också för att vissa på förhand har en uppfattning om att avsnittet är svårt och inte så intressant. Önskemålen om att göra vissa avsnitt mer levande och att vi ska vara tydliga med vad som är ”häftigt” innan vi ger tekniska förklaringar visar också att studenterna själva söker efter relevans i det vi tar upp. Vi behöver alltså vara tydliga med vad vi själva tycker är intressant och relevant innan vi går in på detaljer.

Undersökningen har även visat att trots att studenterna kommer till kursen med lite olika förkunskaper, så klarar grupperna som helhet av kursen bra, även om det hittills varit något färre studenter från KT som uppnått de högsta studieresultaten. Denna lilla skevhet kan förhoppningsvis jämnas ut genom att medvetet exemplifiera och konkretisera de begrepp som är centrala på ett relevant och enkelt sätt som knyter an till alla gruppers förkunskaper så att vi förlorar intresset från så få som möjligt.

REFERENSER

[1] K. Gunnartz ”Prata som folk, Einstein”, Norstedts, ISBN 978-91-1-302588-9, 2010.
[2] A J Greene ”Making connections” Scientific American Mind, pp. 22-29 July/August, 2010.
[3] E Redish “Teaching physics: with the physics suite”, chapter 2, Wiley, John & Sons, 2004
[4] C S Dweck ”The secret of raising smart kids”, Scientific American Mind, pp. 36-43, 2008.
[5] J Mervis ”Nobelist ’Coach’ takes on U.S. Science Education”, Science, p 574, Vol 330, 29 Oktober, 2010
[6] M Prince, R Felder, “The many faces of inductive teaching and learning”, Journal of college science teaching, pp. 14-18, March/April 2007

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Development of laboratory exercises in thermodynamics

Emil Melander, Cecilia Gustavsson, and Matthias Weiszflog,

Abstract— **In the course Technical Thermodynamics, which is given within the master of science programmes in engineering physics and energy systems, we have introduced new "free" laboratory assignments rather than classical exercises with detailed "recipe"-like laboratory instructions.**

The students have selected laboratory exercises out of seven topics that are central to the course and then been presented with appropriate literature and sources of inspiration in the form of YouTube clips. They have interpreted the assignments freely, and, in consultation with the supervisor, decided what they want to measure and how. Afterwards, they have presented orally at a seminar for students who made other laboratory exercises.

An important part of this laboratory teaching method is to train students in the scientific method and arouse interest in experimental physics. We believe that the students gain a higher degree of experience and useful knowledge in this sort of exercises when compared to the classic arrangement in which all follow the same detailed laboratory instruction.

Based on our experiences and the responses in the course evaluation we infer that many students greatly appreciate the method but that some feel lost and confused. We therefore conclude that it is important to clarify that the experimentation process in the laboratory and the scientific training is the purpose of the exercise and that the examination is based on training skills in the laboratory and communicating the results. If this purpose is not clear for the students, they will experience frustration and annoyance for not having obtained a "real result". It even turns out that some students believe that the laboratory exercise has not been properly worked through by the teachers when no detailed manual instruction is provided.

Therefore, the main challenge is to get students to understand the value of open-ended laboratory training and to make them feel comfortable and safe with this laboratory teaching method.

***Index Terms*—Engineering education, Physics education, Student experiments**

I. Introduction

At least since the early 19th century laboratory teaching has been a part of physics education at the universities. Half a century later the first textbook came which contained experiments that could be done either by demonstrations or as exercises. For a good summary of history of laboratory exercises in education, see Ref. [1]. Practical assignments became accepted as functional tools in teaching and laboratory work has been used in science to promote learning for pupils and students of all ages. But an important question is whether students benefit (learn more, can assimilate more) of practical laboratory work compared to traditional lecture methods [2]. According to Hofstein and Lunetta, who have made summaries of research until 1982 [3] and also a continuation stretching until 2004 [4], it has been difficult to determine how learning has been promoted by laboratory work. There was simply not enough good statistics in the early surveys, and there was no satisfying definition of what was meant with a laboratory session. Thus, there was considerable variability between laboratory exercises in different subjects, and moreover, it was difficult to define the parameters that have led to "more learning". Learning is also difficult to define in itself, which makes it hard to quantify results and also to relate results to previous studies. Many researchers have done studies that compare classical learning situations such as lectures, with some type of laboratory work but the results vary (especially between the years 1950-1990). What is lacking in particular in this type of research, are clear definitions and clear objectives. Hofstein and Lunetta write as late as 2004, "It is vital to isolate goals for which laboratory work could make a unique and significant contribution to the teaching and learning of science." [4] Thus, it is difficult to identify exactly when and in what context the laboratory exercises should be used to achieve the best results, and it has to do with the fact that there is not much consensus on what is the goal of, and the reason for, having laboratory exercises.

In this article we summarize part of the research carried out within the topic of developed learning through laboratory work. Most examples are applied to chemistry because there is a lot of research on the topic for chemistry laboratory exercises, but chemistry is in many ways closely related to thermodynamics. The reason these kinds of studies are relevant can be summarized by Elmgren and Henriksson saying "Many teaching methods can be replaced by others, but organized practical exercises of any kind can hardly be replaced completely" [5].

Manuscript received October 15, 2013.

E. Melander is with the Department of Physics and Agronomy, Uppsala University, Box 516, SE-751 20 Uppsala, Sweden, (phone: +46 18 471 3840, e-mail: emil.melander@physics.uu.se).

C. Gustavsson is with the Department of Physics and Agronomy, Uppsala University, Box 516, SE-751 20 Uppsala, Sweden, (e-mail: cecilia.gustavsson@physics.uu.se).

M. Weiszflog is with the Department of Physics and Agronomy, Uppsala University, Box 516, SE-751 20 Uppsala, Sweden, (e-mail: matthias.weiszflog@physics.uu.se).

II. Quantifying progression in learning

A. Learning outcomes

Before the laboratory exercises are introduced in a course the purpose and goal of them need to be established. It is also vital to define how the purpose will be fulfilled and the goals reached. What kinds of exercises should be used, and how should they be designed? A general consensus regarding the purpose of laboratory training may be expressed as performing practical exercises to help develop a broad range of skills, and at the same time couple practice to theory as presented in other learning activities, such as lectures [5].

Depending on the relevant course, and its general learning objectives the type of laboratory exercise can vary. Different levels of learning may require different approaches to present laboratory instructions, material and ways of working. In fact, every course containing laboratory training has its own specific set of learning outcomes [6]. To achieve these specific goals it is important to design the laboratory exercises accordingly.

B. Methods of laboratory instruction

A summary of laboratory instruction styles is given by Domin [6], resulting in the following table:

TABLE I
DESCRIPTORS OF LABORATORY INSTRUCTIONS STYLES [6]

Style	Descriptor		
	Outcome	Approach	Procedure
Expository	Predetermined	Deductive	Given
Inquiry	Undetermined	Inductive	Student generated
Discovery	Predetermined	Inductive	Given
Problem-based	Predetermined	Deductive	Student generated

In his article [6], Domin classifies the laboratory instructions styles according to which type of instructions are given, describes if the outcome can be determined beforehand, and if the students' ways of working and the learning process itself are deductive or inductive.

He also discusses which levels in Blooms taxonomy that can be reached for each style of instruction. The levels used are: *knowledge* (lowest), *comprehension*, *application*, *analysis*, *synthesis*, and *evaluation* (highest). For a review of Blooms taxonomy, see e.g. Ref. [7].

Expository laboratory instruction means that the laboratory supervisor defines what is to be investigated and leads the students in that direction. This type of laboratory training has a predetermined outcome and the students are expected to repeat what the supervisor does or follow a detailed instruction step by step. The advantage of this method is that it can be carried out in large student groups, in relatively short time and with a minimum of supervision. It is highly cost effective and widespread. The drawback is, however, that in general, the learning outcomes represent only the three lowest levels in Bloom's taxonomy of educational objectives. [6]

Inquiry laboratory instruction style means that students are active in formulating the problem question and an adequate way to solve it. The procedure, what to measure and how to measure it, is student-generated and the outcome is not predetermined. This approach requires more creative thinking and means that problems are solved with a more scientific approach. The result of this technique is that the students acquire skills by tackling the problem and can reach higher levels of Bloom's taxonomy, but it also requires a greater knowledge in the subject area because the students themselves have to formulate the problem. Even though research shows that inquiry-based instruction can be beneficial in creating positive attitudes towards science and in fostering critical thinking, it has not been adopted extensively [8].

Discovery, or guided-inquiry, laboratory instruction style differs from inquiry learning in the sense that the outcome is predetermined and the procedure given. However, also here, the students should formulate their own questions to investigate. No written laboratory manual in the form of a recipe should be used, and the supervisor is needed to lead/instruct the students by answering questions that may be relevant for the problems to be investigated. This style is a suitable tool to learn a scientific approach and also gives the students the satisfactory feeling of "finding out for one's self". An aspect which has been criticized in this context is that the students who quickly finish the exercise might share their discoveries with fellow students and thus not all students may have the same experience of discovery. Another criticism deals with the difficulty to perform discovery work if the initial level of knowledge is very low; "one has to know what to look for to find it" [9]. The higher levels of Bloom's taxonomy can, however, be reached with this instruction style, given enough time and preparation.

Problem-based laboratory instruction style means that the students get the problem questions in advance and are supposed to apply their knowledge and understanding of a concept in order to solve these problems. It requires good availability of suitable reference literature and supervisors who can point the students in the right direction, if needed. Also this laboratory style allows the students to reach results described by the higher levels of Bloom's taxonomy.

III. Laboratory exercises in Technical Thermodynamics

The laboratory exercises in the course Technical Thermodynamics have been carried out in an expository way for many years. The instruction manual formerly handed out was an article which described the same experiment the students were supposed to perform. The result was that the students were working according to the template, and repeated the same procedure until they found the answers given in advance. This situation is well described by Tobin [10]: "... the laboratory investigation is intended to confirm something ... In an expository type lesson; students are usually required to follow a recipe in order to arrive at a predetermined conclusion. As a consequence the cognitive demand of the laboratory tends to be low."

Key issues in this redesign of the laboratory exercises have been: What is the goal of the exercises and what do we want

the students to learn? We have come to the conclusion that we would like to give the students the opportunity to experiment freely to discover the underlying physics of a topic of interest. We would also like to train them in tackling a problem scientifically and employ an inquiry approach in the laboratory.

After remaking the laboratory instructions, the procedure is now as follows. There are seven proposed exercises to choose from, and all illustrate a specific part of the course content. The seven proposals have been: *Heat pumps and refrigeration, Thermal radiation, Temperature of rubber bands, Heat capacity, Heat conduction, Saturation pressure of steam, and van der Waals equation of state.* Students work in pairs to first study their subject, from various information sources and then during the laboratory session "inquire" and then "analyze" what can be done and what are relevant research questions. They can also focus on general aspects of the physics phenomena they have chosen or even what might be interesting purely experimentally in the laboratory. In order for the students to be sufficiently prepared, the laboratory supervisors provide them with references to literature in each subject area, but also with more unconventional sources of inspiration, such as YouTube clips dealing with the physics phenomena mentioned above.

One week after the laboratory exercise, the students gather again to present their topic, method of investigation and results orally in seminar form for the rest of the laboratory group. They get feedback from each other on their respective work and also get to explain the key elements of the course to their classmates.

IV. Results and conclusion

We have performed a shift in laboratory instructions styles, from expository to inquiry style, and tested it on two student groups, in total circa 150 students. We have noticed that the students are not familiar with the way of working more freely and open-mindedly in the laboratory session and identified the need of very careful and thorough introduction to the laboratory instruction style. It became clear that many students expect the laboratory to be expository with a detailed manual ("recipe") and an expected outcome.

Some students react with suspicion to the inquiry method. Some comments from the course evaluations[1] are:

- "The laboratory exercises were useless and the supervisors did not take them seriously. Make the exercises more sensible if they are to be kept."
- "I would like to see a clearer goal with the laboratory exercises."
- "The laboratory exercise was not rewarding at all because we were just supposed to play around."

These and similar reactions hint towards the students' perception that the lack of detailed instruction is due to the supervisors' laziness or lack of knowledge and that there exists no plan or goal for the sessions.

[1] All student comments from the course evaluations have been translated from Swedish.

Other students react with confusion and a wish to be "properly" instructed. Again, from the course evaluations:

- "The laboratory session was a bit confusing. Clearer instructions would have been good."
- "The laboratory sessions were not especially structured."
- "It would have been better to do something real than just playing around."

A third group of students, however, see the purpose of the way of working and enjoy the freedom of finding their own questions and answers:

- "I am very pleased with the organization of the laboratory exercise. I learned a lot from them."
- "I liked the idea to try out the equipment in the laboratory and search for facts to present."

We conclude that in coming courses, it is vital to make the purpose of the instruction style more transparent to all students and encourage them to see the procedure in the laboratory as the goal in itself, not just a mean to repeat a well-established experiment.

The concluding seminars, where the students presented their work for each other were highly appreciated both by those students who liked the laboratory instructions style and by those who did not. No one expressed negative comments about the seminars. Some comments given by the students in the course evaluations were:

- "The structure of the laboratory and the reporting in the form of an oral seminar was really good."
- "The laboratory exercises gave me nothing; I spent 20 minutes looking at a thermometer. To present the laboratory work was however more rewarding "
- "It was fun to do different laboratory exercises. It made the seminar more rewarding."
- "Since there was no written report required, I could focus more on understanding."

The seminars are important not only for the learning goals of the laboratory sessions, but also for general expected learning outcomes related to communicating and discussing science. Having the seminars as a mandatory part of an inquiry laboratory exercise adds the value that the students plan and execute their laboratory work thinking of what to present at the seminar. This approach prevents the risk that the students perform the laboratory work with too little or no structure.

Finally, we note that many students request more laboratory work; either more time for each exercise or more exercises. This is encouraging in the future development of the laboratory sessions and their outcomes. Students seem to have a positive attitude towards practical work with laboratory equipment, and this is a good basis for improving the learning outcomes and value of laboratory exercises.

References

[1] M. Pickering, "The teaching laboratory through history", *J. Chem. Educ.*,70 (9), p. 699 (1993).

[2] A. Hofstein, R. Mamlok-Namlan, "The laboratory in science education: the state of the art", *Chemistry Education Research and Practice*, **8** (2), 105-107 (2007).

[3] A. Hofstein, V.N. Lunetta. "The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research." *Review of Educational Research*, 52 (2), 201-217 (1982).
[4] A. Hofstein, V.N. Lunetta, "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century." Sci. ed., 88: 28-54, (2004).
[5] M. Elmgren, A.-S. Henriksson, "Universitespedagogik", Norstedts Publishing Group AB, p. 175 (2010).
[6] D. Domin, "A review of laboratory instruction styles*", J. Chem. Educ*., 76 (4), p. 543 (1999).
[7] Anderson et al., "A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives", New York: Longman
[8] Raths, L. E.; Wassermann, S.; Jonas, A.; Rothstein, A. "Teaching for Thinking: Theories, Strategies, and Activities for the Classroom" Teachers College, Columbia University: New York, (1986).
[9] Hodson, D. *J. Curr. Stud. 28*, 115–135 (1996).
[10] K. Tobin. *Eur. J. Sci. Educ*., 8, 199-211 (1987).

Session 3

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Pedagogical Competence – a Model Promoting Conceptual Change in Higher Education

Thomas Olsson and Torgny Roxå

Abstract— In this paper we discuss the importance of a learning perspective in relation to teaching and student learning in higher education. We conclude that conceptual change is crucial for the professional development of academic teachers, especially their understanding of the relation between teaching and student learning.

We present and analyse a model for pedagogical competence, involving four essential aspects of pedagogical competence – *pedagogical practice* or actual teaching activities related to student learning; *observation* of teaching and student learning; *theory* or theoretical knowledge of teaching and student learning; and *planning* as a means for improved pedagogical practice. We argue for teachers' observations of teaching and student learning, together with reflected theoretical reasoning, to be especially important factors to promote conceptual change in university teaching.

***Index Terms*—Conceptual change, engineering education, learning perspective**

I. Introduction

Evidence from research findings clearly indicate the superiority of a learning perspective in relation to student learning in higher education as opposed to a view where teaching is seen as transmission of knowledge from the teacher to the student [e.g. 1; 2; 3; 4; 5]. The Faculty of Engineering (LTH) at Lund University in Sweden decided as a priority to encourage a learning perspective in all teaching activities. In order to materialise in practice such a policy, teachers have to develop their ability to reflect on teaching and learning, and thus gradually adjust their teaching towards a student learning approach. It is not uncommon, especially within traditional engineering education, that teachers lecture with no or little reflection on how students learn the specific subject at hand. Therefore, the policy requires that many teachers have to undergo not only a conceptual change [6] in relation to how they understand teaching and student learning, but also that they develop their teaching practice accordingly. However, despite the ambitions described above, it is important to underline that LTH does not advocate or encourage any specific pedagogical theory or teaching method. What is emphasised is that student learning should be at the focal point of all teaching activities and that teachers should demonstrate a scholarly approach to their teaching practice [7; 8; 9].

Aligned with the tradition related to Thomas Kuhn's ideas of 'scientific revolutions' [10], Posner et al. [6] suggested a theory of how existing conceptions can be changed or replaced in learning. Existing basic assumptions are challenged by anomalous observations forcing new concepts and new ways of perceiving the world to develop. Finally a conceptual change occurs.

The theory of Posner et al. [6] was primarily used to explain students' scientific preconceptions or misconceptions and their resilience. However, conceptual change has also been shown crucial to professional development among academic teachers [4], especially their understanding of the relation between teaching and student learning, and potential implications for changes or modifications of existing teaching practices. Such practices can be hard to change. Teachers' preconceptions of teaching and learning are often remarkably resilient and resistant to change. More recently, as shown by Åkerlind [11], academic teachers' conceptions of teaching and student learning are also related to their overall conception of being academics. This means that a professional identity as a researcher influences the identity as a teacher, and vice versa; consequently, strategies to develop conceptions of teaching should be related to contextually existing academic identities. At LTH this means foremost the professional identity as a researcher.

Sinatra and Pintrich [12] introduced the concept of 'intentional conceptual change' and they pointed out that in a situation of conceptual change it is the learner (here the teacher) that is in control of a possible change. This has implications for the importance of affective and social aspects, such as motivation and beliefs, in addition to cognitive aspects. In this paper we will discuss the importance of teachers' personal activities and involvement in pedagogical discussions for conceptual change.

Duit and Treagust [13] point out that there often may be a gap between teachers' views and subjective theories and their actual teaching behaviour. They emphasize that it is necessary

Thomas Olsson, Faculty of Engineering, Lund University; e-mail: thomas.olsson@genombrottet.lth.se.
Torgny Roxå, Faculty of Engineering, Lund University; e-mail: torgny.roxa@genombrottet.lth.se.

to change teachers' views as well as actions. Of course this is necessary if we want teachers to make the conceptual change from considering teaching as transmission of knowledge to facilitating learning.

In this paper we will show how a model, developed to illustrate the concept of pedagogical competence [14; 15], can be used as part of an integrated academic development program to promote conceptual change in teaching. Furthermore, the model, connected to relevant educational research, helps teachers to understand their teaching and its relation to the subject and their students' learning. Conceptual change strategies thereby "may become part of teachers' normal routines" [13].

The gap between teachers' conceptions and teaching practice discussed by Duit and Treagust [13] is related to the theory of cognitive dissonance developed by Festinger [16]. Cognitive dissonance occurs when a person acquires new knowledge that is in conflict with his or her previous knowledge. The knowledge does not have to be cognitive but could also concern e.g. attitudes, behaviours or values. In the case of teaching and learning an important dissonance may be between a teacher's knowledge about teaching and learning and the actual teaching practice and its outcomes. Festinger [16] argues that the tension between conflicting cognitions, the dissonance, is a driving force for change. People want to reduce or eliminate dissonance and achieve consonance. But there are several pitfalls. The dissonance could be reduced by simply ignoring new knowledge or by introducing new 'creative' explanations that decrease the tension without any real change [16]. Sometimes new knowledge does not generate dissonance and a new conception may be assimilated together with the existing knowledge. This is called 'conceptual capture' [17]. It could also happen that there is a strong resistance to reduce dissonance. Such patterns, Festinger argues, are quite common when the new knowledge relates to aspects of behaviour and thereby becomes overt in the social world. The individual needs confirmation by others in order to develop a new practice.

University teaching may very well fall into such a socially dependent category, as explored by Trowler and Cooper [18] in the format of existing teaching and learning regimes in departments or workgroups, or as even more subtle processes played out in significant networks [19].

In this paper we argue for the importance of a variety of arenas for scholarly discussions among teachers about teaching and learning in order to reduce resistance to change. We support the view put forward by Sinatra and Pintrich [12] that the learner (here the teacher) himself or herself should to a large extent govern the process leading to conceptual change. Consequently we argue for teachers' own observations of teaching and learning activities to be the single most important factor to disclose dissonance and promote conceptual change. This should, however, include interaction within the entire professional identity, as it is constructed in the context of LTH, and within the social settings and networks available. The policy mentioned in the beginning of this introduction calls for a personal engagement by the teacher into the issue of teaching and learning rather than a usage of specific educational theories or practices.

II. Pedagogical Competence – A Model

Theoretical approaches within teaching and learning are often based on aspects of social sciences that are unfamiliar to most teachers in science and engineering. Conceptual change in engineering education is of course facilitated by a basic understanding of pedagogical theories, but also by the recognition of, and connections to, more recognizable scientific traditions within science and engineering. The use of illustrative models to explain and simplify complex pedagogical processes is an example of how a scientific tradition familiar to engineering teachers, could help them increase their understanding of teaching and student learning. It could also be used to facilitate processes described above, and thereby as a driver for pedagogical development.

One such model focusing on pedagogical competence has been developed at LTH [14; 15]. The model, illustrated in figure 1, involves four essential aspects of pedagogical competence –pedagogical practice or actual teaching activities related to student learning; observation of teaching and student learning; theory or theoretical knowledge of teaching and student learning; and planning as a means for improved pedagogical practice.

The pedagogical practice involves all kinds of teaching activities such as lecturing, experimental work, excursions, practices, supervision, assessment etc. It is within the pedagogical practice that student learning is actively supported through teaching. We identify the qualitative level of the pedagogical practice as teaching skills.

Observation of teaching and learning is invaluable if we want to increase the quality of the teaching practice. Such observations can be more or less systematic and structured. What a teacher observes and how observations are interpreted is closely related to personal teaching and an emergent learning perspective. Arguably observations and the

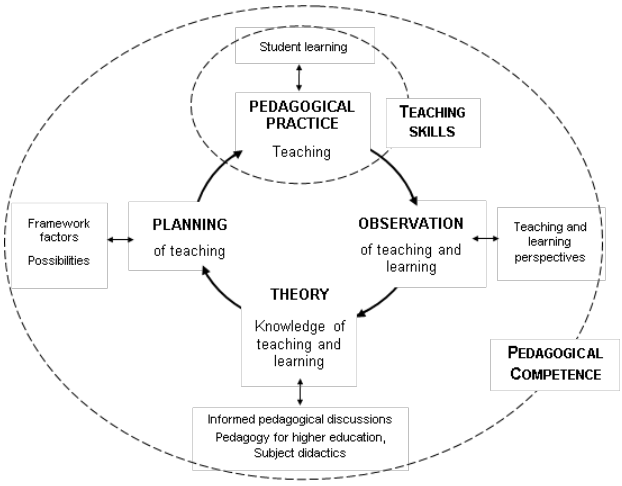


Figure 1 Pedagogical competence.

conclusions they influence are crucial in the process of conceptual change in academic teaching.

Theoretical and personalized knowledge about teaching and student learning is a fundamental part of a professional university teacher's expertise. This knowledge can be achieved through formal training in university pedagogy, but informed pedagogical discussions are also important. The interplay between such knowledge and the existing professional identity as well as the social embedment of the individual teacher has been highlighted above. A theoretical area of particular significance is 'pedagogical content knowledge' [20], also, in the German tradition, called 'subject didactics'. It concerns theories about teaching of a specific subject or subject area. Theoretical knowledge, together with observations of teaching and learning and a reflective attitude, is crucial for pedagogical development and conceptual change in teaching.

Planning for higher quality of the teaching practice and the implementation of new ideas constitutes the phase where a new understanding takes the form of a practice. This could be limited by framework factors, such as economy or programme design, but successful observations and theoretically underpinned reflections could also reveal new possibilities that would otherwise never even been considered. We name the ability to move through the complete circular model – practice, observation, theory and planning – pedagogical competence.

As graphically illustrated, pedagogical competence is a broader concept than teaching skills (figure 1), which is consistent with Magin [21] in his discussions of 'demonstrated proficiency' and 'documented achievement'. Teaching skills, which is a central part of pedagogical competence, is demonstrated through a teaching practice that actively supports student learning. Subject matter content knowledge, pedagogical content knowledge, as well as curricular knowledge [20] are of critical importance. A professional teacher should continuously observe and reflect on the teaching practice and its effect on student learning. Based on theoretical knowledge and observations, the professional teacher analyses his or her teaching practice in relation to students' learning and draw rational conclusions and make plans for continued development – the teacher thereby demonstrates pedagogical competence.

An excellent teacher must be able to reflect scholarly on his or her teaching practice in relation to theoretical knowledge of teaching and student learning. This means that reflection is an essential characteristic connected to all parts of the model presented above. A vast amount of research covering different aspects of reflection can be found in the literature. Three types of reflection can, on a general level, be associated with teachers' reflection about teaching and learning. These are reflection-in-action, reflection-on-action [22], and reflection-for-action [23]. If we examine our model, reflection-in-action is likely to take place in the midst of a pedagogical practice, reflection-on-action is more associated with observations and theoretical knowledge, whereas reflection-for-action is closely related to planning of pedagogical practice. It is important to remember that the different kinds of reflections are interdependent and can be separated only analytically. The model (figure 1) with its four aspects guides teachers in becoming reflective practitioners and therefore serves as an important driver for pedagogical development.

Kreber and Cranton [24] suggest that reflection could be informed by two sources of knowledge: formal knowledge (or research) and personal teaching experience. In our case these bases for reflection correspond to the theory part and the practice part of the model. According to the model it is clearly advantageous if both sources of information are used and integrated when teachers reflect on teaching and learning. When teachers begin to utilize the model such a development is clearly stimulated.

Critical reflection and its importance in adult learning are central in the research presented by Mezirow [25]. He argues that content reflection, process reflection and premise reflection represent increasingly complex ways of reflection. Kreber and Castleden [26] discuss these types of reflection. They conclude that content reflection does not question whether our beliefs or conceptions are valid or not. In process reflection we question knowledge but only within the boundaries of our beliefs, whereas in premise reflection we truly question our knowledge and core beliefs. We argue that if we want to reflect beyond content reflection it is necessary to go outside the pedagogical practice (the teaching skills) and include observation, theory and planning. Process and premise reflection increase the possibilities for teachers to transform their conceptual structures to become more complex [25]. This in turn facilitates conceptual change in teaching.

The model of pedagogical competence (figure 1) is inspired by Kolb's learning cycle [27; 28] and should be regarded as spiral-shaped so that pedagogical practice continuously achieves a higher and more developed level. Kolb's model of experiential learning comprises four parts: 'concrete experience', 'reflective observation', 'abstract conceptualization', and 'active experimentation'. Even though our model is related to Kolb's model, there are important differences. The concrete experience in Kolb's model is related to the teaching practice and both models include an observation stage. However, reflection is not just related exclusively to the observations but must be present at all stages, with somewhat different purposes, in terms of reflection in, on, and for action, as discussed above. The abstract conceptualization corresponds to the theoretical stage of our model, but theory here is more integrated and closely associated with all parts of the model. Finally, active experimentation could be seen as part of the pedagogical practice, and we have chosen to regard planning as a special stage in order to highlight its close relation also to observation and theoretical considerations. Honey and Mumford [29] discuss individual experiential learning styles for each stage of Kolb's cycle. These are activist, reflector, theorist and pragmatist. We would argue against such a categorization since a successful teacher must master all of these styles interconnected at the same time.

We also build on Argyris and Schön [30; 31] and their concepts of theories-in-use and espoused theories together with single-loop learning and double-loop learning. These concepts are especially fruitful in connection with cognitive dissonance and conceptual change.

What people really believe, feel or think about reality is often revealed in their actual behaviour or the actions they take in different situations. Consequently, a teacher's genuine views and feelings about teaching and student learning are seen in his or her teaching practice. Implicit theories (often tacit and personal) that people habitually base their actual behaviour on – theories that in fact govern actions – are called theories-in-use [30]. Theories (often common and renowned) that people declare or argue that their behaviour is based on – theories that are claimed to govern actions – are called espoused theories [30].

> "When someone is asked how he would behave under certain circumstances, the answer he usually gives is his espoused theory of action for that situation. This is the theory of action to which he gives allegiance, and which, upon request, he communicates to others. However the theory that actually governs his actions is his theory-in-use, which may or may not be compatible with his espoused theory; furthermore, the individual may or may not be aware of incompatibility of the two theories." [30, p. 6-7]

For developmental purposes it is important to expose inconsistencies between espoused theories and theories-in-use. Sometimes these inconsistencies resemble differences between policies and practice. Argyris [32] argues that effectiveness results from developing congruence between espoused theories and theories-in-use. This has significant consequences for teaching. Often theoretical knowledge of teaching and learning corresponds to espoused theories, and the teaching practice, the actual teaching activities, are more or less based on personal theories-in-use. If we want to promote conceptual change towards a learning perspective we have to find ways to establish and sustain connections between theory and practice. That is, improved teaching practice as well as conceptual change may emerge as teachers relate their espoused theories to their teaching practices. We therefore argue that high quality observations of teaching and student learning together with reflected theoretical reasoning (figure 1) have the potential to result in conceptual change as well as changes in teaching practice.

Furthermore, Argyris and Schön [30] introduced the concepts governing variables, actions and consequences. Actions will have impacts on the governing variables and result in consequences. When the consequences are not those that are intended, based on the particular actions, theories-in-use are not confirmed. This mismatch between intention and outcome could be solved in two ways. If only actions are changed, the process is called single-loop learning. But if the governing variables as well as actions are changed, the process is called double-loop learning. The most important feature in double-loop learning is the ability to draw conclusions from data, and also the encouragement to publicly test hypotheses and viewpoints. This is consistent with the use of observations as exposed in our model (figure 1). Teachers that only work within their own teaching practice, without observing teaching and student learning, and without reflecting with the use of pedagogical theory in combination with some kind of peer review, are likely to learn only through single-loop learning. Teachers that demonstrate pedagogical competence are much more likely to produce double-loop learning. We argue that observations of high quality are essential for the enhancement of double-loop learning and the potential for conceptual change in teaching.

This paper is a shorter version of a paper published in the HERDSA 2012 conference proceedings [33].

REFERENCES

[1] Barr, R. B. and Tagg, J., From Teaching to Learning – A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, 27(6), 1995, pp. 12-25.

[2] Marton, F. and Booth, S., *Learning and Awareness*. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

[3] Bowden, J. & Marton, F., *The University of Learning: Beyond Quality and Competence in Higher Education*. Kogan Page, 1998.

[4] Prosser, M. and Trigwell, K., *Understanding Learning and Teaching. The Experience in Higher Education*, The Society for Research into Higher Education & Open University Press, 1999.

[5] Trigwell, K and Shale, S., Student Learning and the Scholarship of University Teaching. *Studies in Higher Education*, 29(4), 2004, pp. 523-536.

[6] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A., Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 1982, pp. 211-227.

[7] Boyer, E. L., *Scholarship Reconsidered. Priorities of the Professoriate*. Princeton, New Jersey: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1990.
[8] Healey, M., Developing the Scholarship of Teaching in Higher Education: a discipline-based approach. *Higher Education Research and Development*, 19(2), 2000, pp. 169-189.
[9] Kreber, C., Teaching Excellence, Teaching Expertise, and the Scholarship of Teaching. *Innovative Higher Education*, 27(1), 2002, pp. 5-23.
[10] Kuhn, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.
[11] Åkerlind, G. S., Separating the 'teaching' from the 'academic': possible unintended consequences. *Teaching in Higher Education*, 16(2), 2011, pp. 182-195.
[12] Sinatra, G. M. and Pintrich, P. R., Eds., *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2003.
[13] Duit, R. and Treagust, D. F., Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal for Science Education*, 25(6), 2003, pp. 671-688.
[14] Olsson, T., Mårtensson, K. and Roxå, T., Pedagogical Competence – a development perspective from Lund University. In Å. Ryegård, K. Apelgren, & T. Olsson (Eds), *A Swedish Perspective on Pedagogical Competence* (pp. 121-132), Uppsala University, Division for Development of Teaching and Learning, 2010.
[15] Olsson, T., and Roxå, T., Assessing and rewarding excellent academic teachers for the benefit of an organization, *European Journal of Higher Education*, 3(1), 2013, pp. 40-61.
[16] Festinger, L., *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford CA: Stanford University Press, 1957.
[17] Hewson, P. W., A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 1981, pp. 383-396.
[18] Trowler, P. and Cooper, A., Teaching and Learning Regimes: Implicit theories and recurrent practices in the enhancement of teaching and learning through educational development programmes. *Higher Education Research and Development*, 21 (3), 2002, pp. 221-240.
[19] Roxå, T. and Mårtensson, K., Significant conversations and significant networks – exploring the backstage of the teaching arena. *Studies in Higher Education*, 34(5), 2009, pp. 547-559.
[20] Shulman, L., Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 1986, pp. 4-14.
[21] Magin, D. J., Rewarding good teaching: A matter of demonstrated proficiency or documented achievement? *The International Journal for Academic Development*, 3(2), 1999, pp. 124-135.
[22] Schön, D., *The Reflective Practitioner*. New York: Basic Books, 1983.
[23] Cowan, J., *On Becoming an Innovative University Teacher. Reflection in Action*. The Society for Research into Higher Education & Open University Press, 1998.
[24] Kreber, C. and Cranton, P. A., Exploring the scholarship of teaching. *The Journal of Higher Education*, 71(4), 2000, pp. 476-495.
[25] Mezirow, J., *Transformative dimensions of adult learning*. San Francisco: Jossey Bass, 1991.
[26] Kreber, C. and Castleden, H., Reflection on teaching and epistemological structure: reflective and critically reflective processes in 'pure/soft' and 'pure/hard' fields. *Higher Education*, 57, 2009, pp. 509-531.
[27] Kolb, D. A., *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
[28] Lewin, K., Field Theory and Learning, 1942. In D. Cartwright (Ed.), *Field Theory in Social Science: selected theoretical papers*. London: Social Science Paperbacks 1951.
[29] Honey, P. and Mumford, A., *Manual of Learning Styles*. London: P Honey, 1982.
[30] Argyris, C. and Schön, D., *Theory in practice: Increasing professional effectiveness*. San Francisco: Jossey Bass, 1974.
[31] Argyris, C. and Schön, D., *Organizational learning: A theory of action perspective*. Reading Mass: Addison Wesley, 1978.
[32] Argyris, C., *Inner contradictions of rigorous research*. New York: Academic Press, 1980.
[33] Olsson, T., and Roxå, T., A model promoting conceptual change in higher education – an integrated approach. Research and Development in Higher Education: *Connections in Higher Education*, Volume 35, Refereed papers from the 35th HERDSA Annual International Conference, Hobart, July 2012, pp. 213-223.

Att organisera utbildning som en hybrid mellan högskola och skarpa projekt i industrin

Björn Stille

***Sammanfattning*—På civilingenjörsutbildningen i industriell ekonomi vid Blekinge tekniska högskola har vi under tre års tid drivit en kurs i projektorganisation organiserad som en hybrid mellan skola och skarpa projekt i industrin. Hybridkurser är ett försök att få högskoleutbildning att knyta an till utveckling, design, byggande, utforskning, undersökning och teoriutveckling och inte enbart läsa, skriva, lyssna, prata och lära det som andra redan vet, i dagens värld otillräckliga mål. Syftet är att få studenterna att lära sig både det redan kända och det nya: det som ska utvecklas. Artikeln redogör för erfarenheter av undervisningsexperimenten med hybridkurser.**

***Index Terms*—Education courses, educational institution, engineering education, qualifications.**

I. Introduktion

PÅ civilingenjörsutbildningen i industriell ekonomi vid Blekinge tekniska högskola (BTH) har vi under tre års tid drivit en kurs i projektorganisation (15 hp på halvfart) organiserad som en hybrid mellan högskola och skarpa projekt i industrin. Kursen ges redan under utbildningens andra termin. Vi som arbetar med kursen menar att högskoleutbildning måste knyta an till utveckling, design, byggande, utforskning, undersökning och teoriutveckling. Att enbart läsa, skriva, lyssna, prata och lära det som andra redan vet är otillräckliga mål. Annorlunda uttryckt, det handlar om att lära sig både det redan kända och ”det nya”, det som ska utvecklas och som ingen på förhand vet hur det ska se ut.

II. Vad behöver civilingenjörer kunna?

I arbetsgivarorganisationen Teknikföretagens rapport från 2012 , ”Vilka ingenjörer behövs?” [1], hävdas att det finns ett glapp mellan ingenjörsutbildning och arbetsliv. Återkommande nämns en önskan om att de nybakade ingenjörerna borde ha fått en större insikt i vad ingenjörsyrket faktiskt innebär i praktiken, och hur en ingenjör egentligen arbetar. Man efterlyser en förståelse för ingenjörers vardagsarbete och vad som där krävs i form av kunskaper och färdigheter och att detta får konsekvenser för hur utbildningen utformas. Önskemål om en förändrad civilingenjörsutbildning kommer inte bara från industrin. T ex menar Göran Backlund och Jan Sjunnesson, forskare i yrkeskunnande och verksamma vid teknikkonsultföretaget Combitech, att ingenjörer som kommer ut i arbetslivet lär sig *allteftersom*. Eller ”the hard way” som de uttrycker saken. I ingenjörsarbete krävs inte bara tekniskt kunnande:

> The hardships involved in engineering projects are not so much about technology as they are about human interaction: an area that engineers are not specifically trained in. [2]

Ja, vad behöver ingenjörer kunna? De behöver lära sig teoretisk grundkunskap, elementa. Eller annorlunda uttryckt: det som andra redan vet. Det görs i högskoleutbildningen huvudsakligen genom textböcker. Och det kan ske - kanske med fördel - i akademisk avskildhet. Det som är givet i traditionen och är av enkelt slag kan alltså läras genom textböcker. Men med det kan inte en *högre* utbildning låta sig nöja. Det är bara en start. Utöver detta måste högre utbildning även omfatta mer avancerad teoretisk kunskap om komplexa fenomen. Och då räcker inte texter till. De måste infogas i ett praktiksammanhang av forskning eller FoU-arbete, där man tillsammans med andra lär sig samtidigt som man gör något nytt. Man måste vara verksam i en miljö som producerar kunskap. Med andra ord måste man delta i en praktikgemenskap där nya saker görs. [3] Fråga: i vilka praktikgemenskaper skapas ”civilingenjörskunskaper”? Ett enkelt svar är: i både industriella och akademiska. Ett utförligare svar kan bygga på ett resonemang som Staffan Laestadius för och som tar sin utgångspunkt i kunskapsbildningens karaktär. De kunskapstyper han laborerar med är *syntetisk*, *analytisk* respektive *symbolisk* kunskap. Så här förklarar han:

> Syntetisk kunskap är, i korthet, relaterad till kombinatorisk förmåga. Vi kan här inkludera olika former av entreprenöriell skicklighet (kreativa kombinationer) såväl som polyteknisk förmåga, t ex att ingenjörsmässigt kombinera olika kunskapselement, teknologier och system till än mer komplexa nivåer. Analytisk däremot är den typ av kunskap som dominerar inom naturvetenskapen, t ex inom bioteknik och kemi. Till en stor del är denna kunskap kodifierad. Symbolisk kunskap kallar vi det som handlar om estetiska attribut, till designarbete och skapande av ”kulturella artefakter”. Marknadsförarens såväl som artistens kunskap räknar vi dit. [4, s. 16]

Han fortsätter:

> Med den här ansatsen behöver man inte definitionsmässigt anta att någon kunskapstyp är mer avancerad, svårare att bemästra och viktigare än någon annan. Inte heller att universitetsbaserad

Björn Stille, Blekinge tekniska högskola (BTH), sektionen för management / industriell ekonomi. E-post: bjorn.stille@bth.se

> kunskap är den mest väsentliga för att erhålla industriell framgång. Omfattande syntetisk kunskap behövs alltid i industriell verksamhet; analytisk sådan (t ex akademisk forskarkompetens) är inte tillräckligt för att skapa industriell kompetens och marknadsframgång. [4, s. 17]

Den hybridkurs som vi genomfört i olika varianter vid tre tillfällen under perioden 2011–2013 handlar alltså om projektarbete och är förlagd tidigt i utbildningen, under andra terminen. Vi menar nämligen att skarpa projekt bör in tidigt i utbildningen. Att studenter kan bidra till att utveckla verksamheter av varjehanda slag menar vi det finns övertygande belägg för. I slutet av ingenjörsutbildningar, framför allt i samband med examensarbetet, har det gjorts länge. På BTH finns mångåriga erfarenheter som visar att undervisning med inslag av skarpa projekt kan organiseras systematiskt redan tidigt under grundutbildningen. Så skedde redan på 1990-talet inom utbildningarna Programvaruteknik [5], MDA (Människor Datateknik Arbetsliv) och Fysisk planering. Och metoden för att studenterna skulle bidra till utveckling av verksamheter var att studenterna genomförde skarpa projekt. [6]

III. Hur genomfördes hybridkurserna?

I enlighet med de tankar vi presenterat ovan handlar vår hybridkurs om att lära genom att samtidigt delta i skarpa projekt och läsa akademiska texter om projekt. Projektkursen är uppbyggd kring det fiktiva konsultbolaget ”Firman”. Firman arbetar ”på riktigt”, om än på icke-marknadsmässiga grunder. Vi tar t ex inget betalt för våra tjänster, men de uppdrag vi tar på oss är ”skarpa” i den meningen att de fyller något behov hos kunden. Och det är inte bara studentgrupperna som tar på sig uppdrag, utan hela Firman: lärare, forskare och studenter. Firman består av ett antal konsultgrupper om ca fem studenter. Firmans ledning består av kursansvarig som agerar VD, ytterligare någon eller några lärare som agerar marknadschef (ansvarig för de inledande industrikontakterna) samt FoU-chef. Dessa roller är inte huggna i sten. Vi tror dock att det är svårt, eller kanske omöjligt, att en lärare på egen hand skulle kunna driva kursen. Viktigt är att de studenter som tidigare genomgått kursen fortfarande är med i Firman och är inbjudna till de projektavstämningar som regelbundet genomförs under hybridkursen och där äldre studenter kan diskutera de pågående projekten och bidra med sina kunskaper och därmed bidra till integration över årskurserna på programmet.

Det första verksamhetsåret (2011) hade vi ett tydligt fokus på hållbar utveckling och knöt an till en kurs i miljöstrategi och hållbar utveckling som studenterna läst under föregående termin. Det mottogs väl av marknaden, om än inte ”rakt av”. Vad man menade med hållbar utveckling i kundföretagen var inte alltid det samma som stod i kursböckerna. Det var stundtals besvärligt att hantera i det korta perspektivet, men läraktigt i det långa. Det andra verksamhetsåret (2012) breddade vi firmans verksamhetsområde genom att fokusera på organisations- och verksamhetsutveckling och där hållbar utveckling är en dimension av flera. Som exempel arbetade en studentgrupp med att framgångsrikt utveckla ett företags eftermarknadsfunktion, en annan grupp arbetade med att synliggöra ett företags kompentenser. Det tredje verksamhetsåret (2013) vidgade vi vårt fokus mot FoU och vi inledde ett samarbete med FoU-projektet Greencharge som syftar till ”att öka kunskapen kring förutsättningarna för en hållbar introduktion av elfordon & el-laddinfrastruktur i sydostregionen.” [7] Firmans kunder hade på olika sätt anknytning till Greenchargeprojektet. Genom att tillföra en FoU-dimension till Firmans uppdrag begär vi av studenterna att de i sina konsultgrupper ska leverera utöver det kunden begär. Vi frångår alltså den ursprungliga tanken om renodlade konsultuppdrag som vi tänkte oss från början. Vi lät studenterna läsa Jeremy Rifkins bok ”The third industrial revolution” [8], som är en viktig inspirationskälla för forskningen inom Greencharge. En konsultgrupp med studenter fick i uppdrag av Emmaboda kommun att undersöka om kommunen kunde byta ut delar av sin tjänstebilsflotta mot elbilar. I samband med detta väckte studenterna frågan om Emmaboda kommun kunde vidareutveckla detta till att så småningom bli en ”mönsterkommun” inom miljövänliga transporter i linje med Jeremy Rifkins tankar. I och med införandet av FoU-perspektiv i projekten har studenterna genomfört arbete som bestått i något mer än ”bara” utbildningsverksamhet knuten till företagsmiljö.

IV. Utmaningar med hybridkurser

I vår hybridkurs handlar det om att ta ett steg utanför högskolan - in på osäker mark: Kommer projekten att fungera för alla grupper? Kommer företagen ha tid med studenterna? Kommer studenterna med bara en termins studier på programmet i ryggen, förmå att leva upp till kundernas och kursledningens förväntningar? Kommer projekten i skolans ”rytm” med fasta läsperioder och parallellkurser kunna synkronisera med företagens göranden och låtanden? Både för studenterna och lärarna skapar alltså hybridkurser osäkerhet. Vår erfarenhet är dock att såväl studenter som lärare relativt snabbt kommer över den osäkerheten, för att efter en tid allltmer uppskatta upplägget med skarpa projekt. Som resultat har vi noterat minskade avhopp till andra tekniska högskolor, ökat söktryck, bra kursutvärderingar. samt en känsla av identitet (IE-studenter uppfattar ibland att IE-utbildningens hybridkaraktär (teknik/ekonomi) gör utbildningen otydlig. Hybridkurserna är ett sätt att göra utbildningen ”tydlig” både för studenter och omvärld. En stor utmaning är att göra hybridkurserna långsiktigt uthålliga i högskoleorganisationen. Det kräver både en högskoleintern organisation som stödjer detta och ett organiserat samarbete med näringsliv och omgivande samhälle som gör att samtliga inblandade parter vinner på samarbetet.

V. Avslutning

Det generella problem i högskoleutbildning som vi ville komma tillrätta med med hjälp av skarpa projekt och

hybridkurser är att är utbildningen är alltför fixerad vid handbokstexter och förmedling av traditionens givna kunskaper, åtminstone i grundutbildningen. Kan hybridkurser vara lösning på problemet - även i grundutbildningen? Vårt svar är långt ifrån entydigt. Kanske kan det gå. De utvärderingar vi har gjort av våra hybridkurser pekar på att hybridkurser stöder studenternas kunskapsutveckling. Så det kan fungera. Men priset är högt, exempelvis är de kontinuerliga kontakter som krävs med parterna utanför högskolan resurskrävande, och det behövs en hel del ”trixande” och ”working around” för att uppfylla formella skolkrav och jämka samman skollogiken med den logik som gäller i arbetets värld. Frågan är om hybridkurser och skarpa projekt kan byggas in som reguljära inslag i utbildningar. Mycket i högskolans ”maskineri” gör det i nuläget svårt att genomföra en förändring i den riktningen. En faktor som kan påverka i positiv riktning kan vara införandet av CDIO-konceptet, som görs vid flera svenska lärosäten, däribland BTH, och där ingenjörsarbetets praktiska aspekter lyfts fram. [9] Kanske kan också autonomireformens möjligheter att friare anställa lärare (”övriga lärarkategorier”) medföra att högskolorna kan finna nya former för att knyta till sig industriellt verksamma ingenjörer. [10]

Referenser

[1] *Vilka ingenjörer behövs? : storföretagens syn på svenska ingenjörsutbildningar*. Stockholm: Teknikföretagen, 2012.

[2] G. Backlund and J. Sjunnesson, “Training young engineers to see,” *AI & Society*, pp. 1–7, 2011.

[3] H. Kyhlbäck, M. S. Svensson, B. Stille, M. Nilsson, and B. Sutter, “Lärande genom deltagande i praktikgemenskaper,” in *4:e Pedagogiska inspirationskonferensen*, ser. Genombrottet. Lund: Lunds tekniska högskola, 2006.

[4] S. Laestadius, “Vinnväxtprogrammets teoretiska fundament,” in *Regional växtkraft i en global ekonomi : Det svenska Vinnväxtprogrammet*, S. Laestadius, C. Nuur, and H. Ylinenpää, Eds. Stockholm: Santérus Academic Press, 2007.

[5] C. Johansson and L. Ohlsson, “A practice driven approach to software engineering education,” *IEEE Transactions on Education*, vol. 38, no. 5, pp. 291–295, 1995.

[6] B. Sutter, J. Björkman, and B. Stille, “Produktivt lärande i hybridkurser. ”skola” och ”skarpa projekt”,” in *FoU vid MAM (3), I närkamp med ”tredje uppgiften”*, ser. Research report, no. 5. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology, 2012.

[7] Greencharge, “Mål | Greencharge,” Internet: http://greencharge.se/om-oss/mal, [2013-10-15].

[8] J. Rifkin, *The Third Industrial Revolution : How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World*. New York: Palgrave Macmillan, 2011.

[9] CDIO, “Benefits of CDIO | CDIO,” Internet: http://www.cdio.org/benefits-cdio, [2013-10-15].

[10] “En akademi i tiden : ökad frihet för universitet och högskolor : regeringens proposition 2009/10:149,” Stockholm, 2010.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Pedagogic training for University teachers

A concept based on individual's needs for personal development.

Claes Niklasson and Per Lundgren

Chalmers University of Technology

Abstract— Traditional pedagogical training for University teachers implies attending courses on how students learn and maybe on general theories about pedagogy and teaching strategies. Pedagogical context and scientific reasoning is the area of study in many such courses. These courses are usually broad and theoretically disposed and performed in a centralized manner at the Universities, involving teachers from many different disciplines and backgrounds [1]. The individual needs of teachers for their personal development are not always met by these courses. The experienced teachers often need support on how to improve teaching in a much more subject and individual specific manner. In 2011 the department of Chemical and Biological Engineering used a teacher/researcher questionnaire to disclose the needs of teachers in their own perspective in order to find new methods for improvement of teaching and learning. The department discussed these expressed needs with an experienced teacher from another department to develop and execute a more individually tailored development scheme. Through these discussions a concept which contained a number of probable areas for individual development was suggested for the academic staff at the department. All teachers at the department were invited to participate. In the fall of 2011, 10 teachers were admitted and 6 of these participated fully. The experience and feedback from the evaluation showed that the majority appreciated the personal dialogue as a way to improve individual capabilities in teaching. This paper describes the development process of this project, the implementation of the individual concepts, as well as some features of the experience gained.

I. Introduction

Pedagogic courses available for teacher development are frequent at all Universities where teaching is taken seriously. All Universities that want to compete on an international arena for recruitment of good students must take this seriously. Many of these courses are very useful for the initial step in starting to improve the way teachers work with personal development. The focus in initial courses is usually on how to improve learning at university level *in general*, containing learning goals like [1]:

- be able to reflect on common aspects of education on the basis of reading and experience (Lund)
- be able to use educational concepts and principles in discussions of teaching and learning in higher education (Karolinska)
- teacher duties and teaching practices in Sweden, how Swedish students react (Uppsala)
- utilise, analyse and communicate your own and others' experiences as well as the aims and regulatory framework for the activities within higher education of the society and the higher education institution, for development of the education and your own profession (KTH)
- conditions for learning, how students approach learning, principles of effective teaching, goals of engineering education, how to formulate clear goals for any teaching situation, and common teaching problems (Chalmers)
- describe students' learning in higher education based on theories and research of relevance for educational sciences (Göteborg University)

There are also often courses in which support is given for the teacher's own investigation into and/or development of his or her teaching, but the coaching within the frames of such courses is primarily from someone who provides *pedagogical* expertise and an attitude of *scholarship in teaching* rather than experience of the particular characteristics of the individual teacher's daily challenges. Besides this the Universities intermittently run various educationally related development projects for example on how to improve programs and progression between courses where teachers can participate. At Chalmers, support for the adaptation of "constructive alignment" [2] is one recent example [3]. All this is good and beneficial for the programs and will improve the program structure and the progression between courses within the programs.

II. PROJECT SET-UP

A complementary vehicle for education improvement and development of the teaching and learning environment would be to directly address critical issues, perceived as such by individual teachers. Historically, there have been formats employed at Chalmers where teachers can initiate and run small development projects with financial support available (for a limited number of projects). One drawback of this format is that the coherence and lasting impact of such projects are likely to be limited. Examples of suggestions from teachers of what they consider to be prioritized concerns are:

Alternative examination
The examination controls to a large extent the way students conduct oneself in the strategy of passing courses and learning a subject. By changing the way of examination we will also change how the students approach a certain subject

New technologies
The more frequent use of new and more modern technologies in the teaching has many reasons. First of all the courses will be more up to date on how things are done in industry/society and more effective training of engineering skills. Secondly new technology also has, used in a proper way, the potential of improve the learning of certain aspects of a subject.

New strategies for difficult subjects or concepts
How can a teacher approach what is considered a difficult or maybe abstract subject? Can different didactic methods improve on how the students learn these concepts in a more effective way?

Mentors in teaching situation
The direct feedback of an experienced teacher can be very efficient in improvement individual teacher's ability to act in a classroom situation. Trust in the mentor is essential for this method to improve the teaching ability.

Assessment and evaluation
How can the teacher ability be constructively evaluated without being too personal? How can different strategies in learning be assessed and/or evaluated?

Heterogeneous student groups
For the individual teachers working in class the need for improvement in their special situation, for different subjects and with more and more heterogeneous student groups must be a stronger focus.

At Chalmers each department is responsible for how its teachers develop their teaching skills. With this in mind the Department of Chemical and Biological Engineering started a project in 2011 with the focus on individually based personal development in pedagogy. The idea was initiated by using a questionnaire to identify possible areas of interest for teaching improvement. The outcome of this questionnaire was the basis for sending the following invitation to all teachers at the department in the fall 2011:

> ***Dear colleague***
>
> ***Are you interested in teaching?***
>
> ***Do you want some personal feedback and suggestions for improvement on your lectures?***
> ***Do you want to use more IT in your classes?***
> ***Do you want to couple aim and goals of a course to the learning environment (or the other way around)?***
> ***Do you want to improve the students understanding of difficult parts of a course?***
> ***Do you want to discuss how to handle heterogeneity in classes more efficiently?***
>
> If the answer is yes to any of these questions now is the chance to work on these issues with the help of an external Peer.
>
> **Subject:** To be decided individually together with the Peer
> **When:** This fall Sept-December, 2011
> (If the need is large we will repeat this opportunity)
> **Time :** About 10 – 15 hours and depends on your needs and ambition.
> (Your division pays your time and KB pay the Peer)
> **Schedule:** Individual, decided with the Peer
> **More information?** See attached document for more details and/or take direct contact with me.
>
> Interested? Send your application/interest to me, Claes Niklasson, as soon as possible:
>
> ***We only have possibility to accept 10 teachers this fall; first come, first served. Deadline for application September 15.***

The project started in 2011 with 10 teachers who had stated their interest and who were contacted by the peer coach. In an initial negotiation to find the time and format for their participation 6 teachers ended up engaged in carrying through with the peer interaction. Flexibility from all participants was necessary at this point. At the Department of Signal and Systems a similar call in the fall 2012 resulted in 7 teachers participating during 2013.

III. REFLECTIONS

In all but 2 cases the dialogue and feed-back has been focused on lecturing, and this is a direct reflection of the bias, desire and interest of the participating teachers. Although the outcome of the peer interaction is perceived to be very positive judging from the response from the teachers, it is our conviction that other elements in the teacher's toolbox are at least equally relevant to discuss and improve compared to an improved lecturing format and delivery. In the chosen set-up, where the participating teachers set the agenda, we receive an indication that lecturing is (still) perceived (not always in large

groups) as the chief concern for many of our teachers – at least when it comes to engaging in a collegial discussion. It is relevant to note here that although the teachers that choose to participate are not necessarily generally representative for the faculty, there still was a significant variation from teacher to teacher in the amount of teaching experience they had previously accumulated.

When having the opportunity to visit lectures and to discuss them with the teachers both before and after, there are some reflections that can be made. These are at this point clearly not based on a very impressive amount of observations, but they do make out a starting point in describing key elements in the lecturing practice at our university and maybe concerning lecturing in general. These reflections concern where the attention and focus of the lecturer preside and will be described in the following.

In order to describe the lecturing situation we limit the analysis to three ingredients: 1) *the topic* (or subject or content), 2) *the delivery* (what the teacher is doing), 3) *the learning* (what are the students doing and what the outcome of their activities is). This selection of ingredients is directly related to the schematic of the "didactic triangle" [4], where subject, teacher and student are at the corners.

What can be observed in the dialogue with the teachers, is that there is a hierarchy among these three ingredients in terms of which one the teacher choses to be most preoccupied with – it seems to be only when the topic is so familiar that it requires little effort to relate to it (when it is *inherent* to the teacher) that significant attention can be transposed to the delivery. And it is only when the teacher is truly *comfortable* in her role as communicator that her attention can be significantly shifted to the student learning. It appears as if there is a process of maturation in the teacher role, where it might be very difficult to skip the first two stages before entering into a realm where the student learning receives the attention it deserves. So the reflection here is that the feed-back that makes the most obvious sense for the individual teacher is the feed-back that is concerned with the same things that she feels she cannot avoid paying attention to, and that feed-back that relate to other things are at risk of not being very helpful in the present situation. This links to the general ideas behind this particular project – starting from the perceived needs of the individual teachers.

The following description of teacher maturation is a suggestion of one possible way of relating to peer coaching in higher education that we arrive at from running this project.

First the teacher needs to find a level of subject acquaintance which makes it endurable to present it to others. At this point the relevant feed-back and coaching should concern the subject. For a teacher who is required to struggle with the subject, there is a desire for a delivery prescription, i e a success-recipe, or a good-enough standard format, that one can apply without needing to reflect on it (so that one still has resources left to grapple with the subject). We feel that it might be a good strategy in such a case to focus feed-back and support to help the teacher move toward mastery of the subject to free up her mental resources, rather than to "solve the delivery problem" for them.

A subject-wise knowledgeable teacher who is having a hard time communicating might appear to be ready to hear a message about the importance of focusing on what the students are doing, rather on her delivery. What the teacher in this case might perceive is the need for a fix of the "delivery problem" once again. But this time we believe it is appropriate to focus on the teacher in her capacity as someone who is *representing* the subject and *relating* to students. If we would skip paying attention to who the teacher is, it becomes very difficult to answer the most pertinent question at the next level – how to support student learning *being me*. So here it is time for feed-back and dialogue concerning the teacher as a communicator, and time for the teacher to pay effort and attention to who she is and what she can do in a communicator/facilitator role and how she can grow in this dimension.

When the teacher is confident in her capacity to represent the subject and in relating to and communicating with students, the urge to get to know the students will be the natural next step. At this point the teacher wants to have a dialogue on ways to find out what the students know and can do, and she will be reflecting on how to evaluate her own performance in view of what student learning outcomes she is achieving.

An illustration of our understanding of teacher attention is given in Figure 1. The illustration is schematically exaggerated and simplistic. Initially all of the available attention is directed towards *the topic* (green area), and it is only when (t_1) the teacher has reached beyond a certain threshold that attention can be made available to actively consider *the delivery* (red area). The threshold can in this figure be represented by the total green area covered at time t_1. So it is when available attention is freed by a decreased need of focusing on the topic that attention can be given to something else. At a later point in time (t_2), when the teacher is sufficiently confident in her role as communicator (the red area covered is large enough), attention can be paid to *the learning* of the students.

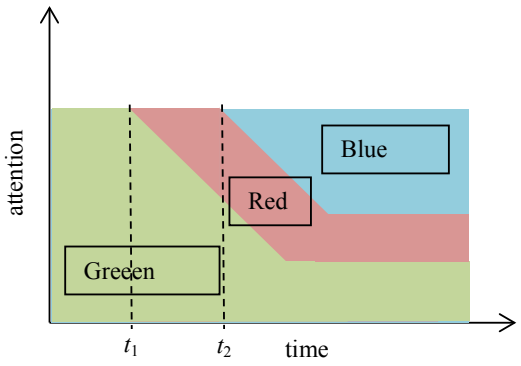


Figure 1. The total available attention of a teacher is taken as a constant over time. The green field represents *the topic*,

the red *the delivery* and the blue *the learning*.

In order to support teachers in their professional development as efficiently as possible, we believe from what we have experienced in this project, that the individual teacher's journey towards awareness and attention to their students' learning can benefit from beginning by meeting the teacher where she finds herself, with timely support for learning the topic and for getting to know herself as a communicator before launching substantial support to gear the teacher's focus towards the actual learning of the students.

IV. Participant feed-back

We have received written comments from four of the participating teachers and here are some of their statements concerning their experiences:

"It was very direct, straight forward, and it actually gave me ideas how to improve myself. Not just a lot of words!"

"It was the first time I received direct feedback on my own teaching and suggestions for new things to try, which is immensely helpful."

"The way I make the presentations has been improved."

"I plan to try to implement some of the new ideas we have discussed in my teaching and evaluate the effect of the new changes."

"I now know what my major flaws as a teacher are, something which I was not aware of before. With this knowledge, it is not so difficult to improve my lectures!"

"More time with the coach will help to improve the skills more."

It is clear from all of the meetings with the teachers that the opportunity to get feed-back and to engage in an intense dialogue on teaching is a rare event. Since it in all cases is a dialogue which is directly emergent from the teacher's own reality, the relevance of what is being treated is high by default. The teacher engaged in the dialogue never has to ask herself: "How is this relevant for me?" or "How can I use this?" but rather finds herself asking "How can I improve this particular feature in my teaching?".

Even if it is possible to argue that the most pertinent problem in a particular learning situation is a different one than what the individual teacher has identified as a key issue, we believe that the strongest incentive for development of the *individual teacher* (not the particular course) is to engage in a dialogue on her preferred topic.

V. Conclusion

We have conducted a teacher development project, where the content and focus for each participating teacher has been set by her own preferences. Out of 13 participants with a wide range of teaching experience, 11 chose to focus on lecturing. We suggest that there is a common sequence of maturation for teachers and that efficient teacher development should take this into consideration, and give support tailored to the phase the teacher's attention is in.

Acknowledgment

Per Lundgren's opportunity to devote time to writing this paper and to present it has been kindly provided by Chalmers educational areas represented by Professor Lena Peterson and Professor Mihail Serkitjis.

The Department of Chemical and Biological Engineering is acknowledged for the support for the pedagogic project and the work done by Claes Niklasson.

References

[1] Links to pedagogy courses for teachers at different universities in Sweden:courses at Chalmers University of Technology: http://www.ait.gu.se/english/eer/doct_courses/, courses at Göteborg University: http://www.pil.gu.se/english/courses_in_english/ , courses at Royal Institute of Technology: http://www.kth.se/en/ece/avdelningen-for-larande/hogskolepedagogik/utbildning , courses at Faculty of Engineering at Lund University: http://www.lth.se/genombrottet/the_academic_development_unit_at_the_faculty_of_engineering/courses-in-english, courses at Uppsala University: http://uadm.uu.se/Development+of+Teaching+and+Learning/Courses/, courses at Karolinska Institutet: http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=20166&l=en

[2] J. Biggs and C. Tang, *Teaching for Quality Learning at University*, Open University Press, 2007.

[3] N. Thew, *Project Evaluation,* https://document.chalmers.se/download?docid=1562459184, 2011.

[4] Y. Chevallard Y., *La transposition didactique - Du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée sauvage, Grenoble, 1985.

Claes Niklasson is a Professor in Chemical Reaction Engineering at Chalmers. The main research area is bioreaction engineering with more than 70 published research papers in well-known international journals. The great interest in teaching and pedagogical projects is indicated by more than 25 pedagogic publications and over 50 pedagogic presentations internationally and over 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 2007-2009. Claes has also been the external examiner for University of Malaya (2006-2012), Kuala Lumpur, Malaysia in the Chemical Engineering Department. Claes teach and examine the courses in Experimental Design and Analysis of Experiments, Industrial Chemistry and Bioreaction Engineering in Chalmers.

Associate Professor Per Lundgren has a background in Solid State Electronics and is currently conducting research on the integration of carbon nanostructures in electronic devices. The main part of his time is however devoted to education, which besides teaching microelectronics takes the form of responsibility for a graduate school in engineering science for high-school teachers, directorship for the graduate school in Microtechnology and Nanoscience and the role of pedagogical development coach for a range of schools and departments at Chalmers University of Technology.

Session 4

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Kvalitetshöjning med avseende på projektledningsinnehållet i ingenjörs- och civilingenjörsutbildningar

Stig Byström och Stefan Berglund

***Sammanfattning*—Hösten 2010 startade projektet "Fortbildning av lärare i projektledning" med syftet att ytterligare förbättra kvalitén på ingenjörsutbildningar genom ett tydligare projektledningsinnehåll. Projektet bedrivs vid Institutionen för tillämpad fysik och elektronik (TFE) och strategiska utvecklingsmedel erhålls från Teknisk-naturvetenskaplig fakultet, Umeå universitet.**

Vi har utvecklat ett kostnadseffektivt och självbärande koncept där nästan halva kompetensutvecklingstiden betalas genom att deltagaren utför handledning och återkoppling till studenter i en projektledningskurs. Övrig kompetensutvecklingstid i konceptet finansieras av deltagares egna enheter. Projektet pågår fram till juni 2014, hittills har 15 deltagare fortbildats.

***Nyckelord*—Fortbildning, kompetensutveckling, kvalitétshöjning, projektledning.**

I. Bakgrund

Högskoleförordningens målformulering för högskoleingenjörs- och civilingenjörsexamen betonar vikten av att studenten utvecklar såväl självständighet i sitt arbetssätt som förmåga att samarbeta och kommunicera med olika grupper samt att kunna genomföra arbetsuppgifter inom givna ramar [1]. Vid nationella utvärderingen ligger ett stort fokus på examensarbetet [2], som för en ingenjör bedrivs i projektform.

Näringslivet efterfrågar ingenjörer och civilingenjörer med erfarenhet av att arbeta i projektform, erfarenhet av att leda projekt och att leda projektgrupper. Som beskrivs i Teknikföretagens rapport [3] "De primära fördelarna och utmärkande aspekterna av CDIO kan grovt beskrivas som 1) ökad integration av de generella ingenjörsämnena och projektledning/ kommunikation, 2) lyfter upp värdet av praktik genom att den kombineras med de praktiska inslagen och 3) ökad förståelse för sammanhang och helhet, som bland annat projektkurserna bidrar till."

Stig Byström (stig.bystrom@umu.se) och Stefan Berglund (stefan.berglund@umu.se). Båda verksamma vid Umeå universitet, Institutionen för tillämpad fysik och elektronik.

Civilingenjörsprogrammen vid Umeå universitet ställer i sina examensbeskrivningar krav på att minst 22,5 hp skall utgöras av projektkurser varav minst 7,5 hp skall utgöras av kurser i projektledning. Projekt om minst 15 hp skall utgöras av projektkurser eller identifierbara projektmoment i ämneskurser. För högskoleingenjörs-programmen är skrivningarna något olika, men de flesta kräver att minst 15 högskolepoäng skall utgöras av projektkurser eller kurser som utförs i samverkan med företag/näringsliv [4],[5]. Ingenjörs- och civilingenjörsutbildningar vid Umeå universitet har tillgång till betydligt fler projektkurser och kurser med projektinslag än vad minimikraven kräver.

Institutionen för tillämpad fysik och elektronik (TFE) har ett lärarlag med lång erfarenhet av undervisning i projektledning. Under de senaste 8 åren har det vid TFE getts sammanlagt 26 kurser i projektledning om 7,5hp, med i genomsnitt cirka 50 deltagare per kurs och med ett ökat antal studenter per kurs på senare tid. Ungefär 1500 studenter vid Tekniska högskolan, Umeå universitet har alltså fått grundläggande kunskaper i projektledning. Under de senaste två åren har antalet kursdeltagare varit 295 respektive 383. TFE ger för närvarande grundkursen i projektledning vid 6 tillfällen varje år, 3 campus- och 3 distanskurser. Till det kan läggas 2 fortsättningskurser i projektledning som i framtiden kan tänkas få samma upplägg som i det här projektet.

Lärare som håller ämneskurser med projektinslag har i vissa fall blygsamma kunskaper inom projektledning. De saknar förutsättningar för att i sin pedagogiska verksamhet använda de kunskapsresurser som studenten bär på i form av projektverktyg och termer, såsom tecknande av bakgrund, syfte och mål, förstudie, resurs- och tid-bedömning, tidplan, intressentanalys, riskhantering, kommunikationsplan, kvalitetsstyrning, ändringshantering, leverans, avslut och sist men inte minst projektutvärdering.

II. Projektets syfte

Vi vill ha lärare med projektlednings-kompetens som kan komma till nytta i ämnesknutna kurser med projektinslag.

III. Projektets mål

A. *Projektmål*

Målet är att under en fyraårsperiod utbilda minst 20 lärare i projektledning [6] och att under projekttiden utveckla ett självbärande koncept för handledning av nya deltagare.

B. *Effektmål*

Höjd kvalité på projektkurser och kurser med projektinslag genom att minst en lärare som kan projektledning medverkar. Att ge samtliga ingenjörs-studenter möjligheten att leda andra i projekt och få ökade möjligheter att använda projektverktyg. Att få öva på projektroller i rätt kontext, under hela utbildningen, så att man är väl rustad inför examensarbetet.

IV. Projektgenomförandet

Här skulle man ha kunnat valt att skicka intresserade lärare på en kurs inom projektledning. Vi valde istället en annan väg i projektet ”Fortbildning av lärare i projektledning”.

I projektet får deltagarna (de lärare som ska fortbildas) medverka i en projektledningskurs för studenter. Inhämtade kunskaper omsätts kontinuerligt i praktiken då de i sin tur handleder och ger återkoppling till studenter i deras projekt. Projektledningskursen ges med 50 % studietakt i samtliga läsperioder under året, så valmöjligheten för deltagarna är stor.

Så här ser det ut för deltagare i projektet:

- Varje kurs har en kursansvarig lärare som fungerar som mentor och bollplank för deltagaren när denne genomför sina arbetsuppgifter som handledare för studenter under kursen.
- Deltagaren ingår i ett lärarlag på ca 3-6 lärare som tillsammans planerar och genomför varje kurs.
- Som deltagare följer man föreläsningsserien för att lära ämnet.
- Man handleder 3 grupper om 5-7 studenter. Handledningen består till stor del i att styra beslutsmöten och följa upp resultat dvs. man läser, bedömer och kommenterar de projektdokument som studenterna lämnar in för granskning.
- Man deltar i och kommenterar projektleveransen och slutrapportsredovisning.
- Man utformar och rättar en eller flera tentamensuppgifter i samråd med kursansvarig lärare.
- Som deltagare erhåller man intyg och kan räkna deltagandet som kompetensutvecklingsmerit.

Det finns ett alternativ där deltagaren håller en, två eller flera föreläsningar antingen från kursbokens områden och/eller runt egna erfarenheter av projektarbete vilket ersätts med extratimmar. Ytterligare en variant är att man deltar i en av våra nätbaserade kurser vilket ger större flexibilitet. Då har man självstudier av kursboken (eller följer föreläsnings-serien under en tidigare campuskurs) och sedan handleder man projektgrupper på distans.

Lärarinsatsen finansieras av projektledningskursen medan fortbildningen finansieras delvis av projektet. Deltagaren genomför kursen inom sin normala tjänstgöringsskyldighet och hemma-institutionen ersätts för den använda personalresursen. Det är möjligt att fortbilda 5-7 deltagare varje år beroende på antal kurstillfällen och tillgång på intresserade. För att projektet ska fungera väl måste kontakter och möten genomföras där arbetsledande personal på olika institutioner uppmärksammas på och engageras i fortbildningsverksamheten och dess syfte.

Kursansvarig lärare tillika mentor anordnar ca 6 veckor före varje kursstart ett möte med ordinarie lärare och deltagare. Där går man igenom kursupplägg och innehåll, vilket är ett ganska normalt förfarande inför en kurs. Det som skiljer är att några är helt främmande inför innehållet, varför genomgången måste vara tydlig och välstrukturerad.

Vid ett kurstillfälle har vi ett extra stort studentantal (ca 200), av dessa samläser hälften av studenterna med en annan kurs där det ingår ett projekt. Detta ställer extra krav på genomförandet då det innebär synkronisering mellan kurserna. Projektverktyg och metoder används för att genomföra projekt kopplade till ämnet, vilket underlättas om lärare på samläsnings-kurser har genomgått vår fortbildning.

Projektet som sträcker sig över 4 år följer tidplanen, vi är inne på det sista året men forsätter med både marknadsföring och lobbyverksamhet för att få nya deltagare. Planeringsmöten genomförs minst en gång per termin för att analysera uppnått resultat och planera för nya kontakter. Projektledningskursen ersätter deltagare med motsvarande 50 klocktimmar. Den egna insatsen i form av självstudier uppskattas till 50-70 timmar.

V. Resultat

A. *Projektmål*

Projektet är fortfarande pågående och delmål har uppnåtts (projektets två första år har avrapporterats [7]). Vi har fortbildat 15st deltagare. Deltagare har önskat att få var med fler gånger, då det varit så givande, vilket inneburit att utrymmet för nya deltagare blivit begränsat. Så här ser fördelningen ut för de 3 första åren:

TABELL I
DELTAGARE I FORTBILDNING AV LÄRARE I PROJEKTLEDNING

Termin	Enhet	Antal
HT10	TFE	4
VT11	TFE	1
HT11	TFE	3
	Kemi	1
VT12	SLU	1
HT12	TFE	1
	Fysik	1
	Administration	1
VT13	UPC	1
	Fysik	1
Planerade deltagare:		
HT13	TFE	4
VT14	Kemi	1
	TFE	1
	Vakant	1

Totalt 21 eller 22 personer kommer att ha deltagit när projektet avslutas i juni 2014.

För att bredda rekryteringen utanför TFE, har vi haft kontakt med andra institutioner och enheter:

TABELL 2
MARKNADSFÖRINGSSINSATSER

Termin	Enhet	Aktivitet
HT10	TFE	Projektet inleds med deltagare från TFE och upplägg utarbetas i att kunna presenteras utåt.
VT11	DV	Kontakt med studierektor
	Fysik	Deltagande vid arbetsplatsträff
	Kemi, SLU	Mailkontakt
HT11	NMD, UPC, EMG	Informationsmaterial
	SLU	Mailkontakt
VT12	DV	Informationsmöte
	UPC	Mailkontakt
HT12	Fysik	Mailkontakt
	EMG, UPC	Informationsmöte
	Teknisk-naturvetenskaplig fakultet	Presentation av projektet för studierektorer, studievägledare, studieadministratörer och programansvariga

Vi har utvecklat ett kostnadseffektivt/självbärande koncept: Lärarinsatsen finansieras av projektledningskursen. Under denna får deltagaren direkt praktisk övning i projektverktyg och metoder, inte av att själv använda dessa utan genom att granska och återkoppla tre studentgruppers användning och resultat. Mentorns insats kompenseras av; en något mer strukturerad och tydlig kursuppstart och en höjd kvalité på genomförandet av projektledningskursen. Om det uppstår tveksamheter från deltagerens håll får mentorn direkt återkoppling på om upplägg, föreläsningar eller något annat borde ändras nu eller till nästa kurs. Deltagaren får kunskap, betalt i timmar och ett intyg om genomförd kompetensutveckling. Vi kan betala för nästan halva kompetensutvecklingstiden och får igen det som utförd handledning till studenter.

B. *Effektmål*

Effektmål mäts normalt en tid efter det att ett projekt är avslutat. I detta fall har dock intressanta effektmål uppnåtts redan innan avslut, projektet har resulterat i förändringar av både kurser och program.

Det finns nu ett antal utbildningar där det förekommer kurser som tar tillvara på de kunskaper och färdigheter som studenterna inhämtar under projektledningskursen. Bland annat genom att sätta en kurs i projektledning som behörighetskrav till aktuell kurs.

Några deltagare som fortbildats i samband med projektet deltar nu i kurser med projektinslag. Dessa lärare har gett tydliga signaler om att de nu är bättre rustade att handleda studenterna på dessa kurser. Ett exempel är kursen Design Build Test, som ges för Civilingenjörsprogrammet Interaktion och design. Här har kursansvarig, kunnat konstatera en kvalitetshöjning på studenternas projektarbeten.

Ett par programansvariga som har deltagit i projektet har valt att stuva om i sina program och lägga projektledningskursen under utbildningarnas första termin. Detta för att öka studenternas möjlighet att tillämpa inhämtade projektledningskunskaper återkommande under hela utbildningen.

En kurs där studenterna skrev kravspecifikationer som de senare själv följde, reviderades så att studenterna skriver kravspecifikationer som andra studenter på kursen får följa. På detta sätt får studenterna träna på både beställarrollen och leverantörsrollen.

Under en annan kurs säkerställer kursansvarig nu att samtliga studenter får möjlighet att leda en projektgrupp. Under denna kurs tilldelas samtliga studenter ett projekt som de leder, samtidigt deltar de som projektdeltagare i andra studenters projekt. En positiv bieffekt har blivit att studenterna i och med detta också får tillfälle att prioritera mellan insatser i olika projekt. En ganska vanlig situation både under studier men också i näringslivet.

Vid revidering av kursplaner för examensarbeten har projektledningsaspekter fått utökat utrymme.

VI. Diskussion

Det kostnadseffektiva koncept som utvecklats skulle kunna användas inom andra områden. Exempelvis hållbar utveckling och innovation. Går det att applicera konceptet även på etik eller entreprenörskap?

Rekrytering av deltagare har gått bra. Vi är däremot osäkra vad projektet kommer att få för genomslag på våra ingenjörs- och civilingenjörsprogram. Fortbildas rätt personer och kommer deras nya kunskaper komma till användning? Fortbildas det i tillräcklig omfattning? Genom att identifiera kurser med projektmoment kan vi nå berörda lärare mer direkt och föra en dialog så att vi får återkoppling om deras behov och om vi kan tillföra dem något. En problematik är att man inte alltid anser sig behöva fortbildas, att man anser sig redan kunna tillräckligt eller anser att man inte har tid? Bör alla nyanställda lärare fortbildas i projektledning? TFE har valt att fortbilda de flesta nyanställda adjunkter och lektorer inom projektet.

De flesta studenterna läser projektledningskursen under sitt andra eller tredje studieår och dessa har då ofta missat tillfällen att praktisera. Många utbildningar har näringslivsförlagda aktiviteter, där behovet av att kunna kommunicera, planera och dokumentera är viktigt. Om studenten får återkommande erfarenhet så tror vi att kvalitéten på dessa aktiviteter ökar. Vi tror att studenter som läser en projektledningskurs tidigt och sedan möter lärare med projektlednings-kompetens löpande under utbildningen uppnår bättre resultat. Kan vi mäta detta? Kommer det att resultera i examens-arbeten av högre kvalité? Kanske får vi svar vid framtida nationella utvärderingar?

Referenser

[1] Högskoleförordningen (1993:100, Bilaga 2)
[2] Länk:http://www.uk-ambetet.se/utbildningskvalitet/sagarutvarderingarnatill.4.782a298813a88dd0dad800010458.html#h-Granskningavsjalvstandigaarbeten (Hämtad 2013-10-15)
[3] Åke Svensson VD och Per Fagrell Expert utbildningsfrågor Teknikföretagen, ”Vilka ingenjörer behövs? Storföretagens syn på svenska ingenjörsutbildningar”, Stockholm september 2012. Länk: http://www.teknikforetagen.se/Documents/Utbildning/Vilka_ingenjorer_behovs.pdf (Hämtad 2013-10-15)
[4] Länk: http://www.student.umu.se/examen/examina-vid-umea-universitet/ (Hämtad 2013-10-15)
[5] Länk: http://www.umu.se/utbildning/program-kurser/utbildningsplanesok/ (Hämtad 2013-10-15) (Välj teknisk-naturvetenskapliga fakulteten)
[6] A Bränberg (2012), ”Redovisning av beviljade kvalitets- eller strategiska utvecklingsmedel Projekttitel: FORTBILDNING AV LÄRARE I PROJEKTLEDNING, 2012-11-22” inrapportering till Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten Utbildningskommittén Umeå universitet Lennart Nilsson.
[7] A Bränberg (2012), ”Projektplan rev 1.4 (2012-04-02) Fortbildning av lärare i projektledning”.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Ökad samverkan i utbildning

Tomas Aparicio. E, Starfelt. F, Kuljunlahti. P, och Thorin. E.

***Abstract*— I de energiingenjörsutbildningar som ges på Mälardalens högskola finns bestående former för arbetslivsanknytning i utbildningsprogrammen som har lett till ökad samverkan i utbildningen. Inom utbildningarna erbjuds studenterna möjligheter att utveckla kontakter med näringslivet genom exempelvis studiebesök, projektarbeten, industrianknutna kurser, mentorsprogram och examensarbeten på företag. I det här bidraget beskrivs hur Mälardalens högskolas insatser leder till ökad samverkan och vilka problem som uppstår.**

***Nyckelord*—Arbetslivsanknytning, samverkan, engagemang**

I. Introduktion

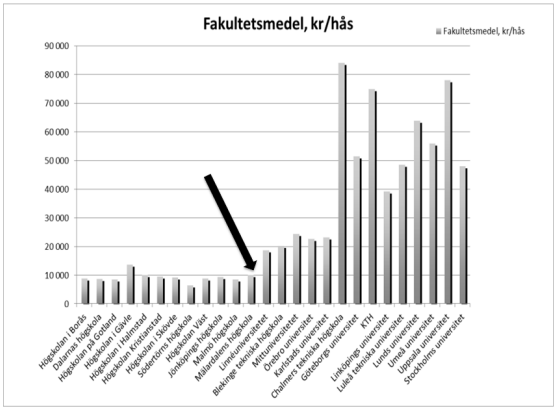
Mälardalens högskola (MDH) grundades 1977 som ett direkt svar på industrins behov av teknisk utbildning med bland annat ABB som partner, och redan vid start fanns energiteknikutbildning med i utbildningsutbudet. Den energitekniska utbildningen examinerade driftingenjörer och senare även högskoleingenjörer. I början på sekelskiftet kunde även civilingenjörer och doktorer inom energiteknik examineras. Både utbildningen och forskningen inom energiteknik bedrivs i nära samarbete med flera industripartners, främst aktiva i Mälardalsregionen.

I dagsläget finns fyra olika program inom energiteknik på MDH

- Energiingenjörsprogrammet, 180 högskolepoäng (Högskoleingenjörsexamen)
- Civilingenjörsprogrammet i energisystem, 300 högskolepoäng (Civilingenjörsexamen)
- Civilingenjörsprogrammet i industriell ekonomi med inriktning mot energi-marknader, 300 högskolepoäng (Civilingenjörsexamen)
- Masterprogrammet i hållbara energisystem, 120 högskolepoäng (Masterexamen)

Energiingenjörsprogrammet är ett treårigt program med fokus på den tillämpade energitekniken och dess komponenter. Man lär sig både om produktion av olika energislag samt om användningen av dessa i t.ex. byggnader. Civilingenjörs-programmet i energisystem behandlar förutom studier om energiomvandling, även hur olika komponenter samverkar med varandra i ett energisystem. Industriell ekonomi med inriktning mot energimarknader är en blandning av kurser inom energiteknik, naturvetenskap samt ekonomi. Studenterna lär sig vilka olika politiska och ekonomiska styrmedel som finns inom den allt friare energimarknaden samt hur dessa påverkar densamma. Masterprogrammet är ett tvåårigt program med inriktning mot matematisk modellering, simulering och optimering av energiprocesser samt energisystem. De fyra programmen har stor del samläsning och är alla i högsta grad berörda av samverkan inom industrin.

Ända från starten med utbildning av driftingenjörer 1977, till högskoleingenjörer, civilingenjörer samt doktorer 2002 inom teknikområdet energi har MDH haft en stark koppling till näringslivet. Den ojämna tilldelningen av resurser från regeringen till högskolor och universitet i Sverige driver de nyare högskolorna till att i större utsträckning samarbeta i utbildning och forskning med industrin för att vara konkurrenskraftiga. Tilldelningen av resurser från regeringen från år 2012 visas i Figur 1 där pilen markerar MDHs tilldelning av fakultetsmedel i kr/hås [1].



Figur 1. Tilldelning av fakultetsmedel från regeringen 2012.

Vidare så har högskoleverket på uppdrag av regeringen kartlagt Sveriges universitet och högskolors arbetsmarknads-anknytning, där det står att läsa om uppdraget [2]:

”För att förbereda de studerande för det framtida arbetslivet bör universitet och högskolor på ett systematiskt sätt arbeta med utbildningars anknytning till arbets-marknaden…”

Tomas Aparicio. E. (elena.tomas.aparicio.mdh.se) Akademin för Ekonomi, Samhälle och Teknik. Mälardalens högskola, EST, Box 883, 721 23 Västerås. Telefon: 021-10 31 46

I Mälardalens högskolas nuvarande forsknings- och utbildningsstrategi är visionen att vara: ”Ett starkt MDH- den samproducerande högskolan”. Ett av motiven till visionen är att vikten av samverkan mellan högskolan och privat såväl som offentlig sektor för regional tillväxt är något som framhålls av både EU och OECD. Några områden som nämns är utbyte och gemensam användning av expertkompetens samt samverkan kring kunskapsutveckling och kompetens-försörjning. Ett annat fokus som lyfts fram i forsknings- och utbildningsstrategin, med hänvisning till EU:s utveckling inom högre utbildning, är ansvar att erbjuda utbildningar som efterfrågas på arbetsmarknaden och nödvändigheten av samverkan för detta [4].

Ännu viktigare än de krav beskrivna ovan är att näringslivskontakter förbättrar undervisningen genom att studenterna ser kopplingen mellan teori och praktik, skapar identitet som tydliggör målet med studierna, möjliggör kurser där kunskaperna snabbare kan omsättas till nyttigt ingenjörsarbete och ger studenterna möjlighet att skapa nyttiga kontakter inför framtiden. Allt detta gör studenterna mer studiemotiverade. Denna interna drivkraft för kontakter med näringslivet är större än eventuella krav ovanifrån, vilka även kan förändras relativt fort.

Ett resultat av detta är att MDH har utvecklat bestående former för arbetslivs-anknytning i utbildningsprogrammen som har lett till ökad samverkan i utbildningen. I utbildningar inom energiteknik vid Mälardalens högskola erbjuder vi studenterna möjligheter att utveckla kontakter med näringslivet genom exempelvis studiebesök, projektarbeten, mentorsprogram och examensarbeten på företag.

Syftet med det här bidraget är att beskriva hur våra insatser leder till ökad samverkan och utvärdera och problematisera kring dessa.

II. Samverkansaktiviter

I energiingenjörsutbildningarna på MDH syftar vi till att skapa erfarenhets- och kunskapsutbyte mellan studenter och företag. Till exempel har vi studiebesök, gästföreläsare, laborationer, konsulter som undervisar, industriprojekt, etc. Några av dessa aktiviteter kräver engagemang och resurser av oss, som till exempel mentorprogrammet och industriprojekt. Andra aktiviteter som till exempel studiebesök och gästföreläsningar är mindre resurskrävande.

Studiebesök och gästföreläsare kan delas upp i två kategorier av aktiviteter; de som genomförs inom ramen för en specifik kurs, samt de som görs för programstudenter och inte ingår i någon kurs. I kurserna inom programmen genomförs många studiebesök och vi bjuder även in relevanta gästföreläsare. Våra studenter har någon sorts kontakt med industrin under varje läsperiod under sin utbildning. Studiebesöken är väldigt populära bland studenterna och därmed välbesökta. I de kursutvärderingar som genomförts har det även framkommit att gästföreläsare som håller i ett moment i en kurs är väldigt uppskattat bland studenterna.

Ofta har de kontakter vi har med företag gett oss möjligheten att ordna så att studenterna får träffa representanter från företagen och diskutera exjobb, rekryteringsbehov och lyssna på presentationer från de som jobbar inom området. Eftersom det ofta rör sig om nätverkande och informationsspridning inom ett företags område hör ett sådant tillfälle inte till någon direkt kurs, utan vi bjuder in studenter från olika årskurser att delta och det finns således inget examinerande moment.

I kurser som behandlar mer praktiskt ingenjörsarbete, som till exempel Ventilationsteknik eller Byggnaders energisystem, har vi tagit samverkan ett steg längre och bjudit in konsulter att tillsammans med MDH planera och utföra hela kurser. Vi säkerställer på så sätt att de lär sig att arbeta med relevanta datorverktyg och får lösa uppgifter kopplade till verkliga projekt. I andra kurser som har mer praktiskt tillämpbara moment har vi använt industrin för att kunna genomföra laborationer i en verklig miljö. Till exempel genomför studenterna ett fingerat leveransprov på en verklig värmepanna där de får spendera en dag med att göra mätningar och samarbeta med driftpersonal.

I projektkursen Hållbara energisystem integrerar vi arbetslivet redan vid utformningen av kursens syfte. Studenterna får på så sätt möjlighet att lösa verkliga problem i samarbete med företag och forskare vid MDH. Våra arbetslivsanknutna projektarbeten ger studenterna arbetslivserfarenhet redan under studietiden. De får applicera sina kunskaper i skarpa projekt som de jobbar med i team tillsammans med andra studenter och i nära samarbete med företag.

Tidigt i våra energiingenjörsutbildningar erbjuder vi även ett mentorprogram där adepter och mentorer träffas regelbundet för att utbyta erfarenheter, kunskaper och diskutera idéer. Under läsåret träffar adepten en mentor cirka en gång per månad. I mentorprogrammet ingår även fyra gemensamma träffar där alla deltagare möts för att byta erfarenheter. Det finns också gemensamma föreläsningar och avstämningar som sker på kvällstid. Mentorskap är ofta givande för båda parter. Man kan se på mentorskap som en form av kompetensutveckling där man pratar om sin karriär och reflekterar över egna erfarenheter. En mentor inspirerar, stödjer och visar på möjligheter som adepten kanske inte ser. Några fördelar med mentorskapet är att man får tillgång till information om det senaste inom området och hur en student ser sina framtida arbetsgivare. Adepten får tillgång till ett erfaret bollplank, en person som kan ge konkreta tips och råd på hur man ska tänka och agera inför att söka jobb, insikt i arbetslivet och i specifika aktiviteter samt ett utökat nätverk av kontakter. Vi upplever att mentorprogrammen är ett positiv inslag även för oss på lärosätet då det både är gynnsamt för

forskningen och utbildningen genom att vidga och förstärka nätverket till industrin. Vi har även sett flera exempel på mentorskap som har lett till examensarbeten, sommararbete och anställning efter avslutade studier.

Många studenter är intresserade av att utföra sina examensarbeten och projektarbeten på ett företag eller inom ett forskningsprojekt. Studenterna får då använda sin förmåga att tillämpa teoretiska kunskaper på verkliga problem. Studenterna som genomför examensarbete i samarbete med en extern partner verkar vara mer attraktiv på arbetsmarknaden [3]. Studenter som genomför examensarbete på ett företag har en handledare och en examinator på högskolan, samt en handledare på företaget som kan bidra med teknisk kompetens.

Energiingenjörsutbildningen har även ett branschråd där det i dagsläget sitter med representanter från tio företag inom energibranschen

- ABB
- Mälarenergi
- Westinghouse
- Eskilstuna energi och miljö
- Ramböll
- VVS-företagen
- Energy educat
- Red Energy Experts
- Kadesjös Ingenjörsbyrå
- ENA energi

Huvuduppgiften för branschrådet är att ge synpunkter på övergripande struktur och inriktning på programmen, nuvarande kursutbud och kursinnehåll. Det är viktigt för branschen att veta att de ingenjörer som utbildas erhåller aktuella kunskaper och använder relevanta verktyg. Med branschrådet får vi även möjlighet att få deras syn på mer specifika frågor i kurser.

III. Diskussion

För att kunna upprätthålla kontakten och samarbetet med näringslivet i en ingenjörsutbildning behövs tid och engagemang avsättas. För att lyckas med samverkan i utbildningen är det viktigt att alla inblandade aktörer har ett liknande engagemang. Alla bör vara överens om målet med de olika insatserna. Ingenjörsyrket har förändrats mycket under de senaste 20 åren och för att kunna följa med i utvecklingen och utbilda ingenjörer med relevanta kunskaper är samverkan nödvändig.

Två av de tre energiingenjörsutbildningarna som ges på grundnivå vid Mälardalens Högskola i Västerås rankades som nummer ett och två i Svenskt Näringslivs undersökning om samverkan med omgivande samhälle under 2011 [5]. Detta var möjligt tack vare stora ansträngningar hos program-/utbildningsansvariga som systematiskt arbetat mot att öka integrationen av arbetslivsanknytning i undervisningen.

När det kommer till gästföreläsare som inte innehåller ett examinationsmoment så är både studenter och industri-representanter överens; det är positivt för båda parter. Företag får visa vad de arbetar med för presumtiva arbetstagare och studenter får koppla sina studier till något användbart. Trots det är deltagarantalet väldigt lågt vid många av dessa tillfällen.

Mentorprogrammet i energiteknik vid MDH initierades genom att branschrådet efterfrågade ett sådant program. Även här är både branschen och studenterna överens om att det är givande med ett mentorprogram för båda parter. I det här fallet är det dock branschen som står för det låga deltagarantalet när det gäller att ställa upp som mentorer. Man tycker det är oerhört viktigt och positivt, men någon annan får gärna genomföra det.

En utmaning som programsamordnare har framför sig är att adressera dessa problem. Det finns likheter mellan branschens representanter och studenternas engagemang; man är ofta positiv till samverkansaktiviteter och man är väl medveten om de fördelar det ger för respektive part. Trots det ser man inte vinsten av att delta, även om arbetsinsatsen är förhållandevis liten. Hur kan programsamordnare på ingenjörsutbildningar bidra till att väcka och bibehålla engagemang och delaktighet för samverkansaktiviter?

Referenser

[1] Regeringskansliet. Budgetpropositionen för 2012. Prop.2011/12:1. Utgiftsområde 16: Utbildning och universitetsforskning. Tillgänglig på internet: http://www.regeringen.se/content/1/c6/17/55/29/8a64611a.pdf.

[2] Furusten, T., Saluveer, K. och Kesselberg, M.(2012). Kontaktiviteter Högskolornas verksamheter för utbildningarnas arbetslivsanknytning. Stockholm: Högskoleverket. Tillgänglig på internet: http://www.hsv.se/download/18.782a298813a88dd0dad80008323/1223R-kontaktiviteter.pdf. (Hämtad:10-10-2013).

[3] Hogskolekvalitet. (2013). Samverkan ger jobb. http://www.hogskolekvalitet.se/Samverkan-ger-jobb/. (Hämtad: 10-10-2013).

[4] Mälardalens Högskola.(2013). Forsknings- och utbildningsstrategin för 2013-2016.Västerås. Tillgänglig på internet: http://www.mdh.se/polopoly_fs/1.5850!/Menu/general/column-content/attachment/FUS_2012_01_sve.pdf. (Hämtad:10-10-2013).

[5] Almerud, M., Hjortzberg, G. och Krassén, P. (2011). Högskolekvalitet. Tillgänglig på internet: http://hogskolekvalitet.se/Documents/Samverkansrankingen%202011.pdf.(Hämtad:10-10-2013).

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Modell för arbetsintegrerat lärande på högskoleingenjörsutbildning

Staffan Schedin, Osama Hassan

Institutionen för tillämpad fysik och elektronik, Umeå universitet, 901 87 Umeå

***Sammanfattning*–Vi beskriver en nyligen införd modell för arbetsintegrerat lärande (AIL) eller co-op (co-operative education) på högskoleingenjörsprogrammen i maskinteknik respektive elektro- och datorteknik. Modellen innebär att genom samverkan med företag i närregionen erbjuda och garantera ett antal programstudenter feriearbeten under två perioder, samt examensarbeten. I modellen ingår också företagsanknutna projektarbeten och en studieresa. Upplägget förväntas bidra till positiva effekter för samtliga parter, för utbildningsprogrammen, för samarbetsföretagen samt för studenterna. Vi förklarar även hur arbetsintegrerat lärande stöds av vedertagna lärandeteorier.**

***Nyckelord*–Arbetsintegrerat lärande, socio-kulturellt perspektiv, näringsliv, ingenjörsutbildning.**

I. Introduktion

ARBETSINTEGRERAT lärande (AIL) eller ”co-operative education” (co-op) är en samverkansform som syftar till att integrera praktisk arbetslivserfarenhet som ett lärandemoment under en pågående utbildning. Genom återkommande arbetsperioder vid samarbetsföretag med handledd praktik får studenterna ökad förståelse för den kommande yrkesrollen, möjlighet att koppla ämnesteorier till praktiskt arbete och därmed en god grund att utveckla sin ingenjörskompetens och ett gott stöd för utveckling av sina professionella färdigheter.

Vi presenterar en pedagogisk modell för arbetsintegrerat lärande (AIL), som är under utveckling för två högskoleingenjörsprogram vid Umeå universitet. Vi ser samarbetet som en ”vinna-vinna-situation” för de tre involverade parterna, studenterna, universitetet och avnämarföretagen. Det förväntas innebära en rad positiva effekter för:

i) studenternas lärande och lärandeprocessen, där lärande, kunskap och arbete integreras i ingenjörsutbildningen.
ii) utbildningsprogrammens kvalitetsarbete, som öppnar möjligheter att levererera utbildningar som bättre kan anpassas till de kompetenser som efterfrågas i företagen
iii) företagen, som får ökade möjligheter till exponering mot studenterna, och möjlighet att i ett tidigt skede testa potentiella anställda.

Staffan Schedin, e-mail: Staffan.Schedin@umu.se
Osama Hassan, e-mail: Osama.Hassan@umu.se

II. Modell För Arbetsintegrerat Lärande

A. Kort bakgrundsbeskrivning

Initiativet till utveckling av modellen togs ursprungligen under år 2012 av en företagsgrupp i Örnsköldsvik, med verksamhet inom maskinteknik-, elektronik- och datateknikområdena. Diskussioner mellan universitetet och företagen resulterade i ett förslag till en anpassad pedagogisk co-op modell. Diskussionerna utvidgades under våren 2013 varvid även några företag i Umeåområdet inkluderades i samarbetet. En försöksomgång med antagning till co-op platser gjordes under tidig vår 2013. Vid den första omgången (försöksomgången) antogs 9 co-op studenter, varav 7 manliga och 2 kvinnliga, av totalt 12 sökande.

B. Beskrivning av modellen/upplägget

Målet är att årligen erbjuda ett antal co-op platser per år per program. Exakta antalet platser beror på tillgänglighet och handledarresurser hos företagen. Studenterna garanteras samverkansinslag, projekt- och feriearbeten kopplat till utbildningen. Vi har tagit fram ett gemensamt koncept för programmen i maskinteknik och dator- och elektronik, då flera av företagen har behov av kompetens inom båda dessa teknikområden. För närvarande omfattar samarbetet följande företag: BAE-systems, Bosch Rexroth, Sanmina-SCI, Knightec, i Örnsköldviksområdet, samt Ålö AB, GE Healthcare, Komatsu Forest och Lövånger elektronik i Umeåområdet. Vi kommer att arbeta för att samarbetet utvidgas till att omfatta fler företag.

En översikt av upplägget framgår av Tabell 1, nästa sida. Den första aktiviteten utgörs av en studieresa för nybörjar-studenterna år 1. Resan förläggs under inledande ingenjörskurs, som är den första ordinarie kursen på utbildningen, och samtliga studenter inbjuds att delta. Syftet med studiebesöken är att introducera co-op modellen för hela studentgruppen och ge möjlighet för företagen att visa upp sin verksamhet. Studieresan genomförs under två dagar, och ingår även som ett delmoment i den inledande ingenjörskursen.

Nästa aktivitet innebär att intresserade studenter får ansöka om en co-op plats på något eller några av samarbetsföretagen. I samband med ansökan får studenterna information om hur man skriver CV och personligt brev. Ansökan ska i princip utformas som en vanlig arbetsplatsansökan. Därefter sker en intervjudag, där representanter från företagen träffar de sökande. Tilldelning av platserna sker efter det att företagen förordat ett förslag på fördelning. I de fall flera sökanden finns till en plats får man fördela platserna så att både den sökandes och företagets önskemål tillgodoses i största möjliga mån.

TABELL I
CO-OP UPPLÄGG

År	Period/Omfattning	Aktivitet
1	sept/ 2 dagar	Studieresa
1	nov-dec	Ansökan till co-op plats
1	jan	Intervjudag
1	febr-mars/1-2 dagar	Introduktion på företaget, möte handledare, studenter och företag
1	juni-aug/ >6 veckor	Feriearbete nr 1
2	höstermin/ 1-2 veckor	Projektarbete i kurs (miniprojekt)
2	vårtermin/ 1-2 veckor	Projektarbete i kurs (miniprojekt)
2	juni-aug/ > 6 veckor	Feriearbete nr 2
3	höstermin/ 1-2 veckor	Projektarbete i kurs (miniprojekt)
3	vårtermin/ 10 veckor	Examensarbete

Efter att platserna har fördelats, i början av vårterminen år 1, ges de antagna co-op studenterna möjlighet att under 1-2 dagar träffa sitt företag och sin kontaktperson/handledare. Studenten ansvarar själv för att ta kontakt med sitt företag inför introduktionsträffen på företaget.

Den första sammanhängande arbetsperioden infaller under sommaren mellan det första och andra studieåret. Målet är att varje co-op student ska få 6-10 veckors betald praktik/sommarjobb. I detta ingår även att företaget avsätter resurser för handledning av studenten.

Under höstterminen år 2 sker projektarbeten i samarbete med företagen. Projektarbetena integreras i någon eller några av programmets ordinarie kurser och omfattar cirka en veckas studietid. Projekten utgöras i grupper om 4-5 studenter. F.n. (höstterminen 2013) har tre företagsanknutna projekt engagerat 15 studenter enbart på högskoleingenjörs-programmet i maskinteknik. Bland projektdeltagarna finns även studenter som inte har en co-op plats. Detta visar att co-op samarbetet ”spiller över” till fler studenter på utbildningen, vilket i sig är positivt. Inslagen med företagsanknutna projektarbeten fortsätter under vårterminen år 2.

Under sommaren mellan det andra och tredje studieåret infaller den andra sammanhängande arbetsperioden. Syftet med praktikperioderna, förutom att lära sig hur det går till på företaget, är även att de skall visa på någon form av progression. Första perioden kan t.ex. för en maskiningenjörsstudent utgöras av enklare arbetsuppgifter (verkstadsarbete eller motsvarande) medan den andra perioden inriktas mot mer kvalificerade uppgifter (som t.ex. produktionsplanering/konstruktion). Efter den andra arbetsperioden förväntas studenten ha mer erfarenhet och fått en tydligare inblick i sin kommande yrkesroll.

Samverkan fortsätter under det tredje studieåret med inslag av förtagsanknutna projektarbeten på höstterminen och examensarbetet på vårterminen. Examensarbetet utförs på det företag där studenten tidigare har genomfört sin sommarpraktik. Efter att examensarbetet är slutfört avslutar studenten det formella co-op samarbetet med företaget. En möjlighet är kanske att han/hon anställs av företaget och påbörjar sin ingenjörskarriär där.

En fördel med det valda upplägget är att det inte blir någon skillnad i studietid mellan en student som har en co-op plats och en som inte har en plats. En annan fördel tycks vara de pedagogiska vinsterna med arbetsintegrerat lärande för den enskilda studenten, som även spiller över till de som inte har co-op plats. Nedan följer en diskussion om hur arbetsintegrerat lärande stödjs av aktuella lärandeteorier.

III. ARBETSINTEGRERAT LÄRANDE KOPPLAT TILL LÄRANDETEORIER

Den sociokulturella lärandeteorin kan på ett tydligt sätt kopplas till AIL. Denna teori är baserad på hur människor tillägnar sig praktiska erfarenheter och lär sig att använda dem i olika sammanhang. Lärandet sker i första hand genom deltagande i aktiviteter, och inte genom traditionell undervisning. I den sociokulturella teorin betonas användandet av både praktiska och intellektuella verktyg, som tillsammans med den omgivande miljön främjar kunskapsutvecklingen (Hassan och Schedin, 2013). AIL skapar förutsättningar för att ingenjörsstudenterna ska tillägna sig praktiska erfarenheter genom interaktion, praktik och aktiviteter samt att de ges möjlighet att reflektera över själva arbetet. Genom AIL får studenterna möjligheter att successivt utveckla och fördjupa sina kunskaper. De erhållna kunskaperna kan ses både som verktyg för problemlösning och för att hantera situationer på ett reellt företag. I detta sammanhang pekar Vygotskij (Vygotskij, 2001) på hur kunskaper kan utvecklas genom ett reflekterande förhållningssätt som främjar inlärningen. Där ingår också samverkan mellan människor och de kulturella verktyg (t.ex. datorer, sociala medier) som människor använder för att förstå och agera i sin omgivning. För ingenjörsstudenter kan det reflekterande förhållningssättet utgå från ”spontan” kunskap, som utvecklas med hjälp av AIL (t.ex. arbetsplatsförlagd praktik). Den kunskapen kompletterar i sin tur andra konkreta färdigheter och ämneskunskaper som erhålls i traditionella undervisningssituationer. Genom detta får AIL-studenten möjlighet till mer relevant kunskap, utöver den som sker traditionellt genom den verksamhetsförlagda praktiken. Schön (1987) redogör för en modell som kallas ” the reflected practitioner”. Den bygger på att en yrkesverksam person är kunnig i att beskriva och skapa modeller av sina yrkeserfarenheter på ett professionellt sätt. Inom AIL kan studentens lärandeprocess beskrivas genom att två delar samverkar: den teoretiska och den verksamhetsförlagda praktiska. De bidrar tillsammans till att studenten utvecklar

sina professionella färdigheter. Dewey (2004) beskriver den didaktiska principen ”Learning by doing” som betyder ”Lära genom att göra” och det innebär att få praktisk erfarenhet av det yrke man studerar till. Här ges studenterna möjlighet att överbrygga glappet mellan teori och praktik. AIL kan alltså ge studenterna möjligheter att pröva, och observera nya praktiska erfarenheter. Deras kunskaper kommer följaktligen att fördjupas som resultat av kombinationen mellan teori och praktik. Självklart finns det många olika sätt att lära sig på, men en kombination av både teori och verksamhetsförlagd praktik tycks vara särskilt lämplig för att stödja ingenjörsstudenters lärande. Det främjar ingenjörsmässigt tankesätt och även hantering av de kulturella verktygen. För att förbättra och höja kvaliteten på ingenjörsutbildningen behövs en kombination av både teoretiska kunskaper och praktiska professionskunskaper.

IV. DISKUSSION OCH SLUTSATS

Vi har beskrivit utvecklingen av anpassad modell för arbetsintegrerat lärande (co-op). Modellen har nyligen införts på högskoleingenjörsprogrammen i maskinteknik och elektro- och datorteknik. Av den anledningen finns ännu inte så mycket utvärderingsmaterial för bedömning och värdering av projektets utfall. Vi har visat på kopplingen mellan modellen och vedertagna lärandeteorier, med fokus på den sociokulturella teorin. Samarbetsföretagen kommer att ansvara för uppföljning och dokumentation av sommarpraktikanternas erfarenheter. I detta ingår att varje co-op student skall skriva en sammanfattning och reflektera över sin sommarpraktik. Även handledarna har möjlighet att på några rader beskriva vad som har varit positivt och vad som kan förbättras. Här nedan följer några inlägg från handledare för sommarpraktikanter gällande årets praktikperiod:

”Skillnaden med dessa personer från andra sommarjobbare är att dom som regel är äldre och mognare.”

”Jag tror att upplägget med att först vara i produktion som är sist i kedjan innan leverans till kund är rätt, detta ger en inblick i de problem vi får när funktioner innan inte hinner med att leverera i tid, detta skapar en större förståelse vad som krävs när de kommer t.ex. till konstruktion.”

”Så sammanfattningsvis tror jag att detta är rätt upplägg, man skulle säkert kunna göra tvärtom men jag tror att om man skapat sig ett kontaktnät ute i verkstaden är det lättare att gå ner i produktion som man måste göra som tekniker.”

Vi tror att förutsättningarna är goda att uppnå de positiva effekter som redovisades i avsnitt 1 (Introduktion). Att fler studenter än bara de som har co-op plats har visat sig ingå i den första omgången företagsanknutna projektarbeten visar att konceptet ger fördelar som spiller över till hela utbildningsprogrammet. Den återkoppling vi hittills fått från företagen har varit positiv. En utförlig utvärdering kommer att göras vid senare tillfälle då mer material finns tillgängligt.

För övrigt har ett nätverk bildats bestående av representanter för samarbetsföretagen och programansvariga för att arbeta med fortsatt utveckling av samarbetet. Avsiktsförklaringar har skrivits mellan företagen och teknisk-naturvetenskaplig fakultet som reglerar parternas insatser i samarbetet. Och fler företag förväntas under nästa år att ansluta sig till samarbetet.

TACK

Tack till Anette Eikelboom, Externa Relationer, Umeå universitet för planering och koordinering av co-op projektet. Tack till Ulf Holmgren, programansvarig högskoleingenjörs-programmet för dator- och elektroteknik, som bidragit till utvecklingen av co-op modellen. Tack riktas även till utbildningskommittén vid teknisk-naturvetenskaplig fakultet, Umeå universitet, för ekonomiskt stöd till projektet.

REFERENSER

[1] Schön, D.A. (1987). Educating the reflective practitioner. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

[2] Vygotskij, L. S. (2001). Tänkande och språk, Daidalos, ISBN: 9789171731432.

[3] Dewey, J., Hartman S.G., Hartman, R., M. (2004). Individ, skola och samhälle: utbildningsfilosofiska texter. Blåvita serien, 99–2360614-7. Stockholm: Natur och kultur. Libris 9481332. ISBN 91-27-09799-4.

[4] Hassan, O, Schedin, S. (2013) Lärande, examination och Bedömningssätt ur ett universitetsperspektiv. Den 11e universitetspedagogiska konferensen, 13-14 mars 2013, Umeå Universitet.

Session 5

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Benefits of Guiding Supplemental Instruction Sessions for Student Mentors

Joakim Malm, Lise-Lotte Mörner, Leif Bryngfors, Faculty of Engineering, Lund University, Sweden

Abstract— **In previous studies on Supplemental Instruction (SI) relatively little attention has been paid to the "senior" students who lead the sessions. The focus in this study is on the benefits that the SI leaders gain from their SI experience. Data, from one questionnaire directed at 35 students who recently completed their assignment as SI leaders, and another questionnaire directed at 20 former SI leaders who have graduated and are currently employed, was analysed. The results indicate that the SI leaders improved their communication and interpersonal skills, several types of leadership skills, and self-confidence as well as acquiring a "deeper" understanding of course content. A majority of former SI leaders regard their SI leader experience as an important asset in attaining employment after graduation. A clear majority of former SI leaders have had some use, or good use in their later professional life, for skills acquired and developed during their SI leadership.**

Index Terms— **Supplemental Instruction, leadership skills**

I. Introduction

Supplemental Instruction (SI) is an academic support program that aims at increasing student success in "difficult" courses ([1]). SI was developed at the University of Missouri in Kansas City in the early seventies and has since spread to over 1500 universities and university colleges in nearly 30 countries ([2]).

The main component of SI is an informal collaborative learning environment under the guidance of a "senior" student. This SI leader is a student who has previously completed the course successfully and can therefore act as a model student. The role of the SI-leader is not that of a teacher – they do not impart new knowledge. Instead the SI leader facilitates the process of understanding difficult course material.

Research on Supplemental Instruction has so far been limited, and mostly focused on its potential to increase grades and retention among students who attend Supplemental Instruction sessions (see, for instance, [3]-[4]). Focus on the senior students who lead the sessions has been little documented, and then mostly in the context of how the session participants develop, and how SI sessions are planned and run (see for example [5]–[6]). If we restrict ourselves to the actual benefits SI leaders may gain – such as improved study techniques, leadership experience, group and individual management, practice in planning meetings and a general pedagogic insight - there have been relatively few research studies conducted. Ashwin [7] concluded that peer facilitators changed their view on what was important in learning, with more focus on student to student interaction. Congos & Stout [8] surveyed former SI leaders after graduation on the benefits of the SI leadership experience. They found that the main benefit categories were communication and interpersonal relations skills, learning skills, leadership skills (in a very general sense) and improved course content knowledge. [9] and [10] studied self-reflections from SI leaders and found that the they developed empathy with their students, practice in using collaborative techniques, and an improved self-confidence. Reflection on how to improve their sessions, and communicating and learning course material were other competencies acquired.

Thus, insight into the potential benefits for senior students who guide SI sessions is a relatively unexplored area, research wise, and would benefit from more information on the range and depth of the SI leaders experiences and development. In this study we look into the following potential benefits of the SI leadership in engineering education:

- What specific competencies do they develop as a result of being an SI leader?
- Is the merit of being an SI leader an advantage when applying for a job?
- Do former SI leaders, in their professional life after graduation, have use of the skills they gained and developed when running SI sessions?

II. SI at the Faculty of Engineering at Lund University, Sweden

What does a typical SI session at the Faculty of Engineering at Lund University look like? First of all it is a scheduled weekly 2-hour session during normal school-hours when the students are free from other educational activities. Normally it is attached to an introductory course in mathematics (most common), physics or chemistry. It generally commences in a relatively easy-going fashion with some 5-10 minutes of talk, guided by the SI leader (the SI-leader is usually a 2nd or 3rd year student) about occurrences in the course during the previous week. Thereafter the participants decide which areas they want to focus on during the SI session – these may be terminology, theorems/proofs or concepts that need clarification, or problems that have been difficult to understand and solve. In addition – time allowing, which is generally the case - the participants work with more difficult tasks at exam level, which the SI leader has prepared. The SI leader usually divides the group into smaller sub-groups to ensure that all participants may be active and able to contribute to the work with the material. The SI leader's main task is thereafter to act as a facilitator to ensure that the work and discussions in the groups progresses smoothly. This is

done for instance by asking or redirecting questions within the group, helping to break down problems, and encouraging participants to help each other towards understanding, by posing critical or probing questions. It is essential that the SI leader works to obtain an open climate in the group whereby all participants are free to ask the questions they would like to have answered. The SI sessions are generally concluded with the participants presenting for each other, the solutions and answers they have arrived at, using the blackboard.

III. METHODOLOGY USED IN STUDY

In order to answer the questions raised above in the introduction we used two questionnaires – one for students who have just concluded their term as SI leaders (see tables I and III), and one for former SI leaders who have graduated and who are currently working (see tables II and IV). Both questionnaires consisted of a few statements to which respondents expressed agreement using a 5-level Likert-type scale, as well as a number of open-ended questions. The first questionnaire was handed out to 36 students who had completed their SI leadership at the end of the autumn semester. The second questionnaire was posted to 40 SI leader alumni who are currently employed.

TABLE I
Open-ended questions to students who have just finished their term as SI leaders

- What has been most rewarding in your job as an SI leader?
- What has been least rewarding in your job as an SI leader?
- Name three qualities that you believe characterize a good SI leader
- Describe how your role as an SI leader changed during the semester
- Have you, by being an SI leader, changed your view on your own studies?
- Briefly name and explain three skills you improved upon by being an SI leader
- Describe what you did to try to create a trust between you and your participants at the SI sessions. Do you feel that you succeeded in creating this trust?
- Describe what you did to create an easy-going, positive and supportive atmosphere at you SI sessions. Do you feel that the atmosphere at your sessions can be described in that way?
- Other remarks

TABLE II
Open-ended questions to former SI leaders who have graduated and who are currently working

- Describe briefly your employment and work tasks since graduating from the School of Engineering at Lund University
- In hindsight – What skills did you develop during your SI leadership?
- Which skills developed during your SI leadership have you had use for in your work, and in what way?
- Give an example of, and describe a situation where you used the experiences of your SI leadership in your professional life.
- Other remarks

IV. RESULTS

35 students (97 %) completed and handed in the first questionnaire. The results regarding agreements with statements are shown in table III. A clear majority of the students agree, or agree to a large extent, that they have developed several capabilities through the SI leadership: the ability to communicate with, and talk in front of others, to listen to their thoughts and reasoning and to meet and inspire different individuals; the ability to get students to help each other and improve students enthusiasm about performing a job, the ability to organize the work for a group. Furthermore, a clear majority of the students felt that their SI leadership made them more secure in being a leader of a group and in leading a discussion. And as a bonus a majority felt that they got a deeper understanding of the course as well as improved self-confidence. Many of these results confirm earlier findings by [8], [9], and [10] from other universities and in other subject areas.

The results in table III are supported by the answers to the open-ended question "Name and explain briefly three skills you improved upon by being an SI leader". One example:

- *To study and inspire large groups and to talk in front of others. To plan and take responsibility. To reflect on my own studies.*

TABLE III
Agreement (% of students) with statements in questionnaire by students who have just completed their term as SI leaders

Statements (all beginning with – By being an SI leader ……)	Disagree	Agree to a minor extent	50 % agreement	Agree to a large extent	Agree
I have developed my ability to communicate with others	0	0	6	29	66
I feel more secure in being a leader of a group	0	3	3	31	63
I improved in organizing the work for a group	0	0	11	34	54
I have developed my ability to listen to other people's thoughts and reasoning	0	3	11	31	54
I feel more secure in leading a discussion	3	0	17	34	46
I have developed my ability to make a group of individuals enthusiastic about performing a task	0	3	17	40	40
I got a considerably deeper understanding of the course content	3	3	17	37	40
I have developed my ability to get students to help each other	0	6	9	49	37
I have improved my self-confidence	0	6	26	34	34
I improved my ability to talk in front of others	0	6	17	46	31
I improved my ability to meet and inspire different individuals	0	3	23	46	29
I improved the planning of my own work	6	23	29	31	11
I improved my own way of studying	14	34	26	26	0

Support for some of the results in table III can also be found in the answers to the open-ended question put to former SI leaders who have graduated and are currently working, "Seen in hindsight – What skills did you develop during your SI leadership?". One of the answers that illustrates this:

- *I have improved my leadership abilities, seen the value of involving and engaging those who participate in projects by promoting active participation and own initiatives*

Two items in table III that did not change much for the majority of the students during the SI leadership, were the

planning of their work and their way of studying. This observation is confirmed by the answers to the open-ended question "Have you, by being an SI leader, changed your view on your own studies?". More than half answered negatively to the question. However, some of the SI leaders who answered negatively mention that they had preferred to work in groups prior to SI leadership, or state that they changed their view on their own studies through SI sessions, when they themselves were participants. The students who felt that they did change their way of studying by being an SI leader, mention the benefits of working in a group, to look at a problem in different ways and to learn in a more meaningful way – not just for the exam.

Two other competencies that are essential for SI leaders were addressed in the open-ended questions regarding trust between SI leader and participants and creating an easy-going, positive and supportive atmosphere in the SI sessions. The answers reflect that all SI leaders had strategies to create both trust and a fruitful atmosphere and they appear to have succeeded well in both respects. One example:

- *By being friendly and helpful but also firm regarding helping each other. To encourage the students and give plenty of praise for good questions etc. No questions are bad! They have trust in the SI leader if they feel free to ask him/her questions.*

In the last open-ended question "Other remarks" it is impressive how many students - actually a majority of them - express how much fun it is to be an SI leader (some of them being quite surprised at this conclusion!).

20 of the 40 SI leader alumni sent in a completed questionnaire (questionnaire No. 2). The types of jobs they represent vary quite a lot – from being a researcher at a university to purchase manager at a communication company, and a development engineer at a packaging company are a few examples. The results regarding agreement with statements are shown in table IV. It is encouraging to see that a clear majority of the respondents judge the merit of having been an SI leader, increasingly from being of some importance, to being of very high importance in regard to attaining employment after graduation. An illustration of this is also found in one answer to the question "Other remarks":

- *To have been an SI leader was seen as very positive at job interviews, since so many positive experiences are linked to this, like leadership, pedagogy, coaching, responsibility etc.*

It is also encouraging that most former SI leaders feel that they had some use or good use of their SI leadership experience in their current employment, agreeing well with the findings of [8]. This is also illustrated in the answers to the open-ended question "Which competencies developed through your SI leadership have you had use for in your work and in which way?". One example:

- *Very good use since I am often in charge of different jobs. It is about communication, patience to explain in different ways etc. It has also made me feel comfortable when I am in charge of meetings.*

TABLE IV
Agreement (% of former SI leaders) with statements in questionnaire by former SI leaders who have graduated and are presently working

Questions	Not at all	Of very limited importance	Of some importance	Of high importance	Of very high importance
How important was the merit of being an SI leader in attaining employment after graduating from the Faculty of Engineering at Lund University?	6	28	17	22	28
	Not at all	Very little use	Some use	Good use	Very good use
In your job, how much use have you had of your SI leadership after graduating from the Faculty of Engineering at Lund University?	5	15	35	45	0

V. CONCLUSIONS

The study indicates that students who work as SI leaders gain several benefits from their SI experience. The benefits can be divided into the following main themes:

- Improved communication skills
- Improved interpersonal skills
- Improved leadership skills
- Improved self confidence
- Deeper understanding of course content

Several of these benefits are confirmed in the few other studies made on the subject mentioned in the introduction. In the present study it does not seem that SI leaders in general feel that they improve their study skills or become better in planning their own work as a consequence of their leadership. These results are contrasted by the findings of [8] and [10] that indicate the opposite. The reasons for these differences between the studies are hard to say.

SI alumni and to what extent their SI leadership have benefitted them in their working life after graduation have received little attention previously. In the present study a majority of former SI leaders regard their SI leader experience as an important merit in attaining employment after graduation. A clear majority of former SI leaders have had some use, or good use in their later professional life, of the skills acquired and developed during their SI leadership.

REFERENCES

[1] M. Hurley, G. Jacobs, and M. Gilbert, "The Basic SI Model", in *Supplemental instruction: New visions for Empowering Student Learning. New Directions for Teaching and Learning. No. 106.*, eds. M. E. Stone and G. Jacobs, pp. 11-22. Wiley Periodicals, 2006.

[2] D. Martin, "Foreword," *Australian Journal of Peer Learning Vol.* 1, pp. 3-5, 2008.

[3] R.A. Blanc, L.E. DeBuhr, and D.C. Martin, "Breaking the attrition cycle: The Effects of Supplemental Instruction on Undergraduate

Performance and Attrition," *The Journal of Higher Education,* Vol 54, pp. 80-90, 1983.

[4] J. Malm, L. Bryngfors, and L. Mörner, "Supplemental instruction (SI) at the Faculty of Engineering (LTH), Lund University, Sweden. An evaluation of the SI program at five LTH engineering programs, autumn 2008," *Australian Journal of Peer Learning,* Vol. 3, pp. 38–50, 2010.

[5] D.H. Congos, and A. Mack, "Supplemental Instruction's impact on students in two freshmen chemistry classes," *Research and Teaching in Developmental Education,* Vol. 21, pp. 43-64, 2005.

[6] C. Power, and K. Dunphy, "Peer Facilitated Learning in Mathematics for Engineering: a Case Study from an Australian University," *Engineering education,* Vol. 5, pp. 75-84, 2010.

[7] P. Ashwin, "Peer facilitation and how it contributes to the development," *Research in Post-Compulsory Education*, Vol. 8, pp. 5-18, 2003.

[8] D.H. Congos, and B. Stout, "The benefits of Supplemental Instruction (SI) leadership experience after graduation," *Research & Teaching in Developmental Education,* Vol. 20, pp. 29-41 , 2003.

[9] J.A. Couchman, "An Exploration of the 'Lived Experience' of one Cohort of Academic Peer Mentors at a Small Australian University," *Australasian Journal of Peer Learning,* Vol. 2, pp. 87-110, 2009.

[10] N.M. Lockie, and R.J. Van Lanen, "Impact of the Supplemental Instruction Experience on Science SI Leaders," *Journal of Developmental Education,* Vol. 31, pp. 2-14, 2008.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Betydelse av nedlagd studietid samt inlärnings- och studiestrategier för nya ingenjörers studieresultat under första terminen

Joakim Malm, Karin Cherfils-Karlsson, Elisabet Gersbro-Bülow, Maria Sörensson, Lunds Tekniska Högskola

Abstract*— I studien har vi gjort en inventering av inlärnings- och studiestrategifaktorer såsom oro, attityder, koncentration, motivation, studiestöd och tidsplanering bland nybörjarstudenter vid Lunds tekniska högskola (LTH) och studerat hur de förändras under första terminen. Vidare har vi studerat hur självstudietiden påverkar studieresultat och om det finns samband med inlärnings- och studiestrategifaktorerna. För att göra undersökningen har vi använt en kortversion av ett väl dokumenterat enkätinstrument – LASSI (Learning- and Study Strategy Inventory). Resultaten från studien visar att nybörjarstudenterna vid LTH i genomsnitt har goda inlärnings- och studiestrategier inom de undersökta områdena när de kommer till högskolan. En viss försämring kan märkas på alla faktorer undantaget studiestöd under den första terminen. Dock är det endast inom områdena studiestöd och tidsplanering där det finns förhållandevis stora studentgrupper som uppvisar potentiella svagheter. Det finns också tydliga samband mellan inlärnings- och studiestrategifaktorerna och studieresultat under den första terminen.

Avseende självstudietid vid sidan av ordinarie undervisning finns betydande skillnader mellan studenterna. Intressant är dock att sambandet mellan självstudietid och studieresultat tycks svagt. Uttalade samband finns också mellan självstudietid och inlärnings- och studiestrategifaktorerna, speciellt avseende faktorn tidsplanering.

***Index Terms*— Inlärning, studiestrategi, LASSI, självstudietid**

I. INTRODUKTION

Vilka faktorer påverkar en students studieresultat? Givetvis är studentens förmåga inom det valda studieområdet centralt, men det är rimligt att anta att flera andra faktorer spelar roll såsom motivation, akademisk tradition i familjen, socialt nätverk, ekonomi, mm. I denna studie har vi valt att titta närmare på hur studenternas inlärnings- och studiestrategier samt nedlagd studietid vid sidan av schemalagd undervisning påverkar studieresultaten för nya ingenjörsstudenter under den första terminen. Vi har utgått från en kortare version av LASSI (Learning And Study Strategy Inventory) framtagen vid University of Texas at Austin. Enkäten består av 25 frågor inom områdena oro, attityder, koncentration, motivation, studiestöd samt tidsplanering.

Orsaken till att fokusera på inlärnings- och studiestrategier samt nedlagd självstudietid är att kartlägga om det här finns potentiella riskfaktorer som kan förväntas påverka studieresultaten negativt. Sådan information är av stor vikt för att kunna förbättra hjälpen för nya studenterna att komma in i sina studier genom olika typer av årgärder som exempelvis utveckling av workshops om studiestrategier, förbättrad information, mm. Huvudfrågorna i denna studie kan sammanfattas enligt följande:

- Är det någon av faktorerna oro, attityder, koncentration, motivation, studiestöd samt tidsplanering där det finns tydliga brister hos de nyblivna studenterna? På vilket sätt förändras faktorerna under den första terminen vid högskolan? Finns det ett tydligt samband mellan dessa inlärningsfaktorer och studieresultat?
- Hur varierar nedlagd studietid vid sidan av schemalagd undervisning under första terminen mellan studenter? Finns det tydliga samband mellan självstudietid och studieresultat i termer av avklarade högskolepoäng under första terminen. Finns det samband mellan de olika inlärnings- och studiestrategierna samt nedlagd studietid?

II. UTFORMNING OCH HANTERING AV UNDERSÖKNINGSENKÄTEN

LASSI utvecklades för att samla information om inlärnings- och studiestrategier ([1]). Den består av en enkät med 80 påståenden som är uppdelade på 8 olika områden. Eftersom det antas mer än 1000 nya studenter vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) varje år skulle en sådan omfattande enkät vara alltför svår att genomföra för samtliga nya studenter. Därför beslöts att välja ut de inlärnings- och studiestrategiområden som kändes mest relevanta och där antalet påståenden inom varje område reducerades till de som bedömdes vara mest centrala. Områdena och påståenden på enkäten är återgivna i tabell I.

Enkäten delades ut till alla nya studenter på civilingenjörsutbildningar, brandingenjörslinjen samt på Arkitekturprogrammet vid LTH i samband med studiestart i september 2012 samt efter en termins studier. Vid det första tillfället ombads studenterna att svara utgående från deras sista studieår innan de började vid LTH. Vid det senare tillfället

ombads studenterna att fylla i svaren baserat på deras erfarenheter under den första terminen vid LTH. Vid detta tillfälle frågades också efter genomsnittligt nedlagd självstudietid per vecka (vid sidan av schemalagd undervisning) under terminen. För respektive påstående fanns fem möjliga svarsalternativ:

1. Stämmer (nästan) aldrig
2. Stämmer ibland
3. Stämmer hälften av tiden
4. Stämmer ofta
5. Stämmer (nästan) alltid

Enkätsvaren sammanställdes sedan i Excelark uppdelat på de olika utbildningsprogrammen. Vid sammanställningen och analysen har svaren givits de numerära värdena enligt ovan.

Tabell I
Kortversion av LASSI som användes vid denna undersökning

ORO
1. Jag känner mig orolig även då jag förberett mig väl för ett prov
2. När jag gör ett prov störs min koncentration av oron för att misslyckas
3. När jag studerar störs min koncentration av oron för att misslyckas på kursen
4. Kurser i vissa ämnen, som matematik eller kemi, gör mig orolig
ATTITYDER
5. Jag kan motivera mig till att studera ämnen som inte är intressanta
6. Jag studerar bara ämnen som intresserar mig
7. Jag har en positiv attityd avseende att gå på undervisning
8. Enligt min åsikt är innehållet i kurserna jag läser inte värt att lära sig
KONCENTRATION
9. Jag koncentrerar mig till fullo när jag studerar
10. Jag förstår inte allt material eftersom jag inte lyssnar tillräckligt noggrant
11. Jag distraheras lätt när jag studerar
12. Jag tenderar att "sista-minuten" läsa före varje prov
MOTIVATION
13. Jag har höga krav på mig själv i skolan
14. När arbetet är svårt ger jag antingen upp eller studerar bara lätta delar
15. Jag är i fas i mina studier
16. Även när det jag studerar är tråkigt och ointressant så kan jag fortsätta att studera till jag är klar
STUDIESTÖD
17. Jag försöker hitta en studiekamrat eller studiegrupp i mina kurser
18. Om jag får problem när jag studerar frågar jag en studiekamrat eller lärare om hjälp
19. När jag studerar så försöker jag ofta förklara material i kursen för en klasskamrat eller vän
20. När jag studerar så avsätter jag tid för att diskutera material i kursen med en grupp av klasskamrater
21. Även om jag har problem att förstå materialet i en kurs så försöker jag arbeta på egen hand utan hjälp från någon annan
TIDSPLANERING
22. Jag tycker det är svårt att hålla mig till en studieplan
23. Jag skjuter upp studierna mer än jag borde
24. Jag fördelar mina studier över tiden så jag slipper "sista-minuten-läsa" för ett prov
25. Jag avsätter mer studietid för ämnen som är svåra för mig

III. RESULTAT

Svarsfrekvensen bland de nya studenterna var god. Av de 1204 nya studenterna på berörda program svarade 91 % på enkäten som delades ut i augusti 2012 och 64 % på enkäten som delades ut i januari 2013 i samband med vårterminsstart. 717 studenter (59 %) svarade på bägge enkäterna. Således bör studenter som svarat på båda enkäterna vara representativa för de studenter som fullföljt första terminen. För de som ej fullföljt första terminen (gjort avbrott eller tagit studieuppehåll) gör vi en speciell analys baserat på första enkäten och jämför med det övriga studentkollektivet.

I tabell II har vi sammanställt resultaten för de olika huvudområdena inom inlärnings- och studiestrategier som ingick i studien. Svaren från studenterna i augusti 2012 antyder att det inte finns några påtagliga skäl till oro för områdena oro, attityder, koncentration och motivation. För områdena studiestöd och tidsplanering ligger svaren mer åt det neutrala hållet i genomsnitt, vilket kan antyda att det finns en förhållandevis stor andel som kan ha svårigheter inom dessa områden. Svaren på januarienkäten skiljer sig i genomsnitt inte mycket åt från de i augustimätningen även om alla förändringar är statistiskt signifikanta. Det som är tydligt är dock att värdena på alla kategorier undantaget studiestöd försämras, vilket kan ge anledning att fundera över vad som händer under första terminen på högskolan. Däremot är värdena fortfarande höga inom områdena oro, attityder och motivation, vilket antyder att de inte är några potentiella problemområden. Möjligen att området koncentration kan vara något att arbeta med.

Tabell II
Sammanställning av de olika inlärnings- och studiestrategiområdena vid de två enkättillfällena. Det numeriska värdet för varje områdesfaktor har beräknats som ett medelvärde för de påståendefrågor som ingår i faktorn. För faktorerna i augusti 2012 som baseras på alla som lämnat in enkäten anger värdet 1 att det inte alls är bra ställt och värdet 5 att det inte alls finns någon anledning till oro. Värdena i januari baseras på skillnader mellan januari- och augustimätningarna för de studenter som svarat på bägge enkäterna.

Enkät	Augusti 2012	Januari 2013
Oro	4,1	-0,3
Attityder	4,0	-0,1
Koncentration	3,7	-0,2
Motivation	4,0	-0,3
Studiestöd	3,3	+0,1
Tidsplanering	3,4	-0,1

I tabell III visas andelen studenter som har respektive inlärnings- och studiestrategifaktor som en potentiell svaghet. Med potentiell svaghet menas att påståenden inom området i genomsnitt besvarats åt det negativa hållet (faktorvärde <3). Som framgår av tabellen är det flest studenter som har potentiella svagheter i områdena studiestöd samt tidsplanering med ca ¼-1/3 av studenterna som anger detta vid bägge tillfällena. Intressant att notera är att studiestöd är det enda området som påvisar en förbättring efter första terminen vid högskolan. Detta kan möjligen vara en frukt av att LTH satsar stort på ett pedagogiskt initiativ kallat "Supplemental Instruction" som är ett komplement till ordinarie undervisning i en "svår" inledande kurs och där kursmaterialet bearbetas genom diskussion och samarbete i grupp under ledning av en "äldre" student som tidigare följt kursen ([2]).

I tabell IV tittar vi lite närmare på områdena studiestöd och tidsplanering och ser hur stor andel av studenterna som angett potentiella svagheter för specifika frågepåståenden. Som framgår av tabellen är det lärandet tillsammans med andra som är den stora stötestenen för en ansenlig andel av studenterna. Dock är det ingen förändring av andelen mellan augusti och januarimätningen. Snarare tvärtom,

vilket som sagt kanske kan tillskrivas satsningen på ”Supplemental Instruction”. Vad gäller tidsplanering så är det att ligga i fas som är den stora stötestenen för en rätt stor andel av studenterna både i augusti- och januarimätningarna. Det är också en större andel studenter i januarimätningarna som har problem med att strukturera studierna.

Tabell III
Sammanställning av andelen studenter (%) med potentiella svagheter i de olika inlärnings- och studiestrategiområdena vid de två enkättillfällena (områdesvärden < 3,0). Data vid de två enkättillfällena är bara för studenter som svarat på båda enkäterna.

Enkät	Augusti 2012	Januari 2013
Oro	7 %	15 %
Attityder	3 %	5 %
Koncentration	13 %	19 %
Motivation	5 %	12 %
Studiestöd	29 %	26 %
Tidsplanering	24 %	32 %

Tabell IV
Sammanställning av andelen studenter (%) med som angett potentiella svagheter i påståenden (helt eller delvis överensstämmande med negativa påståenden m a p områdesfaktorn och tar helt eller till stora delar avstånd från positiva påståenden) i områdena studiestöd och tidsplanering vid de två enkättillfällena. Data vid de två enkättillfällena är bara för studenter som svarat på båda enkäterna.

Enkät	Aug 2012	Jan 2013
Studiestöd		
17. Jag försöker hitta en studiekamrat eller studiegrupp i mina kurser	28 %	19 %
18. Om jag får problem när jag studerar frågar jag en studiekamrat eller lärare om hjälp	9 %	8 %
19. När jag studerar så försöker jag ofta förklara material i kursen för en klasskamrat eller vän	25 %	27 %
20. När jag studerar så avsätter jag tid för att diskutera material i kursen med en grupp av klasskamrater	52 %	51 %
21. Även om jag har problem att förstå materialet i en kurs så försöker jag arbeta på egen hand utan hjälp från någon annan	26 %	26 %
Tidsplanering		
22. Jag tycker det är svårt att hålla mig till en studieplan	11 %	19 %
23. Jag skjuter upp studierna mer än jag borde	29 %	34 %
24. Jag fördelar mina studier över tiden så jag slipper ”sista-minuten-läsa” för ett prov	37 %	33 %
25. Jag avsätter mer studietid för ämnen som är svåra för mig	16 %	20 %

Finns det då något samband mellan inlärnings- och studiestrategierna och studenternas studieresultat? Enligt LTH:s strategiska mål är en student lyckosam under första läsåret om denne/denna tagit minst 40 hp. Omsatt till lyckade studier på höstterminen innebär detta således minst 20 tagna poäng. I tabell V jämför vi samlingsvärden på de olika inlärnings- och studiestrategifaktorerna baserat på enkätmätningen i januari för grupperna med studenter som tagit minst 20 hp (78 % av studenterna) under höstterminen och mindre än 20 hp (22 % av studenterna). Det framgår tydligt att de olika faktorerna spelar roll för studieprestationerna även om det inte föreligger några dramatiska skillnader. Det finns därför anledning att anta att förbättrad hjälp för studenter som är förhållandevis svaga inom olika inlärnings- och studiestrategiområden bör leda till förbättrade studieresultat.

Hur ser det då ut för de studenter som försvunnit från sina utbildningsprogram under höstterminen (som gjort avbrott, tagit studieuppehåll, försvunnit utan att meddela ngt och ej terminsregistrerat sig för vårterminen)? Skiljer sig de åt från övriga studenter avseende de betraktade områdena inom inlärnings- och studiestrategier? I tabell VI ges motsvarande värden för denna studentgrupp som gavs för hela nybörjarkullen i tabell II. Här framgår att studentgruppen som ej fullföljt höstterminsstudierna har något lägre värden på de olika områdena, men skillnaderna är små. M a o är det knappast troligt att avhoppen i huvudsak kan tillskrivas bristande inlärnings- och studiestrategier.

Tabell V
Sammanställning av de olika inlärnings- och studiestrategiområdena vid enkät-tillfället i januari för studenter som klarat minst 20 hp under höstterminen samt studenter som klarat mindre än 20 hp. Värdet 1 anger att det inte alls är bra ställt och värdet 5 att det inte alls finns någon anledning till oro.

Tagna poäng för studentgrupp	< 20 hp	≥ 20 hp
Oro	3,5	3,9
Attityder	3,8	4,0
Koncentration	3,3	3,6
Motivation	3,3	3,8
Studiestöd	3,1	3,5
Tidsplanering	2,9	3,4

Tabell VI
Sammanställning av de olika inlärnings- och studiestrategiområdena vid enkät-tillfället i augusti för studenter som ej fullföljt höstterminen (64 studenter). Värdet 1 anger att det inte alls är bra ställt och värdet 5 att det inte alls finns någon anledning till oro.

Studentgrupp	Studenter som ej fullföljt höstterminen	Alla nybörjarstudenter
Oro	4,0	4,1
Attityder	4,0	4,0
Koncentration	3,5	3,7
Motivation	3,9	4,0
Studiestöd	3,1	3,3
Tidsplanering	3,2	3,4

Självstudietid är en annan faktor som rimligen påverkar studieresultaten. I tabell VII visas den genomsnittliga självstudietiden per vecka vid sidan av schemalagd undervisning, antalet tagna poäng för nybörjarstudenterna under höstterminen samt genomsnittsvärden på de olika inlärnings- och studiestrategiområdena. Självstudietiden varierar som synes kraftigt, med en stor andel av studenterna som bedriver självstudier mindre än 10 timmar i veckan. Med tanke på att den schemalagda lärarledda studietiden uppgår till 22 timmar i genomsnitt vid LTH och att den nominella självstudietiden per student är 27 timmar i veckan i genomsnitt baserat på tider angivna i kursplaner antyds att studenterna inte aktiveras i studierna i den grad som är tänkt. Det är vidare betänksamt att självstudietiden påverkar studieprestationen i form av tagna högskolepoäng i så liten utsträckning. En fråga som väcks är onekligen om studenternas tidsuppskattning av sina självstudier är korrekt.

Det går inte att säga här. Vår tanke är att välja ut några mindre studentgrupper som får bokföra sin självstudietid vecka för vecka. Och att sedan jämföra dessa data med en uppskattning de gör efter terminens slut på antalet självstudietimmar i veckan under hösten för att se vilken omfattning en eventuell diskrepans har.

Om vi jämför självstudietid med genomsnittsvärden på de olika inlärnings- och studiestrategiområdena finns det flera tydliga samband:

- Ju mer angiven självstudietid för en student ju bättre attityd, koncentration, motivation, studiestöd och i synnerhet bättre tidsplanering. Dock ökar oron med ökande studietid
- Undantaget är en liten grupp av studenter med >25 timmar självstudietid som går mot strömmen avseende studiestöd där de är avsevärt sämre än övriga grupper

Tabell VII

Självstudietid per vecka och antalet tagna poäng under höstterminen 2012 samt värden på de olika inlärnings- och studiestrategiområdena vid enkät-tillfället i januari för nybörjarstudenterna vid LTH. Värdet 1 anger att det inte alls är bra ställt och värdet 5 att det inte alls finns någon anledning till oro.

Antal självstudie-timmar	Antal studenter	Antal tagna högskolepoäng	Oro	Attityder	Koncentration	Motivation	Studiestöd	Tidsplanering
≥ 25	8	25,9	3,5	4,3	3,9	4,1	2,5	4,2
21-24	26	24,9	3,6	4,1	3,8	4,0	3,6	3,9
17-20	62	24,0	3,6	4,1	3,6	3,9	3,4	3,6
13-16	128	24,3	3,8	4,0	3,7	3,8	3,5	3,5
9-12	197	24,4	3,8	3,9	3,6	3,7	3,4	3,3
5-8	182	23,3	3,9	3,9	3,4	3,6	3,3	3,0
0-4	50	20,6	4,1	3,7	3,1	3,4	3,1	2,5

IV. SLUTSATSER

Resultaten från studien visar att nybörjarstudenterna vid LTH i genomsnitt har goda inlärnings- och studiestrategier inom områdena oro, attityder, koncentration, motivation, studiestöd och tidsplanering när de kommer till högskolan. En viss försämring kan märkas på alla faktorer undantaget studiestöd under den första terminen. Dock är det endast inom områdena studiestöd och tidsplanering där det finns förhållandevis stora studentgrupper om ca 25-30 % av alla nybörjarstudenter som uppvisar potentiella svagheter. Det finns också tydliga om samband mellan inlärnings- och studiestrategifaktorerna och studieresultat under den första terminen. Detta antyder att förbättrade inlärnings- och studiestrategier inom berörda områden bör resultera i bättre studieresultat.

Avseende självstudietid vid sidan av ordinarie undervisning finns betydande skillnader mellan studenterna. Genomsnittet om ca 12 timmar per vecka ligger betydligt under de nominella 27 timmarna per vecka enligt LTH:s kursplaner. Intressant är dock att sambandet mellan självstudietid och studieresultat tycks svagt. Uttalade samband finns också mellan självstudietid och inlärnings- och studiestrategifaktorerna, speciellt avseende faktorn tidsplanering.

REFERENSER

[1] Weinstein, C. E., & Palmer, D. R. (2002). *Learning and Study Strategies Inventory* (*LASSI*): User‟s manual (2nd ed.). Clearwater, FL: H & H Publishing.

[2] J. Malm, L. Bryngfors, and L. Mörner, ”Supplemental instruction (SI) at the Faculty of Engineering (LTH), Lund University, Sweden. An evaluation of the SI program at five LTH engineering programs, autumn 2008,” *Australian Journal of Peer Learning,* Vol. 3, pp. 38–50, 2010.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Teknologers lärstil och attityd till ”nya pedagogiska grepp”

Greger Thornell och Lena Klintberg

***Abstrakt*—Här undersöks vilken inlärningspreferens och vilken inställning till alternativa undervisningsformer studenter i tre årskurser vid ett civilingenjörsprogram har. Teknologerna har genomgått ett så kallat VARK-test för att ta reda på vilken perceptionsrelaterad lärstil de föredrar och sedan fått svara på en enkät om sin bakgrund och syn på undervisningsteknik. Utfallen har behandlats med hjälp av principalkomponentanalys. Resultatet visar att det inte går att säkerställa någon korrelation mellan lärstil enligt VARK-klassificering och inställning till undervisningsmetod. Men den visar också att en majoritet är positiv till mer interaktiv undervisning och är beredd att göra uppoffringar för den, t ex genom att byta bort konventionell undervisning eller att öka mängden undervisningstid totalt.**

***Indexord*—lärstil, VARK, undervisningsteknik, principalkomponentanalys, enkät**

I. Introduktion

Undervisningen på Uppsala universitets civilingenjörsprogram har förändrats mycket de senaste åren, men fortfarande präglas den av de traditionella undervisningsformerna föreläsningar, lektioner (dvs framför allt lärarledda räkneövningar) och laborationer. En anledning kan vara ämnenas karaktär, särskilt som inslagen av nya undervisningsformer, som i det här sammanhanget får innefatta så gott som alla andra undervisningsformer, tycks öka något när de första årskursernas matematik och naturvetenskap får träda tillbaka för de tekniska, ingenjörsmässiga ämnena. En annan orsak kan vara lärarnas och studenternas vanor och inställning.

I den här studien undersöks vilken inställning en grupp teknologer har till alternativa undervisningsformer och hur inställningen korrelerar till klassificeringen av studenterna i olika perceptionsrelaterade inlärningspreferenser enligt VARK-modellen [1, 2] samt deras tid vid programmet och erfarenhet av universitets- och högskolestudier. Arbetet består av ett vedertaget och allmänt tillgängligt test för att bedöma VARK-tillhörigheten och en enkät samt databehandling och analys av resultaten från dessa två.

Greger Thornell är vid Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (korresponderande, 018-471 71 26, e-post: greger.thornell@angstrom.uu.se)

Lena Klintberg är vid Avdelningen för mikrosystemteknik, Institutionen för teknikvetenskaper, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (e-post: lena.klintberg@angstrom.uu.se)

II. Metod

Försökspersonerna är teknologer på de tre första årskurserna på civilingenjörsprogrammet Teknisk fysik med inriktning materialvetenskap, Q-programmet, vars tre senaste årskullar har varit förhållandevis stora (40-70 studenter). Detta gör att det finns ett gott underlag och att studien kan renodlas något.

Teknologerna ombads per e-post att först genomgå den svenska webbversionen av VARK-testet på www.vark-learn.com från 2007, och notera utfallet i form av poäng i de fyra kategorierna Visuell, Auditiv, R för Skriv/Läs och Kinestetisk. Ett utdrag från testet redovisas i Bilaga 1.

I samma utskick ombads studenterna att därefter svara på en webbaserad enkät med två frågekategorier: de som handlar om bakgrundsfaktorer, till exempel vad VARK-testet resulterade i och hur många terminer av universitets- och högskolestudier de har bakom sig, och hur många timmar som läggs på studierna vid sidan av den schemalagda tiden, och de som handlar om inställning till undervisningsformerna på programmet, till exempel i vilken grad studenten skulle önska förändra graden av interaktivitet i undervisningen, om undervisningen som helhet är traditionell eller nydanande och i vilken grad studenten skulle vilja återkoppla sin förståelse utanför examinationen. I den kategorin finns också ett par frågor i syfte att ta reda på om teknologen var villig att avstå traditionell undervisning eller till och med utöka den totala undervisningstiden till förmån för alternativ undervisning. Totalt ställdes 21 frågor i enkäten. Dessa var antingen av flervalstyp eller kunde besvaras med ett tal, till exempel, ett årtal eller ett poängantal. Alla svar gavs anonymt.

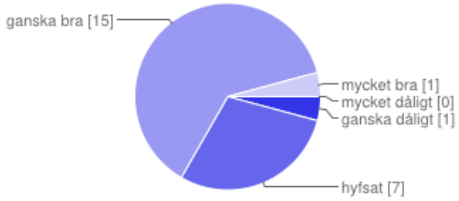
Utskicket gjordes till ca 180 studenter den 26 februari. Efter påminnelse hade totalt 24 svar tagits emot när svarstiden gick ut den 9 mars.

Efter en rudimentär översättning och normering av svaren, till exempel tilldelningen av siffervärden på svarsskalor på formen mycket högre till mycket lägre, sammanställdes resultaten grafiskt och analyserades numeriskt för att bedöma koherensen i svaren och hitta korrelationer mellan dem. För analysen användes verktyget Simca (ver 12.0.1, MKS Umetrics AB), som är ett kraftfullt och väletablerat program för multivariat analys av stora datamängder. I detta gjordes bland annat en så kallad principalkomponentanalys för att åskådliggöra variansen i svaren och finna eventuella beroenden mellan svaren. Att förstå hur analysen går till är inte nödvändigt för att förstå denna rapport, men en introduktion till tekniken ges i [3].

III. Resultat

Här redovisas ett urval av några frågor och svar. Resterande redovisas i Bilaga 2.

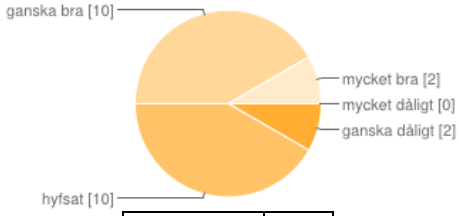
En klar majoritet upplevde VARK-testets utfall som rättvisande, Figur 1.



mycket dåligt	0%
ganska dåligt	4%
hyfsat	29%
ganska bra	63%
mycket bra	4%

Fig. 1. Svarsutfallet till Fråga 5: *Hur väl tycker du att VARK-testet återspeglar din inlärnings-/lärstil?*.

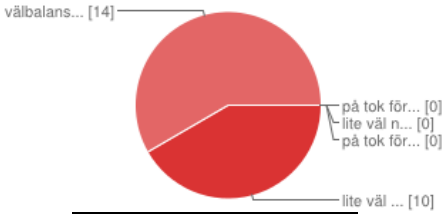
Det kunde visas att bara en liten andel, 8%, av studenterna anser att undervisningsformen på programmet i stort passar deras inlärningsstil dåligt, Figur 2.



mycket dåligt	0%
ganska dåligt	8%
hyfsat	42%
ganska bra	42%
mycket bra	8%

Fig. 2. Svarsutfallet till Fråga 8: *Generellt, hur väl tycker du att undervisningsformen på civilingenjörsprogrammet, så här långt, passar din inlärnings-/lärstil?*.

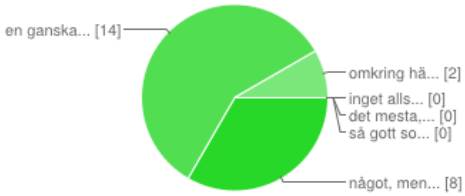
En betydligt större andel, men likväl en minoritet, av de svarande bedömde ändå programmets undervisning som lite väl traditionell och ingen ansåg den vara nydanande i någon högre grad, Figur 3.



på tok för traditionell	0%
lite väl traditionell	42%
välbalanserad	58%
lite väl nydanande	0%
på tok för nydanande	0%

Fig. 3. Svarsutfallet till Fråga 9: *Om man ytterst grovt klassificerar undervisningen enligt: traditionell (tex lärarledda föreläsningar och räkneövningar) och nydanande (tex inflikade grupp- och pardiskussioner, problembaserad inlärning, seminarier, laborationer, studiebesök och demonstrationer), hur skulle du bedöma undervisningen du hittills varit med om på civilingenjörsprogrammet?*.

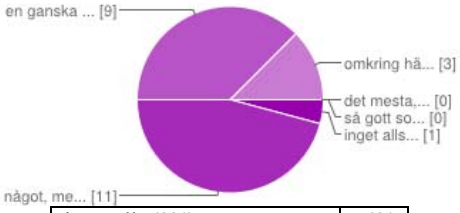
En fråga, som sökte svar på i vilken mån teknologerna var beredda att byta traditionell mot nydanande undervisning, visade att en majoritet, 58%, var beredd att byta bort så mycket som 10-35% undervisningstid och att en stor andel (33%) var beredd att byta bort åtminstone en mindre del (<10%) av undervisningen, Figur 4.



inget alls (0%)	0%
något, men mindre än 10%	33%
en ganska stor andel, 10-35%	58%
omkring hälften, 35-65%	8%
det mesta, 65-90%	0%
så gott som allt, 90-100%	0%

Fig. 4. Svarsutfallet till Fråga 17: *Om man antar att den totala tiden för undervisning är bestämd och att traditionell undervisningstid måste bytas mot tid för nydanande undervisning, hur stor andel av den traditionella skulle du kunna tänka dig att byta bort?*.

Relaterat till detta, frågades det sedan hur mycket av självstudietiden studenten var beredd att investera i nydanande undervisning. Svaren indikerar en något mindre, men fortfarande betydande, entusiasm än utfallet från frågan ovan, Figur 5. (Här har andelen tid valts som ett mått på investeringsviljan.)



inget alls (0%)	4%
något, men mindre än 10%	46%
en ganska stor andel, 10-35%	38%
omkring hälften, 35-65%	13%
det mesta, 65-90%	0%
så gott som allt, 90-100%	0%

Fig. 5. Svarsutfallet till Fråga 18: *Om den traditionella undervisningen behölls sin omfattning, hur mycket av din övriga (själv-) studietid skulle du vara beredd att investera i nydanande undervisning?*.

Resultatet av den multivariata analysen visade att svaren var sammanhållna. En av de svarande tangerar ett avsteg på tre standardavvikelser medan alla andra ligger inom ±2 och en majoritet inom ±1, vilket innebär att alla svaren kunde beaktas i undersökningen.

Principalkomponentanalysen visade ingen signifikant korrelation (kovarians) mellan några av frågorna, och därmed inte heller någon korrelation mellan resultatet på VARK-testet och studenternas syn på undervisningssättet, eftersom ingen signifikant principalkomponent kunde hittas. Den icke-signifikanta komponenten, som endast förklarar ca 20% av variationen analyserades dock, varvid närmast, men ändå långt ifrån vad

som kan sägas med någon som helst statistisk säkerhet, svaren på tre frågor (frågorna 11, 14 och 15 i Bilaga 2) skulle vara positivt korrelerade till varandra och negativt korrelerade till svaren på frågan i Figur 2. En enskild betraktelse av dessa parvisa beroenden i vanliga x/y-plottar, bekräftade att korrelationen var i nivån med bruset på svaren.

Att kovariansen är så gott som obefintlig visas av parametrarna R2 (mått på överensstämmelse) och Q2 (mått på prediktionsförmåga), som idealt ska ligga nära 1, och i goda modeller över 0,7 respektive 0,5, men i detta fall var så låga som 0,07 respektive - 0,1.

IV. Diskussion och slutsatser

Svarsfrekvensen var tämligen låg (13%) men ungefär i nivå med den från programmets kursutvärderingar i högre årskurser, trots att utfallet mycket väl kan få konsekvenser för den utbildningstid som återstår, och inte bara för efterkommande kullars utbildning som med kursutvärderingarna. Antalet är emellertid stort nog för att tillåta den analys som gjorts, och allt tyder på att de deltagande svarat seriöst. Inga svarande avviker kraftigt från de andra. Naturligtvis måste man dock ta hänsyn till att deltagandet i studien var frivilligt och att utfallet därmed möjligen inte representerar teknologerna i gemen.

VARK-testets utfall visade sig stämma hyfsat eller bättre än så med studenternas självbild för 96% av de svarande. Programmets undervisning upplevs snarare som traditionell än nydanande, men 92% tycker ändå att undervisningsformen passar deras inlärningsstil hyfsat eller bättre. Hälften anser till och med att den passar ganska bra eller mycket bra. Likväl önskar en majoritet att undervisningen blir mer interaktiv, att föreläsningar avbryts för kortare gruppdiskussioner, att inslaget av handgripliga moment (till exempel laborationer) ökar, att det ges tillfälle att visa hur man tillgodogjorts sig ett undervisningstillfälle under eller i direkt anslutning till detta, och att seminarier och problembaserat lärande får större utrymme. Bara i frågan som handlar om att själv bidra till undervisningen genom att föreläsa, skapa undervisningsmaterial eller demonstrera något, var inställningen mer reserverad och bara 25% sade sig önska bidra mer. Nästan samtliga av de ”alternativa eller nydanande undervisningssätt” som tagits upp i enkäten välkomnas alltså i någon utsträckning på programmet. Det framgår också att teknologerna är beredda både att avstå en betydande del ”traditionell” undervisning och en inte obetydlig självstudietid för detta.

Att utfallet från VARK-testet i hög grad skulle återspegla den egna uppfattningen om inlärningspreferenser stämde med förväntningarna. Dock förväntades korrelation mellan åtminstone några av enkätens frågor. Till exempel antogs att de svarande som ligger något förskjutna mot Auditiv och Skriv/Läs, men framförallt Kinestetisk, skulle visa på än signifikantare önskan att minska mängden föreläsningar och lärarledda räkneövningar. Det antogs också att studenter som önskar mer interaktivitet skulle vilja delta i seminarier eller korta diskussioner, eller tätare skulle vilja visa prov på kunskap, och att de som ägnar mycket tid åt studier på egen hand skulle vara missnöjdare med den dominerande undervisningsformen och vara mer benägna att pröva alternativa former.

Det är inte svårt att åtminstone spekulera i orsakerna. Kanske görs en mer eller mindre medveten konsekvensanalys till införandet av nya undervisningsformer eller en omfördelning av de befintliga. Hur mycket bättre det än må passa lärstilen, kan det ju tänkas få negativa följder i ett vidare perspektiv. Kan till exempel kraven på närvaro komma att skärpas om seminarier och laborationer får större utrymme? Eller ökar beroendet av kurskamrater? Kan problembaserat lärande innebära otrygghet eller osäkerhet, eller försvåra planering?

Man kan också fundera på om VARK-testet är för trubbigt. Det baseras på enkla och nästan vardagliga omständigheter som man lätt kan föreställa sig och lämna besked om. I flera fall är utfallet multimodalt och även där det ger en enkel klassificering borde det gå att förlika sig med resultatet även om det skulle vara felaktigt.

Vidare är det uppenbart att sinnesintryck verkar tillsammans och att även undervisning som framstår som orienterad mot ett sinne sällan är så renodlad. Rent objektivt kan, till exempel, ett föredrag utan presentationsmaterial leda till bestående synintryck från gester och ansiktsuttryck. Rent subjektivt, kan sannolikt mentala bilder skapas från text eller tal, och så vidare.

Även om både testets och enkätens utfall är signifikanta, sanna och relevanta i sig, är det också lätt att tänka sig att det inte direkt (linjärt) går att relatera inlärningspreferenserna till undervisningsformerna kvantitativt. Exempelvis kan man sannolikt vara en utpräglad kinestetiker, i förhållande till andra, och ändå finna det nöjaktigt att undervisningen oftast bedrivs från katedern bara det finns inslag av praktiska undervisningsmoment i en kurs eller på programmet i stort. Stöd för det finns i [4].

Sammanfattningsvis ger studiens resultat anledning att pröva nya undervisningsformer på civilingenjörsprogrammet, men det tonar ned behovet av att omsorgsfullt kartlägga och tillvarata studenternas inlärningspreferenserna enligt VARK-modellen i sig för det ändamålet.

Referenser

[1] Sn, E., *Different but not dumb - vilken är din lärstil?*, Ergo, 2002-03-20
[2] Fleming, N. D., Mills, C., *Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection*, To Improve the Academy, Vol. 11, 1992
[3] Smith, L. I., *A Tutorial on Principal Components Analysis*, New Zealand 2002 (http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf, 13/3/2013)
[4] Felder, R. M., Silverman, L. K., *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*, Engr. Education, 78, (7), pp 674–681, 1988

Bilaga 1: Utdrag från VARK-test

VARK Frågeformulär

Translated into Swedish in 2007 by Maria Söderholm, Umeå University.

Det här frågeformuläret syftar till att kartlägga hur du föredrar att arbeta när du ska lära dig någonting nytt eller ”ta in” och bearbeta information eller kunskap.

Här nedan är det sexton olika situationer beskrivna.
Markera det svar som bäst beskriver det du föredrar.
Du får markera flera alternativ om du föredrar det.
Lämna blankt om du inte hittar något svar som passar för dig på en fråga.
Du är inte säker på om ett ord stavas ”hitills” eller ”hittills”. Då vill du:

☐ skriva orden på ett papper och [välja] det som ser bäst ut

☐ slå upp i en ordbok

☐ tänka på hur orden låter och välja utifrån det

☐ försöka se orden framför dig och välja utifrån hur de ser ut

Tänk på ett tillfälle när du skulle lära dig något helt nytt (uteslut fysisk aktivitet som att lära sig att cykla). Du lärde dig bäst genom att:

☐ titta på när någon visade hur man gjorde eller genom att du fick prova själv

☐ läsa instruktioner, en manual eller bruksanvisning

☐ lyssna på någon som förklarade samtidigt som du fick ställa frågor

☐ ta hjälp av diagram, kartor och andra synintryck

Du har just avslutat en tävling eller ett test och skulle vilja få lite feedback. Hur skulle du vilja få den presenterad?

☐ genom att någon beskriver vad du har gjort utifrån konkreta exempel

☐ genom att se på diagram, översikter och grafer som visar vad du åstadkommit

☐ genom att någon pratar igenom det med dig

☐ genom att få läsa en skriftlig beskrivning av vad du åstadkommit

Bilaga 2: Enkätfrågor och svar som inte redovisas under Resultat

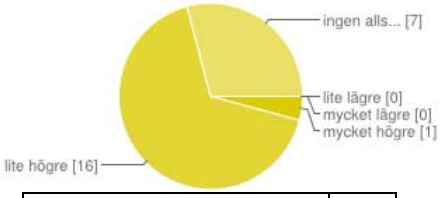
Fråga 1-4: *Hur många poäng fick du i VARK-testets kategori [”Visuell”, ”Auditiv”, ”Skriv/Läs” respektive ”Kinestetisk”]?*

	1. Visuell	2. Auditiv	3. Skriv/Läs	4. Kinestetisk
poängsumma	128	193	165	223
medelvärde	5,3	8,0	6,9	9,3
standard-avvikelse	3,3	3,0	2,7	2,9

Fråga 6: *Hur många terminer av universitets-/högskolestudier har du sammanlagt bakom dig? (Deltagande i undervisning avgör, inte examinerade kurspoäng. Avrunda nedåt.)*
Tid vid universitet eller högskola: medelvärde 3,9 terminer, standard-avvikelse 2,3.

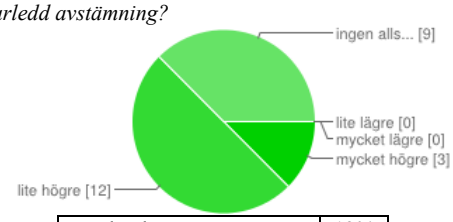
Fråga 7: Vilket år läste du kursen Introduktion till materialvetenskap (1TE610)?
Årtal för deltagande i introduktionskursen: 8 st 2010, 6 st 2011, 9 st 2012, 1 st felbesvarad.

Fråga 10: *I vilken grad skulle du vilja att undervisningen på programmet blev mer interaktiv, generellt sett?*



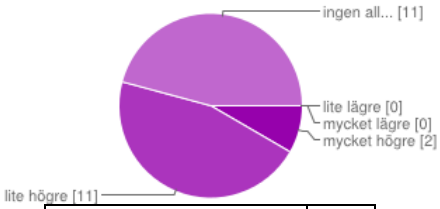
mycket högre	4%
lite högre	67%
ingen alls, det är bra som det är	29%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 11: *I vilken grad skulle du vilja att föreläsningar på programmet avbröts för korta diskussioner i små grupper (2-5 personer) följda av lärarledd avstämning?*



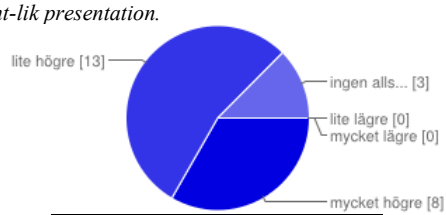
mycket högre	13%
lite högre	50%
ingen alls, det är lagom nu	38%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 12: *I vilken grad vill du ha laborationer och andra handgripliga (praktiska) moment i programmets undervisning?*



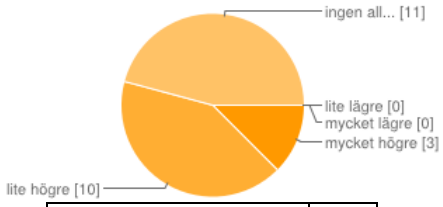
mycket högre	8%
lite högre	46%
ingen alls, det är lagom nu	46%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 13: *I vilken grad skulle du, i programmets undervisning, vilja visa vad du tillgodogjort dig under ett undervisningstillfälle, antingen i realtid med mentometrar eller skriftligt direkt efter ett undervisningspass (i båda fallen anonymt)? Mentometrar är en sorts dosor som man individuellt väljer svarsalternativ med. Resultatet för hela gruppen/klassen sammanställs och visas normalt omgående i en Powerpoint-lik presentation.*



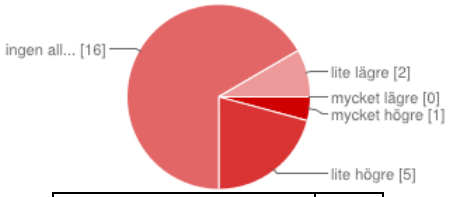
mycket högre	33%
lite högre	54%
ingen alls, det är lagom nu	13%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 14: *I vilken grad skulle du, i programmets undervisning, vilja arbeta i seminarieform, där en uppgift först förbereds individuellt och sedan diskuteras och stäms av i större grupp (minst 10 personer) under lärarledning?*



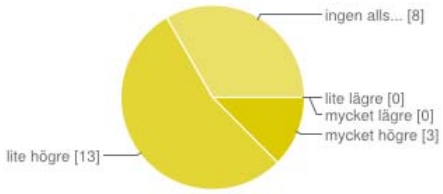
mycket högre	13%
lite högre	42%
ingen alls, det är lagom nu	46%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 15: *I vilken grad skulle du själv vilja bidra till programmets undervisning genom att, tex, föreläsa, skapa undervisningsmaterial eller demonstrera något?*



mycket högre	4%
lite högre	21%
ingen alls, det är lagom nu	67%
lite lägre	8%
mycket lägre	0%

Fråga 16: *I vilken grad skulle du, i programmets undervisning, vilja arbeta problembaserat, det vill säga i en mindre grupp söka lösningen till ett mer omfattande problem givet av läraren? (Problem avser här inte en räkneuppgift eller dylikt, utan något sammansatt där sannolikt kompletterande information måste sökas, olika aspekter vägas mot varandra och olika lösningar värderas.)*



mycket högre	13%
lite högre	54%
ingen alls, det är lagom nu	33%
lite lägre	0%
mycket lägre	0%

Fråga 19: *Hur många icke schemalagda timmar lägger du i genomsnitt ned per vecka på dina civilingenjörsstudier?*
I medeltal ägnas 12 icke schemalagda timmar (med standardavvikelsen 12 timmar) per vecka åt studier på programmet.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Session 6

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Reflektionsseminarier som håller ihop och utvecklar programmet

Viggo Kann och Marie Magnell

***Sammanfattning*—En programsammanhållande kurs går över flera år, visar den röda tråden i programmet och har som syfte att kursdeltagarna ska bli professionella studenter, samtidigt som kursen har positiva effekter på mentorerna, övriga kurser och själva programmet. Detta uppnås genom regelbundna reflektionsseminarier där studenterna träffas i små årskurs-överskridande grupper tillsammans med en lärare som mentor.**

Den programsammanhållande kursen på civilingenjörs-programmet i datateknik på KTH är nu inne på sitt femte år och har utvecklats och utvärderats för varje år. I denna artikel motiveras kursens förmåga att ge akademisk integration och ökad genomströmning, visas hur reflektionerna utvecklats med högre nivåer och hur kurskonceptet spritts till flera program både inom och utanför KTH.

***Sökord*—Arbetslivsanknytning, kvalitet, lärande, program-utveckling, reflektioner.**

I. Bakgrund

AKADEMISK introduktion och integration, röd tråd i utbildningsprogrammet, koppling till yrkeslivet, förbättrad motivation och genomströmning, kvalitets-utveckling av program och kurser—det är saker som många utbildningsledare i Sverige har som mål att uppnå. I ett försök att angripa dessa utmaningar startade KTH hösten 2010 den programsammanhållande kursen på civilingenjörsprogrammet i datateknik, inspirerad av en liknande kurs som getts vid Medieteknikprogrammet på KTH [1]. Kursen, som kallas *prosam*, går över hela de tre första åren av utbildningen och består av regelbundna reflektionsseminarier i årskurs-överskridande smågrupper ledda av lärarmentorer, se fig. 1. Utöver reflektionsdelen ingår också ett moment i dataetik i årskurs 1 och ett projekt i datorhistoria och datorn i samhällsutvecklingen i årskurs 2. Kann framhåller tio funktioner hos kursen [2]:

1. Ge akademisk introduktion till programmet och högskolestudier
2. Ge förståelse för programmet
3. Skapa kontakter mellan lärare och teknologer
4. Stimulera utbyte av erfarenheter mellan årskurserna
5. Ge träning i skriftlig och muntlig framställning och reflektion
6. Ta upp det andra kurser missar
7. Informera om kurs- och inriktningsval, inklusive utbytes-studier
8. Följa upp studieresultat
9. Utbilda lärarna som medverkar i programmet
10. Utvärdera programmet och bidra till kvalitetsutveckling

Fig. 1. Första seminariet i *prosam* hösten 2013. Temat är studiemotivation och studieteknik. Vid första seminariet är grupperna lite större än annars och bara årskurs 1 deltar.

I denna konferensartikel motiverar vi först att kursen bidrar till akademisk integration och ökad genomströmning. Därefter ges resultat från en kursutvärdering helt utan bortfall. I avsnitt 4 beskrivs hur reflektionsnivåer kan användas för att förbättra studenternas reflektioner. Sist redogör vi för hur vårt arbete med att sprida konceptet med programsammanhållande kurser har resulterat i att det nu finns en sådan kurs på 13 ingenjörsutbildningar på KTH och Linköpings universitet.

II. Akademisk integration och genomströmning

Staffan Andersson och Jannika Andersson Chronholm har studerat vad som kännetecknar framgångsrika insatser för akademisk integration och förbättrad genomströmning [3], [4]. De har funnit fem gemensamma nyckelidéer hos dessa initiativ: helhetsperspektiv, studentaktivitet, personliga möten, framåtpekande och diskursmedvetenhet. Den program-sammanhållande kursen följer alla dessa nyckelidéer, vilket visas i följande genomgång.

A. Helhetsperspektiv

Prosam går i hela årskurs 1 till 3 och omfattar alla studenter i dessa årskurser. Alla kategorier av personer som är direkt inblandade i programmet är med i kursen: förutom studenterna även programansvarig, studievägledningen och 13 lärare som

Viggo Kann är professor vid Skolan för datavetenskap och kommunikation och Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, KTH, 100 44 Stockholm (e-post: viggo@kth.se).

Marie Magnell är doktorand vid Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande, KTH, 100 44 Stockholm (e-post: magnell@kth.se).

undervisar på programmet. Kursen binder samman alla obligatoriska kurser i utbildningen och ger vägledning till alla val av inriktningar och enskilda valfria kurser. Den tar upp studierna, programmets och kursernas mål, programmets och kursernas utförande och utveckling, och till och med yrkesrollen och livslångt lärande. Helhetsperspektivet är synligt i varje del av kursen.

B. Studentaktivitet

Studenterna träffas i små årskursöverskridande grupper fyra gånger varje år. Det är samma grupp och samma lärarmentor varje gång, vilket skapar kontakter mellan årskurserna och stärker gruppkänslan. Inför varje seminarium får varje student göra en skriftlig reflektion och läsa övriga gruppmedlemmars reflektioner. Under seminariet diskuteras reflektionerna muntligt. Studentaktiviteten genomsyrar kursen.

C. Personliga möten

I kursen får studenterna möta studievägledaren minst en gång om året. Fyra gånger om året möter de sin grupp med omkring 13 studenter från olika årskurser. Just mötena med äldre studenter brukar anses vara mycket givande. Eftersom studenterna träffar samma lärare under tre år utvecklas ett ömsesidigt förtroende, som utnyttjas i slutet av tredje året då läraren har ett enskilt kvartssamtal med varje student inför det viktiga mastervalet.

D. Framåtpekande

Kursdeltagarna ska bli professionella och medvetna studenter som vet vad målet är för utbildningen, vet varför den ser ut som den gör och vet hur man ska välja för att få precis den yrkesutbildning som man vill ha. Diskussionerna om aktuella kurser som sker vid varje seminarium visar för yngre studenter vad de har att vänta sig av utbildningen om ett eller två år.

Studieteknik är första temat i kursen och tas sedan upp vid varje seminarium i samband med att de aktuella kurserna diskuteras, vilket ger studenterna tips om vilka studietekniker som finns och fungerar i olika kurser. Förståelse för den röda tråden i programmet och reflektioner över yrkesrollen och hur utbildningen leder dit är tänkta att ge motivation.

Enda delarna av kursen som inte är tydligt framåtpekande är etikmomentet och datorhistoriamomentet, som istället sätter datatekniken i ett större sammanhang.

E. Diskursmedvetenhet

Under utbildningens första dag hålls en inledande föreläsning som beskriver hur programmets obligatoriska kurser hänger ihop och bygger på varandra (se fig. 2), hur programmet styrs och utvecklas, begrepp som kursledare, examinator, övningsassistent, akademisk kvart etc., vilka kurs-administrativa system som finns på KTH, var man hittar mer information och hjälp, och liknande kunskaper som förenklar livet som student. Kursboken ger ytterligare medvetenhet om den akademiska diskursen [5].

Varje reflektionsseminarium har ett tema som ökar medvetenheten om någon akademisk diskurs, till exempel studieteknik och studiekulturer, prokrastinering, plagiering och eget ansvar, utbytesstudier, masterprogram och mobilitet, utbildningskvalitet, studentinflytande, generella färdigheter och bildning, mål och examination. Genom att kursen går regelbundet över tre år bör diskursmedvetenheten kunna öka inom många olika områden utan att det upplevs som jobbigt eller tjatigt. Den individuella dataetikuppsatsen och grupparbetet om datahistoria och datorn i samhällsutvecklingen ger medvetenhet om helt andra diskurser.

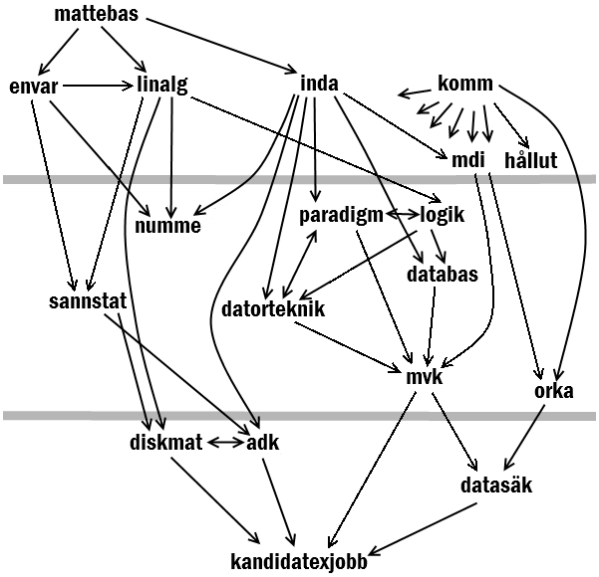


Fig. 2. Graf över hur Datateknikprogrammets kurser hänger ihop. Grafen presenteras på läsårets första föreläsning.

F. Andra genomströmningsbefrämjande element

Reflektionsgrupperna är små så att varje student blir sedd, och mentorn tar kontakt med den som uteblir från ett seminarium. Förhoppningsvis upptäcks studenter som håller på att glida bort från studierna snabbare på detta sätt.

I och med att äldre studenter berättar om vilka kurser de läser så vet förstaårskursarna vilka inspirerande kurser som väntar dem i årskurs 2, vilket bör kunna minska avhoppen under första sommarlovet, något som tycks vara vanligt.

Genom att kursernas kvalitet diskuteras får program-ansvarig genast kännedom om kurser som inte fungerar väl och som anses för svåra av studenterna, vilket gör att ändringar i programmet kan göras och punktåtgärder sättas in.

III. UTVÄRDERING

Ett av kursens lärandemål lyder *Efter kursen ska studenten kunna kritiskt granska och reflektera över såväl utbildningens upplägg och genomförande som den egna studieinsatsen*. Detta gör att det är möjligt att låta kurs- och program-utvärderingar vara obligatoriska moment i kursen. I slutet av

TABELL I
MEST GIVANDE SEMINARIETEMAN

Andel	Seminarietema
46 %	Studiemotivation och studieteknik
15 %	Kursmål, programmål, betygskriterier och examination (bara åk 3 hade vid den tidpunkten varit med om detta seminarium)
16 %	Plagiering och eget ansvar (bara åk 3)
43 %	Hur ser jag min framtida roll som D-civilingenjör och hur når jag dit? (bara åk 3)
23 %	Kvalitet i utbildningen – vad är det? (bara åk 2 och 3)
38 %	Plugga och jobba utomlands (bara åk 2 och 3)
18 %	Generella färdigheter och bildning (bara åk 2 och 3)
19 %	Studentinflytande
71 %	Prokrastinering
17 %	Egenutveckling under en yrkeskarriär – livslångt lärande

Resultat av utvärderingsfrågan: *Vilka två teman (tre för den som går i årskurs 3) tycker du som helhet varit mest givande?* Angivna andelar är beräknade av de studenter som deltagit i seminariet.

varje läsår genomförs en utvärdering med frågor om prosamkursen, programmet, studieteknik och liknande. Eftersom utvärderingen är obligatorisk får vi 100 % svarsfrekvens.

I slutet av våren 2013 hade den första årgången som började kursen 2010 gått igenom alla tre år i kursen, varför det var särskilt intressant att se utvärderingsresultaten.

Årskurs 3 fick frågan *Har reflektionsseminarierna varit givande?* 94 % svarade ja, varav 14 % svarade i hög grad och 80 % i viss grad. 4 % svarade nej och 2 % vet inte. På frågan om andra KTH-program också borde starta en liknande programsammanhållande kurs svarade 65 % ja, 10 % nej och 25 % vet inte. Bara en tiondel ansåg alltså att andra KTH-program *inte* bör införa en liknande kurs.

Studenter från alla tre årskurserna fick ange vilka seminarieteman som de ansåg varit mest givande, se tabell 1. Årskurs 1 och 2 hade (ännu) inte deltagit i alla seminarier så svaren är angivna som andelar av de studenter som deltagit i seminariet. Fyra av temana ansågs givande av betydligt fler än övriga, och temat *prokrastinering* tog tätplatsen bland dessa [6]. Men intressant att notera är att även det tema som minst andel ansåg vara mest givande hade en andel om hela 15 %.

Figur 3 och 4 visar resultaten från frågor om ifall kursen som helhet varit givande (86 % svarade ja) och ifall den personliga uppfattningen om kursen ändrats under kursens gång.

82 % har förbättrat sin studieteknik med hjälp av kursen. 12 % av alla i årskurs 1-3 har anpassat sina studievanor i hög grad på grund av prosam, och det gällde för så mycket som 18 % av dem som gick i årskurs 1.

Sista frågan var en allmän öppen fråga om kursen. Här är tre svar från var och en av de tre årskurserna:

Årskurs 1:

Det är helt klart värdefullt att ha en sån här kurs. Den underlättar mina studier. Den lilla tid den tar är helt klart värt!

Fig. 3. Har Prosam som helhet varit givande? Frågan ställdes till alla tre årskurserna i slutet av läsåret.

Kul att höra de äldre studenternas åsikter och få mer inblick i kommande kurser.

Har hjälpt mig att förbättra mina texter och kunna reflektera kring min utbildning.

Årskurs 2:

Den känns flummig, men efter ett tag så går man runt och sparar ihop saker som man vill prata om på seminarierna.

Prosam har fått mig att reflektera mer om utbildningen och mitt lärande. Det har varit givande/intressant att få ta del av diskussionerna.

Prosam ger inte en direkt uppenbarelse utan ger nytta över lång tid. Även om många tycker att de redan vet allt så är det nyttigt för dem att reflektera.

Årskurs 3:

Jag tycker prosam har varit givande, annars hade jag aldrig satt mig ner självmant och reflekterat.

Prosam har hjälp till att förstå syftet bakom kurserna i programmet och programmet i sig.

Det som har varit mest givande är diskussionerna om nuvarande kurser.

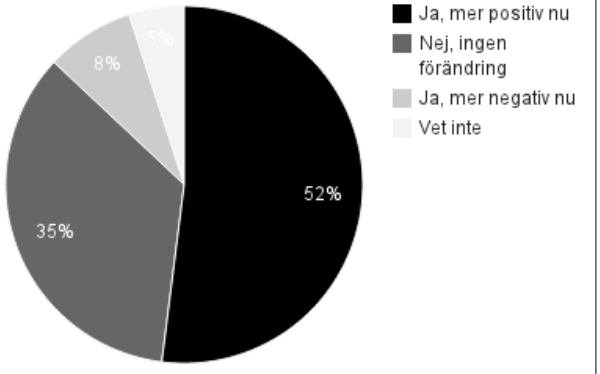


Fig. 4. Har du ändrat uppfattning om Prosam under kursens gång? Frågan ställdes till alla tre årskurserna i slutet av läsåret.

En viktig del av seminarierna är alltså diskussionen om pågående och nyligen avslutade kurser. Den ger värdefull återkoppling som kan användas i kvalitetsutvecklingen både av kurserna och av själva programmet.

Frågor i de årliga utvärderingsenkäterna har gällt även sådant som programmålsuppfyllelse och examinationens koppling till lärandemålen, som kunnat användas i självvärderingen i HSV-utvärderingen.

IV. NIVÅGRADERADE REFLEKTIONER

Allt sedan starten 2010 har den programsammanhållande kursen innehållit reflektionsuppgifter som studenterna har besvarat skriftligt och sedan diskuterat i grupp. Efter en tid såg vi ett behov av att uppmuntra studenterna till djupare reflektioner. Anledningen var bland annat att studenterna, såväl i denna kurs som mer generellt, ofta upplever svårigheter när de ska reflektera, vilket kan visa sig genom att de skriver beskrivande texter snarare än reflekterande [7], [8].

För att det ska vara fråga om en reflektion krävs att den uttrycker ”intellektuella och affektiva aktiviteter som individer genomgår för att undersöka sina erfarenheter med syfte att nå ny förståelse” eller ”ett inre utforskande av en angelägen fråga som utgår från en erfarenhet … som resulterar i ett förändrat perspektiv” [9]. Gemensamt för de båda definitionerna är bland annat att en reflektion utgår från en erfarenhet och att den ska leda till någon form av förändrad förståelse. Studenter tycks alltså behöva stöd i hur de ska undersöka sina erfarenheter så att de inte stannar vid en beskrivning av dessa erfarenheter utan kan utveckla tankarna till en genuin reflektion som öppnar för ny förståelse. Detta stöd kan ges på olika sätt, till exempel genom strukturerade frågor, skriftliga uppgifter och organiserade diskussioner [10].

Med syfte att göra reflektionerna i kursen mer utmanande och mer djuplodande införde vi därför höstterminen 2012 reflektionsfrågor som utgår från Hattons och Smiths reflektionsnivåer [7]. Enligt modellen finns fyra olika nivåer av reflektioner: beskrivande text (som egentligen inte är en reflektion), beskrivande reflektion, reflektiv dialog, samt kritisk reflektion. Nivåerna beskrivs närmare i fig. 5. För att underlätta för studenterna har vi gett dem tydliga instruktioner om hur de ska angripa frågeställningarna på de olika nivåerna [11]. Frågorna är formulerade så att de olika nivåerna täcks in och studenterna leds till att reflektera på allt högre nivå. Studenter i årskurs 2 och 3 uppmuntras att nå upp till nivå 3 och 4 i sina reflektioner. Varje skriftlig reflektion betygsätts av mentorn enligt en tregradig skala; till exempel gäller att minst två delar av reflektion måste vara på nivå 3-4 för att det högsta betyget VG ska kunna ges. Exempel på frågeställningar på de olika nivåerna, här på temat prokrastinering, visas i fig. 6.

Nivå	Innehåll
1: Beskrivande text	Den första nivån är egentligen inte reflekterande, utan här redogör studenten för erfarenheter och händelser samt sitt eget och eventuellt också andras agerande i en specifik situation.
2: Beskrivande reflektion	På den andra nivån skriver studenten om sina egna åsikter t ex om varför han/hon tänker eller gör som han/hon gör. Dessutom ska studenten försöka förklara bakomliggande orsaker till tankar och agerande.
3: Reflektiv dialog	På den tredje nivån ska studenten reflektera kring alternativa lösningar och andra sätt att tänka eller agera men också fundera på vad han/hon tror händer om han/hon agerar enligt de alternativa lösningarna.
4: Kritisk reflektion utifrån ett bredare perspektiv	Den fjärde nivån kräver att studenten lyfter blicken och funderar på frågan i ett större sammanhang, t ex hur studentens agerade påverkar andra i en grupp eller i ett samhällsperspektiv.

Fig. 5: Reflektionsnivåer enligt Hatton och Smith [7].

Som tidigare nämnts visar utvärderingarna som gjorts i kursen att studenterna tycker att det är givande att få reflektera. Eftersom de läser varandras reflektioner kan de också inspireras och lära av varandra. 46 % av studenterna i årskurs 1 uppger att de inspirerats av de äldre studenternas reflektioner. På frågan om reflektionsnivåerna påverkat hur de kunnat lösa uppgiften att skriva reflektioner menar 45 % av studenterna i årskurs 2 och 3 att det inte är någon skillnad, medan 30 % uppger att det nu är lättare och 10 % att det är svårare.

Nivå/årskurs	Frågeställning
1: årskurs 1	(Hur) prokrastinerar du? När? I vilka sammanhang?
2: årskurs 2 + 3	(Hur) prokrastinerar du? När? I vilka sammanhang? Varför?
3: för alla årskurser	Utifrån listan med 50 tips och dina egna (studie-)relaterade vanor och beteenden ska du efter seminariet och under 60 dagar framåt antingen lägga dig till med en ny studierelaterad vana eller ta bort en gammal (o-)vana som du inte är nöjd med. Du ska även analysera, diskutera och förklara ditt resonemang och ditt val och säga något om hur du ska gå tillväga för att hålla ditt löfte under period tre (de kommande 60 dagarna)!
4: årskurs 2 + 3	Reflektera kring hur din och andras prokrastinering påverkar dig själv och/eller dina studiekamrater, till exempel när du studerar i grupp eller i samband med grupp- eller projektarbeten.

Fig. 6: Exempel på frågeställningar på temat prokrastinering på olika nivåer till studenter i olika årskurser.

V. Spridning av konceptet

Den kurs som beskrivs i denna konferensartikel är *Programsammanhållande kurs i datateknik* för Civilingenjörsprogrammet i datateknik på KTH. Kursen startade 2010 med inspiration från Björn Hedins pionjärkurs för Civilingenjörsprogrammet i medieteknik på KTH (*Programintegrerande kurs*) [1]. För att förenkla spridandet av konceptet med programsammanhållande kurs har vi lagt upp en stödjande webbplats tillgänglig för alla [12], där kurskonceptet beskrivs både till innehåll och ur kursledarens perspektiv. Vi har presenterat konceptet både internt på KTH och externt i flera sammanhang.

Detta har lett till att två KTH-program hösten 2012 startade programsammanhållande kurser: Kandidatprogrammet i Simuleringsteknik och virtuell design *(Programsammanhållande kurs*) och Civilingenjörsprogrammet i Informationsteknik (*Ingenjörskunskap och ingenjörsrollen ICT*).

Hösten 2013 startade ytterligare fyra KTH-program sammanhållande kurser på grundnivå: Civilingenjörsprogrammen i Elektroteknik (*Elektroteknikens betydelse för ett modernt samhälle*) och Teknisk kemi (som en del av *Perspektivkurs forskning och innovation*) samt Högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik och Högskoleutbildningen i teknik och ekonomi, öppen ingång (*Programsammanhållande kurs i maskinteknik*). Tre masterprogram på KTH startade samtidigt en tvåårig programsammanhållande kurs på avancerad nivå (*Den hållbara ingenjören i nätverkssystem*, *Den hållbara ingenjören i systemteknik* och *Den hållbara ingenjören i trådlösa system*).

Även civilingenjörsprogrammen Datateknik och Mjukvaruteknik vid Linköpings universitet har 2013 startat programsammanhållande kurser med namnet *Ingenjörsprofessionalism*.

Totalt finns alltså kursen på 13 program idag. Uppläggen varierar en aning men tyngdpunkten ligger i alla dessa kurser på reflektionsseminarier.

Det ska bli intressant att följa dessa kurser och hur de påverkar sina studenter och utbildningar. Vi hoppas också att fler program ska starta programsammanhållande kurser och att vår informativa webbplats [12] ska vara till god hjälp för detta.

Bibliografi

[1] B. Hedin, ”Program integrating course: A tool for reflection and quality management”, i *2:a utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Lund, 2009, s. 138-139.

[2] V. Kann, ”En programsammanhållande kurs med många funktioner”, i *3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Norrköping, 2011.

[3] S. Andersson, J. Andersson Chronholm och B. Victor, ”Working actively with student integration and retention”, i *3:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Norrköping, 2011.

[4] S. Andersson och J. Andersson Chronholm, ”Akademisk integration - Hur kan man göra?”, i G. Gunnlaugsson (red.) *Universitetspedagogisk utveckling och kvalitet - i praktiken!* (Rapport 13), Avdelningen för universitetspedagogisk utveckling, Uppsala universitet, s. 115-126, 2012.

[5] S. Andersson och J. Andersson Chronholm, *Lär för din framtid - så lyckas du med högskolestudier*, Studentlitteratur, ISBN 978-91-44-06652-3, 2011.

[6] B. Hedin och D. Pargman, ”Nu ska jag plugga! Jag ska bara färgsortera mina böcker först”, i *4:e utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, Umeå, 2013.

[7] N. Hatton och D. Smith, ”Reflection in teacher education: Towards definition and implementation”, *Teaching & Teacher Education*, vol. 11, nr. 1, s. 33-49, 1995.

[8] Å. Cajander, M. Daniels, R. McDermott, R. och B. von Konsky, ”Assessing professional skills in engineering education”, i *The 13th Australasian Computer Education Conference (ACE 2011)*, CRPIT, Vol. 114. Perth, Australia, 2011.

[9] D. Kember, A. Jones, A. Loke, J. McKay, K. Sinclair, H. Tse, C. Webb, F. Wong, M. Wong och E. Yeung, ”Determining the level of reflective thinking from students' written journals using a coding scheme based on the work of Mezirow”, *International Journal of Lifelong Education*, vol. 18, nr 1, s. 18-30, 1999.

[10] R. R. Rogers, ”Reflection in Higher Education: A concept analysis”, *Innovative Higher Education*, vol. 26, nr 1, s. 37-57, 2001.

[11] V. Kann och M. Magnell. Instruktioner om hur studenternas skriftliga reflektioner ska utformas, webbsida, KTH 2012-2013. Tillgänglig på https://www.kth.se/social/course/DD1390/subgroup/prosam13/page/seminarier-50/

[12] V. Kann och M. Magnell, ”Hur man bygger en programsammanhållande kurs”, webbplats, KTH, 2012-2013. Tillgänglig på http://www.kth.se/social/group/hur-man-bygger-en-pr/

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Lagarbete och muntlig kommunikation för Högskoleingenjörsutbildning i byggteknik

Annika Moström, Umeå universitet

På Högskoleingenjörsprogrammet i byggteknik vid Umeå universitet har vi infört ett samarbete mellan första och sista årskursen där studenterna får träning i lagarbete och kommunikation. Studenterna på årskurs tre planerar och genomför ett studiebesök på en byggarbetsplats för årskurs ett. I uppgiften ingår även att ansvara för slutredovisning av studiebesöken. Uppgiften avslutas med en skriftlig självvärdering av genomförandet studiebesöken. För nybörjarna är det intressant att lära känna de nästan färdiga ingenjörerna samtidigt som de får en första kontakt med byggbranschen. Den största behållningen för de som går sista året är insikten om hur mycket byggteknik de faktiskt lärt sig de senaste två åren. Samverkan mellan två kurser på utbildningsprogrammet ger möjlighet att praktiskt arbeta med lagarbete och muntlig kommunikation. Båda grupperna tränar språkliga färdigheter i byggteknik utifrån sin nivå.

I. Bakgrund

I kategorin *Färdigheter och förmåga* i de nationella målen för en högskoleingenjörsexamen [1] är de sista två punkterna:

För högskoleingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning
- visa förmåga att muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper.

Att lära sig ett ämnesområde är också att tillägna sig ett nytt språk [2]. De första åren lär man sig glosor för att sedan övergå till att använda branschspråk i tal och skrift. Ett bevis för att man behärskar språket är att man kan kommunicera med personer i branschen.

För att utveckla studenternas ingenjörsmässiga färdigheter är det viktigt att utbildningen även omfattar moment av ledarskap och kommunikation. I CDIO Syllabus [3] har formulerat många punkter med det innehållet.

Vid Högskoleingenjörsprogrammet i byggteknik vid Umeå universitet har vi arbetet med att utveckla kursmoment som stödjer och examinerar mål som muntlig kommunikation och lagarbete. Vi insåg att ganska många av de som studerar sista året på utbildningen inte inser att de att de nästan är byggnadsingenjörer har kunskaperna för att arbeta med relevanta arbetsuppgifter i byggbranschen.

Studenterna som just påbörjat sina studier till byggnadsingenjör behöver få en första kontakt med byggbranschen. Den kontakten brukar ofta vara ett studiebesök på en byggarbetsplats. Vid första studiebesöket får studenterna lära sig hur man beter sig på en byggarbetsplats och för första gången höra ord och begrepp som används i branschen. Om de dessutom får tillfälle att använda det nya språk de hört på bygget blir det lättare för dem att vidareutveckla kunskapen.

Vi valde då att ge studenterna på år tre i uppgift att, inom ramen av en fördjupningskurs, ta med nybörjarna ut på studiebesök i den inledande ingenjörskursen. Det har vi nu gjort varje år sedan 2007 med gott resultat.

II. Genomförande

Studiebesöken genomförs i början på höstterminen i form av ett samarbete mellan en fördjupningskurs i byggteknik och den inledande ingenjörskursen. Fördjupningskursen ges på år tre och där handlar ett av kunskapsmålen om ledarskap och kommunikation. Treorna får då uppgift att planera studiebesök för årskurs ett. För den inledande ingenjörskursen ingår ett kunskapsmål kännedom om branschen.

Vid första träffen med respektive årskurs får studenterna information om att studiebesöken ska genomföras.

Projektet introduceras vid första träffen med respektive grupp. Terminens andra vecka genomförs studiebesöken och redovisningen sker den tredje veckan.

A. Årskurs 3

Då fördjupningskursen genomförs i projektform börjar vi med att dela in kursdeltagarna i projektgrupper med 6-8 stycken i varje grupp. Varje grupp får sedan i uppgift att ta med två grupper à fem studenter från årskurs ett till varsin byggarbetsplats.

I uppgiften ingår att hitta en lämplig arbetsplats, förbereda studiebesöket, instruera ettorna, guida på studiebesöket samt planera och genomföra redovisning efter studiebesöken.

Till sist ska var och en i en rapport beskriva hur uppgiften genomförts och reflektion över sitt eget och andras agerande vid genomförandet.

B. Årskurs 1

Första dagen på kursen informerar vi om att studiebesöket ska genomföras och de ska utrusta sig med skyddsskor. Skyddsskor, hjälm och varselväst är skyddsutrustning som ska användas vid alla studiebesök under utbildningen. Väst och hjälm finns att låna på universitetet.

I början av andra veckan kommer studenter från årskurs tre och informerar om när, var och hur studiebesöken ska genomföras. Besöken genomförs även under den veckan.

Tredje veckan genomförs muntlig redovisning av studiebesöken i tvärgrupper med studenter som varit på olika arbetsplatser.

Annika Moström, Byggteknik, Institutionen för tillämpad fysik och elektronik, Umeå universitet. Epost: annika.mostrom@umu.se

III. Erfarenhet av studiebesöken

Förutom att studenterna lär känna varandra både inom och mellan årskurserna får de andra intressanta erfarenheter av att genomföra studiebesöken.

A. Studenter i årskurs 3

Lagarbete och att muntligt redogöra för information i dialog med olika grupper är en naturlig del av genomförandet för studenterna i årskurs tre. Treorna pratar med arbetsledningen på byggarbetsplatsen samt planerar och instruerar studenterna i årskurs ett.

Många av de treor som genomfört uppgiften konstaterar att de hunnit lära sig en hel del byggteknik på två år. Att arrangera ett studiebesök är en lagom svår uppgift med deras erfarenheter och arbetsledningen på de byggarbetsplatser de kontaktar är oftast positivt inställda till att ta emot studiebesök av en grupp på cirka tio personer. De senaste åren har de också träffat alumner på många av de arbetsplatser som varit mål för studiebesöken. Alumner som själva varit med om både ett första studiebesök och att planera ett studiebesök som tredjeårsstudenter.

B. Studenter i årskurs 1

Studiebesöken blir en första inblick i den bransch de som just påbörjat sina studier kommer att verka i efter examen. Även de som tidigare jobbat inom byggbranschen får nya perspektiv på sin framtida arbetsuppgift.

Hur man ska bete sig på en byggarbetsplats och att man måste ha skyddsutrustning i form av hjälm, skyddsväst och skyddsskor är en nyttig lärdom.

Efteråt ska de i tvärgrupper berätta om det byggprojekt de besökt. För många är det första gången de pratar om byggteknik i praktiken. Det är många nya ord och företeelser och då är det bra att studenterna från årskurs tre sitter med och hjälper till att förklara.

IV. Problem

Praktiska problem som uppkommer vid genomförandet av projektet är samordning av kurser, transporter till och från byggarbetsplatserna. Ett olöst problem är att hinna med att gå igenom teori för ledarskap och kommunikation med studenter på år tre innan studiebesöken genomförs.

A. Samordning av kurser

Det krävs samarbete i planering av kurserna som ska samverka vid studiebesöken. Schemaläggning och kommunikation mellan de lärare som är ansvariga för kursmomenten. Det tillfälle då treorna ska instruera ettorna samt vid slutredovisningen måste gruppernas schema synkroniseras. Planering av studiebesöken måste även ske med hänsyn till övriga moment i kurserna.

Antalet hjälmar och skyddsvästar är begränsat till en klassuppsättning så det är inte möjligt att alla grupper är ute på studiebesök samtidigt, men det har hittills inte varit något problem.

B. Transporter

Det pågår mycket byggverksamhet i närheten av Umeå universitet så transporter till och från byggarbetsplatserna ofta kunnat ske till fots, med cykel eller lokalbussar. I framtiden kan det bli aktuellt att hyra minibuss eller bil för att kunna genomföra studiebesök på rimlig tid. Då måste det finnas pengar avsatta i kursbudgeten.

C. Ledarskap i teori och praktik

Tanken med projektet att planera och leda studiebesök för ettorna är att treorna ska få en träning i ledarskap. Hittills har det inte varit praktiskt möjligt att genomföra någon genomgång av ledarskapsteori före studiebesöken. Studenterna har därför inte hunnit reflektera över sitt eget ledaskap innan uppgiften, men det kommer ofta med vid självreflektionen.

V. Möjligheter

Det gemensamma projekt där studenter från sista året på utbildningen guidar nybörjare på programmet har gett många intressanta effekter. Alla studenter får tillfälle att utveckla sin förmåga att prata byggteknik, studenterna får kännedom om fler byggarbetsplatser, sammanhållningen mellan årskurserna blir bättre på programmet och studenterna på år tre får träna praktiskt ledarskap.

A. Flera byggarbetsplatser och mindre grupper

Tack vare att studenterna delas upp i mindre grupper som åker till olika byggarbetsplatser får gruppen kännedom om fler pågående byggprojekt än om hela gruppen skulle gå på ett studiebesök. För byggarbetsplatsen är det lättare att ta emot en grupp på cirka tio personer än att ordna en guidning för en hel klass.

B. Sammanhållning mellan årskurserna

Innan vi började med att treorna planerar och genomför studiebesök med ettorna var det sällan någon kontakt mellan de studentgrupperna. Ettorna hann då aldrig lära känna någon av sistaårsstudenterna innan de försvann till examensarbete. Numer finns det en kontakt och erfarenheter, tips och kurslitteratur kan ärvas av de yngre studenterna.

C. Praktisk ledarskapsträning

När uppgiften presenteras för treorna brukar många av dem tycka att det är en stor utmaning. Hittills har det dock aldrig varit problem för någon grupp att ordna studiebesök. Alla tycker efteråt att det nog var en lagom stor utmaning att planera och genomföra projektet och att det är bra att kunna känna sig som ledare.

D. Prata byggteknik

Den viktigaste effekten är ändå att studenterna får ett gyllene tillfälle att prata byggteknik. För ettorna är det första gången de försöker sig på de nya branschtermerna. Treorna inser att de är vana vid att använda termer och begrepp samtidigt som de kommer även ihåg hur det kändes att sitta där som nybörjare i byggspråket. De får samtidigt träning i att förklara olika begrepp och samband för personer med annan bakgrund.

VI. Rapporter från studiebesöken

Projektet med att leda studiebesök avslutas får studenterna på år tre med att skriva en rapport. Rapporten ska innehålla en beskrivning av genomförandet och hur ledarskapet fungerat

samt självreflektion om den egna insatsen. Här följer citat från några inlämnade rapporter.

A. Citat från reflektionsrapport Åk 3 2012:

”När ettorna hade sin presentation om studiebesöket märkte jag hur grundläggande mycket av den information de tog upp var. Språket de använde påminde mig om när jag själv gick i ettan och jag märkte hur mycket jag har lärt mig under utbildningens gång.”

”Upptäckte också under detta studiebesök att jag själv har utvecklats inom byggsidan, från det jag att jag själv gick i ettan och nu två år senare. Det kändes väldigt glädjande att få insikt om det, och då kändes det ändå som om jag kunde väldigt mycket inom byggprocessen redan innan jag började på Byggteknik programmet, främst pga. min tidigare bakgrund som snickare. Den upptäckten jag själv gjorde är nog också den del jag främst kommer att ta med mig från denna ledarskapsuppgift.”

B. Citat från reflektionsrapport Åk 3 2013:

1) Första mötet med ettorna:
”Vid detta möte försökte vi skapa en trivsam känsla så de eleverna kunde känna sig bekväma. Alla presenterade sig och berättade lite om sina erfarenheter från byggbranschen. Vi föreslog ett besöksdatum och delade ut kartor och glosor som vis skrivit ut. Vi diskuterade även utbildningen i allmänhet vilket tyckets skapa bekvämare stämning i gruppen.”

”Tillsammans med den andra gruppen utformade vi några frågor som kunde vara bra för eleverna från årskurs 1 att ha som underlag under studiebesöket. Vi ansåg att detta kunde vara till stor hjälp om de tidigare aldrig hade varit på en byggarbetsplats, då kunde det vara svårt att veta vad som var relevant att fråga om.”

2) Studiebesöket:
”Jag kände väl att allt flöt på bra i början ändå fast vi fick stå där i 20 minuter själva med ettorna. Jag bidrog med mina tankar och kunskaper i ämnet och kände att man kan nog en hel del ändå fast man bara läst 2 år i skolan och inte haft några erfarenheter sen tidigare.”

”Efter studiebesöket samlade jag alla igen för att se vad de tyckte om studiebesöket, om de hade några frågor angående arbetsplatsen eller angående redovisningen. Efter att alla frågor hade besvarats begav vi oss från byggarbetsplatsen tillsammans och såg till att alla hittade tillbaka till skolan.”

3) Redovisning av studiebesöken:
”Inför redovisningen bestämdes att samtliga elever från byggtekniskt fördjupningsprojekt skulle samlas trettio minuter före redovisning för att sammanställa redovisningsgrupper och vilka handledare som skulle granska de olika grupperna.”

”Redovisningen ledde vi i årskurs 3 tillsammans. Jag tog initiativet att vi skulle presentera oss för varandra samt att jag frågade varje person om de tidigare hade varit på en byggarbetsplats.”…”Vi gav dem även som råd att följa upp detta studiebesök genom att göra studiebesök på egen hand eller i mindre grupper, detta för att bredda sina kunskaper under studietidens gång.”

”Redovisningen skedde gruppvis, personer från alla grupper bladades och de fick sedan beskriva vad de gjort på sina studiebesök och vad de lärt sig. Även ställa frågor till varandra. Ganska likt våran egen redovisning då vi läste årskurs 1, skillnaden var framförallt att vi var mycket mer aktiva och pratsamma ledare. Alla inblandade verkar ha varit intresserade och ingen försökte hålla sig i bakgrunden och glida igenom oengagerad.”

4) Självreflektion:
”Jag har i vanliga fall lite problem att prata inför en grupp men jag såg inte det som något problem under den här uppgiften. Sammanfattningsvis tyckte jag att uppgiften stärkte självförtroendet och att jag lärde mig att handskas med problem som måste lösas så fort som möjligt.”

”Att få prova på att leda en mindre grupp elever tycker jag var både lärorikt och roligt, att känna sig ansvarig och kunnig inom ett område som studerats under två års tid. Det är stor skillnad på vilken nivå kunskapen ligger på nu och vilken nivå den låg när jag själv gick i årskurs 1. När jag var på studiebesök i årskurs 1 var det först gången någonsin jag var på en byggarbetsplats och visste då inte vad jag skulle få se eller vad som förväntades av mig. Det var svårt att veta vilka frågor som kunde vara lämpliga att ställa. Därför tyckte jag att det kunde vara lämpligt att dela ut frågor till de i årskurs 1, så att de i alla fall kunde ha ett underlag vid studiebesöket men samtidigt ha möjlighet att fråga det som de själv ville veta mer om.”

”Det var en bra övning i ledarskap och ett bra prov på vad jag egentligen har fått lära mig på dessa 2 år på universitetet. Jag fick känna mig lite som en fadder då jag gick med ettorna och försökte mana på dom att fråga lite mer eller förklarade för dom då de var osäker på vad vissa saker var eller betydde.
Det som var mest lärorikt för mig är egentligen inte någon rent praktisk sak utan mer betryggande, att på alla byggarbetsplatser jag har besökt så beskriva alltid jobbet så bra och just platscheferna och arbetsledarna har en sån yrkesstolthet och glädje i det dom gör. Detta är något jag kommer bära med mig och ha i åtanke i mitt framtida val gällande examensarbete och framtida arbetsplats.”

”Förstaårsstudenternas redovisningar var utförliga och en del diskussioner och nya frågeställningar tillkom. Det gav utrymme för ytterligare beskrivningar och förklaringar som inte togs upp under besöket på studiebesöket. Eftersom ingen av oss arrangörer för studiebesöket arbetar på den aktuella byggarbetsplatsen fick vi svara och fylla i så gott vi kan med den kunskap vi fått genom utbildningen på universitetet samt den erfarenhet vi har av byggbranschen genom egen arbetslivserfarenhet. En bra metod för oss att syna oss själva var vi har en bra kunskapsnivå, och vad

man eventuellt behöver förbättra sista året på utbildningen. Redovisningen tog längre tid än förväntat vilket jag ser som ett bevis på stort engagemang och intresse av att berätta och diskutera iakttagelser och erfarenheter från besöket, vilket var målet med studiebesöket."

"Det funkade bra för oss och det är viktigt att ta med sig – om alla gör lite blir ansvaret inte så stort per person."

VII. SLUTSATS

Genom att samverka mellan två kurser på utbildningsprogrammet har vi lyckats hitta en sätt att praktiskt arbeta med lagarbete och muntlig kommunikation. I samarbetet mellan årskurserna utvecklas såväl språkliga färdigheter i byggteknik som förmågan till samarbete och ledarskap. Att slutsatserna i de skriftliga redovisningarna visar på hur studenterna i årskurs tre fått syn på sin egen kunskap och insikt i hur de ska ta till vara det sista årets studier gör att arbetet med att genomföra studiebesöksprojektet är mödan värt.

REFERENSER

[1] Högskoleförordningen (1993:100).
[2] A. Bränberg, H. Gulliksson och U. Holmgren, "Didaktik för ingenjörslärare – Konsten och glädjen med att utbilda ingenjörer", Studentlitteratur, 2013.
[3] E. F. Crawley, J. Malmqvist, W. A . Lucas och D. R. Brodeur "The CDIO Syllabus v2.0, An Updated Statement of Goals for Engineering Education", Proceedings of the 7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20-23, 2011.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Affärsmässig ingenjörsutbildning

Thomas Mejtoft, Håkan Gulliksson och Ulf Holmgren
Tillämpad fysik och elektronik, Umeå universitet

Vid institutionen för Tillämpad fysik och elektronik har vi skapat ett antal kurser som inte bara siktar på kreativ teknikutveckling utan även sätter produkterna och processer i ett hållbart eller affärsmässigt perspektiv. I denna artikel presenterar vi dessa kurser och illustrerar framtidens ingenjörsutbildning med hjälp av en modell för affärsplanering. En liten övning i nyfiket perspektivskifte.

Nyckeltermer **Affärsmässig teknikutveckling, framtidens ingenjörsutbildning**

I. Introduktion

Författarna till denna artikel är aktiva i gränslandet mellan elektronik, medieteknik och interaktionsdesign. Detta är ett brett område som involverar beståndsdelar som enligt vår erfarenhet kräver balans mellan teknik, kontext och innehåll.

Själva karaktären på området är tvärvetenskaplig och mycket av det vi vill åstadkomma i våra kurser och utbildningar beskrevs redan för över tio år sedan i projektet NyIng [6]. Projektet syftade till förnyelse av ingenjörsutbildningarna för att därigenom skapa framtidens ingenjör. Flexibilitet, näringslivssamverkan och samförstånd mellan människa-teknik-samhälle är några nyckelord som lyfts fram i utredningen. Det gäller att stödja hela studentens personliga utveckling, inte bara den som är direkt relaterade till teknik.

Denna artikel fokuserar på sammanhanget affärsutveckling och ett ekonomiskt perspektiv i relation till teknikutveckling och ingenjörsmässighet. Vi presenterar två kurser i affärmässig teknikutveckling där studenterna utgående från en egen produktidé får tillämpa ingenjörsmässiga och affärsmässiga kunskaper för att utveckla och utvärdera sin idé. Kursbeskrivningen i artikeln kompletteras med ett avsnitt om framtidens ingenjörsutbildning som måste svara upp mot både näringslivets och det övriga samhällets krav.

Många går en ingenjörsutbildning för att efter examen få ett arbete och en del därför att de är intresserade av en viss teknik. När man följer studenter under en utbildning ser man ännu en dimension av utbildningen, den som leder till ett sätt att vara, till att få en ”ingenjörssjäl” [1]. En global marknad för teknikutveckling innebär nya sociala förutsättningar för ingenjören. Arbete tillsammans med ingenjörer från andra länder och kulturer kommer att krydda många projekt. Att behärska utländska språk blir nödvändigt men också att kunna anpassa sig till olika typer av ledarstilar och attityder till arbete. Selander [9] generaliserar behovet av att ta hänsyn till de kulturella som ”ökade krav på förmågan att ta in, hantera, och bruka olika slags kulturellt kapital och sådana attityder som inte tidigare varit särskilt dominerande i utbildningar”.

I bästa fall lyckas vi inom utbildningsinstitutionerna förmedla en vilja och glädje i att lära och utvecklas som inkluderar omställningen i det dagliga arbetet, i annat fall kanske det sker det ändå, av nödvändighet. I båda fallen ökar behovet av ett *breddat lärande*. Vi måste komplettera ämneskunskaper och den arbetsroll vi behärskar med kunskaper runt annat. Byten av arbetsuppgifter under ett långt yrkesliv bör återspeglas i en förändringsförberedande grundläggande ingenjörsutbildning. En annan viktig typ av lärande är ett *vidgat lärande* [9]. Ett globalt lärande, där platsen och situationen för lärandet varierar, just-in-time, flexibelt och livslångt.

Den snabba tekniska utvecklingen fortsätter. En slutsats är att den naturligt leder till krav på ett *fördjupat lärande*. Många behöver kunna mer inom sitt specialområde, dels för att vara konkurrenskraftiga och dels för att klara av att hänga med när tekniken förändras. Förhoppningsvis behåller ingenjören sina grundläggande värderingar vid byte av teknikområde och kan återanvända fundamentala ingenjörskompetenser.

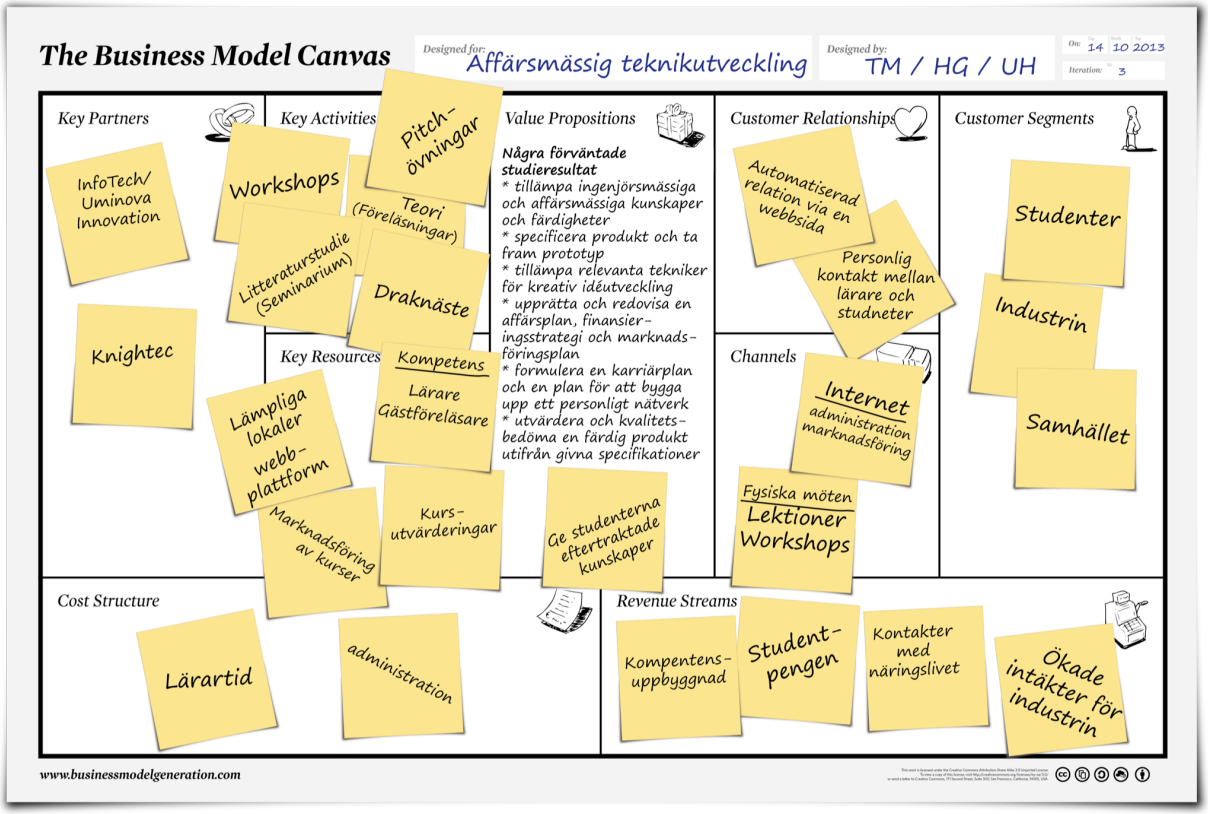
Dagens utbildningsvärld skakas av ny teknik som baseras på Internet. Nytänkande behövs till exempel när det gäller att lära sig själv över nätet tillsammans med andra, interaktivt och livslångt [4]. Fokus skiftas från informationen själv till att bedöma informationens och verktygens kvalitet, trovärdighet och syfte.

Kraven på, breddat, vidgat och fördjupat lärande kommer att skärpas, troligtvis utan att utbildningarna ges större tidsmässig omfattning. Tvärtom förväntas studenterna bli klara snabbare än nu, till exempel genom att de läser sommarkurser.

Utgående från den kontextbeskrivningen beskriver vi i nästa avsnitt våra affärskurser och följer upp med ett avsnitt om framtidens ingenjörsutbildningar. Vår diskussion blir av tids- och utrymmesbrist nödvändigt översiktlig med några utvalda fördjupande nedslag.

Både kursbeskrivningen och utbildningsdiskussionen struktureras utifrån en modell för att skapa affärsplaner, ”The Business Model Canvas” [8] (Figur 1), som används i kurserna för affärsutveckling.

Thomas Mejtoft (thomas.mejtoft@umu.se), Håkan Gulliksson (hakan.gulliksson@umu.se) och Ulf Holmgren (ulf.holmgren@umu.se) är alla lärare på institutionen för Tillämpad fysik och elektronik (TFE) vid Umeå universitet.



Figur 1. Värde, intressenter och andra variabler skissade för kurserna i affärsmässig teknikutveckling (baserad på The Business Model Canvas [8])

II. Kursupplägg och Genomförande

Att ge en kurs liknar i mångt och mycket att erbjuda vilken annan tjänst som helst på marknaden. Värdet kan ses som något som samskapas med kunderna/studenterna. Vargo och Lusch [10] uttrycker detta som ”the customer is always a coproducer”. Således är det viktigt att på olika sätt involvera studenterna i både utvecklingen av kursen, men också i själva genomförandet. Detta samarbete har efter systematiskt experimenterande lett till ett kursupplägg för kurserna i affärsutveckling som baseras på föreläsningar, workshops, litteraturseminarium, övningar och slutpitchar.

Idag erbjuder institutionen för Tillämpad fysik och elektronik vid Umeå universitet två kurser, *Affärsmässig tjänstedesign och teknikutveckling* samt *Teknikutveckling i ett affärsmässigt perspektiv*, till ingenjörs- och civilingenjörs-studenterna. Målsättningen med kurserna är att fokusera på processen och inte på slutresultatet. Med andra ord är de affärsidéer som väljs av studenterna inte avgörande för deras slutresultat på kursen då det är processen för att utveckla dem som. I relation till andra affärsutvecklingskurser, ställs höga förkunskapskrav på teknisk kunskap och kurser. På så sätt lägga fokus på den tekniska inriktning som studenterna redan har genom sitt utbildningsval.

Inom affärsutveckling använder man sig av en terminologi och metodologi som baseras på begreppet affärsplan. Det finns många sätt att formulera en sådan men vi har använt oss av den som visas i Figur 1. Med hjälp av denna canvas kan man, utgående från vilket värde som skapas för kunderna, analysera och undersöka vad som behövs för att leverera värdet och vilka beståndsdelar som är nödvändiga för att uppnå detta. De frågeställningarna som ställs för en kurs är exemplifierade i Figur 1: Vilka är kunderna? Vilka kanaler används för att nå kunderna? Vilka relationer byggs upp? Vilka nyckelaktiviteter genomförs för att skapa värdet och vilka resurser och samarbetspartners behövs? Längst ner på vår canvas har vi inkomster och utgifter, den krassa slutsummeringen för om det hela går ihop.

Under kursen arbetar studenterna successivt fram en canvas för sin affärsidé. Det innebär bland annat att ta kontakt med olika intressenter och att kartlägga konkurrenter. Förutom detta utforskande arbete så innehåller kursen ett antal grundläggande föreläsningar och övningar samt ett litteraturseminarium där de får brottas med forskningsartiklar runt affärsutveckling som de presenterar för deltagarna i gruppen. Dessutom innehåller kursen några workshops och en slutpitch som beskrivs i de följande avsnitten.

A. Workshops

En viktig del i kurserna är samarbetet mellan studenterna i grupper på kursen och den diskussion som uppstår när grupperna möts. Under varje workshop arbetar studenterna

med någon annan grupps affärsmodell utifrån några av delarna i affärsplanens canvas. De workshops som anordnas leds av studenterna som får fördela sin tid precis som de själva önskar för att få bästa utbyte av övningen.

B. Draknästet

Om man ska driva ett affärsutvecklingsprojekt i egen regi är det oftast nödvändigt att i något skede vända sig till någon form av finansiär, till exempel vara en investeringsfond eller ett riskkapitalbolag. Ett av målen med kursen är att studenterna i slutet av kursen ska ha en genomarbetad affärsidé och vara mogna att presentera denna för utomstående investerare. Som slutövning låter vi därför studenterna hålla pitchar (korta, snabba presentationer om ca två minuter) runt sina idéer och affärsplaner för en grupp bestående av professionella projektledare och affärsutvecklare från teknikkonsultbolaget Knightec. Upplägget påminner om det som visas i tvprogrammet Draknästet (Dragons' Den). Under kursen hösten 2012 erbjöd sig Knightec även att stötta det mest intressanta förslaget med en affärskonsult som mentor för att driva projektet vidare i Venture Cup. Här kan tilläggas att övningen uppskattades av (de nervösa) studenterna och att konsulterna från Knightech var imponerade av studenternas förberedelse-arbete och av deras presentationer.

Som förberedelse inför slutpitchen samarbetar kursen med Uminova Innovation, som erbjuder en pitchövning under en eftermiddag, där studenterna får möjlighet att träna på sin förmåga att snabbt presentera sitt projekt på ett attraktivt sätt.

Slutomdömet av från studenterna var att kursen hade varit mycket givande och ansågs som mycket viktig för deras framtida yrkeskarriär.

III. Framtidens ingenjörsutbildning

Verktyget för att analysera och utveckla affärsmodellen, Business Model Canvas [8], visar sig i kursen att vara ett utmärkt verktyg för bedömning av potentialen hos en teknik, tjänst eller produkt. Den fungerar också bra för att illustrera värdet och "affärsplanen" för våra kurser i teknikbaserad affärsutveckling (Figur 1). I detta avsnitt kommer samma struktur att användas för att organisera några tankar kring framtidens ingenjörsutbildning. Vi börjar med att titta på vilka kunder som framtidens affärsutbildning har, den del som benämns kundsegment i affärsmodellen. Av utrymmesskäl smalnar vi därefter av perspektivet för de övriga segmenten i affärsplanen. Vi fokuserar främst på samhället i stort.

A. Kundsegment

Tre olika kunder som kan identifieras är studenter, näringslivet och samhället i stort.

Studenterna

Det är svårt att tänka sig en utbildning om inte till största delen är till för studenter som lägger ner tid och ekonomiska resurser på att ta sig igenom utbildningar. Utan studenter ingen utbildning.

Näringslivet

Att anpassa utbildningar till näringslivets behov är ett sätt att skapa värde. Således är ett andra kundsegment näringslivet. Detta är ett relativt enkelt segment att förstå sig på. Där finns tydliga mål och en marknad att ta hänsyn till.

Samhället i stort

Ett tredje kundsegment är, otvivelaktigt, samhället i stort, och då i synnerhet staten. Man kan i princip tänka sig global, nationell och lokal styrning men just nu är få som ifrågasätter att utbildningen skall vara en nationell angelägenhet som finansieras via skatter. Lyotard [7] visade på två olika anledningar till varför staten är beredd att satsa enorma mängder pengar på högre utbildning. Den första är att vi måste ha utbildade personer för att vårt land ska kunna *konkurrera på en världsmarknad*. Den andra anledningen är att ett samhälle, som Sveriges, har vissa *behov av utbildade människor*, till exempel läkare som måste fyllas. En tredje anledning till satsning på högre utbildning är tydligare politisk. Klassisk socialdemokratisk inriktning ser utbildning som ett sätt att bryta ned klassamhället och *ge möjligheter till klassresor*.

Potentiella kunder som vi inte tar upp här är den offentliga sektorn och olika typer av organisationer som står utanför näringsliv och stat, till exempel Läkare utan gränser.

B. Värden som skapas för samhället

En naturlig följd av statens engagemang och investeringar i utbildningssektorn blir att man vill få insyn i utbildningens resultat. Detta i sin tur leder fram till krav på mätbara mål, och bara mätbara mål, som underlag för finansiering och strategibeslut. Mål som "bildningsnivå" och utveckling av förhållningssätt och samhällsansvar avfärdas i det sammanhanget ibland som flum, kuriosa och tyckande.

Studerar man de nationella målen för en ingenjörsutbildning läser man till exempel under rubriken färdigheter att studenten skall "visa förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling". Målet är brett och ger ett *stort tolkningsutrymme*. Hur prioriterar man i en utbildning mellan utveckling av förmågor för att hantera ekonomi och ekologi med avseende på hållbar utveckling? Ska studenten ges valmöjligheter? Är det upp till läraren? Utbildningsansvarig? Officiellt visas idag en samsyn mellan politiker och näringsliv. De talas om kvalitet för konkurrenskraft, med ett fokus glider från anställningsbarhet mot innovation och entreprenörskap.

Om vi fortsätter att fundera runt de nationella målen, finns det idag en del *underförstådda mål*. Ett exempel är förväntningarna på ekonomisk tillväxt. Ett annat är att marknadsekonomin är överlägsen och ett tredje är företagsperspektivet. Generellt behövs en diskussion kring vilka värden som utbildningar skall tas hänsyn till. Hur ska de prioriteras och varför? Att lära sig ta ansvar och arbeta självständigt är inte så kontroversiellt men att till exempel förbehållslöst använda utbildningar för att styra mot en värld där inte fossila bränslen får användas skapar säkert mer debatt. Ska man målstyra mot en hållbar värld bör detta genomsyra det sätt som utbildningen bedrivs på och då blir ingenjörsutbildningen en politisk kraft.

Man kan välja att se på studenter som kuggar i samhällssystemet eller som samhällsomdanare. Studenter är som grupp friare än de som har jobb och barn. De borde därför kunna vara en potentiellt potent lättrörlig politisk kraft. Ingenjörsstudenter är dessutom ofta nytänkande skapande individer och har välutvecklade sociala nätverk. Ska denna kraft uppmuntras i utbildningen, medvetet styras eller i det närmaste ignoreras, som idag? En utbildning med påverkan på samhället som övergripande effektmål kan utnyttja högskolans resurser men får inte bli dogmatisk. Kurser i politik och etik blir viktiga. Ett av tolv nationella mål för en civilingenjör är att visa ”Insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter”. Det målet får inte en tolftedel av tiden i många utbildningar i Sverige. Ett ökat samhällsengagemang borde rimligtvis driva på studenten och synas till exempel i det man skriver och konstruerar under utbildningen. Bristande engagemang är en vanlig anledning att hoppa av en ingenjörsutbildning, så ett ökat engagemang är viktigt av flera orsaker.

C. Kundrelationer, utbildningen och samhället

På en nationell nivå är kundrelationen mellan utbildningar och samhället nu reducerad till utvärderingar. Den tredje uppgiften, att samverka med det omgivande lokalsamhället, finns formulerad i högskolelagen men någon substans och något mer än en viss näringslivssamverkan är svår att hitta. Ur ett globalt perspektiv händer inte heller mycket. Här är det enklare att förstå orsakerna, det finns helt enkelt inga kanaler från en ingenjörsutbildning till det globala samhället.

D. Kanaler, utbildningen och samhället

För att leverera värdet till kunderna behövs kanaler. I vårt fall kanaler där universitet, studenter och näringsliv på olika sätt möts. Det finns mycket att säga till exempel om kanalerna mellan näringsliv och utbildning och mellan studenterna, se till exempel [1], men här sparar vi plats och exemplifierar med kanalen mellan utbildningen och samhället.

I det lokala sammanhanget borde det gå att bygga upp stabila kanaler mellan utbildning och samhället. Som det nu är sträcker sig kanalerna ofta till inbjudningar till obegripliga disputationer, korta högtidsföreläsningar och en och annan kaféföreläsning där ”allmänheten” kan få ta del av den akademiska världens kunskaper.

Om man som ingenjör vill fortsätta jobba med teknik över en längre tid och inte snabbt bli ersatt av en nyutexaminerad ingenjör så är ett fördjupat och kontinuerligt lärande en nödvändighet. Både samhället, arbetsgivaren och ingenjören själv har ett intresse av att upprätthålla lärandet, i.e. hålla kanalen öppen. En plan för fördjupat lärande borde ingå i alla anställningsavtal. Ett av de nuvarande statliga utbildningsmålen är att lära studenten ta ansvar för sitt livslånga lärande, att ”visa förmåga att kritiskt och systematiskt integrera kunskap”, och att ”identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens”. Mål som borde ges större tyngd. Som läget nu är krävs det gott självförtroende, hårt arbete och en rejäl dos mod att utveckla sig själv via kurser när man börjat arbeta efter examen. Att bära med sig goda vanor från utbildningen är en bra grund.

E. Nyckelaktiviteter, med samhället i stort

Ur statens perspektiv är det förstås viktigt att få ut största möjliga nytta för satsade pengar på utbildning. Det gör att utvärdering blir viktig. Med ökande digitalisering kan man på sikt tänka sig att utvärderingen på sikt blir kontinuerlig och att rankingsystem etableras som också uppdateras i realtid.

Funderar man runt utbildning i form av gemenskap och deltagande så inser man att det till stor del handlar om process och inte alltid om enkelt mätbara slutresultat [4]. Ett skapande tillsammans med en stor mängd andra, främmande människor, kanske från andra kulturer. Detta skiljer sig mycket från det nuvarande systemet där individer samarbetar med likar i en hierarkisk expertstruktur med strikta regler för att få delta på varje nivå [4].

Om vi ser på det *livslånga lärandet* så rymmer det viktiga sociala dimensioner. Hur ska det tillämpas så att det inte leder till social isolering där enskilda individer zappar mellan vidareutbildningar och aldrig hinner förankra sig inom en profession eller ens på en plats? En möjlighet är att vi med hjälp av informationstekniken enkelt kan hitta andra som gör samma resa, så att utbildningar och kurser kan stötta en ny typ av social gemenskap. Accepterar vi och klarar vi av att ständigt utmanas?

F. Nyckelresurser, med fokus på samhället i stort

Det finns ett antal nyckelresurser i en utbildning, studenterna förstås, men även lärarna och den organisation och miljö som är uppbyggd på högskolorna för att stötta utbildningarna [1].

Vilka nya traditioner ska/bör/vill vi bygga? Ett exempel skulle kunna vara att etablera en skråkänsla bland ingenjörer. Om man frågar en ingenjör vad denne jobbar med kanske svaret bör vara att (med stolthet i rösten), jag är ingenjör, snarare än att jag jobbar på Volvo [5]. Trenden idag är att Sverige monterar ner det svenska begreppet ingenjör till förmån för de mer internationellt välkända begreppen Kandidat- och Masterexamen. Vill vi det? Har vi något val på sikt om det är så det ser ut internationellt?

Den nyckelresurs som staten står för är naturligtvis *finansieringen*. För tillfället är statligt finansierad högre utbildning det alternativ som erbjuds i Sverige, men så behöver det inte vara i framtiden. Man kan tänka sig både lokal och global finansiering från samhället och det är lätt att föreställa sig högre utbildningar som näringslivet finansierar. Dessa kommer troligen att knytas hårt till företaget som även har andra nyckelresurser, framför allt eftersom den perfekta studiemiljön finns där om man vill ha utbildning som efterliknar den framtida yrkesrollen.

En regionalpolitiskt het fråga är var utbildningar ska ges. Den frågan triggar i sin tur flera andra frågor när informationstekniken ger nya möjligheter. Den första är om studenten fysiskt måste läsa kursen på ett universitet eller inte. Ges kursen med andra ord på distans eller på ett campus? I båda dessa fall kan man fråga sig vem eller vilka som skall hålla

kursen. Ska den ges på alla universitet i Sverige eller bara på vissa? Är alla universitet i Europa likvärdiga? I hela världen?

Alla typer av kurser passar inte för distansutbildning. Kräver kursen till exempel tillgång till ett avancerat labb eller bygger på en speciell förkunskap som bara finns på ett ställe så är en distanskurs ingen bra idé. En del ungdomar vill bo kvar hemma och leva det liv de vant sig vid, kanske delvis för att det är en billig lösning. Studenten har kanske redan familj och barn eller andra sociala band. Utbildningen kan även vara en fortbildning eller omskolning som läses parallellt med ett arbete. Andra studenter vill komma hemifrån så fort som möjligt och flyttar gärna till en annan stad. Ett vidgat lärande kan mycket väl ske under ett projektarbete utomlands, eller på arbetsplatsen i ett projekt med internationellt deltagande. Ett livslångt lärande kan innebära att kunskaper kan inhämtas på muséer och kaféer i något annat land, alternativt hemma i finsoffan med barnbarnen i knät.

G. *Viktiga samarbetspartners*

Det är inte så svårt att tänka sig utbildningar som är hårt knutna till företag och som utnyttjar företagets kunskaper, lokaler och sociala miljö. De nationella målen säger inget om var en utbildning skall bedrivas För närvarande är det svårare att se andra delar av samhället som direkta samarbetspartners med ingenjörsutbildningar. Utbildning utanför universitetet innebär inte bara en utmaning för högskolan utan även för arbetsplatsen dit utbildningen förläggs. Högskolan får ytterligare en uppgift, nämligen att stötta och utveckla nya lärande organisationer.

IV. Diskussion

Går ingenjörsutbildningar ihop samhällsekonomiskt? Så har det varit historiskt och så är det troligtvis nu, annars skulle stadsbidraget snabbt dras in. Det vi tycker oss ana är omfattande krav på förändringar i ingenjörsutbildningar från globalisering och digitalisering som i sin tur kommer att samverka med stora förändringar i samhällets resursfördelning, samt i lärar- och studentkoncentrationer. Någon politisk diskussion runt detta har vi ännu inte skymtat så därför är det omöjligt att uttala sig om det ekonomiska utfallet efter dessa förändringar.

Ett problem med det affärsmässiga synsätt som vi skissat på är att studenterna ser världen bara som en marknad, människor bara som kunder, beställare, leverantörer och pengar som det enda mätvärdet. Vi leds också in i ett ”framstegstänkande” utifrån tillgång och efterfrågan, fri prissättning och konkurrens. Är det den typen av framsteg vi är ute efter?

Underförstått är då också att kunskap är en produkt. Man kan fundera om detta är en hållbar idé för den långsiktiga samhällsutvecklingen. Otvetydigt är dock att all sorts kunskap behövs och är viktig för att vi ska klara de utmaningar som vi står inför, som resursbrist och klimatproblem. Kunskap som handelsvara betyder att den som har mest pengar kan köpa den, för sitt eget bruk eller till sitt företag.

I utredningen NyIng [3] står det att ”ingenjören byggde det moderna samhället. Och han byggde det som en maskin […] Fabrikerna blev i sin tur modell för annan mänsklig verksamhet: skolor, sjukhus, bostäder och kontor kom alla att utformas som fabriker”. Fabriksmetaforen pekar på studenten som en produkt som via ett kvalitetskontrollerat löpande band spottas ut för att bli en kugge i samhällsmaskineriet. Produktionsökning är ett krav så kuggarna måste passa allt bättre och klara allt större påfrestningar. De som inte klarar kvalitetskraven kasseras. Kanske lite tillspetsat formulerat men trenden verkar just nu inte långsiktigt peka emot ett samhälle där alla människor räknas och har en självklar plats. Om nu fabriksmetaforen skrämmer och kunskap som handelsvara inte är så lockande, vad finns det för alternativ?

V. Slutsatser

I denna artikel har vi presenterat några kurser som skapats med ett tydligt affärsperspektiv på teknikutvecklingen. Vi har också beskrivit både dessa kurser och ingenjörsutbildningar som om vi utvecklade en affärsplan. Beskrivningarna är mer av generell och översiktligt karaktär och syftar inte till någon fullständig beskrivning utan vill visa på att perspektivet kan ge nya insikter. Användandet av en affärsplan ger en struktur för analysen. Förhoppningen är att ansatsen kan stimulera till nya idéer och diskussioner runt ingenjörsutbildningar.

Tack

Författarna vill tacka alla studenter som läst kurserna *Affärsmässig tjänstedesign och teknikutveckling* och *Teknikutveckling i ett affärsmässigt perspektiv* vid institutionen för Tillämpad fysik och elektronik, Umeå universitet.

Referenser

[1] Bränberg, A, Gulliksson, H., Holmgren, U., *Didaktik för ingenjörslärare*, Studentlitteratur (2013).

[2] Churchill, E.F., Bowser, A., Preece, J. Teaching and learning human-computer interaction: Past, present, and future. *Interactions, 20*(2), 44-53, (2013).

[3] Dahlbom, et. al., *Vad är en ingenjör, Delrapport i projektet Ny ingenjörsutbildning*, Linköpings univ (1999)

[4] Davidson, C., Goldberg, T., *The future of learning institutions in a digital age*, MacArthur (2009).

[5] Grasso D., Burkins, M. (Eds.), *Holistic engineering education*, Springer-Verlag (2010).

[6] Ingemarsson, I., Björch, I. (Eds.). *Ny ingenjörsutbildning. Institutionen för systemteknik*, Linköpings univ (1999).

[7] Lyotard, J.-F., *The postmodern condition: A report on knowledge*, Manchester University Press (1979).

[8] Osterwalder, A., Pigneur, Y. *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken, NJ: Wiley (2010).

[9] Selander, S., Kress, G., *Design för lärande*, Norstedts, (2010).

[10] Vargo, S.L., Lusch, R.F. Evolving to a New Dominant Logic for Marketing. *J. of Marketing, 68*(1), 1-17 (2004).

Session 7

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Kan ingenjörsmatematik undervisas effektivt utgående från en humanistisk syn på matematiken?

Anders K. H. Bengtsson

***Abstrakt*—Matematikämnet i ungdomsskolan står i fokus för diskussioner, fortbildning och reformarbete sedan flera år. I väntan på att förkunskaperna hos våra inkommande ingenjörsstudenter förbättras, vad kan vi som högskolelärare göra? Här argumenteras för ett angreppssätt som inte prövats i någon större utsträckning: Undervisa matematiken som en humanism och inte som ett hjälpämne till naturvetenskap och teknik; att ta de humanistiska aspekterna på matematiken som fundament för undervisningsmetoder och kursdesign.**

Detta kan skapa möjligheter att på allvar fokusera begreppsmässiga svårigheter samtidigt som exempel på matematikens tillämpningar inom teknik och samhälle kan moderniseras.

***Sökord*—Matematikundervisning, humanistisk matematik, matematik och språk, liberal arts.**

I. Matematiken är en humanism

RUBRIKEN är givetvis en travesti på titeln till Jean-Paul Sartres *L'existentialsme est un humanisme*, den korta text där Sartre försvarar sin filosofi mot angrepp från katolska kyrkan och kommunisterna. Texten [1] är i sin tur baserad på ett föredrag Sartre höll i Paris hösten 1945. Nu är analogin här inte främst att matematiken idag är angripen från två håll av så starka krafter – snarare då att ämnets undervisning allt mer kommit att bli dess egen fiende – utan att matematiken faktiskt är ett humanistiskt ämne och inte enbart en hjälpreda åt natur- och ingenjörsvetenskaperna.

Offentligt – men inte alltid privat – omfamnas matematiken idag av alla. Ändå kan nog många matematiker och matematiklärare vittna om den artiga förstämning som sprider sig runt bordet även i lärda sällskap när ämnet förs på tal. Många människor – även akademiker, till och med tekniker och naturvetare – är inte alltid bekväma med ett ämne som uppfattas som torrt och tråkigt, abstrakt och obegripligt. Kan detta möjligen ha att göra med att matematikens plats i det mänskliga kunskapsbygget är missuppfattad?

Bidrag insänt 11:e oktober, 2013. Anders K H Bengtsson är docent i teoretisk fysik och arbetar på Ingenjörshögskolan, Högskolan I Borås, Allégatan 1, SE-50190 Borås. Telefon 033-3454607. (e-mail: anders.bengtsson@hb.se)

II. Gamla idéer – nytt fokus

A. Inget nytt

Att se matematiken som en del av den mänskliga kulturen, som en humanism, är inget nytt. En ingång till den svenska konversationen om detta finns i *Det matematiska kulturarvet* [2] som beskriver det dialogseminarium som hölls på Dramaten i Stockholm 2004. Lars Mouwitz' diskuterar bildningsmässiga aspekter av matematiken i avhandlingen [3] och i [4]. Andra svenska matematiker som skrivit i ämnet är Lennerstad [5] och Kiselman [6] som behandlar språkliga aspekter av matematiken.

Jan Thompson diskuterar i *Historiens matematik* [7] hur matematikens historia kan vara ett kraftfullt didaktiskt hjälpmedel. Den symboliska abstraktionen från 1500-talet och framåt var inte bara ett införande av bokstavssymboler för kända och okända tal, det var också ett intellektuellt språng, ett språng som varje individ måste ta någon gång under matematikstudierna.

I den engelskspråkiga delen av världen har vi den omfattande antologin *The World of Mathematics* som utkom 1956 i USA [8]. Redaktören, James R Newman, hade då arbetat med verket sedan 1944. Det visar att en förståelse för de kulturella aspekterna av matematiken går åtminstone så långt tillbaka i modern tid. Antologin gavs ut i Sverige under titeln Sigma [9]. Vi har också Morris Klines böcker om matematikens kultur i vid bemärkelse [10]. Men även Kline har föregångare som Lancelot Hogben [11]. Vi har Richard Courants klassiker *What is Mathematics?* [12] från 1941. Observera att detta inte är populärvetenskapliga böcker. Det är böcker vars huvudsakliga syfte är att lära ut användbar matematik, inte att popularisera spektakulära delar av ämnet eller marknadsföra det som roligt.

I USA finns en tradition av matematikböcker och kurser för Liberal Arts. En del av dem är av det spektakulära slaget, andra med fokus på användbar matematik. I USA finns också vad som ibland kallas "en rörelse för humanistisk matematik". Rötterna går tillbaka till Alvin White som 1986 arrangerade en konferens kring matematik som en humanistisk disciplin. Ett resultat var *The Humanistic Mathematics Network Journal* [13] som sedan utvecklades till *Journal of Humanistic Mathematics*. Några referenser som speglar den amerikanska diskussionen och olika karaktäriseringar av begreppet

humanistisk matematik är [14, 15].

B. De sju fria konsterna

Den som tvekar inför kategoriseringen av matematiken som ett humanistisk ämne kanske inte övertygas av en hänvisning till de gamla grekerna, men samtliga delar av *Quadrivium*; Aritmetik, Geometri, Musik och Astronomi, var matematiska till sin natur. Detta är de fyra matematiska fria konsterna. *Triviums* ämnen betraktas normalt som språkliga konster, men både Logik och Grammatik har i form av matematisk logik och grammatik för programmeringsspråk flyttat in i den moderna matematiken. Det sista ämnet, Retorik, handlar om effektiv kommunikation, om undervisning. Med en viss anakronism kan man säga att samtliga sju fria konster var matematiska till sin natur [16].

Mot bakgrund av dessa ganska självklara humanistiska och kulturella aspekter av matematiken är det märkligt att så lite av det syns i skolans matematikundervisning. Det gäller alla nivåer från grundskola över gymnasium till högskola. Är det lärarna, kursplanekonstruktörerna, eller läroboksförfattarna som saknar tillräcklig bildning eller intresse? Är det ett systemfel? Kan det vara en slentrianmässig inställning till ämnet som leder till ett tunnelseende, där man till helgen hyllar matematikens djupa kulturella relevans, men till söcken kör fast i gamla hjulspår?

Därmed närmar vi oss det som kan vara nytt: Att ta bildningsmässiga och humanistiska aspekter av matematiken och göra dem till fundament för ämnets undervisning.

C. Finns det då någon bov i dramat?

Om nu matematiken från att en gång i tiden naturligt ha betraktats som en humanism inte längre gör det, vem är då skurken? En orsak kan vara den exempellösa framgång matematiken har rönt som naturens och teknikens språk ända sedan 1600-talet. En annan den utdragna grundvalskrisen under perioden 1850-1940 och dess återverkningar i hur ämnet uppfattas, framställs och undervisas. En aspekt av grundvalskrisen är att man sökte sig bort från *åskådningen* som grund för analysen och geometrin. Det var nödvändigt på grund av åskådningens begränsningar, men något gick förlorat. Ämnet klövs i två delar: Dess tillämpningar inom natur- och ingenjörsvetenskap å den ena sidan, den formella matematiken logiskt grundad i mängdlära och logik å den andra. Att åter sätta ihop ämnet till en helhet i undervisningen är ett humanistiskt projekt.

III. Hur ser matematikundervisningen på högskolan egentligen ut?

Den som kritiserar dagens undervisning i matematik på högskolan, speciellt på ingenjörsutbildningar, bör veta vad det är som kritiseras. Här tycks det dock saknas empiri. I denna avsaknad tvingas man gissa eller förlita sig på anekdotisk information och egna erfarenheter. Det kan alltså vara så att det på civilingenjörs- och högskoleingenjörsutbildningar kokar av nya idéer och experiment i hur matematiken kan undervisas på ett excellent sätt. Frånvaron av stridslarm från en omfattande sådan verksamhet gör dock att man törs förmoda att dess omfattning är blygsam. Hypotesen är således att det mesta av matematikundervisningen bedrivs på ett traditionellt sätt. Om denna hypotes är felaktig så kullkastar det ändå inte detta förslag till en annorlunda matematikundervisning. Det skulle då vara ytterligare en idé i raden av goda förslag till förbättringar. Indicier för att det mesta ser traditionellt ut kan dock hämtas från tidigare utvecklingskonferenser [19, 20].

IV. Vad är då humanistisk matematik?

Vad skulle det då innebära att undervisa matematik på ett humanistiskt sätt? Är det humanistiskt innehåll eller är det humanistiska metoder i undervisningen eller bådadera? De idéer som här beskrivs är ett försök till svar. Det finns andra och annorlunda svar. En styrka i begreppet humanistisk matematik är att det är brett och vagt. Jag citerar Roger Haglund [17]:

"[…] one of the most promising options for improving mathematics education at all levels is the "humanistic" approach proposed by Dr. Alvin White […]. This approach is not new and variations of it have been used by good teachers since the time of Plato. Basically it involves teaching "humanistic content" using "humanistic pedagogy" in the belief that *lack of student motivation is the root cause of the literacy and attitude problems in mathematics education*. The movement "seeks to return to the educational process the excitement and wonderment of the moments of discovery and creation" [18]. […] some common characteristics of a "humanistic" classroom might include:

- Placing students in the position of inquirer, not just a receptor of facts and procedures;
- Allowing students to help each other understand a problem and its solution more deeply;
- Learning numerous ways to solve problems, not just an algebraic approach;
- Including historical background showing mathematics as a human endeavor;
- Using interesting problems and open-ended questions, not just exercises;
- Using a variety of assessment techniques, not just judging a student on his/her ability to carry out memorized procedures;
- Developing an understanding and appreciation of some of the great mathematical ideas that have shaped our history and culture;
- Helping students see mathematics as the study of patterns, including aspects such as beauty and creativity;
- Helping students develop attitudes of self-reliance, independence and curiosity.
- Teaching courses from a twentieth century perspective at the university level, so students have a grasp of the mathematics that is being used today in science, business, economics, engineering, etc."

Det är lätt att hålla med om att detta är en eftersträvansvärd lista. Men hur implementerar man den? Hur tar man de

humanistiska aspekterna på matematiken som fundament för kursdesign och undervisningsmetoder? Jag tror att man måste tänka som en humanist:

- Matematikundervisning måste vara ett berättande där uppmärksamheten flyttas från slutresultatet (teorin, innehållet, …) till processen som leder dit.
- Matematikundervisning måste ses som ett slags språkundervisning där inte enbart språkets grammatik studeras. Även dess semantik och dess kultur och civilisation måste ställas i centrum.
- Fokus måste flyttas från sedan länge sedimenterade tillämpningar till ”engagerande exempel”.
- Problemlösning måste undervisas som den kreativa och felbenägna process den är istället för att vara ett linjärt rekapitulerande av resultatet av redan lösta problem.
- Vi måste inse att papper-och-penna matematiken inte kommer tillbaka utan på allvar integrera digitala hjälpmedel i studierna.

V. Matematikundervisning som berättande

För den som är förtrogen med den vetenskapsfilosofiska diskussionen under andra halvan av 1900-talet är det inget nytt att se vetenskaperna som berättelser. Ibland tas detta för långt till ett absurt hävdande att de är sociala konstruktioner som lika gärna kan vara sanna som falska och allt där emellan - sagor helt enkelt. Detta är givetvis löjligt. Däremot är det fruktbart, speciellt ur ett undervisningsperspektiv, att se naturvetenskaperna som experimentellt verifierade och internt konsistenta berättelser om den fysiska verkligheten. Berättelser som vi traderar, eller borde tradera, i vår undervisning. Även forskningen kan ses som ett traderande, ett traderande där vi lägger till och drar ifrån berättelsen.

Även matematiken har karaktär av en berättelse. Mouwitz utvecklar dessa resonemang på ett intressant sätt i [4]. En berättelse om vad? Det är en fråga som inte är lätt att besvara, men just därför är den så mycket mer intressant att ta med sig in i klassrummet. Om naturvetenskaperna är berättelser om den fysiska verkligheten då borde matematiken vara en berättelse om …

… om en matematisk verklighet av idéer, begrepp, …

Det nya är att uttryckligen se *matematikundervisningen som ett berättande*. Det vill säga att man faktiskt berättar berättelsen. Det kan väl göras på många olika sätt? Ja, därmed öppnas möjligheten att frigöra sig från de traditionella kursuppläggens snäva ramar.

VI. Språkundervisningsmetaforen

A. Magi

En kollega har gjort följande observation: Det tycks som att många studenter då de går in till en matematiklektion *lämnar* det sunda förnuft och det logiska tänkande som de använder sig av i andra kurser kvar uti i korridoren. Det är som att de hoppas att ren magi ska lösa problemen. Denna observation - matematik som trollkonster - har även gjorts av Lynn Steen i artikeln [21]. Bland många andra intressanta observationer om matematikens osynlighet, skriver Steen:

“Jerome Bruner said somewhere that an educated man must not be dazzled by the myth that advanced knowledge is the result of wizardry. Unfortunately, mathematicians and educators conspire to maintain this myth for mathematics. Students don't want to understand why it works: they only want to know how to use it. Mathematicians don't want to make the effort to explain their field to laymen; they are content to do their research and talk to other experts. The result, predictably, is a public perception of mathematics as inexplicable and arcane.”

Mot denna bakgrund vill jag diskutera några andra aspekter av matematiken och dess undervisning som leder fram till vad jag kallar *språkundervisningsmetaforen* och som jag ser som kärnan i en humanistisk matematikundervisning.

B. Osynlighetsparadoxen

I ovan nämnda artikel av Lynn Steen diskuterar han det paradoxala i att matematiken tillämpas överallt i det moderna samhället: naturvetenskap, teknik, ingenjörskonst, ekonomi, logistik, et cetera. Ändå är matematiken osynlig för de allra flesta människor. Mycket få människor använder matematik i sitt yrke eller i vardagen. Många tekniker och ingenjörer använder inte matematik i yrket – och om de gör det – är de ibland inte medvetna om det. Matematiken är inbyggd i tekniska system och i programvaror som cad- och kalkylprogram. Detta är en bakgrund till den ”Is Algebra necessary”- diskussion som blossade upp i USA för något år sedan [22]. Diskussionen spillde också över till Sverige [23]. Matematikens av många upplevda meningslöshet parat med dess esoteriska och obegripliga formalism gör dock att den ofta ifrågasätts av debattörer samtidigt som den omfamnas av skolväsendets alla nivåer. Här ligger uppenbarligen en paradox som vi inte förstår.

C. Matematiklitteraturens fattigdom

Den genomsnittliga matematikboken för skolan är en ömklig åsyn. Sidorna fylls av ett numera färgglatt kaos av figurer, formler, genomräknade exempel, faktarutor, textsnuttar och övningar. Förgäves letar man efter de mönster som alla säger att matematiken handlar om. Det finns i allmänhet inget att läsa i en kursbok i matematik.

Det börjar dock dyka upp läroböcker som är skrivna för att läsas och där texten faktiskt försöker förklara matematik. Ett exempel på detta är *The Calculus Lifesaver* [24]. Utmärkande för denna bok, och för de andra böcker vi refererat till ovan, är att de saknar övningsuppgifter. Istället innehåller de `text`. Detta är förnuftigt. Ty det råder ingen brist på övningsuppgifter. Det som saknas är begripliga förklaringar. Dessa böcker skulle kunna karaktäriseras som humanistiska.

D. Matematiken som ett främmande språk

Att matematiken är ett språk är en högtidsfras som går tillbaka åtminstone till Galilei, i detta fall som *naturens språk*. Lennerstad turnerar denna något trötta fras på ett intressant sätt i [5] när han skriver att matematiken *har* ett språk, eller egentligen flera språk.

En poäng som jag dock inte sett explicit uttryckt är att matematiken är ett *främmande språk*. Från denna observation är det en kort sträcka fram till förståelse att ämnet därmed borde undervisas just som ett sådant, det vill säga som ett främmande språk. Ett problem är dock att den genomsnittlige matematikläraren är så familjär med det matematiska språket att det blivit ett naturligt språk som man inte är medveten om att man använder.

Låt oss jämföra med franskan eller snarare franskakursen. Den gode franskaläraren vet att det som sägs och skrivs förmodligen ter sig totalt obegripligt för studenterna. Studenterna i sin tur går in till lektionen med sitt förnuft och logiska tänkande i behåll. Förutsättningarna finns alltså för lärande och utveckling.

Den genomsnittlige matematikläraren å andra sidan, tror att det som sägs och skrivs måste vara alldeles klart och tydligt för alla. Eleverna lämnar av gammal vana sitt förstånd och logiska-rationella tänkande utanför klassrummet och förväntar sig trollkonster. Studenten hör och ser esoteriska ritualer utföras vid tavlan och hoppas att mirakel ska ske på det egna pappret.

Vad är det då deltagarna i en franskalektion har förstått? Jo, läraren vet att franskan är ett främmande språk som inte alla behärskar. Studenten vet att franska talas, läses och skrivs i Frankrike.

Vad är det deltagarna i en matematiklektion inte har förstått? Läraren tycks inte förstå att matematik är ett främmande språk som inte alla behärskar. Studenten förstår inte vad den inte förstår, speciellt inte var matematiken talas, läses eller skrives. Verksamheten är därför irrationell - för att inte säga – rent av vansinnig.

Det som gör detta svårt är att det inte kan lösas med några enkla trick eller ändrade undervisningsmetoder. Det kräver ett mentalitetsskifte – både för lärarna och för studenterna. Men här ligger både en svårighet och en möjlighet. En svårighet eftersom mentalitetsskiften kan ta åratal av studier och tankearbete att genomföra. En möjlighet eftersom när skiftet väl har skett då kan man förmodligen undervisa humanistiskt inom ramarna för traditionella kursplaner med smärre ändringar.

En annan aspekt av matematiken som ett främmande språk är att dess symbolspråk, som på ytan förefaller vara mycket exakt, egentligen är nästan lika behäftat med tvetydigheter som det naturliga språket. En så vanlig symbol som likhetstecknet används på många olika sätt inom grundläggande matematik och naturvetenskap. Några exempel: I formeln $p = mv$ uttrycker likhetstecknet en definition, i formeln $U = RI$ ett experimentellt faktum, i $a + b = b + a$ ett axiom eller en identitet, i $2x + 3 = 1$ en öppen utsaga och i $a^2 + b^2 = c^2$ ett av sammanhanget sant eller falskt påstående. Listan på kan förlängas [25]. Att detta inte enbart är ett pedanteri visas av att likheten $e^x = 0$ aldrig är en likhet! Som i alla språk är det kontexten som avgör betydelsen av ett ord, och ordet bidrar till kontexten.

VII. Hur skulle man då göra i praktiken?

Frågan blir till sist: Hur skulle man då göra för att implementera dessa idéer i praktisk undervisning? I och med att de är experimentella och någon garanti för framgång inte finns måste det handla om pilotprojekt: Erbjuda en klass av nybörjarstudenter ett alternativt matematikspår omfattande tre kurser ungefär motsvarande vad högskoleingenjörer läser idag. Om en sådan möjlighet till design av nya kurser inte ges kan man experimentera i mindre skala inom ramarna för traditionella kurser.

A. Hinder och möjligheter

Ett hinder är studenternas förväntningar. De flesta kurser som studenterna möter i ingenjörsutbildningen är mer eller mindre helt nya. Inte så matematiken. Alla har läst matematik i skolan i upp till 12 år. Nu fortsätter det på högskolan – visserligen mer avancerat – men ändå samma gamla matematikämne. Föreställningar om vad matematik är och hur det undervisas är således väl cementerade. Här finns det inget annat att göra än att vara mycket explicit och säga: Dessa matematikkurser är inte vad ni är vana vid.

Givetvis innebär de 12 åren av matematikstudier inte enbart ett hinder. Med all säkerhet besitter de flesta studenter avsevärda matematikkunskaper även om dessa kunskaper till stor del är dolda för dem själva och oanvändbara. Man kan likna det vid ett stort pussel där bitarna måste vändas upp med rätt sida och sättas ihop till en sammanhängande helhet där kontext och saknade bitar läggs till. Det är ett humanistiskt projekt.

B. Syntax, semantik och pragmatik

Ett sätt att få grepp om hur språkundervisningsmetaforen kan omsättas i praktisk undervisning är att snegla på dels hur datavetare tänker kring programmeringsspråk, dels hur den goda franskakursen är uppbyggd.

Programmeringsspråk är formella språk som delar många likheter med matematikens symboliska språk. Med *syntax* menas språkets regler – de som måste följas till punkt och pricka för att datorn ska kunna köra ett program. Med *semantik* menas vad programmet är ämnat att göra när det väl körs. Med *pragmatik* menas hur olika programmeringsspråk används i praktiken. Analogin till matematik kan förklaras med derivatan som exempel. Derivering av funktioner kan tecknas på ett antal olika sätt och vissa regler finns för hur derivator beräknas. Det är derivatans syntax. Derivatan har därtill ett antal olika typiska betydelser (förändringshastighet, tangentens lutning, gradient et cetera). Det är dess semantik. Slutligen kommer den pragmatiska frågan: Vilken typ av frågor är derivatan svar på? Motsvarande analogier gäller för integralen. De ovan listade olika användningarna av likhetstecknet är syntaktiskt identiska men semantiskt olika. De är till och med pragmatiskt olika, de visar just på likhetstecknets användning inom naturvetenskap och matematik.

Vad består då den goda franskakursen av? Även här kan man se tre nivåer:

1. Franskans grammatik, det vill säga språkets

syntax. De regler som begriplig franska måste uppfylla.

2. Frankrikes litteratur, kultur och civilisation. Detta är språkets semantik.
3. Vilka frågor är franska ett svar på? Eller hur franskan används i olika sammanhang; läsning, skrivande och talande. Det är språkets pragmatik.

Överfört på matematik och dess undervisning torde det stå ganska klart att traditionell matematikundervisning inte kommer mycket längre än till syntaxen, kanske en bit in i semantiken. Men den mesta tiden går nog åt till formelexercis, det vill säga, syntax. Hur mycket tid läggs under en algebrakrus på att reda ut nyanserna i de åtminstone åtta olika sätt som bokstäver används: kända tal, konstanter, obekanta tal, godtyckliga tal, variabler, parametrar, koefficienter, funktionsnamn? Hur mycket tid läggs under en typisk matematikkurs på matematikens litteratur, kultur och civilisation? När ställs frågan: Vilka frågor är derivatan svar på?

C. *Tre saker man kan göra annorlunda*

Examinationen styr vad studenterna gör och lär sig. Därför kommer det inte att fungera med den traditionella tentamen med 10 problem om 5 poäng som rättas enligt praxis ”skrapa ihop poäng här och där”. En annan viktig faktor är läraren. En tredje faktor som borde vara viktig, men inte alltid är det, är litteraturen. Därför är det nödvändigt att

1. Examinera på ett annorlunda sätt; process snarare än innehåll.
2. Undervisa på ett annorlunda sätt; man måste lyssna och kommunicera.
3. Välja kurslitteratur på ett annorlunda sätt: en lärobok, en populär bok, en liberal artsbok, några artiklar, …

Detta är saker man kan göra annorlunda utan vända upp och ned på befintliga kurser.

När det gäller examinationen kan man kunna dela upp den i tre delar: En salstenta där enbart svar krävs på uppgifterna (alltså inga uträkningar). Det kräver att uppgifterna formuleras annorlunda. Det man uppnår är att man får ett fokus på att räkna rätt. Det går inte att skrapa ihop poäng med ansatser och småfel. Detta kompletteras med en examination där det gäller att i detalj presentera en lösning, och här måste faktiskt lösningen vara fullständig för att godkännas. En tredje del kan vara ett moment där problemlösningsteknik testas. Dessa tre moment fokuserar olika moment i matematisk verksamhet: formulera problemlösningstrategier, genomföra och presentera lösningar och räkna rätt. I jämförelse är den traditionella matematiktentamen trubbig som styrmedel.

När det gäller undervisningen så har en ansats redan beskrivits ovan: Matematikundervisning som undervisning av ett främmande språk och som ett berättande av en berättelse. Utmaningen här är att lyfta in moderna och engagerande exempel på matematikens användning inom teknik och samhälle.

Det är nödvändigt att komma bort från föreställningen om matematikboken som ett kompendium av övningsuppgifter.

VIII. Slutsats

Förhoppningsvis har läsaren fått goda idéer till vad som kan göras inom ramarna för befintliga kurser. Små förbättringar kan förväntas. Om man har möjlighet att designa nya kurser från botten upp, då är utmaningarna och riskerna större, men kanske kan i gengäld vinsterna bli desto större?

Referenser

[1] Jean-Paul Sartre. *Existentialismen är en humanism*. Askelin & Hägglund. Stockholm. 1988.
[2] Gunnar Berg (red.), *Det matematiska kulturarvet*. Nr. 71-72. Dialoger, 2005. www.dialoger.se
[3] Lars Mouwitz. *Matematik och bildning*. Dialoger, 2006. Doktorsavhandling. Se även [3].
[4] Lars Mouwitz. *Bildning och matematik*. Högskoleverkets rapportserie 2004:29 R, 2004.
[5] Håkan Lennerstad. *Matematikens dubbelnatur – undflyende innehåll, självtillräckligt språk*. I *Bildning och demokrati i matematikutbildning*, volym 14 av *Utbildning och demokrati*, sid. 27-55, 2005.
[6] Christer Kiselman. *Matematikens två språk*. U.U.D.M. Rapport 2005:25, Matematiska institutionen, Uppsala universitet, 2005.
[7] Jan Thompson. *Matematiken i historien*. Studentlitteratur. 1996.
[8] James R. Newman (red.). *The World of Mathematics*. Simon and Schuster, New York, 1956.
[9] Tord Hall (red.). *Sigma – matematikens kulturhistoria*. Bokförlaget Forum. Stockholm, 1965.
[10] Exempelvis: Morris Kline. *Mathematics for Liberal Arts* (*Mathematics for the Nonmathematician*). Addison-Wesley (Dover Publications), 1967 (1985). Se också *Mathematics in the Western Culture*.
[11] Lancelot Hogben. *Matematikens vägar*. Bokförlaget Forum. Stockholm, 1962. Originalets titel: *Mathematics in the Making*. Rathbone Books Ltd. London, 1960.
[12] Richard Courant och Herbert Robbins (rev. Ian Stewart). *What is Mathematics?*. Oxford University Press. 1941 (1996).
[13] *The Humanistic Mathematics Network Journal Online*. http://www2.hmc.edu/www_common/hmnj/ (2013-10-05).
[14] Stephen I. Brown. *Towards humanistic mahtematics education*. First International Handbook in Mathematics Education, sid. 1289-1331, 1996. http://mumnet.easyquestion.net/sibrown/sib003.htm (2013-10-05).
[15] Alvin. M. White (red.). *Essays in Humanistic Mathematics*. MAANotes. 1993.
[16] Se författarens artikel *Matematiken som bildningsämne i högskolan* i: Anders Burman och Patrick Mehrens (red.). Det goda lärandet. Studentlitteratur. 2011.
[17] Roger Haglund. *Using Humanistic Content and Teaching Methods to Motivate Students and Counteract Negative Perceptions of Mathematics*. The Humanistic Mathematics Network Journal Archives, Issue 17, 2004.
[18] Alvin M. White. *The Process of Education*. American Behavioral Scientist 38:122-132. 1994.
[19] Torgny Roxö. *Vägar till förändring av teknisk utbildning – att tina upp pedagogiken*. 2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LTH 2-3 december 2009.
[20] Elinor Edvardsson Stiwne och Torgny Roxö. *Programethos och dess betydelse för studenters lärande och personliga utveckling inom tekniska utbildningar*. 2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, LTH 2-3 december 2009.
[21] Lynn Steen. *Mathematics: Our invisible culture*. St. Olaf College. 1985.
[22] Andrew Hacker. *Is algebra necessary?* New York Times, 28:e juli 2012.
[23] Andreas Magnusson. *Slopa matematiken i gymnasieskolan*. Göteborgsposten 2012-08-23.
[24] Adrian Banner. *The Calculus Lifesaver*. Princeton University Press. 2007.
[25] Anders Bengtsson. *Är formalismen smartare än vi? Resonemang kring studenter, matematik och symbolers konnotationer*. Opublicerat manuskript. 2007.

Matematikkurser på Teknisk Matematik: Inrättande av Karaktärskurser

Anders Heyden, Niels Chr. Overgaard

***Sammanfattning*—Vi beskriver två karaktärskurser som utvecklats speciellt för ingenjörsprogrammet Teknisk Matematik vid Lunds Tekniska Högskola, LTH. Den ena är Matematisk Modellering, som är på 3 högskolepoäng (hp), och den andra Matematisk Kommunikation, som är på 4.5hp. Vi redogör för kursupplägget och hur kursmålen relaterar till programmålen samt för utvärderingen av kurserna. Slutligen diskuterar vi våra erfarenheter av dessa kurser och vilka problem vi har stött på.**

***Index Terms*—Civilingenjörsutbilding, Teknisk Matematik, Profilkurser, Examensmål**

I. Inledning

CIVILINGENJÖRSPROGRAMMET Teknisk Matematik vid Lunds Tekniska Högskola är ett relativt nytt program profilerat mot matematik och dess tillämpningar, både inom traditionella ingenjörsämnen samt inom ekonomi, biologi, medicin, miljö, klimat, m.m, [**?**]. Programmet startade 2002, med 40 nybörjare varje år och för närvarande har drygt 150 studenter tagit examen. När programmet startade var det unikt i sitt slag i Sverige. Numera finns ett kandidatprogram i teknisk matematik på Chalmers och ett 2-årigt masterprogram på KTH.

Matematik har i alla tider spelat en viktig roll för samhällens utveckling. Datorutvecklingen har idag gjort matematiken än viktigare och samhällets behov av matematisk kompetens i kombination med kvalificerad teknisk kompetens än större. Programmet är inrättat p.g.a. den ökande betydelsen av matematiska vetenskaper, d.v.s. tillämpad matematik, numerisk analys och matematisk statistik, såväl inom industriella tillämpningar som inom andra ämnen. Programmets motto är *matematik som teknologi*, vilket avspeglar syftet att matematikkunskaperna bör kompletteras med både programmeringskunskaper och kunskaper inom tillämpningsämnen, för att bli användbara. Programmet är uppbyggt runt en kärna av kurser i matematik, matematisk statistik, numerisk analys och datavetenskap, kompletterade med tillämpningskurser inom en rad ämnen, såsom reglerteknik, signalbehandling, elektromagnetism, fysik, mekanik, hållfasthetslära, finita element-metoden, ekonomi, biologi och miljösystem och hållbar utveckling.

Utbildningen i teknisk matematik syftar till att möta behovet av civilingenjörer som

- har synnerligen stark matematisk kompetens kombinerat med data- och systemvetenskaplig kompetens
- har stor branschmässig mångsidighet, skapad genom en bred utbildning där matematiken appliceras inom många grenar av teknik, naturvetenskap, medicin och ekonomi
- har specialistkompetens att ingenjörsmässigt kombinera matematik, system- och datavetenskap inom olika teknikområden

Programmet är uppdelat på ett grundblock (3år) och ett fördjupande block (2år). Det fördjupande blocket läses från och med utbildningens fjärde år och innefattar specialisering, valfria kurser samt ett examensarbete. Syftet med specialiseringen är att studenten skall få väsentligt fördjupade kunskaper inom en del av programmets teknikområde. Inom programmet erbjuds sex olika specialiseringar; Beräkning och simulering, Biologisk och medicinsk modellering, Finansiell modellering, Miljö, risk och klimat, System, signaler och reglering och Programvara. Studenten skall välja kurser om minst 45 högskolepoäng ur en specialisering, varav minst 30 högskolepoäng skall vara på avancerad nivå. De specifika mål som uppfylls varierar från student till student.

De valfria kurserna omfattar dels valfria kurser inom programmet, dels fritt valda kurser utanför programmet. Valfria kurser inom programmet skall ge studenten den ytterligare breddning och/eller fördjupning som studenten själv önskar inom teknikområdet. Valfria kurser inom program framgår av läro- och timplanen. Studenten har rätt att som valfria kurser ta med fritt valda kurser, oberoende av program och högskola, om 15 högskolepoäng.

Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och är på avancerad nivå. Det utförs i slutet av utbildningen och följer en kursplan som är gemensam för samtliga civilingenjörsutbildningar vid LTH.

Programmet innehåller en stor mängd traditionella matematikkurser, såsom endimensionell analys, linjär algebra, flerdimensionell analys, funktionsteori, system och transformer och kontinuerliga system. Teoretiskt byggs dessa kurser på med en kurs i matristeori och en kurs i matematiska strukturer. Kursen i matristeori innehåller bland annat matrisfaktoriseringar, inducerade normer, spektralteori, Jordans normalform, matrisfunktioner, singulära värden, kvadratiska former och pseudoinverser. Kursen i matematiska strukturer innehåller bland annat metriska rum, allmänna topologiska rum, abstrakt algebra (grupper), Banachrum och Hilbertrum.

Förutom traditionella kurser i matematikämnet finns även några specialutvecklade kurser för programmet, nedan benämnda karaktärskurser eller profilkurser. Bland annat en kurs i matematisk kommunikation på 4.5hp som fokuserar på kommunikation av matematik, både gentemot andra matematiker och gentemot tillämpare, både muntligt och skriftligt. Bland annat ingår en muntlig presentation av lösningen till ett matematiskt problem. Kursen innehåller även moment av forskningsetik, informationssökning och presentationsteknik.

A. Heyden och N. C. Overgaard är från Matematikcentrum vid Lunds Universitet, Box 118, 211 00 Lund, Sverige. E-mail: heyden@maths.lth.se, nco@maths.lth.se.

Den pågår under hela åk1 och avslutas med ett större projekt som görs i 4-mannagrupper. Dessa projekt presenteras sedan under en heldagsworkshop med inbjudna gäster och målgruppen är gymnasieelever på matematikintensiva program. Här får också studenterna träna på att opponera på varandra.

En annan kurs är matematisk modellering på 3hp som ger studenterna kunskaper och färdigheter i att utifrån ett problem beskrivet i ord göra en matematisk modell, analysera denna, simulera och återföra resultaten till ursprungsproblemet. I kursen ingår även muntliga och skriftliga presentationer samt opponering. Denna kurs går under andra halvan av första terminen och en fortsättningskurs i matematisk modellering på 4.5hp går under slutet av åk3.

Ytterligare en kurs som är specialutvecklad för programmet är en kurs i algoritmimplementering, 5hp. Denna ges av datavetenskap och innehåller en del traditionell programmeringsteknik, men även moment om hur man effektivt implementerar olika algoritmer. Här finns en stark koppling till den moderna matematiken där användningen av datorer och simuleringar är central.

LTH har sedan 2003 ett enhetligt kursutvärderingssystem som omfattar alla obligatoriska kurser och en stor del av de valfria kurserna. Systemet baserar sig på enkäten Course Experience Questionnaire, CEQ och kallas CEQ-systemet, [**?**]. I systemet ingår en pedagogisk kvalitetssäkring av själva undervisningen, men också kartläggning av hur studenterna tränas i olika generella färdigheter. CEQ-systemet har bidragit starkt till att säkerställa att kurserna inom programmet är relevanta för utbildningen som helhet, och för att styra undervisningen mot ett djupinriktat lärande. CEQ-systemet genererar mycket information både på kursnivå och på programnivå. I denna självvärdering görs därför många referenser till CEQ-data. LTH anser att CEQ-data är synnerligen hög trovärdighet eftersom systemet har stark förankring i högskolepedagogisk forskning samt för att studenter, lärare och programansvarig har erfarenhet av att tolka och använda CEQ-data sedan systemet infördes 2003.

Vi kommer att beskriva kurserna i matematisk modellering och kommunikation mer i detalj, relatera kursmålen och kursmomenten till utbildningsmålen i högskoleförordningen och de specifika programmålen, samt diskutera erfarenheterna efter 10 år av dessa kurser.

II. Profilkurser

Redan under deras första år på universiteter kommer studenter på pi-programmet att läsa två karaktärskurser (också kallad profilkurser); matematisk modellering och matematisk kommunikation. I detta avsnitt kommer vi att beskriva dessa två kurser i turordning.

A. Matematisk modellering

Ett genomgående tema i civilingenjörsutbildningen Teknisk Matematik är matematisk modellering, som återkommer i flera kurser. Med matematisk modellering menar vi processen att från ett tillämpningsproblem, formulerat i icke-matematiska termer, ta fram en matematisk modell, analysera och/eller simulera denna och därifrån dra slutsatser samt eventuellt modifiera modellen och börja om processen från början. Genom att systematisk träna på detta lär sig studenterna att kritiskt, självständigt och kreativt formulera och hantera komplexa frågeställningar.

Grundkursen i matematisk modellering är på 3hp och syftet är enligt kursplanen:

> *Avsikten med kursen är att väcka medvetenhet om matematisk modelleringsproblematik, dvs vad det innebär att skapa kvantitativa modeller som kan ge förståelse för fenomen i verkligheten. Syftet är vidare att studenten skall lära sig behärska några allmänna verktyg och strukturer som kan användas vid modellering, och bibringas ingenjörsmässiga tankesätt. Kursen skall också ge bekantskap med Matlab och dess användning vid simulering och beräkning. Vidare skall kursen utveckla studentens förmåga i både muntlig och skriftlig presentation.*

Eftersom denna kurs går redan under andra halvan av första terminen är det en tidig utmaning för studenterna att använda sina matematikkunskaper för att modellera tillämpningsproblem. Det är också en utmaning för kursledaren, eftersom studenterna inte kan så mycket matematik i detta stadium. Till exempel kan man inte förvänta sig att de behärskar differentialekvationer, vilket begränsar de problem man kan modellera.

1) Obligatoriska moment: Kursen består av tre olika modelleringsprojekt, samt fram till för två år sedan en introduktion till Matlab. Intorduktionen till Matlab flyttades då från kursen i Matematisk Modellering till den första programmeringskursen. Studenterna delas in i grupper om 4-5 personer och var grupp får en egen handledare från institutionen. Handledaren följer med gruppen genom hela kursen och är den som godkänner varje projekt.

Exempel. Den första projektuppgiften i kursen är hämtad från ett vardagsproblem:

> **Välj rätt kö:** När man närmar sig kassaköerna på en stor matvaruaffär, står man inför problemet att välja den bästa kön. Ställ upp en modell för hur lång tid det tar att expediera olika kunder, genom att undersöka följande:
>
> - Påverkar kassören/kassörskan hastigheten?
> - Finns det andra faktorer?
> - Går det att simulera köer och köval?
> - Är någon kövalsstrategi bättre än andra?
>
> Viktiga moment som skall finnas med i projektarbetet är följande:
>
> - Konstruktion av en eller flera modeller som kan användas för att analysera problemet.
> - En analys/beskrivning av hur modellen skulle kunna tillämpas på problemet.
> - Besök på matvaruaffär för inhämtning av data/experiment som behövs för att validera modellen och för att skatta modellparametrar.

Denna uppgift arbetar studenterna med under en dryg vecka och presenterar sedan skriftligt. I de flesta fall skickas rappor-

ten fram och tillbaka mellan gruppen och handledaren några gånger innan den blir godkänd.

Den andra projektuppgiften finns i två varianter. Den ena handlar om att modellera vattenflödet i Göta älv och vattenståndet i Vänern. Den andra hanldar om att modellera miljöpåverkan av transporter mellan ett antal varulager och ett antal affärer. Studenterna arbetar med detta projekt i ca 2 veckor och det redovisas både muntligt och skriftligt. Dessutom får varje grupp i uppgift att opponera muntligt på en annan grupp direkt efter deras presentation.

Det tredje och sista projektet är olika för samtliga grupper. *Exempel*. Ett exempel på projekt nr 3 är:

> **Ishockeybanan:** För att ordna belysningen till kommunens nya ishockeybana, ska belysningsmästare B. Mörck införskaffa och installera ett antal belysningsarmaturer. Ljusflödet från var och en av armaturerna består av en ljuskon med toppvinkel 120 grader, och ljusflödet är lika i alla riktningar ut genom konen. Belysningen ska placeras på cirka 10 meters höjd över isen, och varje strålkastare ger då tillräcklig belysning inom cirka hälften av den belysta ytan, om den riktas lodrätt ned mot isen. Belysningsmästare B. Mörck är alltid mycket noggrann, och vill dessutom att belysningen ska uppfylla Ishockeyförbundets rekommenderade krav på jämnhet, $I_{min}/I_{max} > 0.5$, där I är belysningsstyrkan. Gör ett förslag på hur man kan installera belysningen och visa grafiskt hur resultatet blir.

Studenterna arbetar med detta projekt i ca 3 veckor och det redovisas både muntligt och skriftligt. Här sker opponeringen både i muntlig och skriftlig form.

Fram till för två år sedan ingick det också en introduktion till Matlab i kursen. Introduktionen bestod av några föreläsningar och examinerades genom att studenterna fick i uppgift att skriva korta programrutiner som rättades automatiskt. Det fungerade bra så länge som den första programmeringskursen lästes i läsperiod 1, dvs före Matematisk Modellering. Av olika anledningar flyttades programmeringskursen till läsperiod 2 och då upplevde studenterna det förvirrande att lära sig 2 olika programmeringsspråk med olika syntax av olika lärare samtidigt. Vi beslutade då att flytta Matlab-delen till programmeringskursen och det har sedan dess fungerat bättre.

Det finns också en fortsättnignskurs, som heter Matematisk modellering FK, och som går i årskurs 3. Den är på 4.5hp och i den kursen får studenterna göra ett större projekt med individuella handledare och de får välja gruppsammansättning själva. Projekten väljs från en lista med olika förslag från bland annat tillämpad matematik, matematisk statistik och reglergeknik. I denna kurs fördjupar sig studenerna i både matematisk modellering och presentationsteknik.

2) Föreläsningar och övningar: Föreläsningarna i kursen behandlar dels om matematisk modellering i allmänhet och dels de om mjukare delarna av kursen, såsom gruppdynamik, presentationsteknik, opponering m.m. I vissa fall bjuder vi in gästföreläsare, till exempel inom informationssökning. Som kursmaterial använder vi ett egenproducerat kompendium samt föreslår bredvidläsningslitteratur, [**?**].

Fram till för två år sedan ingick också några introducerande föreläsningar till Matlab, samt ett antal övningar i datorsal. Dessa moment har nu flyttats till programmeringskursen.

B. Matematisk kommunikation

Matematisk kommunikation är något när unik i Sverige. Syftet med kursen framgår av kursplanen,

> *Avsikten med kursen är att öka studentens medvetenhet om och förståelse för matematiska resonemang. Kursen ger en introduktion till matematisk teoribyggnad varvid behovet av en stringent teori påvisas genom enkla exempel. Vidare ska studenten öva förmågan att söka information och att framlägga och presentera matematiska resonemang, även i populärvetenskaplig form, samt få en inblick i aktuell och modern matematisk forskning.*

Kursen är på 4,5hp som är fördelade över hela läsåret (tre av fyra läsperioder). För att bli godkänd på kursen krävs det att man genomför tre obligatoriska kursmoment. Det rör sig om två inlämningsuppgifter, där den första lösas individuellt och den andra i grupper om tre personer, samt ett större projektarbete på våren, där man i grupper om fyra personer skriver en populärvetenskaplig rapport om ett matematiskt ämne. Projektarbetet handleds av doktorander och lektorer från matematikcentrum. Resultatet presenteras muntligt av grupperna på en heldages workshop i mitten av maj. Dessutom får varje grupp vara opponent på någon annan grupps arbete. Alla skriftliga arbeten, inlämningsuppgifter, så väl som rapporten, skrivs i LaTeX vilket numera är standarden när man skriver tekniska och matematiska texter.

Kursen i matematisk kommunikation är obligatorisk för pi-studenter och valbar för övriga civilingenjörsprogram på LTH. Ursprungligt utvecklades kursen av Magnus Fontes och gavs för den första årskullen av pi-studenter under läsåret 2002-2003. Fontes berättar att den ursprungliga ideen med kursen var att ge studenterna en överblick över matematikens sociologi. Han säger vidare: “när studenterna börjar på LTH så vet alla något om t.ex. fysik. De har hört om Einstein, relativitetsteorin och svarta hål, men om moderna matematik vet dom inget!” Målet med kursen är bland annat att ge studenterna en sådan allmänbildning. År 2009 genomgick kursen en större service, där själva kommunikationsaspekten förtydligas och berörda lärandeaktiviteter modifierades. Med utgångspunkt i constructive alignment-principen utarbetade Charlotte Sonesson och en av författarna (NCO) kursens obligatoriska del sådan att första inlämningsuppgiften lösas och redovisas individuellt med feedback från en medstudent, så kallad kompisgranskning. Den färdigredigerade lösningen lämnas sen in till läraren som rätter och ger ytterligare feedback. Därnäst följer andra inlämningsuppgiften som nu lösas och redovisas i grupper om tre personer. Lösningen presenteras muntligt för en opponent-grupp. Med utgångspunkt i denna feedback redigeras lösningen och lämnas till läraren för rättning. Slutligen, i kursens tredje och sista fas, görs ett projektarbete i grupper om fyra personer. Detta arbete redovisas skriftligt i en projektrapport och sen muntligt vid

en workshop där åhörarna är medstuderande, lärare och ev. inbjudna gäster från lokala gymnasier.

1) Obligatoriska kursmoment: För att belysa dessa lärandeaktiviteter ger vi nedan exempel på inlämningsuppgifter som eleverna ska lösa samt på projektämnen som har behandlats i samband med projektarbetet.

Exempel. En typisk första inlämningsuppgift innehåller gärna ett problem från den elementära talteorin, t.ex. att bevisa följande resultat

> **Sats.** Låt a och n vara naturliga tal där $n > 1$. Om talet $a^n - 1$ är ett primtal så är $a = 2$ och n är ett primtal.

En godkänd lösning till detta problem kräver inte bara att man kommer på rätt beviside, men också att man redovisar beviset i en text som innehåller de nödvändiga definitionerna (t.ex. definitionen av positiva primtal) och nödvändiga hjälpsatserna (t.ex. den allmänna konjugatregeln). Hela lösningen skrivs med hjälp av LaTeX vilket är ett av kursmålen. Studenterna lämnar in individuella lösningar. Vid sista övningstillfället innan deadline har vi en *kompisgranskning* där får alla feedback på sina lösningar från en kursare. Kompisgranskningen är också ett obligatoriskt kursmoment. Lösningen lämnas till rättning hos läraren som beslutar om den ska godkännas eller skickas tillbaka för komplettering.

Exempel. Den andra inlämningsuppgiften tar gärna sina problem från den endimensionella analysen. Man kan t.ex. be studenterna bevisa följande:

> **Problem.** Antag att $f : [1, \infty) \to \mathbf{R}$ är en kontinuerligt deriverbar funktion med $f(1) = 1$ som uppfyller
>
> $$f'(x) = \frac{1}{x^2 + f(x)^2}.$$
>
> Vis att följande gränsvärde existerar,
>
> $$A = \lim_{x \to \infty} f(x),$$
>
> och att $A \leq 1 + \frac{\pi}{4}$.

Denna uppgift är, i likhet med den föregående, tillräckligt svår till att studenterna får dela upp lösningen i flera delar. På detta sätt får man en uppgift vars lösning även är krävande utifrån ett kommunikationsperspektiv. Detta är ett exempel på en inlämningsuppgift från läsperiod 2 där studenterna arbetar och redovisar lösningen i grupper om tre personer. På övningen innan deadline presenterar varje grupp sin lösning för en i förhand utpekat opponentgrupp som har haft tillgång till en preliminär version av lösningen. Detta är, precis som kompisgranskningen av första inlämningsuppgiften, ett obligatoriskt kursmoment. Lösningen lämnas till rättning hos läraren som beslutar om den ska godkännas eller skickas tillbaka för komplettering.

Exempel. Under månaderna december, januari och februari kontakter kurschefen lektorer och doktorander för att höra om de kan tänkas vilja hjälpa till med att handleda ett projekt i Matematisk kommunikation och om de har förslag till matematiska ämnen som kan behandlas populärvetenskapligt. Dessa ämnen sammanställs i en lista med 15-18 projektförslag som projektgrupperna får välja bland. Projektarbetet genomför i grupper om fyra personer under perioden mars till maj. Det är typiskt 10-12 grupper. Arbetsbelastningen för projektdelen uppskattas till två heltidsveckors arbete. Vi belyser bredden av de valda projekten genom att lista några projekttitlar från det tre senaste åren:

1) Matematisk spelteori med inriktning mot Poker
2) Matematiken bakom Google
3) Epidemiologiska modeller
4) Nycklar och Lås
5) Fyrfärgssatsen
6) Matematiska sagor
7) Vädrets matematik
8) Elliptiska integraler

De flesta av titlarna talar mer eller mindre för sig själva. Det fjärde projektet, Nycklar och lås, tog utgångspunkt i ett konkret problem som formulerades av ett lokalt företag. Företaget framställer elektroniska låssystem till större fastigheter och problemet gick ut på att hitta en algoritm för att automatisk generera koder till de elektroniska nycklarna så att olika personer i fastigheten kan ges olika befogenheter när det gäller tillträde till olika utrymmen. Det sjätte projektet, Matematiska sagor, återkommer år efter år. Det går ut på att återberätta en eller flera matematiska problem i sagoform. Studenterna presenterar själv deras arbete under på en workshop. En presentation tar typiskt tjugo minuter varpå vi har 5-10 minuter till oppositionsgruppens kommentarer samt frågor från publiken. Programledningen brukar att bjuda elever och åhörare på fika och lättare lunch. Workshopen är en festlig avslutning på kursen och brukar uppskattas av elever, lärare och åhörare i övrigt.

2) Föreläsningar och övningar: De första föreläsningarna i kursen behandlar matematisk teoribyggnad och illustreras med exempel ur den elementära talteorin. Den elementära talteorin innehåller vackra satser och intrikata problem, men kräver inte så många förutsättningar som andra matematiska ämnesområden. De första åren som kursen gavs hade man ingen kursbok knuten direkt till föreläsningarna. På kursprogrammet fanns dock Ian Stewarts bok “From Here to Infinity” [**?**] som bredvidläsning. Ett övningshäfte [**?**] med ett 60-tal mera eller mindre svåra övningsuppgifter utarbetades. Endast ett fåtal av uppgifterna i övningshäftet är rena rutinuppgifter. Merparten av uppgifterna måste betecknas som problem, där experimenterande och mönstergenkänning är en förutsättning för att nå fram till en lösning. Det framgår av kursutvärderingarna att eleverna finner övningsuppgifterna svåra, men också att många av dem uppskattar att få arbeta med mera krävande matematikuppgifter som, som i motsättning till övriga grundkurserna i matematik, inte bara tränar standardtekniker.

När kursen i 2009 fick ny kursansvarig (NCO) började en gradvis förändringsprocess som ledd fram till en mera fast struktur på kursens första föreläsningar samt att man har en deciderad kursbok, Kevin Houstons “How to think like a mathematician” [**?**] där vi använder liter mera än hälften av boken. Däremot används inte Stewarts bok i nuläget. De första fem dubbelföreläsningarna behandlar de matematiska grundbegreppen axiom, definition, sats och bevis. Speciell uppmärksamhet ägnas de fem fundamentala bevistyperna direkta bevis, matematisk induktion, uppdelning i fall, indirekta

bevis (reduktio ad absurdum) och kontrapositiva bevis. Naturligtvis diskuterar man också bruket av summationstecken, implikationspilar och bruken av motexempel till att avvisa förmodanden. Dessutom ägnas en föreläsning åt hur man presenterar matematik skriftligt. Dessa teman behandlas ingående i Houstons bok, där man dessutom finner ett intressant kapitel om hur man läser matematik. Speciellt för vår kurs är att en föreläsning och en övningslektion ger en snabb introduktion till LaTeX som ju behövs för inlämningsuppgifterna.

Houstons bok rekommenderades som bredvidläsning 2011. Eftersom att boken inte var integrerad i föreläsningarna fick denna rekommendation den olyckliga konsekvensen att äldre studenter berättade för de nya att boken inte användes och att man inte behöver köpa den. I år verkar det som att detta problem är mycket mindre och att fler faktiskt skaffar boken.

III. Kursmålens relation till programmålen

Kurserna syftar bland annat till att bidra till att studenterna skall uppnår följande mål i högskoleförordningen:

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

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

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

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

samt följande programspecifika mål:

A För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten visa förmåga att matematiskt formulera och analysera problem, även sådana som har ett ursprung där matematiken inte är synlig, samt att föra tillbaka lösningar och analysresultat till ursprungsproblemet,

B För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten visa färdighet och förmåga att konstruera algoritmer, implementera dessa och med datorns hjälp, beroende av sammanhanget, utföra beräkning, informationsbehandling, simulering, statistisk analys eller visualisering.

C För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten visa förmåga att använda det matematiska språket för att kommunicera och samverka med andra, såväl tekniker som icke-tekniker, såväl muntligt som i skrift.

D För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten utveckla ett förhållningssätt till omvärlden och matematiken, i vilket matematikens användbarhet i kvantitativ verklighetsbeskrivning ter sig naturlig och möjlig.

E För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten kunna förhålla sig till redundans i och avsaknad av data, och i sådana situationer göra ingenjörsmässiga överväganden,

F För civilingenjörsexamen i Teknisk matematik skall studenten kunna kritiskt granska tekniska resonemang och med matematiskt och statistiskt angreppssätt avgöra deras hållbarhet.

Några av kursmålen i matematisk modellering lyder: *För godkänd kurs skall studenten:*

M1 kunna beskriva och översiktligt förklara den matematiska modelleringsprocessen inklusive problemidentifiering, formulering, analys, beräkning, simulering och återkoppling

M2 i både tal och skrift, med adekvat terminologi, väl strukturerat och logiskt sammanhängande kunna redogöra för lösningen till modelleringsproblem.

M3 självständigt eller i grupp kunna tillämpa den matematiska modelleringsprocessen på enkla och realistiska, men kanske vagt formulerade problem, varav något med miljöanknytning. Mer specifikt ska studenten visa god förmåga att:

- identifiera och bedöma hur olika faktorer påverkar ett system,
- formulera ett problem med matematiska begrepp, ekvationer och bivillkor,
- bedöma modellens giltighet och begränsningar, och hur den kan förfinas,
- analysera och utföra enkla simuleringar på en modell,
- återkoppla och tolka lösningsmodellen i relation till ursprungsproblemet, och bedöma lösningens giltighet och begränsningar.

M4 utveckla ett förhållningssätt till omvärlden och matematiken, i vilket matematikens användbarhet i kvantitativ verklighetsbeskrivning ter sig naturlig och möjlig.

M5 kunna förhålla sig till redundans i och avsaknad av data, och i sådana situationer göra ingenjörsmässiga överväganden.

Här är det till exempel tänkt att [M1] skall bidra till [3] och [5] samt [A], [C] och [D], [M2] skall bidra till [5] samt [C] och [F], [M3] skall bidra till [3], [4] och [6] samt [A], [B], [D] och [F], [M4] skall bidra till [6] samt [D] och [F] och slutligen att [M5] skall bidra till [3] samt [E]. Samtliga kursmål ingår som naturliga delar i projektarbetena och examineras av gruppen handledare.

Några av kursmålen i matematisk kommunikation lyder: För godkänd kurs ska studenten

K1 vara bekant med och kunna använda grundläggande begrepp inom matematisk teoribyggnad.

K2 kunna översiktligt beskriva de matematiska vetenskaperna (geometri, algebra, analys och sannolikhetsteori) och ge exempel på forskning i såväl klassisk som modern matematik.

K3 kunna använda sig av logiska resonemang för att analysera och lösa matematiska problem som kräver uppdelning i flera delproblem.

K4 i både tal och skrift, med adekvat terminologi, väl strukturerat och logiskt sammanhängande kunna redogöra för egna och andras lösningar till ett matematiskt problem, samt kunna presentera en matematisk frågeställning på ett populärvetenskapligt sätt, muntligt såväl som skriftligt.

K5 skriftligt såväl som muntligt kunna kommentera och kritisera en matematisk text eller ett matematiskt resonemang vad gäller såväl innehållets giltighet som framställningens form.

I Matematisk kommunikation tjänar kursmålen [K2], [K3] och [K5] till att uppfylla programmålen [5] och [C]. Programmålet [A] behandlas delvis av kursmålen [K1] och speciellt [K3]. Lärandemålen i kursen Matematisk kommunikation är komplexa jämfört med de flesta andra grundkurserna under första läsåret. För att inte öka komplexiteten ytterligare finns det inga kursmoment som (medvetet) är tänkt som träning i att behandla problem med redundans eller avsaknad av information (se programmål [E]). Likaså finns en del programmål som refererar till modelleringsaspekter. Dessa mål täcks av kursen i Matematisk modellering och behandlas endast i Matematisk kommunikation i den omfattning som att projektarbetet behandlar problem i vilket modellering är en viktig del. Däremot behandlas programmålet [F] om kritisk granskning av resonemang under punkten [K5] i kursmålen.

IV. Utvärdering

Vi har utvärderat kurserna dels genom att använda statistik från de CEQ-utvärderingar som genomförs efter varje avslutad kurs sedan 10 år tillbaka, dels genom att använda våra egna reflektioner.

CEQ-systemets arkiv innehåller utvärderingar av Matematisk Modellering för samtliga år och Matematisk kommunikation för åtta av de tio åren som CEQ har varit operativt; läsåret 2004–05 var svarsfrekvensen 0% och 2005–06 saknas helt i databasen. En genomgång av arkivet visar att den normala svarsfrekvensen ligger på mellan 28% och 54% med en medelsvarsfrekvens på circa 38%. Siffrorna i sig är inte höga men bedöms av CEQ-systemet som tillräcklig för att göra en utvärdering.

En stor del av CEQ-enkätens frågor består av att poängbedöma vissa frågor på en skala från -100 till 100, där -100 betyder att den tillfrågade "tar helt avstånd från påståendet" i frågan och $+100$ innebär att man "instämmer helt i påståendet". Tre av frågorna (formulerade som påståenden) från enkäten är:

- "Överlag är jag nöjd med den här kursen"
- "Tydliga mål"
- "Kursen känns angelägen för min utbildning"

Förutom mätbara svar har studenterna möjlighet till att komma med fritextsvar, det vill säga, skriftliga kommentarer till hur de upplevde kursen. Dessa fritextsvar finns ej med i CEQ-utvärderingens slutrapport där de har ersatts av studierådets redigerade kommentarer samt eventuella kommentarer från kurschefen.

I CEQ-rapporterna är svaret på den första frågan ovan klassificerat i tre kategorier: Nöjda (poäng > 0), Neutrala ($= 0$) och Missnöjda (< 0).

A. Matematisk modellering

Vår genomgång visar att mellan 22% och 79% av de svarande studenterna är nöjda med kursen. Medeltalet över de tio registrerade åren ligger på 52% studenter. Under de senaste två åren har andelen nöjda studenter legat på närmare 80%, dvs efter flytten av Matlabintroduktionen till programmeringskursen.

Av studierådets kommentarer framgår det att projekten har varit mycket uppskattade. Dock har studenterna haft stora problem med Matlab-delarna efter flytten av programmeringskursen, men det har nu rättats till. Studenterna har också haft varierande synpunkter på föreläsningarna, vilket vi uppfattar som helt naturligt då de är av en annan karaktär än vad de är vana vid från andra kurser. Vi konstaterar att det är en stor utmaning att föreläsa i en sådan här kurs jämfört med en traditionell kurs i matematik.

På den andra av de ovanstående frågorna, om kursmålen är tydliga, har Matematisk modellering traditionellt scorat låga poäng; -3 på skalan -100–$+100$. Under de två senaste åren kan vi glädjande se en positiv trend och förra året var bedömningen $+15$. Vår egen analys ät att det är ett inneboende problem i den här typen av kurser och att det inte nödvändigtvis gör kursen sämre för att studenterna uppfattar målen som otydliga.

Slutligen tillfrågas studenterna om kursen känns angelägen för deras utbildning. I CEQ-bedömningen får Matematisk modellering i medel $+64$ poäng, vilken får anses som mycket bra.

Erfarenheterna av kursen är alltså mycket goda, vilket också återspeglas i CEQ-utvärderingarna. Studenterna uppskattar att arbeta med konkreta tillämpningsproblem där de kan använda den matematik de lär sig i andra kurser. Studenterna tränas också i både muntlig och skriftlig framställning samt opponering, vilket de flesta uppfattar som nyttigt.

B. Matematisk kommunikation

Vår genomgång visar att mellan 15% och 86% av de svarande studenterna är nöjda med kursen. Medeltalet över de åtta registrerade åren ligger på 58% studenter. Efter den omskrivna servicen av kursen 2009 har talet gått upp till i fyraårs-genomsnitt på 76% nöjda studenter.

Av studierådets kommentarer framgår det att föreläsningarna genom alla år har varit uppskattade och likaså övningarna. Vår egen erfaring säger oss att studenterna verkar värdesätta de mera kluriga övningsproblemen som, även om de betraktas som svåra, ger möjlighet till mera kreativt tänkande än de mera rutinpräglade uppgifterna som de räknar i de övriga grundkurserna. Under kursens första år fanns det dock en kritik av att problemen i inlämningsuppgifterna var väldigt svåra och att arbetsbördan i samband med projektarbetet var allt för omfattande och inte alls motsvarade normeringen på

en heltidsveckas arbete. Under de senaste sju åren har projektarbetet normerats till två heltidsveckors arbete och övriga kursen motsvarar därför en heltidsveckas arbete. Problemen i inlämningsuppgifterna har också blivit enklara att lösa medans mera fokus har lagts på kommunikationsaspekten, det vill här säga hur lösningen har presenterats. Dessa åtgärder har till viss del avhjälpt ovanstående kritikpunkt.

På den andra av de ovanstående frågorna, om kursmålen är tydliga, har Matematisk kommunikation traditionellt scorat låga poäng; $+15$ på skalan -100–$+100$. Efter servicen 2009, som ledde till att själva kommunikationaspekten fick spela större roll, har den bedömning förbättrats till $+27$. (Med ett bottennapp på -11 året 2010-11, ovisst av vilken orsak.) Trenden verkar vara ökande.

Slutligen tillfrågas studenterna om kursen känns angelägen för deras utbildning. I CEQ-bedömningen får Matematisk kommunikation i medel $+51$ poäng. Efter servicen har medeltalet stabiliserat sig på $+60$ poäng. De traditionella grundkurserna, där eleverna har vanlig salstenta och bedöms efter betygsskalan 1–5, får typiskt en relevansbedömning på $+75$–$+90$ poäng. I det lyset tycker vi att Matematisk kommunikation klarar sig ganska bra.

V. Slutsatser

Införandet av profilkurserna Matematisk modellering och Matematisk kommunikation på utbildningsprorammet Teknisk Matematik vid LTH har i stort sett varit mycket lyckat. Båda kurserna är unika i sitt slag och ger studenterna värdefull kompetens. Dock finns det vissa problem förknippade med dessa kurser. Vissa problem har vi lyckats att lösa genom att utveckla kurserna efter hand med hänsyn till studenternas utvärderingar och kursansvarigas erfarenheter, men vissa problem verkar vara svåra att lösa. Ett av dessa är att tydliggöra målen med kurserna för studenterna. Vi tror att detta beror på att kurserna är annorlunda än de traditionella kurserna på en ingenjörsutbildning samt att det är svårt att precisera målen på det sätt som man kan göra i andra kurser. Dock är det inte givet att det är enbart negativt, eftersom vi vet att studenterna trots detta lär sig väldigt mycket på kurserna.

Profilkurserna är också nödvändiga för att uppfylla målen för civilingenjörsutbildningen i högskoleförordningen, framför allt avseende målen som handlar om utvecklingsarbete och kommunikation. Dessutom är kurserna essentiella för att uppfylla de fördjupade och preciserade programmål som gäller enbart för Teknisk Matematik, framför allt avseende matematisk modellering, simulering och kommunikation med hjälp av det matematiska språket.

Sammanfattningsvis konstaterar vi att kurserna är under ständig utveckling och uppskattas av både lärare och studenter, samt är nödvändiga för att programmet skall uppnå målen.

Referenser

[1] Barrie, S.C., Ginns P., Prosser, M: *Early impact and outcomes of an institutionally aligned, student focused learning perspective on teaching quality assurance*, Assessment and Evaluation in Higher Education, 30, 6, 641-656.

[2] Houston, Kevin: *How to Think Like a Mathematician—A Companion to Undergraduate Mathematics*, Cambridge University Press, 2009. ISBN-13: 978-0521719780.

[3] Sonesson, Charlotte; Magnus Fontes och Niels Chr Overgaard: Matematisk kommunikation för II–Problemsamling. Se: http://www.maths.lth.se/matematiklth/personal/nco/kurser/matkomm2012/exercises2012.pdf

[4] Stewart, Ian: *From Here to Infinity: A Guide to Today's Mathematics*, Oxford University Press, 1996. ISBN 0-19-283202-6.

[5] Åström, K, Sparr, G: *Matematisk modellering*, Matematikcentrum, 2005.

[6] *www.tekniskmatematik.lth.se*

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Teaching computational mechanics using educational software

Mathias Wallin and Håkan Hallberg

***Abstract*—The discipline 'Computational mechanics' at Universities defines a multidisciplinary subject and a class of courses which heavily relies on mechanics, strength of materials, applied mathematics, numerical analysis and programming. As it comprises one of the corner stones for modern product development it has over the past decades attracted an increasing number of students. Strategies for teaching computational methods are ranging from purely theoretical to very practical demonstrations of commercial finite element software. In the present work the strategy for teaching computational mechanics at Lund university will described and exemplified.**

***Index Terms*—**CALFEM, Finite Element, Numerical methods, Solid Mechanics

[1] Introduction

Mechanics has always been central in engineering and over the past decades the field has evolved significantly as computational resources has been made available. In the early 1980ies computational mechanics was mostly used within automotive and aeronautical industry. Today, computational mechanics methods has won acceptance within almost all industrial branches. The methods for teaching computational mechanics are ranging from courses which are aimed to explain the underlying mathematical foundation of the theory to courses which are aimed at the use of commercial software. In the present paper an approach where the underlying equations as well as their applications are considered will be discussed. Key in the presented approach is that the students implement the algorithms themselves and to facilitate this pedagogical strategy the educational software CALFEM is used. In this work we will illustrate and discuss the use of CALFEM in several courses both at basic and advanced level.

[2] Computational mechanics at Lund University

At Lund University, the courses in computational mechanics are designed such that the students should be able to understand the fundamentals and the implementation of the methods used in computational mechanics, i.e. the courses discussed herein are neither an exercise in mathematical proofs nor related to commercial software. In fact, it is a carefully chosen pedagogical strategy to avoid teaching of computational mechanics based on commercial software where little understanding of the underlying principles would be gained. The aim is instead to allow the students to understand the computational models through implementing the algorithms themselves and thereby obtain full understanding of the algorithms and models. With this knowledge it is believed that the students are well equipped for understanding the limitations and restrictions that are present in methods and commercial software used in industry. Since the implementation of computational methods becomes extensive it is necessary to pave the way for the students. At LTH the educational software CALFEM (Computer Aided Learning of the Finite Element Method) has been developed with the intention to lower the threshold for the students. The CALFEM package was originally used for teaching the finite element method for linear boundary value problems (cf. [1]) but has over time evolved to be used in several advanced courses. The package involves a set of routines in Matlab as well as a manual for the package. Each manual page presents a short theoretical description of the routine as well as the calling syntax for the routine. During the courses, the routines provided in CALFEM is explained in detail. Since the program consists of a number of Matlab script files the students have access to all parts of the program and therefore all 'black-box' effects can be avoided.

The first course at LTH that makes use of the CALFEM package is the introductory Finite element (FEM) course. This first FEM course is mainly provided for the engineering physics, mechanical engineering and the civil engineering programs. In this first course the students use CALFEM to develop a linear finite element solver for a transient boundary value problem. Typical examples that are attacked are heat conduction and linear elasticity. Currently there is approximately two hundred students that annually follow the introductory finite element course at LTH. As the Finite Element Method is of major importance for computational mechanics students, this course is a prerequisite for several of the following advanced courses. Once the fundamentals of FEM is outlined the students can continue with more advanced courses. The CALFEM based advanced courses is listed below

Computational material modeling

The introductory FEM course is restricted to linear elastic problems. In this advanced course the students consider how to model non-linear materials and how the models are implemented in a finite element program. The starting point for the students is the finite element program already

Mathias Wallin, Lund Institute of Technology; e-mail: mathias.wallin@solid.lth.se.
Håkan Hallberg, Lund Institute of Technology; e-mail: hakan.hallberg@solid.lth.se.

developed in the introductory finite element course. This program is extended with routines that are able to handle non-linear and also path dependent materials. The focus of the course lies on formulating material models, typically concerning inelastic material behavior.

Non-linear Finite Element

For many problems the assumption of linearity is not valid. One example is a structure that undergoes large deformations which evidently is present in e.g. a forming process. As a result of the non-linearity, the linear finite element program has to be equipped with for instance a non-linear solver.

Structural Optimization

Standard FEM is used to answer the question how a known structure behaves when subjected to various boundary conditions. In Structural optimization, this idea is augmented with optimization theory such that the problem formulation consists of finding an optimal design given the constraints. This area is an emerging area and industry is currently working actively to incorporate these method in the development process. At the end of the course a demonstration of a commercial optimization software is included.

Structural Dynamics

One of the advanced courses is devoted to the analysis of the dynamics of structures. This course is key for finding eigen frequencies and thereby avoiding vibrations. Time integration schemes and modal analysis is added to the linear elastic problem. In addition to CALFEM, a part of this course is based on a commercial software.

The list of courses can certainly be extended to also include courses in e.g. Multi-body dynamics, Fracture mechanics, Biomechanics, experimental methods and acoustics. Currently, these courses are not CALFEM based although they might have small parts that involve CALFEM.

[3] THE CALFEM PACKAGE

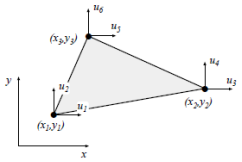
As the courses discussed herein are aimed towards engineering students it is important to realize that the main goal is that the students should understand the methods and also to be able to critically review the results provided by the methods. To accomplish this goal it is important that the students implement their own algorithms and do not consider the software as a 'black-box'. Transparency is a key pedagogical strategy here. As the programs, even for simple structures, quickly becomes complex it is important to provide the students with a platform which can be used as the starting point for their own computer code. For this purpose CALFEM (cf. [2]) is an excellent tool since it forces the student to make use of predefined routine calls. The CALFEM package consists of a number routines that can be grouped into

1. Discretization tools
2. Element library
3. Solver routines
4. Post processing and visualization

One example of a CALFEM routine from the element library is given in Fig.1 where the function call plante is illustrated. The function is used for evaluating the element stiffness of a three node element for an elastic boundary value problem.

Purpose:

Compute element matrices for a triangular element in plane strain or plane stress.



Syntax:

Ke=plante(ex,ey,ep,D)
[Ke,fe]=plante(ex,ey,ep,D,eq)

Description:

plante provides an element stiffness matrix Ke and an element load vector fe for a triangular element in plane strain or plane stress.

The element nodal coordinates x_1, y_1, x_2 etc. are supplied to the function by ex and ey. The type of analysis *ptype* and the element thickness t are supplied by ep,

$ptype = 1$ plane stress
$ptype = 2$ plane strain

and the material properties are supplied by the constitutive matrix D. Any arbitrary D-matrix with dimensions from (3×3) to (6×6) may be given. For an isotropic elastic material the constitutive matrix can be formed by the function hooke, see Section 4.

$$\mathsf{ex} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{bmatrix} \qquad \mathsf{ey} = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \end{bmatrix} \qquad \mathsf{ep} = \begin{bmatrix} ptype & t \end{bmatrix}$$

$$\mathsf{D} = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} \end{bmatrix} \text{ or } \mathsf{D} = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} & D_{14} & [D_{15}] & [D_{16}] \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} & D_{24} & [D_{25}] & [D_{26}] \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} & D_{34} & [D_{35}] & [D_{36}] \\ D_{41} & D_{42} & D_{43} & D_{44} & [D_{45}] & [D_{46}] \\ [D_{51}] & [D_{52}] & [D_{53}] & [D_{54}] & [D_{55}] & [D_{56}] \\ [D_{61}] & [D_{62}] & [D_{63}] & [D_{64}] & [D_{65}] & [D_{66}] \end{bmatrix}$$

Fig1. a) CALFEM manual sheet for the element routine plante.

In Fig.1 the manual sheet associated with the plante routine is given whereas the 'help' instructions for the same command is given in Fig.2.

```
>> help plante
  Ke=plante(ex,ey,ep,D)
  [Ke,fe]=plante(ex,ey,ep,D,eq)
 ---------------------------------------------------------------
  PURPOSE
   Calculate the stiffness matrix for a triangular plane stress
   or plane strain element.

  INPUT:  ex = [x1 x2 x3]          element coordinates
          ey = [y1 y2 y3]

          ep = [ptype t ]          ptype: analysis type
                                   t: thickness

          D                        constitutive matrix

          eq = [bx;                bx: body force x-dir
                by]                by: body force y-dir

  OUTPUT: Ke : element stiffness matrix (6 x 6)
          fe : equivalent nodal forces (6 x 1)
 ---------------------------------------------------------------

>>
```

Fig2. a) CALFEM manual sheet for the element routine plante.

In comparison to commercial software the CALFEM package provides the students with insight how all parts of the algorithm works. As a result of this approach, the students immediately realize the consequences when for instance boundary conditions are inconsistent. Moreover, since all variables are accessible in the CALFEM environment comparison to for instance experimental data becomes simple, cf. [3].

[4] WHY USE CALFEM ?

There are several incitements for using a software developed for educational purposes. The most important are

Enables complicated problem to be attacked
Algorithms can in many cases be very involved and require much programming work before it can be tested. Developing a finite element program from scratch requires a significant amount of time to be allocated for the students. If a set of well documented routines is offered to the students they can concentrate on learning and understanding the method instead of developing computer code.

Reduces the risk for 'black-box' syndrome
University courses solely based on commercial software are clearly at the risk of leaving the students with an impression that the software is a 'black-box'. Modern software is very user friendly and it is very simple to run a simulation using such a software, only interacting with a convenient graphical user interface. However, when it comes to judging the results of such simulations a thorough understanding of the algorithms are inevitable necessary.

Reduces the 'start-up' time for the students
Complicated problems that involves non-linear effects, where for instance jacobians may be very involved, are difficult to implement even for experienced persons. In this case a software package that is well-known to the students are extremely advantageous since the students can focus on the challenges related to the new problem. Moreover, as much of the software code is already developed in previous courses, it can be reused. This procedure of increasing the complexity clarifies the differences between various problem formulations and adds to the understanding for the problems.

Guides the students to a proper algorithm structures
Complex problems can be solved in many ways and good work strategies might be difficult to established without experience. The use of an educational software guides the students to a clear structure since the headers to the subroutines are predefined by the software. Moreover, since the variables used for input/output in the subroutines are defined by the educational software the students also get a hint of which variables that should be included.

Platform independent knowledge
As many different commercial software packages are used within industry today the benefit of teaching one specific commercial platform is limited. As the CALFEM package is general and thus vendor independent the knowledge gained from using CALFEM can easily be adapted to different commercial tools.

Connection to research
The research related to computational mechanics is aimed toward development of accurate constitutive material models and development of numerical algorithms. Since many PhD students are recruited from the advanced courses, they are almost directly able to focus on their research task and continue to take advantage of their CALFEM codes and extensions thereof.

So far, the advantages of using CALFEM have been highlighted and to provide a more balanced picture some potential drawbacks will be mentioned. The first potential arguments against a simple and thereby limited package is that only simple and thus potential unrealistic problems can be considered. As a consequence, the CALFEM package is not a very good software for teaching design of structures since generating new geometries is somewhat tedious. In courses where the actual design is of main interest commercial software is likely to be more successful. Another potential drawback of using the course progression as the described above is that students lacking the introductory courses can be excluded from the advanced courses, i.e. the threshold for e.g. international students might be to high.

REFERENCES

1. Dahlblom, O., A. Peterson and H. Petersson, “CALFEM — a program for computer-aided learning of the finite element method” in Engineering Computations, 1986, vol. 3, pp.144-160
2. Austrell PE, Dahblom O, Lindemann J, Olsson A, Olsson KG, Persson K, Petersson H, Ristinmaa M, Sandberg G, Wernbergk PA, Calfem: a finite element toolbox to MATLAB version 3.4. Structural Mechanics, LTH, Sweden. http://www.sourceforge.net/projects/calfem/
3. Sturesson, P-O; Brandt, A.; Ristinmaa, M., A Linear Test Analysis Case Using Open Software. Paper presented at 31st International Modal Analysis Conference, Garden Grove, CA, United States, 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Session 8

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Studiestartsenkät på Chalmers – ett instrument för kartläggning och utvecklingsarbete

Marie Bernelo och Anette Järelöw, *Enheten för Studentstöd, Chalmers*

Abstract **— Med fördjupad och mer dokumenterad kunskap om studenterna och deras uppfattning om sina studier kan vi göra mer adekvata insatser för att möta det behov av stöd och resurser som dagens studenter har.**

Alla nyantagna studenter på grundnivå får i början av sin studietid på Chalmers fylla i en studiestartsenkät. Därigenom kartlägger vi studenterna på såväl övergripande nivå som program- och individnivå.

Genom att möta studenterna där de är, visa på deras eget ansvar och matcha våra insatser utifrån faktiska behov, hoppas vi kunna bidra till en ökad genomströmning och bidra till studieframgång för individen.

Enkätresultaten kan användas till följande:

- **Göra tyst kunskap synlig och medveten och därmed också kommunicerbar**
- **Som ett underlag för olika typer av insatser och utvecklingsarbete, tex för strategiska beslut och riktlinjer, för bättre och mer träffsäker rekrytering, för att ta fram stödåtgärder för studieframgång samt för utveckling av program, så som matchning av innehåll och insatser mot de nyantagnas förväntningar och behov.**
- **Dessutom som diskussionsunderlag i samband med olika samverkansaktiviteter med studenter, lärare, kåren, näringsliv mfl**

Nyckelord: **- Genomströmning, utvecklingsarbete, stödinsatser, studievägledning, studiestart**

I. Introduktion

Hösten 2011 initierade vicerektorn för grundutbildningen på Chalmers ett projekt för att ta fram en enkät som skulle gå ut till alla nyantagna studenter i studiestarten.

Liknande enkäter hade tidigare gjorts på några program på Chalmers och för att ta tillvara denna erfarenhet utsågs Marie Bernelo till projektledare och Anette Järelöw som projektmedlem. En resurs från avdelningen Kommunikation- och Marknad, Johan Wetterberg, tillsattes för att säkerhetsställa frågorna kring rekrytering.

De direktiv gruppen fick var att enkäten skulle bestå av max 10 frågor, vara elektronisk, och fyllas i av studenterna under den första studietiden. Ett viktigt utgångsläge var att Chalmers skulle få ökad kunskap om varför nya studenter väljer att studera just på Chalmers och vilka rekryteringsinsatser som spelar roll för en framgångsrik rekrytering.

I övrigt fick projektmedlemmarna fria händer att utforma enkätfrågorna utifrån de behov man såg.

II. Utgångsläge

A. Ökad genomströmning

Ökad genomströmningen är något som lyfts fram i Chalmers prioriterade verksamhetsutveckling (PVU) [1] där bland annat måltal, för hur många studenter som ska vara kvar på sin utbildning och hur många poäng studenterna ska ha klarat efter första året, finns med.

Vår tanke var att vi genom att kartlägga de nyantagna studenterna och deras förväntningar och oro, kan möta dem med adekvata insatser som bidrar till att öka deras möjligheter att klara av sin utbildning och ta examen.
Bland de prioriterade verksamhetsmålen för verksamheten finns också ett ökat fokus på rekrytering av studenter på ett bredare plan. Genom att ta reda på vad nya studenter attraheras av, vilka informationskanaler som är viktigast för dem och hur de tänker kring sitt utbildningsval, kan vi använda våra resurser där de gör mest nytta.

B. Enheten för Studentstöd

Under Student- och utbildningsavdelningen finns idag Enheten för Studentstöd – där studievägledare, kurator, Careers Service, funktionshindersamordnare och Kultur- och likabehandlingskoordinator finns.

Enheten skall arbeta förebyggande och för att nå så många studenter som möjligt strävar man mot att nå studenterna i grupper.

Ansvaret för studiestartsenkäten ligger under enheten för Studentstöd, vilket betyder att årligen genomföra enkäten och kommunicera resultaten.

C. Beteendevetenskapligt perspektiv

Då projektmedlemmarnas bakgrund främst är beteendevetenskaplig, är enkätens utgångsläge beteendevetenskaplig snarare än pedagogisk. Enkäten tar sin utgångspunkt i teorier som rör främst forskning kring retention, avhopp och framgång i studierna.

De orsaker till avhopp som erkänd forskning framhåller är [2]:

- Studenten har valt fel
- Studenten passar inte in
- Studenten klarar inte av
- Studenten får inte allt runt omkring att fungera

För att nå studieframgång måste dessa orsaker minimeras. Känslan av att ha valt rätt, passa in, klarar av och få allt runt omkring att fungera bör finnas hos den enskilde [3].

En annan viktig utgångspunkt för enkätfrågorna har varit studenters olika erfarenheter av studier, och studenters tilltro till egen förmåga.

Den subjektiva prestationsförmågan [4] handlar om studentens tro på egen förmåga och påverkar:

- Studentens målsättning
- Studentens insats
- Studentens uthållighet

Det positiva med den subjektiva prestationsförmågan är att den går att påverka genom att exempelvis se andra studenter som har lyckats. En positiv supportande attityd kan också påverka studentens syn på sin förmåga så att hen sätter högre mål, gör en större ansträngning och är uthålligare i sina försök. Något som också ger bättre studieresultat.

Devisen ”Kunskap inåt ger förmåga utåt” genomsyrade arbetet i projekt Personlig utveckling [5] som pågick inom Elektro, Data och IT-området (EDIT) under tre år. Dessa tankar finns också med som grund i enkätfrågorna. ”Kunskap inåt ger förmåga utåt” handlar om att ju mer du vet om dig själv desto bättre förmåga har du att agera adekvat, samarbeta med andra, ha vetskap om dina motiv och hur du fungerar i olika situationer mm. Vår uppfattning är att studenten inte bara besvarar en enkät utan också startar en process som medvetandegör hen genom att besvara enkätfrågorna. En process som senare följs upp i mottagningsarbetet.

Dessa tankar om ökad självmedvetenhet är också något som återfinns i CDIO-konceptet som ligger till grund för många av våra utbildningar [9].

För en fylligare bakgrund till det beteendevetenskapliga perspektivet se de slutrapporter från projekt Personlig utveckling inom EDIT-området [5], [6], [7] och artikeln till 2011-års CDIO-konferens [8].

III. Process/Arbetsgång

Efter en första skiss av enkätfrågorna tillfrågades olika grupperingar på Chalmers så som programansvariga, studievägledare, studenter, kåren, lärare, utbildningsområdesledare om synpunkter. Frågor och svarsalternativ reviderades.

Eftersom studenterna använder sitt chalmerskonto för att besvara enkäten är den inte anonym. Vilket också möjliggör uppföljning på individnivå. En inledande text beskriver detta i enkäten och det framgår där att enbart studievägledarna kommer kunna se de enskilda svaren

En testomgång genomfördes med ett urval studenter från olika program för att fånga upp frågetecken och diskutera enkäten.

Parallellt med arbetet att ta fram frågorna arbetade IT-avdelningen för att få till de tekniska lösningarna med enkäten.

IV. Driftsättning och Utfall 2012

Hösten 2012 gick den första omgången enkäter ut till de nyantagna på grundprogrammen. Den skickades till 2344 studenter. 1405 studenter svarade vilket motsvarar ca 60%.

Studenterna uppmanades också vid informationstillfällen av studievägledare och programansvariga att svara på enkäten. Två påminnelser gick ut via mejl.

Enkäten var öppen under ca 5 veckor i början av terminen.

Svarsfrekvensen på de olika programmen varierade från 19% till 85%.

V. Informationsprocess

Under hösten 2012 och våren 2013 presenterades resultatet av enkäten för de olika utbildningsområdena. Med på mötena fanns utbildningsområdesledare, programansvariga, studievägledare, utbildningssekreterare, viceprefekter, lärare mfl. Dessa diskussioner har bidragit till att justera vissa frågor och svarsalternativ. Under dessa möten har vi också haft möjlighet att diskutera insatser samt sammanföra program med likartad problembild.

VI. Erfarenheter

Under spridningen av enkätsvaren har det blivit tydligt att den kartläggning som gjorts fyller en viktig funktion i arbetet med att ta fram insatser som är adekvata. Vi har också funnit att enkäten kan fylla en viktig funktion vad gäller utveckling och profilering av program.

A. Insatser inom enheten

Inom enheten för Studentstöd kan vi nu lättare se vad studenterna behöver hjälp och stöttning med. Detta behov kan se olika ut på olika program. Genom att skräddarsy insatser möter vi detta behov och kan bidra till ökad genomströmning. Enkäten är ytterligare ett verktyg för att kunna jobba med studenternas personliga och professionella utveckling. Enkätsvaren möjliggör att i olika sammanhang med studenter lyfta problematik som kommit upp, göra den synlig och kommunicerbar. På så sätt får studenten mer aktivt arbeta med sitt eget ansvar, sitt lärande och sin utveckling.

Insatser som arbetats fram inom enheten med enkätsvaren som underlag är bland annat:

- Tidshanteringsmaterial (både för planering och rapportering av tid)
- Enhetliga studiestartsträffar där bland annat motivation och studiestrategier processas
- Workshops i studieteknik
- Mentorprogram och kontakter med yrkesliv (utifrån tidigare, liknande enkät)

B. *Utveckling av program*

Programansvarig och övriga inom programteamen får via enkäten en bild av studenterna på sitt program. Genom analys kan de rikta sina insatser eller göra extra insatser under ett år alternativt ur ett mer långsiktigt perspektiv. Programmen kan också bli tydligare i sin profilering i syfte att rekrytera fler/andra studenter, alternativt synliggöra felaktig profilering.

I arbetet med programråd, på lärarmöten, i möten med studentgrupper etc kan enkätsvaren ligga till grund för fortsatta diskussioner och åtgärder.

C. *Övriga*

Grundutbildningens ledningsgrupp får en bild av den studentgrupp som finns på Chalmers, och kan därmed initiera projekt, utredningar, insatser, tilldela medel mm på ett mer strategiskt plan.

På institutionsnivå kan kunskapen användas för att diskutera bemötandefrågor mellan studenter och lärare, vilket är speciellt viktigt under den första studietiden.

Just nu pågår ett rekryteringsprojekt på Chalmers och utfallet från studiestartsenkäterna 2012 och 2013 bildar en kunskapsbas till projektet om studenterna och deras val av lärosäte och utbildningsprogram. Resultaten från enkäten kommer också att påverka vilka strategiska rekryteringssatsningar som kommer genomföras.

VII. Diskussion

Under de två studiestarter enkäten funnits har vi enbart upplevt positiva synpunkter på materialet. Negativa reaktioner har uteblivit men därmed inte sagt att enkäten kan utvecklas och justeras efter hand. Detta arbete pågår ständigt.

Vi har sett att denna typ av kartläggning har blivit ett instrument att använda sig av när det gäller utveckling av våra program, kurser, övriga insatser och verksamhet. Men det finns även andra aspekter där arbetet med resultaten blir betydelsefullt.

A. *Studenterna*

Genom att besvara enkäten startar en process hos studenten. Tidigt får studenten fundera över vad som ligger bakom val av högskola och utbildningsprogram, tidigare studievanor, hur mycket studenten är beredd att satsa för att klara sina studier, tilltro till egen förmåga, förväntningar och eventuella hinder för studieframgång.

Att tidigt inse att man valt fel – ett korrekt avhopp - tjänar både individ och högskola på.

För att nå studieframgång behöver studenten inse sitt eget ansvar. Genom de studiestartsträffar som studievägledarna håller i på sina respektive program, behandlas bland annat motivationsaspekter och studiestrategier för att öka studenters självkännedom. För att nå studieframgång bidrar Chalmers med vissa hjälpmedel/stöttning men det är studenten själv som måste ta ansvar och arbeta för att nå sina mål.

B. *Studievägledning*

Rollen som studievägledare på Chalmers är under utveckling. Kunskapen om studenternas behov av hjälp och stöd har varit en kunskap som funnits hos studievägledare och andra som arbetat nära studenterna. I enkätresultaten blir denna kunskap synliggjord och allmängiltig.

Det som många studievägledare tidigare ”vetat” genom sin tysta kunskap om studenterna blir idag både bekräftat och kommunicerbart via enkäten. Något som är nog så viktigt och kan bidra till en ökad faktasäkerhet som vägledare och en förändrad syn på studievägledarna som en grupp med kunskap om studenter.

VIII. Utveckling och Utfall 2013

A. *Utveckling 2013*

Inför enkäten hösten 2013 har frågor och svar bearbetats och utvecklats. En fråga har tagits bort medan andra har lagts till.

De tillkommande frågorna har rört den information som gått ut till de nyantagna och hur de nyantagna förbereder sig i matematik innan de påbörjar sina studier.

En klar förbättring i år är att svaren fördelas utifrån kön. Analysarbetet av denna förändring har precis startat.

Nytt för hösten 2013 är att respektive studievägledare på programmen är ansvariga för att bearbeta, analysera och sprida svarsutfallet på sitt program.

B. *Utfall 2013*

Nyttan med enkäten har blivit tydlig under året vilket resulterat i att marknadsföringen av enkäten förbättrats avsevärt i mötet med studenterna. På några program har man infört en övning inom Datorintroduktionen som går ut på att man ska öppna sin chalmersmejl och där gå in och besvara enkäten. Svarsfrekvensen har där blivit mycket hög. Över 95% av de studenterna har svarat på enkäten.

Enkäten gick 2013 ut till 2490 nyantagna. Av dessa har 1651 studenter besvarat enkäten vilket motsvarar 66%.

Svarsfrekvensen ligger mellan 48% och 97% inom de olika programmen.

IX. Slutsatser

Studiestartsenkäten ger en bild av dagens studenter på en mer övergripande nivå men lägger även en bra grund för arbetet med att utveckla program och verksamhet.

Genom att veta vad studenter attraheras av och använder för

informationskanaler när de söker till högskolan, kan vi använda våra rekryteringsresurser på ett effektivare sätt.

Enkätresultaten visar tex att programbroschyrer spelar mycket liten roll som informationskanal vid rekrytering, varför resurserna till detta kan användas på ett annat sätt.

Det är tydligt att de nyantagna på de olika programmen skiljer sig åt och är i behov av olika typer av insatser. Program med liknande problematik kan samarbeta och utveckla insatser tillsammans.

Enkäten visar olika tendenser på programnivå och ger en indikation på omfattningen av en problematik/frågeställning.

Resultaten ger oss möjlighet att snabbt identifiera riskbeteenden vilket möjliggör att jobba förebyggande med tidiga och riktade insatser.

Som exempel kan nämnas de studiestartsträffar som vägledarna håller i som kan ta skifta innehåll beroende på studentgruppens behov.

På vissa program där studenterna har fyllt i att de lätt skjuter upp saker och är rädda för att lägga för lite tid på sina studier, kan lärare och studievägledare arbeta tillsammans med tidshanteringsfrågor för studenterna.

Inom enheten för Studentstöd kan insatser utvecklas utifrån behov och erbjuda dessa till alla studenter på högskolan oberoende av program. Något som inte är möjligt för varje enskild studievägledare att göra. Ett exempel är workshops i studieteknik.

Som vi nämnt tidigare får vi heller inte glömma studentens eget ansvar och personliga utveckling. Att svara på enkäten gör att studenten tidigt reflekterar över sig själv, sina studier, studievanor och sin satsning. De insatserna vi gör ska knyta an till studentens eget ansvar samtidigt som stöd erbjuds för att studenten ska kunna bli framgångsrik i sina studier.

En sak vi inte väntat oss var att resultaten av enkäten även bidragit till en positivare syn på studievägledarna som en grupp med hög kunskap om studenterna. Att studievägledarna idag tillhör samma enhet möjliggör enhetliga och effektiva insatser för våra studenter.

Arbetet med att utveckla frågor och svar i enkäten fortsätter. Av vikt är att utfallet av enkäten fyller en funktion och används i verksamheten. Att sprida lyckade exempel på hur man kan arbeta med utfallet på olika nivåer behöver göras. Att någon har det övergripande ansvaret och överblicken över resultaten är värdefullt.

Något att ta ställning till i framtiden är också om motsvarande enkät bör finnas för dem som påbörjar sitt masterprogram, eller om en uppföljande enkät på nybörjarprogram efter ½ - 1 års studier bör göras.

REFERENSER

[1] Chalmers Tekniska Högskola, Prioriterad verksamhetsutveckling 2014-2018, http://www.chalmers.se/sv/om-chalmers/Sidor/vision-mal-och-strategier.aspx, accessed on October 13, 2013.
[2] V.Tinto, “Leaving College – Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition”, The University of Chicago Press, 1987.
[3] M. Yorke, B. Longden, “Retention and Student Success in Higher Education”, Open University Press McGraw-Hill Education 2004.
[4] A. Bandura, ”Self-efficacy. The Exercise of Control”, W.H. Freeman and Company, 1997.
[5] M. Bernelo, A. Järelöw, S. Honsberg, ”Slutrapport projekt personlig utveckling”, EDIT, Chalmers, 2010.
[6] M. Bernelo, S. Honsberg, A. Järelöw, ”Slutrapport projekt personlig utveckling”, Chalmers, 2011.
[7] S. Honsberg, A. Järelöw, ”Slutrapport för Projekt Personlig Utveckling 2012”, Chalmers, 2012.
[8] M. Bernelo, S. Honsberg, A. Järelöw, J. Blennow, L. Peterson, ”May an increased focus on students’ personal development contribute to increased motivation, better academic performance and teamwork in engineering programs?”, Proceedings of the 7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20 - 23, 2011.
[9] The CDIO Initiative, http://www.cdio.org/, accessed on October 13, 2013.

Marie Bernelo examinerades från socionomprogrammet på Göteborgs universitet 1981. Hon är utbildad i psykologi, sociologi, jämställdhet, mångfald och personalfrågor och har arbetat som verksamhetsutvecklare, internkonsult och som personalman. Hon är utbildad ICF coach och har arbetat som studievägledare inom civilingenjörsutbildningen Elektro i 20 år. Marie är även ansvarig för SI (Supplemental Instruction) verksamheten på Chalmers. Idag är hon chef inom Enheten för Studentstöd där bland annat alla studievägledare på Chalmers ingår.

Anette Järelöw har en examen inom beteendevetenskap (sociologi) från Göteborgs universitet. Hon är även utbildad inom Pedagogik, Media- och kommunikationsvetenskap, Strategisk karriärhantering och Kompetenshöjning av organisationer och grupper. Hon är utbildad ICF coach och arbetar som studievägledare på civilingenjörsprogrammet Informationsteknik sedan 2000. Anette är också kursansvarig för kursen Ingenjörskompetens, är kursledare för karriärplaneringskurser och undervisar i gruppdynamik. Hon är koordinator för mentorprogrammet MEDIT.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Variationer hos programmens CEQ-trender och kvalitetsarbetets effektivitet vid LTH

Karim Andersson, Torgny Roxå och Jonas Borell, *LTH, Lunds universitet*

***Abstract*—Att programledningar, studentrepresentanter och kurslärare studerar, reflekterar över och diskuterar studenternas kursvärderingar antas vara centralt för utvecklingen av utbildningarnas kvalitet.**

Vi har identifierat vilka program vid LTH som enligt studenterans kursvärderingar haft starkast respektive svagast pedagogisk utveckling under en femårsperiod. Vad förklarar dessa trender?

Möjliga förklaringar till skillnaderna i utveckling mellan olika program eftersöktes genom studier av data i LTHs kursutvärderingsdatabas. Vi undersökte graden av engagemang i kvalitetsarbetet och innehållet i utvärderingsdiskussionerna.

Vare sig programledningars, studentrepresentanters eller kurslärares engagemang, uttryckt i frekvens av kommentarsskrivande eller längden på kommentarerna de skriver i kursutvärderingssystemet, tycktes förklara de observerade skillnaderna i pedagogisk utveckling. Inte heller vilka tematiska områden som tas upp i slutrapporterna tycks förklara de observerade skillnaderna i kursvärderingstrender.

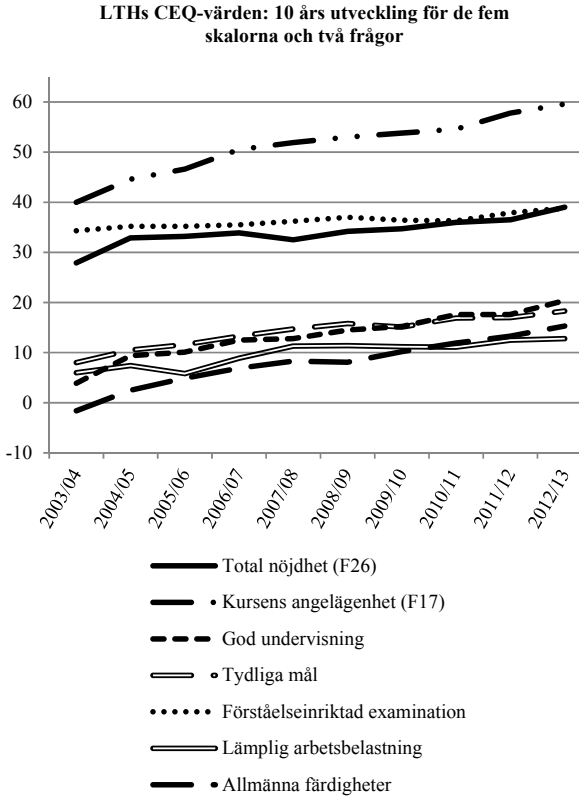
Att inga tydliga samband identifierades kan t ex bero på att de kvantitativa operationaliseringar som studerats inte är valida eller att tidsfördröjningar finns mellan de studerade variablerna. En annan förklaring kan vara att kursvärderingsresultaten påverkas av andra faktorer, som t ex studentkulturer. Fortsatta studier bör utnyttja kvalitativa data eller modeller innehållande kompletterande kvantitativa faktorer.

***Nyckelord*—kursutvärdering, programledning, programutveckling, CEQ, kvalitetsuppföljning**

I. Introduktion

Avgörande för kursutvärderingars betydelse i kvalitetsutvecklingsarbetet antas vara i vilken grad ansvariga inom respektive utbildning arbetar med de resultat som genereras [1]–[3] Syftet med denna undersökning är att se om ett antal civilingenjörsprograms utveckling, uttryckt som förändringar i studenternas upplevelser av kurserna avspeglade i kursvärderingar, samvarierar med programledningars, studentrepresentanters och kursansvariga lärares engagemang, såsom dessa avspeglas i ett fakultetsövergripande kursutvärderingssystem.

Lunds Tekniska Högskola (LTH) använder sedan 2003 ett kursutvärderingssystem baserat på en australiensisk förlaga, Course Experience Questionnaire (CEQ). CEQ-enkäten [4] omfattar vid LTH 26 flervalsfrågor och två öppna frågor [5]. 24 av flervalsfrågorna grupperas i fem tematiska skalor (god undervisning, tydliga mål, förståelseinriktad examination, lämplig arbetsbelastning och allmänna färdigheter). Vid LTH distribueras enkäten oftast elektroniskt till studenterna efter examinationen. Enkätsvaren kompletteras med bakgrundsdata om antal studenter på kursen (totalt och könsfördelat) samt antal godkända studenter. Alltihop sammanställs automatiskt till kursspecifika arbetsrapporter som diskuteras på möten där kursansvariga lärare, studentrepresentanter och programledningar deltar. Svaren på de öppna frågorna har dessförinnan granskats av studentrepresentanter, i syfte att personliga påhopp och kränkande formuleringar ska tas bort. För varje kurs skriver sedan de tre parterna var för sig kommentarer



Figur 1. Översikt över LTH:s CEQ-data från tio läsår (2003/04-2012/13). Möjligt utfallsrum: -100 till +100.

Karim Andersson, LTH:s kansli, karim.andersson@kansli.lth.se
Torgny Roxå, Genombrottet LTH, torgny.roxa@genombrottet.lth.se
Jonas Borell, Institutionen för designvetenskaper LTH, avdelningen för Ergonomi och Aerosolteknologi, jonas.borell@design.lth.se

kring kursen. Dessa kommentarer bildar tillsammans med kvantitativa data en slutrapport som mailas till alla studenter som följt kursen samt publiceras på intranätet. I detta arbete använder vi data från tio år, omfattande 177416 besvarade kursvärderingsenkäter och 6991 ”kursbokslut” (slutrapporter). I sin helhet visar systemet på positiva trender på fakultetsnivå. T ex har värdena för samtliga fem CEQ-skalor uppvisat succesivt ökande medelvärden (Se Figur 1).

Kursutvärderingssystemets explicita syfte är att understödja en fortlöpande kvalitetsutveckling av LTHs undervisning och utbildningar [6], [7]. Detta förutsätter medvetna och kritiska diskussioner kring sammanställda data. Med hjälp av referensramar för reflektion kring CEQ-data kan aktörer i systemet fatta pedagogiska beslut [5].

Vi ser de lärare och studenter som är involverade i en kurs som ett system, som påverkar de lärresultat som åstadkoms. CEQ-data, som speglar studenternas upplevelser, indikerar hur vissa aspekter av detta system har fungerat. Utvärderande kommentarer från programledare, studentrepresentanter och lärare i slutrapporter indikerar aktiviteter och diskurser inom kvalitetsarbetsprocessen. Det är parternas engagemang i denna pågående diskussion som antas vara kvalitetsdrivande. Enligt detta resonemang kan de positiva trenderna på fakultetsnivå förklaras av den kritiska bearbetning och dialog som lärare, programledare och studentrepresentanter engagerat sig i.

II. Variation i utfall

Utvecklingen av programmen skiljer sig åt. Enskilda program uppvisar svagare utveckling, t o m negativa trender för CEQ-skalorna över tid, medan andra program uppvisar kraftiga ökningar.

Delar av denna varians kan, enligt grundantagandet ovan, förklaras av programledningens arbete i den formella kursutvärderingsprocessen. Det innebär att delar av skillnaderna i utfall hänger ihop med hur respektive programledning arbetar med resultaten från kurs-utvärderingarna. En engagerad, målmedveten och långsiktigt arbetande programledning uppnår sannolikt bättre kvalitetsutveckling.

En annan del av variansen kan förklaras av utvecklingsarbete som drivs av lärare och lärarlag oberoende av den formella, programvisa kvalitetsprocessen. Denna källa till variation är svårare att fånga och studera med CEQ-data, eftersom dessa genereras inom ramarna för den programvisa kvalitetsprocessen. Diskussioner och reflektioner inom ett lärarlag förs kanske främst inom institutionens ram och ger därmed inte avtryck i kursutvärderingssystemets slutrapporter, även om de påverkar den pedagogiska utvecklingen.

En tredje källa till variansen kan komma från olika kulturer i respektive programvisa studentgrupp [8]. Delar av dessa kulturer antas komma till uttryck genom de studentrepresentanter som deltar i kvalitetsarbetet och som är , organiserade programvis. Det innebär att studentrepresentanternas engagemang i jämförelse med lärarnas tydligare kopplar till det programvis organiserade kvalitetsarbetet.

TABELL I
Frågorna i CEQ-skalorna God Undervisning och Tydliga Mål

God undervisning (GU)
Undervisningen har motiverat mig att göra mitt bästa
Under kursen har jag fått många värdefulla kommentarer på mina prestationer
Lärarna har verkligen försökt förstå de problem och svårigheter som man kan ha med kursen
Lärarna har oftast gett mig värdefulla upplysningar om hur mitt arbete har gått framåt
Mina föreläsare har varit väldigt duktiga på att förklara saker och ting
Lärarna på kursen har ansträngt sig för att göra ämnet intressant
Tydliga mål (TM)
Det har varit lätt att veta vilken kvalitet som förväntats på mitt arbete
Jag har för det mesta haft en klar bild av hur jag har legat till och vad som krävts av mig på denna kurs
Det har ofta varit svårt att få reda på vad som förväntats av mig på den här kursen
Lärarna klargjorde redan från början vad de förväntade sig av studenterna

Målet för den här undersökningen är att se om programledningars, studentrepresentanters och kursansvariga lärares engagemang, uttryckt i kursutvärderingssystemets data, samvarierar med programmens utveckling. Leder ett större engagemang i kursutvärderingsarbetet till att respektive program utvecklas mer, mätt i kursutvärderingsdata?

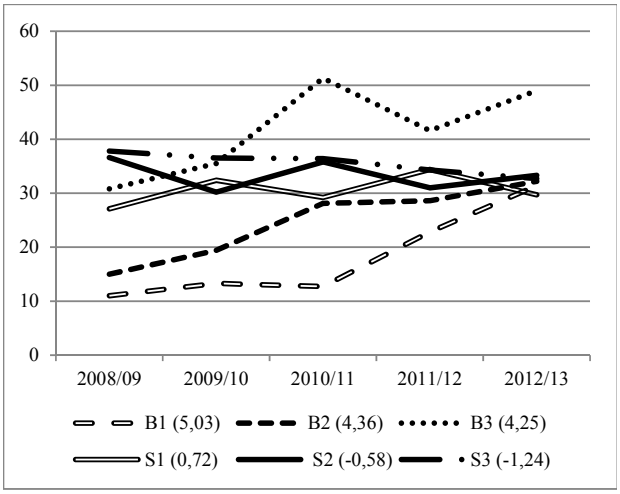
På ett teoretiskt plan ställer vi frågan: Vad förklarar CEQ-trender? Genom att karaktärisera förändringar och undersöka samband mellan CEQ-trender och olika systemmått försöker vi utröna vilka faktorer i kvalitetsarbetssystemet som påverkar utfallet i CEQ. Speciellt letar vi efter drag hos kvalitetsarbeteprocessen som tycks spela roll. Vår tillämpade, praktiska syfte är att leta efter *best practice* i kvalitetsarbetet, som eventuellt kan spridas till andra och därmed förbättra deras kvalitetsarbete.

III. Övergripande metod

Utifrån resultaten på CEQ-skalorna god undervisning och tydliga mål (se Tabell 1) identifierar vi de tre program som har den svagaste utvecklingen (S1-S3, där S3 är sämst) och de tre program som har den starkaste utvecklingen (B1-B3, där B1 är bäst) under fem år (HT08-VT13). Perioden valdes med hänsyn till Bolognaprocessens genomförande och dess fokus på mål, vilket ändrade förutsättningarna för målstyrningen av utbildningsverksamheten, samt en rimlig närhet i tid för dagens aktörer i systemet. Genom analyser av material i CEQ-databasen för de sex identifierade programmen söker vi efter möjliga förklaringar till de olika utvecklingstrenderna.

IV. Identifiering av starkast och svagast utveckling

För samtliga femåriga civilingenjörsprogram vid LTH (15 st) togs de senaste fem läsårsmedelvärdena för CEQ-skalorna God Undervisning (GU) och Tydliga Mål (TM) fram ur LTHs CEQ-databas. För varje program och läsår adderades de två skalvärdena till ett index. För detta index beräknades de linjära trenderna över de fem åren. De tre program som hade lägst (S1-S3) respektive högst (B1-B3) lutningskoefficient i dessa



Figur 2. De studerade programmens indexvärden (CEQ-skalorna GU och TM) per läsår, med lutningskoefficienterna för linjär trend inom parentes.

linjära trender valdes ut för närmare studier (Se Figur 2). Detta förfarande syftade till att finna vilka program som haft starkast respektive svagast utveckling under de senaste fem åren.

V. Undersökning ett – Slutrapport-kommentarernas frekvens och omfattning

Hypotes 1: *En högre frekvens av kommentarsskrivande och längre kommentarer tyder på ett större engagemang i kvalitetsarbetet, vilket driver utvecklingen i positiv riktning och därmed förklarar CEQ-värdenas utveckling för B- respektive S-program.*

För de identifierade programmen undersöktes den årsvisa frekvensen av kommentarer i slutrapporter, samt den årsvisa snittlängden (antal tecken) av de kommentarer som skrivits. Detta gjordes för programledarnas (PL), student-representanternas (SR) och kurslärarnas (KL) kommentarer. Resultaten presenteras i Tabell 2.

Data i Tabell 2 visar inte någon samvariation mellan vare sig kommentarsfrekvens eller kommentarslängd och CEQ-utvecklingstrenderna. Svarsfrekvenserna och kommentars-längderna skiljer sig inte tydligt mellan grupperna B1-B3 och S1-S3. Nederst i tabellen anges medelvärdena för respektive aktörsgrupp inom dessa programgrupper. För kommentarsfrekvenserna finns ingen systematisk skillnad alls. Beträffande snittlängden på kommentarer ligger B1-B3 något högre än S1-S3, där de förra är ca 30 % länge. Samtidigt är PL-kommentarerna från B2 i snitt endast 49 tecken långa, och S3 har i snitt 689 tecken. Vidare är LTH-snittet (alla 15 program) för PL-kommentarer 385 tecken, vilket är lägre än snittet inom gruppen S1-S3. Eftersom PLs, SRs och KLs kommentarsfrekvenser och kommentarslängder inte tycktes förklara skillnaderna i CEQ-trender undersöktes i stället innehållet i de slutrapportkommentarer som lämnats.

TABELL 2
KOMMENTARSFREKVENSER OCH KOMMENTARSLÄNGDER FRÅN RESPEKTIVE AKTÖRSGRUPP (PL, SR OCH KL) FÖR DE SEX STUDERADE PROGRAMMEN (B1-B3 OCH S1-S3) FÖR LÄSÅREN 2008/09 TILL 2012/13.

Program		**Kommentarsfrekvens (%)**						**Kommentarslängd (antal tecken)**					
Lutnings-koeff		**2008/09**	**2009/10**	**2010/11**	**2011/12**	**2012/13**	***Medel***	**2008/09**	**2009/10**	**2010/11**	**2011/12**	**2012/13**	***Medel***
B1	**PL**	100	94	100	100	83	***95***	1612	1794	1052	1348	1498	***1461***
5,03	**SR**	100	94	100	100	72	***93***	536	665	928	617	635	***676***
	KL	46	88	78	72	72	**71**	571	1218	922	812	771	***859***
B2	**PL**	32	58	26	100	58	***55***	23	77	25	84	36	***49***
4,36	**SR**	63	42	37	68	37	***49***	487	417	288	382	147	***344***
	KL	16	42	45	39	26	**34**	297	518	551	351	241	***392***
B3	**PL**	90	100	100	100	100	***98***	521	521	376	352	298	***414***
4,25	**SR**	90	100	100	100	100	***98***	528	566	513	335	220	***432***
	KL	24	58	46	54	50	**46**	214	443	322	389	693	***412***
S1	**PL**	77	76	71	95	64	***77***	159	161	135	202	141	***160***
0,72	**SR**	36	43	71	91	73	***63***	114	164	266	409	216	***234***
	KL	23	33	38	32	41	**33**	77	145	202	200	366	***198***
S2	**PL**	88	86	62	85	73	***79***	326	286	205	313	252	***276***
-0,58	**SR**	65	76	72	44	63	***64***	288	334	347	228	234	***286***
	KL	46	41	24	44	30	**37**	438	429	253	318	259	***339***
S3	**PL**	68	100	100	100	83	***90***	617	829	706	778	514	***689***
-1,24	**SR**	72	100	96	97	80	***89***	370	450	611	714	648	***559***
	KL	76	93	89	83	83	**85**	911	1028	767	739	763	***842***
Medel,	**PL**	-	-	-	-	-	***83***	-	-	-	-	-	***641***
B1/B2/B3	**SR**	-	-	-	-	-	***80***	-	-	-	-	-	***484***
	KL	-	-	-	-	-	***50***	-	-	-	-	-	***554***
Medel,	**PL**	-	-	-	-	-	***85***	-	-	-	-	-	***483***
S1/S2/S3	**SR**	-	-	-	-	-	***72***	-	-	-	-	-	***360***
	KL	-	-	-	-	-	***52***	-	-	-	-	-	***460***

VI. Undersökning två - Innehållet i slutrapportkommentarerna

Hypotes 2: *När det gäller B-programmen är PLs, SRs och KLs kommentarer av högre kvalitet än för S-programmen. Detta skulle tyda på mer utvecklad reflektion kring kursvärderingarnas resultat, något som i sin tur skulle förklara variationen i utveckling.*

För de studerade programmen gjordes en innehållsanalys av slutrapportkommentarerna från ett urval av kurser. Av totalt 159 kurser från läsåret 2011/12 på de sex studerade programmen valdes var tredje kurs ut, vilket innebar att slutrapportskommentarerna från 53 kurser studerades närmare. Efter en första genomläsning etablerades fyra översiktliga teman som antogs kunna särskilja olika kursers slutrapportkommentarer och påverka kvalitetsarbetets effektivitet:

1) *Finns framåtblickande inslag (förändringsförslag)?*
2) *Finns bakåtblickande inslag (historiska resultat)?*
3) *Nämns minst två av dessa tre aspekter: Själva kursen (mål/syfte/genomförande), Lärarna (deras prestationer), Studenterna (deras prestationer)?* samt
4) *Relateras till kontext (kursen i sitt sammanhang av andra kurser och som en del i ett program)?*

Alla tre författare gjorde individuella bedömningar huruvida dessa teman beaktades i slutrapportskommentarerna från var och en av de 53 studerade kurserna. Såväl PLs, SRs som KLs kommentarer inkluderades. Därefter jämfördes de tre författarnas bedömningar med varandra. De fall där minst två bedömt att en viss aspekt behandlades i slutrapportkommentarerna från en kurs inkluderades i den slutliga sammanställningen (Se tabell 3).

Figur 3 visar resultaten av denna kategorisering av kommentarsinnehållet. Som framgår av Figur 3 finns ingen tydlig skillnad mellan de tre programmen med starkare (B1-B3) respektive de tre med svagare (S1-S3) utveckling. Således tycks innehållet i slutrapportskommentarerna, klassificerat enligt ovan, inte förklara trender i CEQ-data.

TABELL 3
FÖRFATTARNAS BEDÖMNINGAR AV KOMMENTARSINNEHÅLL

	Författare			N ≥ 2 per kurs	Andel med N ≥ 2
	1	2	3		
Förändringsförslag	41	34	33	38	72
Historia	25	17	22	22	42
Minst två aspekter	46	38	29	42	79
Kontext	29	20	17	23	43
Totalt	***141***	***109***	***101***	***125***	

VII. Resultat

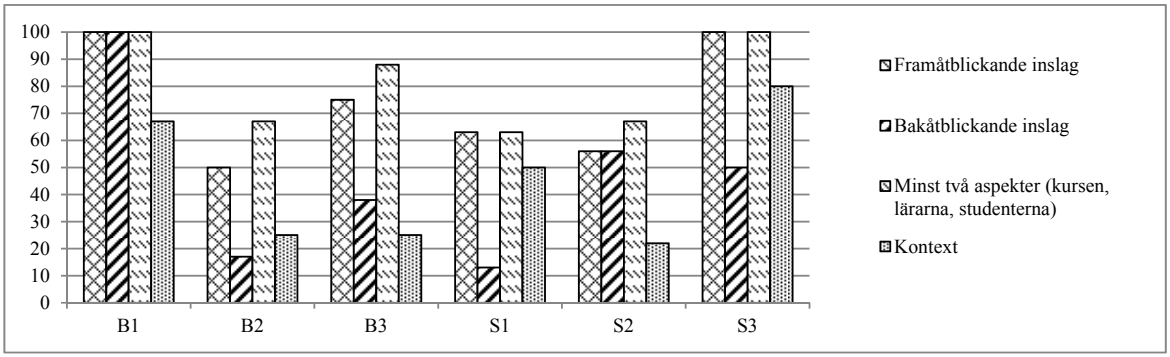
Sammantaget verkar vare sig PLs, SRs eller KLs frekvens av kommentarsskrivande, längden på kommentarerna de skriver, eller de tematiska områden som tas upp i slutrapporterna (av PL, SR eller KL) förklara de observerade skillnaderna i CEQ-trender.

VIII. Diskussion

CEQ-data visar på utveckling av programmen över tid. I den här studien har vi även sett skillnader i programledningars aktiviteter inom kvalitetsutvecklingssystemet. De studerade skillnaderna har främst rört kvantitet (kommentarsfrekvens, kommentarslängd, förekomst av vissa teman i kommentarerna). Detta tycks dock inte förklara skillnaderna i CEQ-utveckling. Studien visar att ett externt, retrospektivt betraktande av de administrativa rutinerna kring kursvärderingarna inte tycks fånga potentiella indikatorer på utveckling. Vi bedömde att de data vi studerade inte kunde förklara vad som driver kvalitetsutvecklingen, vilket innebar att statistiska tester av sambanden inte genomfördes. För att finna vad som ligger bakom skillnaderna i CEQ-utveckling måste man antagligen närma sig praktiken med en mer kvalitativ (eller mer finfördelad kvantitativ) ansats.

Vidare är den enskilda kursen möjligen inte en bra analysenhet när man vill studera programvis utveckling av den upplevda utbildningskvaliteten, eftersom upplevelser på en kurs också påverkar upplevelserna på andra kurser (senare kurser, parallella kurser och möjligen studenter som senare kommer att gå kursen).

En annan möjlig förklaring till att vi inte lyckades identifiera några tydliga samband mellan de studerade variablerna kan vara fördröjningar i systemet, dvs att en mer komplex modell måste användas där tiden tas med som en faktor för att kunna fånga annat än simultana förändringar av värden. Det är möjligt att en sådan approach skulle kunna identifiera samband mellan sådana variabler vi studerat här.



Figur 3. Andel av slutrapportskommentarerna där respektive innehållskategori förekommer, per program.

Den distanserade approach vi använde när vi letade efter förekomsten av de fyra innehållstemana förmådde antagligen inte heller fånga några avgörande nyansskillnader. Men det är alltjämt möjligt att de fyra innehållsteman vi letade efter är relevanta för pedagogisk kvalitetsutveckling. Kanske är nivåerna för CEQ-data en relevant faktor. Det skulle t ex kunna innebära att andra typer av innehåll behövs i kvalitetsarbetet för att behålla en hög nivå än för att höja en låg nivå av CEQ-poäng.

CEQ är, som alla kursvärderingsblanketter, subjektiv. Grunden utgörs av individers (studenters) upplevelser. Trender hos CEQ-data speglar därmed trender i subjektiva upplevelser som i sin tur kan förklaras antingen med förändringar hos det som upplevs (kursernas) eller hos de upplevande (studenterna). Det senare skulle kunna utgöras av förändringar i ”studentkulturen” som då kan innehålla element av vad som antas vara god undervisning, vad som är lärarens respektive studentens ansvar och ambition etc., eller bara att en förhärskande attityd till verksamheten inom en viss utbildning delas av en stor del av studenterna. Detta skulle kunna leda till generellt positiva CEQ-omdömen, ”för att här är utbildningen bra”. En sådan slutsats skulle kunna innebära problem för validiteten hos kursvärderingsresultat som ett ”mått” på kursernas, dvs deras design och den undervisning som förmedlas, kvalitet.

Ett sätt att komma åt programvis studentkultur och dess eventuella effekter på CEQ-trender kan vara att utgå från kurser som samläses av flera program med samma lärare. Då kan kontraster mellan CEQ-data från respektive program eventuellt avslöja studentkulturens inflytande. Detta kan undersökas i framtida studier. Fortsatta studier av vad som förklarar skillnader i kvalitetsutveckling bör också gå närmre studieobjekten, och undersöka data från kvalitetsarbetet med ett starkt beaktande av lokal kontext.

REFERENSER

[1] Kember, D., D. Leung, et al. (2002). "Does the Use of Student Feedback Questionnaires Improve the Overall Quality of Teaching." Assessment & Evaluation in Higher Education 27(5): 411 - 425.

[2] Edström, K. (2008). "Doing course evaluation as if learning matters most." Higher Education Research & Development 27(2): 95 - 106.

[3] Roxå, T. and M. Bergström (In Press). "Kursvärderingar i system – akademiska lärares upplevelser och organisationens förmåga till utveckling [Student evaluations as systems – academic teachers' experiences and the organisation's ability to develop]." Högre Utbildning [Higher Education].

[4] Ramsden, P. (2003). Learning to Teach in Higher Education London, RoutledgeFalmer.

[5] Borell, J. (2008). Course Experience Questionaire och högskolepedagogik. Lund, LTH.

[6] Warfvinge, P. (2003). Policy för utvärdering av grundutbildning. Lund, LTH. http://www.ceq.lth.se/info/dokument/

[7] Svensson, I. (2008). Anvisningar för rapporterande kursutvärderingar vid LTH. Lund, LTH. http://www.ceq.lth.se/info/dokument/

[8] Edvardsson Stiwne, E. and T. Roxå (2009). Programethos och dess betydelse för studenters lärande och personliga utveckling inom tekniska utbildningar. Den 2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar,. R. Anderson and L. Tempte. Lund, Lunds Tekniska Högskola.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Är det någon poäng med poäng?

Vid tidpunkt för tryck hade artikeln inte inkommit. Den kan finnas tillgänglig via
www8.cs.umu.se/utvecklingskonferensen_2013/Session8_C.pdf

Session 9

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Campus Thailand – a new strategy to meet new demands

Roy Andersson and Håkan Alm

Jönköping University and Asian Institute of Technology

Abstract— **Since the early part of the new millennium the student application rate has declined in the field of engineering. At the same time the demand from companies has changed to more general degrees that also include international experience. As the world becomes evermore internationalized, companies need employees who can operate in the international market with insights into business culture across the globe with knowledge of sustainable development. All this was an enabler to start to think "out of the box" in order to design a new program. The name of the program is 'International Business Engineering', a three-year bachelor's program, 180 ECTS. It includes main subjects such as business, quality, logistics, operations research and management. A mix that provides overall knowledge, catering to the needs in international careers. The program embraces a multi-national and multi-cultural outlook and an education that enables work for a sustainable development, integrated in the global economy. It starts with three semesters in Sweden. The fourth semester is located to Campus Thailand and the last semester gives the students an opportunity to do their thesis work in a number of countries around the world.**

It commenced in 2009 with 40 students, only half of which were Swedish. All courses are given in English by teachers from Sweden, Thailand, Cuba, South Africa etc. This first year there were 5 000 applicants from 80 countries. The courses often include group work, which also gives the students insights into and knowledge of cultural differences.

Campus Thailand is located at the Asian Institute of Technology (AIT). A semester there makes the students part of a multi-cultural student environment. AIT has become a leading regional institution and is working towards technological and sustainable development in Asia and the area around the Pacific. CSR Asia is involved at AIT, teaching the students and performing field trips for the students in the South Asian region, including Cambodia, Myanmar, Laos, Thailand and more. Around 70 percent of all students and staff are international with over 40 nationalities represented, giving important international contacts for the future. Cooperation with the Thai-Swedish Chamber of Commerce and its many member companies enables the students to carry out internships with global companies such as SAS, ABB, Volvo, Electrolux and Husqvarna.

To date (2013), 70 students have studied in Thailand and over 40 students have performed an internship in companies in Bangkok. From the first batch of students, two are now employed in Bangkok. Currently, the program has ten full-paying fee students.

Keywords: study abroad, teaching, higher education, bachelor program design, Thailand, Sweden.

I. Introduction

We are living through times of rapid change. Change is all around us, and the rate of change is increasing [1]. In the early part of the new millennium the student application rate declined in the field of engineering. At the same time the demands from companies, students and society has increased and changed. One demand is that the companies as well as the students need more general degrees. Students need to be able to deal with business as well as engineering issues, where main subjects like business, quality, logistics, operations research and management are needed. A mix that provides broad overall knowledge and includes international experience. As the world becomes evermore internationalized, companies need employees who can operate in the international market with insights into business culture across the globe incorporating knowledge of sustainable development. A Swedish degree with parts of the education abroad with studies and / or practical working experience (e.g. internship) is the most appealing to the employers, especially the latter [1].

The conclusion is that to study abroad and international experience is beneficial when applying for a job as the employer signal that they need the students to have international working experience [2]. Therefore a more clear focus on internships carried out abroad is recommended. Students doing internships increase their employability. Therefore a growing number of students doing international internships will increase the quality of higher education [3].

The society as well as the Universities demand increased student mobility, internationalization nowadays is an important indicator in global rankings, so it is a political as well as University priority issue [26]. As members of the Bologna process, Sweden shares the target that at least 20 per cent of those graduating in 2020 should have been on a study or training period abroad. From a national point of view, student mobility has both cultural and economic value: Cultural competence, linguistic skills, international social networks and impulses from abroad are crucial to a country's cultural and economic development [4], Mobility still reaches only a minority of higher education students, in spite of structural reforms to make systems more compatible, such as the Bologna process. However, in the European Union, international student mobility as part of the home degree has steadily increased in the past years [5]. The demands from the

students have also increased.

Today the students would like to practice the knowledge directly in the companies' environment and doing Internship as a part of the program as well as getting experience from different cultures. Nordic Graduate Survey from 2007 identified the two most wide spread motives among Swedish students: interest in experiencing different cultures, and to live and study in a foreign environment. Moreover, today the students do not rank academics the highest. Instead, more personal and social aspects of going abroad, such as making friends, language learning, cultural understanding and personal skills, are seen as most beneficial [6], [7] and [24].The most important motives for studying abroad were according to the author Rodrigues [8] *"living and studying in another environment and personal development. Acquiring language skills was also considered important"*. All the above were motivators to start thinking "out of the box" in order to design a new program.

II. Meet new demands

In order to try to compromise and prioritize the demands from the students, companies and society a number of questions came up.

- How should the mix of courses be constructed?
- How do we give the students experience and knowledge by doing Internship etc.?
- How can we motivate students to go abroad?
- What countries and universities are important to collaborate with so that the students and the companies get value?

III. Motivate students

Funding and language are less important barriers for Swedish students than for many other countries [6].The top three motives for the students are: getting to know other countries or culture, improving language skills, and gaining new perspectives on studies[8], [9].

Living and Learning – Exchange Studies Abroad is a report from a cooperation project between the Centre for International Mobility(CIMO) in Finland, the Swedish Council for Higher Education and the Norwegian Centre for International Cooperation in Education (SIU), to understand and to identify factors that are important as motivators and barriers to study abroad[9]. The aims were to increase understanding of the driving forces of student mobility in Sweden. The main issues or motivators, according to the report were:

- students should not be delayed in studies or miss parts of the studies at home.
- teachers and university staff must encourage and motivate the students.
- Focus on and information about future career, the academic and educational values of studies abroad.

On the other hand these are barriers or obstacles that can be dealt with at the university. Teachers, students and international coordinators are important when aiming to overcome academic barriers to mobility.

In order to motivate the students following was done:

- From the very first day the students were briefed and guided by resident teachers and staff, but also given assignments in order to acquaintance themselves with the area, but also to build confidence that they can manage on their own.
- Campus Thailand has its own homepage with useful background information and ongoing features of the development.
- When abroad the students were blogging with fellow students back home sharing experiences and answering questions.
- The students did not go abroad until the latter part of year two, but where informed throughout the education (and of course before even applying to the program) about what was to come.
- The students were shown facts about how the companies seek this competence.
- The students were not delayed and were given two opportunities to study abroad. Firstly in the second semester of year two and then again on the second semester of year three to do their thesis as well as taking two elective courses.

IV. Collaboration partners

According to the report [9] *"we nevertheless see a tendency for those who go to North America, Australia or New Zealand to report more benefits overall than those who go to other destinations"*. The main explanation for this is probably the simple fact that these countries are English speaking, and that it is therefore relatively easy for Nordic students to manage and succeed, in educational settings but also socially on and off campus. The exception to this picture is 'better understanding of cultural differences', a benefit which, understandably, students who go outside Europe and the Anglo- American world rate higher according to Living and Learning – Exchange Studies Abroad[9].

Asia's economical and political influence in the world is increasing. If the growth continues with the same intensity as the last few decade, Asia will amount to more than half of the worlds total GNP, trade and investments and will enjoy wide spread wealth. According to IMF (International Monetary Fund) GNP in Asia will increase six percent 2014 and increase in all the countries in Asia [25].Further, The total population in Asia is expected top grow by one third by 2050 At the same time the region is plagued by ongoing conflicts, severe poverty and undemocratic governance, poor respect for human rights and serious environmental issues. The development in the world for the next century will therefore be tightly entwined with the development in Asia. It is therefore in

Sweden's best interest to intensify the mutual cooperation with the Asian countries. Efforts are being made in all aspects. Swedish trade with Asia Pacific amounts to 10 percent of the total foreign trade, Foreign ministry [10].

We choose Thailand as the companies have since long understood its importance as an industry and trading hub and students know that most major international businesses are active there and as many Swedes has been to Thailand for holidays (roughly 4-6% of our population each year) felt comfortable to also go there to study.

V. AIT

The Asian Institute of Technology, AIT, promotes technological change and sustainable development in the Asian-Pacific region through higher education, research and outreach. The University was founded in 1959 and is situated about 40 km north of Bangkok, Thailand. A leading regional postgraduate institution actively working with public and private sector partners throughout the region and with some of the top universities in the world. 2000 students from 40 countries study here. AIT embraces a multinational and multicultural outlook. All courses are taught in English. The goal is to offer students an education that enables work for a sustainable development and its integration in the global economy. Besides the usual labs and academic buildings, there are study rooms, dorms, hotel and conference center, sports facilities, golf course and several restaurants and cafés. There is also a library with over 230 000 books and 830 magazines (both printed and digital). All serve to fulfill the AIT mission:

To develop highly qualified and committed professionals who play leading roles in the region's sustainable development and its integration into the global economy. AIT consists of School of Engineering and Technology, School Of Management, School of Energy and Resource Development [11].

VI. THE PROGRAM INTERNATIONAL BUSINESS ENGINEERING

The new program took off in 2009, a degree of Bachelor of Science with a major in Industrial Engineering – with specialization in International Business Engineering.

All courses are given in English, by teachers from Sweden, Thailand, South Africa, Cuba, The Netherlands and Scotland. The course contents have been developed through collaboration with the business sphere, and the cooperation throughout the education.

Subjects such as mathematics, business, quality, logistics, leadership, operation research and management courses, a mix that provides overall knowledge. All the courses amount to 7,5 ECTS credits, except the thesis work that consist of 15 ECTS credits, see figure 1.

The students do group work in the courses, which also gives them insights into and knowledge of cultural differences between countries. Since the classmates are from all over the world, they get that kind of knowledge as well. A mix of courses provides a whole. Prof. Jan Van Vuuren from the Stellenbosch University, South Africa, who has taught operations research said *"The class has a truly cosmopolitan composition - there are students from South America, the Middle East, the Far East, Africa, North America and, of course, from Europe. This gives quite interesting class discussions and very different perspectives on things".* Moreover he said it's a *"modern approach to education", "hands-on liaison with industry in both teaching and research activities" and "a quest for excellence"*.

The program starts with three semesters in Sweden. The fourth semester is at the Asian Institute of Technology, AIT. Lecturers from Sweden, Thailand and the whole word teach at AIT.

VII. COOPERATION WITH THE THAI-SWEDISH CHAMBER OF COMMERCE

The Swedish Chamber of Commerce, with many Swedish and Thai member companies facilitate for the students to be given the opportunity to do summer internships.

Internship programs for students at various levels in different sectors. The student shall during the course acquire knowledge and abilities required to do the following: Articulate and apply principles learned in the internship, Complete assignments that encourage in-depth reflection, Develop work competencies for a specific profession and explore career options, and gain general work experience. The course contains three parts: reflective diary journal, written technical report (based on the diary journal) and an oral presentation. A supervisor from the company and the examiner from the university will have continuous discussions with the student. Every week the student must submit the reflective diary journal to the examiner/supervisor. The student must reflect over lessons learned and apply knowledge from previous courses [12],[13].

VIII. INTERNATIONAL INTERNSHIP

According to the president of Thai-Swedish Chamber of Commerce, also Husqvarna Thailand [2] *'It's so important that Swedish students get international work experience and Asia is the fastest growing market in the world. This also gives us as employers the opportunity to work with talented young potential future staff'*

As Elin, a student, put it *'Memories for life and a great opportunity to develop on so many levels and in so many ways'* [14]

The first Thursday of each month the students network with members of the Thai-Swedish Chamber of Commerce in

Bangkok at the monthly networking event. The idea is to give the students opportunity to make new contacts and find internships for the spring/summer.
After the semester in Thailand, one semester in Sweden is all that remains, before a final semester of thesis writing somewhere in the world. The university has cooperation partners in China, Brazil, Cuba, South Africa, France and Thailand.
It crucial that international students should not only 'live in a bubble' with other international students, therefore we mix our students with other local and international students. Even when Swedish teachers teach the Swedish students the aim is to have at least half the class consisting of AIT students. The students also have opportunity to choose at least 20 different courses from the fields of management, business and engineering as elective courses. One of the teacher's said [15]: *"As the students stay here in Bangkok, they learn to live in a world where everything can't be taken for granted. Things work differently here, and they have to learn to befriend people of other nationalities, which is clearly beneficial to them."*

The compulsory course CSR(Corporate Social Responsibility) provides students with a thorough understanding of the importance of the companies CSR work in order to achieve sustainable development. Since CSR thinking is important and will become increasingly important in the future for business, we have placed the CSR course in Southeast Asia. This is so that the students with their own eyes shall see how it works there. The course includes visits to major corporations to see their CSR work. The students have with their own eyes seen child labor in Cambodia.
CSR Asia is an organization based at and in partnership with AIT, teaching the students and providing field trips for the students in the South Asian region, including Cambodia, Myanmar, Laos, Thailand and more.

IX. International Business Engineering

Below, see the layout for the IBE Program and its courses from one through to year three.

International Business Engineering

First Year: Start in late August (the first batch of students)

2009		2010	
Period 1	**Period 2**	**Period 3**	**Period 4**
Introduction to Industrial Engineering and Scientific method	Quality and Management Systems	Industrial Business Economics I	Applied Calculus
Linear Algebra	Calculus	Engineering Statistics	Statistical Quality Control

Second Year

2010		2011 Thailand	
Period 1	**Period 2**	**Period 3**	**Period 4**
Project Management	International Production Engineering	Design of Experiments or Elective Course	Logistics I
Operations Research I	Operations Research II	Elective Course at AIT	Corporate Social Responsibility

Third Year

2011		2012 Abroad or in Sweden	
Period 1	**Period 2**	**Period 3**	**Period 4**
Industrial Business Economics II	Industrial Business Economics III	Thesis work 15 ECTS	
Change Management and Psychology	Logistics II	Elective Course	Elective Course or Internship

Fig. 1. The study program syllabus for the first batch of students

When the program started in 2009 it was a popular program, there were about 5000 applicants from 80 countries. The first year it enrolled about 40 students and we tried to achieve a mix where about half was Swedish and half come from other parts of the world, see figure 2.

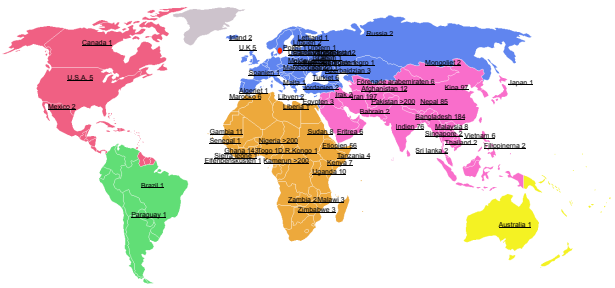


Fig. 2. 5000 applicants from 80 countries the first year

For more information about the aim and the purpose of the program, see study program syllabus (www.hb.se).

X. Outcome

To date (2013), over 150 students has joined the program, 70 students have studied in Thailand. Only two students have returned home before schedule, one of them for family reasons and one was sent home. Over 40 students have done internship at companies in Bangkok. From the first batch of students, two are now employed in Bangkok. Currently, the program has ten full-paying fee students (not scholarship).

Cooperation with the Thai-Swedish Chamber of Commerce and its many member companies enables the students to carry out internships with global companies such as SAS, ABB, Volvo, Electrolux and Husqvarna etc. It has also given the students the opportunity to network with the Thai and international business community in the many Events arranged by the Thai-Swedish and other chambers of commerce in Thailand and sometimes even in other countries in the region [2].

XI. Future

We always strive to be resilient in our work. If we are resilient we will be capable of withstanding and recovering quickly from unexpected disruptions and changes [16].

According to Sheffi [17] resilience measures the ability and speed at which the process can return to their normal performance following a disruption. To be resilient in your organization you have to strive to create redundance, robustness as well as flexibility. One way to do that is to collaborate with many partners [18].

One example of this is during the 2011 Flooding disaster. Our students and staff arrived while the water had just resided and saw the enormous damages this had created. Despite all this Thailand including AIT was quickly back on its feet and disruptions were minimal. The creativity and energy to overcome showed us that resilience is built-in to the Thai and Asian culture. Five days after we were got the news the program director traveled to Thailand, arranged temporary classrooms and new apartments for the students.

A threat to the longevity of any undertaking can also be a new academic leader with ambition and eagerness to create new concepts, but with lack of experience and all the facts, cancelling a successful project.

Neighboring Vietnam and Laos are hot and interesting economies as well as Indonesia, that some predict will be ‘the next big thing’ in Asia.

A. Indonesia

Indonesia has the largest economy in Southeast Asia. In the year 2012, Indonesia edged out India to emerge as second fastest growing G-20 major economy just behind China [19].

B. Laos

The World Bank has forecast eight per cent gross domestic product (GDP) growth for Laos in 2013, driven mainly by mining and hydropower projects, despite the country's recent financial difficulties. [19].

C. Vietnam

The economy of Vietnam is a developing planned economy and market economy. with a potential annual growth rate of about 10% in real dollar terms, which would increase the size of the economy to 70% of the size of the UK economy by 2050. Vietnam has been named among the Next Eleven and CIVETS countries [20]

Indonesia, Vietnam and Laos are countries where we actively are networking and building on further cooperation

D. Campus Thailand

Campus Thailand is an international campus, where students from all over the world meet. Here, the students have access to large green areas, several restaurants and cafés and a wide range of sports activities. Campus Thailand is part of AIT (Asian Institute of Technology). Choosing to study a semester at Campus Thailand will make students part of a multicultural student environment. On campus there are over 40 different nationalities, giving the education an extra dimension and giving a chance to make of new friends, maybe even making important international contacts for the future.
A semester there makes the students part of a multi-cultural student environment Around 70 percent of all students and staff are international. AIT has become a leading regional institution and is working towards technological and sustainable development in the Asia Pacific area [11].

E. Expanding in the Southeast Asian region

We are currently starting cooperating with Swedish Business Association [22] and Bandung Institute of Technology, Indonesia in parallel with Swedish Business Association [23] and Doi Dung University, Laos. Also in Bangkok we are currently in negotiations with Rajamangala University of Technology, Bangkok University and Rangsit University as a complement to AIT in order to build in resilience and flexibility. This also means that besides Business and Engineering fields we also have to Medical and tourism courses etc.

F. Expanding the student base from Nordic Universities

Another way to make this more resilient and to give us a better position in negotiations is to team up with partner universities, expanding the volume of students. Next year the students from the Logistics and Management Program (Jönköping University, School of Engineering) are going to have opportunity to study a year at Campus Thailand, including the opportunity to do internship.
Also to do this concept more resilient, five more universities in the Nordic Countries are potential stake holders.

REFERENCES

[1] George M., Gundry J and Bradish P. (1999). Agile Networking, Prentice-Hall, New Jersey.
[2] Jan Eriksson, (2013-05-02), Interview, President Thai-Swedish Chamber of Commerce and Husqvarna Thailand (Spica Co., Ltd.)
[3] Arbetsgivares syn på utlandserfarenhet. [Employers' view on international experience. In Swedish]. Internationella program-kontorets rapportserie nr 27, 2010.The International Programme Office for Education and Training.
[4] Hazelkorn E. (2011). Rankings and the reshaping of higher education: The battle for world-class excellence. Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.
[5] Vossensteyn H., Lanzendorf U., Souto-Otero M. (2010). Contributing to quality, openness and internationalization: The ERASMUS Impact Study 2008. In Burger S., Lanzendorf U. (Eds.), Higher education institutions in Europe: Mobilized mobility? (pp. 15–23). Kassel, Germany: International Centre for Higher Education Research, University of Kassel.
[6] Orr, Dominic, Gwosć, Christoph and Netz, Nicolai (2011). Social and Economic Conditions of Student Life in Europe, Eurostudent IV Final Report 2008–2011. Bielefeld: W..Bertelsmann Verlag.
[7] Rodrigues, Margarida (2012). Determinants and Impact of Student Mobility: A Literature Review. European Commission: Joint Research Centre.
[8] Rurling, Åsa and Gillström, Per (2010).Eurostudent: om svenska studenter i en europeisk undersökning, hösten 2009. [Eurostudent: on Swedish students in a European survey. In Swedish.] Högskoleverkets rapportserie 2010:20 R.
[9] Living and Learning –Exchange Studies Abroad, (2013). Centre for International Mobility (CIMO) in Finland, the Norwegian Centre for International Cooperation in Higher Education (SIU) and the Swedish Council for Higher Education. ISBN 978-7561-000-9. www.uhr.se
[10] http://www.regeringen.se/sb/d/2520 [Downloaded 2013-10-13]
[11] http://www.ait.asia [Downloaded 2013-09-29]
[12] http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=nqocfS8fezE [Downloaded 2013-10-13]
[13] http://www.youtube.com/watch?v=uege-xYllB8&feature=player_embedded [Downloaded 2013-10-13]
[14] Elin Gustafsson Senelius, (2013-07-26), Interview with a student From Sweden.
[15] Bo Månsson, (2010-01-10), Interview, Program teacher www.hb.se/campusbangkok [Downloaded 2012-08-29]
[16] Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain, International Journal of Logistics Management, 15(2), pp.1-13.
[17] Sheffi Y. (2005a), Building a culture of flexibility, Word Trade Magazine's Supply Chain. [17a] Sheffi Y. (2007), The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage. Cambridge, Mass.: MIT.
[18] Sheffi, Y. & Rice Jr. J. B. (2005), A supply chain view of the resilient enterprise. MIT Sloan Management Review, 47(1), pp.41-48.
[19] http://www.worldbank.org/en/region/eap [Downloaded 2013-10-15]
[20] http://dawn.com/news/1048544/lao-economy-to-see-8pc-growth-in-2013-wb [Downloaded 2013-10-15]
[21] www.CampusThailand.Asia [Downloaded 2013-05-29]

[22] Per Brandt, Chairman, Swedish Business Association, Indonesia
[23] Sune Wissmar, Director, Swedish Business Association, Laos
[24] Sifo (2008): Utlandsstudier och internationellt utbyte. [Studies abroad and international exchange. In Swedish].The International Programme Office for Education and Training.
[25] Gerhard K. Heilig (2012). Strategic Implications of Demographic Cnage in Asia: Analysis based on the 2010 Revision of the World Population Prospects.[downloaded 2013-10-10 http://esa.un.org/unpd/wpp/ppt/Naval-War-College/Wpp_Naval-War-College-4.pdf]
[26] Borås Daily News (BT) 2013-06-16 page 10.- Interview with the President of University of Borås, "It is also a demand from the president of the University to have deeper contact with Universities abroad".

AUTHORS

Author 1 Dr. Roy Andersson
Address Jönköping University
School of Engineering
Gjuterigatan 5,
55318 Jönköping, Sweden
Email roy.andersson@jth.hj.se

Author 2 HåkanAlm, Doctoral Candidate
Address Asian Institute of Technology,
P.O. Box 4, KlongLuang,
Pathumthani 12120, Thailand
Email Hakan@Alm.bz

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Demola East Sweden – multidisciplinära industriprojekt som främjar innovation

Jimmy Johansson, Katerina Vrotsou, Fredrik Borgsjö, Inger Erlander Klein

Abstrakt — **Demola East Sweden är en plattform som erbjuder studenter vid Linköpings universitet, Campus Norrköping unika möjligheter att tillsammans med näringslivet arbeta med innovativa projekt. Demola East Sweden i Norrköping är det första av sitt slag i Sverige och är ett samarbete mellan Linköpings universitet, Norrköping Science Park och Norrköpings kommun. Detta konferensbidrag beskriver implementationen av Demola på civilingenjörsutbildningen i Medieteknik vid Linköpings Universitet, Campus Norrköping. En nyckelaspekt av Demola är att studenterna skall arbeta i multidisciplinära projektgrupper som sätts samman beroende på ett projekts innehåll och omfattning. Den pilotverksamhet där förutom studenter från Medieteknik även studenter från ett kandidatprogram i Grafisk Design och Kommunikation deltog beskrivs. Demola har redan fått mycket uppmärksamhet i media och många olika utbildningsprogram har visat intresse för att bli en del i plattformen. Konferensbidraget avslutas med att diskutera de nya utmaningarna som ett kraftigt ökat antal studenter medför, samt beskriver de förändringar som detta innebär.**

Index Terms — **Demola East Sweden, innovation, medieteknik, multidisciplinära industriprojekt.**

I. Introduktion

Demola East Sweden [1] är ett samarbete mellan Linköpings universitet [2], Norrköpings Science Park [3] och Norrköpings kommun [4] med syfte att främja innovation och företagande. Vidare är Demola East Sweden en plattform som gör det möjligt för studenter vid Linköpings universitet att i multidisciplinära grupper arbeta med skarpa projekt mot uppdragsgivare från näringslivet med fokus på innovations-processen.

Detta konferensbidrag fokuserar på hur Demola East Sweden har implementerats på civilingenjörsutbildningen i Medieteknik [5] vid campus Norrköping, Linköpings universitet. Konferensbidraget beskriver den pilotverksamhet som pågick under hösten 2012 och våren 2013 och diskuterar resultaten av den efterföljande utvärderingen som genomfördes. Därefter beskrivs hur Demola implementerats på civilingenjörsprogrammet i Medieteknik genom projektkursen Multidisciplinärt Industriprojekt. Avslutningsvis beskrivs den framtida utvecklingen av Demola East Sweden och hur den påverkar utbildningarna vid Linköpings universitet.

Jimmy Johansson är med Linköpings Universitet (telefon: +46 11 363495; fax: +46 13 149403; e-mail: jimmy.johansson@liu.se).

Katerina Vrotsou, är med Linköpings Universitet (e-mail: katerina.vrotsou@liu.se).

Fredrik Borgsjö, är med Norrköpings Science Park (e-mail: fredrik.borgsjo@nosp.se).

Inger Erlander Klein, är med Linköpings Universitet (e-mail: inger.klein@liu.se).

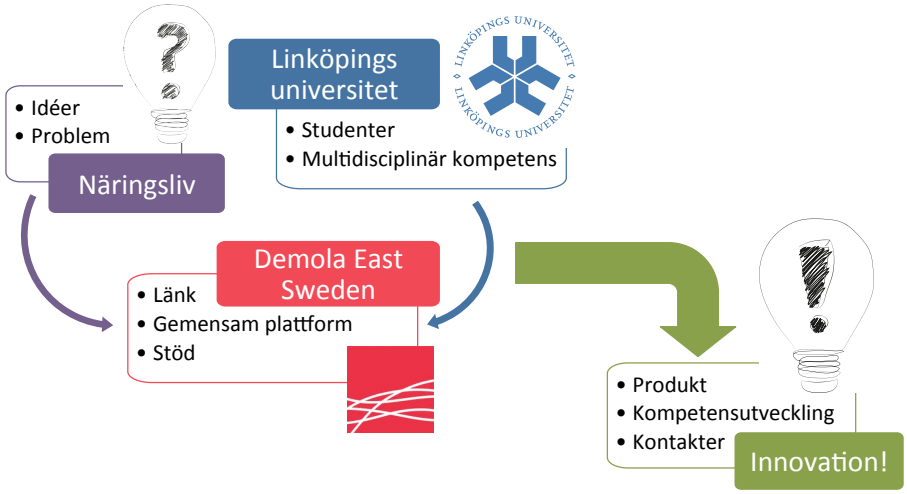
II. Bakgrund

Demola kommer ursprungligen från Finland och började som ett samarbete mellan Nokia och Tammerfors universitet med syftet att hjälpa Nokia att arbeta tvärvetenskapligt. De första pilotprojekten startade 2008 och sedan 2011 görs årligen cirka 40-50 projekt. År 2012 blev Finland och Tammerfors prisbelönta genom BSR Stars Programme för bästa innovativa plattform. Sedan starten i Finland har Demola växt till sju noder i fem länder. Finland, Sverige, Ungern, Litauen och Slovenien arbetar tillsammans i ett växande nätverk och våren 2014 kommer även Tyskland och Ryssland att anknyta sig till Demola.

I Sverige var Norrköping först med att ta till sig Demolakonceptet. Efter en lyckad pilotverksamhet har intresset blivit stort i hela landet. Under våren 2013 var intresset så pass stort att ett beslut fattades kring hur många Demolanoder som skulle finnas totalt i Sverige. Det bestämdes att maximalt 5 noder skall få finnas och dessa är nu under uppbyggnad. I region Skåne startades Demola upp under våren 2013 med 5 genomförda pilotprojekt. Inom en snar framtid kommer Mittuniversitetet med ett av sina campus i Sundsvall att starta i samarbete med Åkrokens Science Park. Norrköping och Tammerfors kommer gemensamt att utbilda och starta upp dem. Planer finns även på att Chalmers och Umeå/Luleå kommer starta Demolaverksamhet under 2015.

III. Demola-processen

Projektarbeten är ofta förekommande i kurser på civilingenjörsprogram. Vanligtvis bildar ett antal studenter från samma utbildning en projektgrupp och utför en specifik uppgift som skall ligga inom ramarna för den aktuella kursen. Ibland tas olika företag in som beställare och för att agera kund. Detta ger studenterna en inblick i näringslivet som ofta är mycket uppskattad. Att bilda projektgrupper med studenter från olika utbildningar, som Demola förespråkar, är däremot inte lika ofta förekommande. Till exempel fanns det fram till 2012 inga sådana möjligheter för civilingenjörsstudenterna i Medieteknik. Samtidigt, så är erfarenhet från att arbeta i multidisciplinära team något som våra industripartners ofta rekommenderar då detta sannolikt kommer vara situationen i



Figur 1: Illustration av Demola-processen.

studenternas framtida arbetsliv. Detta är således den främsta anledningen till varför Demola är intressant för civilingenjörsutbildningar i allmänhet och för Medieteknik i synnerhet.

Förutom att ge studenterna möjligheter att arbeta i multidisciplinära grupper skiljer sig Demola markant mot traditionella projektkurser genom att det skrivs avtal mellan studenterna och företagen som i slutändan kan generera ersättning till studenterna. Demola-processen kan summeras enligt nedan (och illustreras även schematiskt i figur 1):

1) Ett företag har en kvalificerad idé som de av någon anledning inte har möjlighet att själva utföra. Det kan exempelvis vara för att företaget inte har tillräckliga resurser, att idén ligger utanför kärnverksamheten, eller att resultaten av den initiala idén är mycket osäkra. Företaget kan då kontakta Demola genom Norrköping Science park och lämna in sin projektidé som sparas i en projektbank.
2) Studenter söker sig sedan till specifika projekt inom Demola. I deras anmälan väljer de tre projekt och lämnar in motiveringar för deras val och en prioritetsordning. Demola matchar sedan ihop studenter och projekt och studenterna får ett antagningsbesked.
3) Företaget och studenterna skriver ett avtal som reglerar rättigheterna till projektidén. Detta resulterar i att företaget måste skriva över alla sina rättigheter till studenterna, vilket gör att under hela projektets gång ägs idén och resultaten av studenterna. Redan i detta steg kommer man överens om en fast summa som inte kan ändras, oavsett hur stor potential det framtida resultatet kan ha.
4) Studenterna arbetar under fyra månaders tid med sina projekt. Under den tiden får de coachning från stödpersoner inom Demola, så kallade facilitatorer. De har dessutom ett antal tillfällen då de pitchar sina idéer och projektstatus till en publik, bestående av bland andra idébärarna, och får återkoppling om deras framsteg.
5) Efter projektets slut ges företaget ensamrätt på att köpa tillbaka rättigheterna. Detta betyder att om företaget vill köpa tillbaka rättigheterna kan inte studenterna hindra detta. Om så är fallet får studenter den tidigare fastställda ersättningen. Om företaget däremot väljer att inte köpa tillbaka resultatet kommer det fortsättningsvis ägas av studenterna och i detta fall tillfaller ingen ekonomisk ersättning till studenterna.

IV. Implementering av Demola på Medieteknik

Hösten 2013 startade officiellt Demola East Sweden på civilingenjörsprogrammet i Medieteknik. Då ingen vid varken Linköpings universitet eller Norrköpings Science Park hade några tidigare erfarenheter av Demola valdes det att under hösten 2012 och våren 2013 starta en pilotverksamhet i Norrköping. Syftet med denna pilot var att testa konceptet och samla in erfarenheter för att minimera problem vid starten 2013. Denna del beskriver i detalj pilotverksamheten och resultaten från den utvärdering som gjordes. Därefter beskrivs hur Demola implementerades som en kurs på Medieteknik-programmet.

A. Pilotprojekt

Två pilotprojekt utfördes under hösten 2012 och våren 2013 bestående av nio studenter varav fyra från programmet för Medieteknik och fem från Grafisk Design och Kommunikation. Båda projekten involverade utvecklingen av digitala applikationer som krävde kompetens i design, visualisering och programmering. Två studenter från Medieteknikprogrammet deltog i varje projekt.

Pilotomgången gavs delvis som doktorandkurs på 7,5hp för studenterna som behövde ha poäng på avancerad nivå, och som projektkurs på 7,5hp för de som inte behövde det. Även om projekten kördes som piloter så fick studenterna skriva på Demolakontrakt i vanlig ordning. Det var ingen schemalagd undervisning kopplad till pilotkurserna men kursexaminator och studenter träffades regelbundet för att diskutera och reflektera kring processens förlopp.

Studenterna gav feedback kontinuerligt under pilotens gång och vid projektens slut fick de lämna in en utvärdering och personlig reflektion om pilotkursen. I och med detta har värdefull input om olika aspekter av grupparbetet och projektutförandet samlats in och detta har använts som grund till utformningen av den "officiella" kursen som startade hösten 2013.

Viktiga lärdomar från piloten:

- Eftersom det var första gången som studenterna arbetade i multidisciplinära grupper blev det tydligt ganska tidigt att det fanns skillnader i de olika disciplinernas tankemodeller, arbetssätt och språkbruk vilket kunde leda till missförstånd. Det tycktes därför viktigt att redan från början av projektarbetet öppna upp för diskussion kring de inblandade utbildningsprogrammens traditioner, vokabulär och synsätt på projekt.
- Under pilotens gång saknades det bestämda former och rutiner för information och samarbete som kan leda till felaktig informationsspridning och dålig stämning i gruppen. Behovet av en tydligt uttalad kontaktperson för varje projektgrupp uppstod, som ansvarar för alla kontakter och förmedlar all information till gruppen.
- Studenterna önskade så lite styrning som möjligt av själva projekten och dess innehåll, däremot önskade de mer stöd efter behov i gruppernas arbete, bland annat i målsättning och process. Särskilt efterfrågades stöd i början och vid avslutande av projektet.
- De flesta av studenterna i piloten tyckte att de utvecklades genom projektarbetet med andra discipliner, framför allt avseende deras kommunikation- och samarbetsförmåga. Till viss mån fick de också kunskaps- och kompetensutveckling men i högre grad bekräftelse av tidigare förvärvade kunskaper och färdigheter från deras utbildningar.
- Studenterna hade skiftande arbetsbelastning inom grupperna som kopplades mindre till skillnader i ambitionsnivåer och samarbetsförmåga än till projekt-fokus och personlig kompetens, som till exempel programmeringsintensiva lösningar som krävde många mantimmar samt lämpliga förkunskaper.

Sammanfattningsvis, de viktigaste faktorerna för en lyckad Demolakurs enligt studenterna i piloten är: en bra start för att få ihop gruppen, tydlig målsättning och planering, tillgång till stöd och handledning efter behov, tydliga beslutsprocesser men framför allt tydlig och konsekvent information.

Pilotprojektens resultat var båda lyckade, ett av projekten blev uppköpt av det idébärande företaget och studenterna i det andra startar för närvarande ett eget företag baserat på deras projekt.

B. Kursen Multidisciplinärt Industriprojekt

Första projektomgången av Demola East Sweden på Linköpings universitet består av studenter från följande utbildningar: civilingenjör i Medieteknik, kandidatprogrammet i Grafisk Design och Kommunikation, samt civilingenjör i Elektronikdesign.

På Medieteknikprogrammet implementerades Demola som en valbar kurs på 12 hp kallad Multidisciplinärt Industriprojekt. Kursen är valbar för studenter i årskurs fem. Dessa studenter närmar sig examen och har därigenom tillgodosett sig majoriteten av utbildningen och är på så sätt väl rustade för ett större projektarbete.

Kursens undervisning är organiserad i projektarbete, föreläsningar, handledning, seminarier och redovisningar med följande lärandemål:

- i kontinuerlig dialog med näringslivspartner gå från idé till produkt, samt redogöra för processen
- genomföra och redogöra för utnyttjande av individuella, specifika kompetenser inom en multidisciplinär utvecklingsgrupp
- anpassa utvecklingsprocessen till projektinnehåll i förhållande till rådande gruppsammansättning samt redogöra för sådan anpassning
- reflektera över sitt eget och gruppens arbete relativt krav och mål

Kursens examinationsmoment består av ett projektarbete på 10hp samt 2hp för individuella inlämningsuppgifter. På kursen ges endast betyget godkänd eller underkänd. Anledningen till detta är att projekten har mycket olika karaktär, där några kan bestå av rena utvärderingar medan andra kan fokusera helt på implementation. Detta gör det svårt att jämföra projekten med varandra och tilldela graderade betyg. Den individuella examinationen sker dels löpande genom aktivt deltagande i workshops och seminarier, samt genom de individuella inlämningsuppgifterna.

Synpunkterna från utvärderingen av pilotprojekten togs, i så stor utsträckning som möjligt, i beaktande vid designen av Demolakursen Multidisciplinärt Industriprojekt.

- Studentgrupperna består av tre till sju studenter och varje grupp var tvungen att utse en kontaktperson. För övrigt så har studenterna själva fått bestämma hur de skall jobba i grupp med till exempel grupproller, gruppkontrakt och dokumentation.
- Det är få schemalagda moment under kursens gång eftersom studenterna tyckte att det attraktiva med denna typ av projektarbete är att man jobbar självständigt och har möjlighet att styra sitt eget arbete. Fokus har legat på att ha ett fåtal övergripande föreläsningar som är gemensamma för alla utbildningar inblandade i kursen. Bokningsbara handledningstillfällen har planerats in för att ge grupperna möjlighet att få stöd under projektens gång. Första handledningstillfället var obligatoriskt för att säkerställa att grupperna är igång. Två gemensamma workshops syftar till att öka förståelsen och insynen av studenterna i varandras bakgrund och kompetens (se nedanstående punkter). Slutligen planerades tre programspecifika seminarier för att ge studenterna möjligheten att diskutera och reflektera kring deras erfarenheter och arbete med varandra.
- För att förbereda studenterna för multidisciplinärt arbete och uppmuntra dem att diskutera kring skillnader och likheter av deras kunskaps- och kompetensbakgrund,

arbetssätt och programspecifika vokabulär ordnades en workshop med fokus på multidisciplinära syner på projekt. Under workshoppen fick studenterna en fiktiv projektuppgift att tänka igenom, planera och motivera hur de skulle gå till väga för att utföra. De jobbade enskilt till en början, därefter i grupper inom deras egna utbildningar och slutligen i multidisciplinära grupper. Syftet med workshopen var att undersöka hur de kan kommunicera och samarbeta på ett effektivt sätt. Detta visades vara ett bra sätt att sätta igång diskussioner och tankar som annars inte nödvändigtvis skulle tas upp.

- Den andra workshopen fokuserade på användarcentrerade designprocesser. Under workshopen fick studenterna prova på att gå igenom en hel designcykel bestående av intervjuer för att fastställa sin problemformulering, idégenerering, prototypskapande och testning. Workshopen var inspirerad från Institute of Design at Stanford [6] och deras sätt att arbeta med innovation. Detta var ett enkelt sätt för studenterna att ta del av innovationsprocessen i sin helhet, från idé till produkt, innan de började med sina egna projekt.

Kursen är fortfarande pågående så några definitiva slutsatser är svåra att ge. Erfarenheter från pilotomgången har tagits i beaktande med målet att utforma en så bra kurs som möjligt för studenterna.

V. Framtida utmaningar

Från och med 2014 ges det möjlighet för ett större antal utbildningsprogram vid Linköpings universitet att deltaga i Demola. Detta gör att nuvarande organisation med programspecifika kurser inte är hållbar. Den främsta anledningen till detta är att alla studenter som är antagna vid utbildningsprogrammet måste ges möjlighet att läsa kursen. I teorin betyder detta att flera tusen studenter kommer ges möjlighet att involvera sig i Demola vilket inte är praktiskt möjligt, främst med anledning av antalet tillgängliga projekt. Den planerade lösningen på detta är att lyfta ut Demolakurserna från respektive utbildningsprogram. I stället för att först söka sig till en kurs får studenterna söka sig direkt till Demola där det sker en matchning mot aktuella projekt. Blir studenten antagen till Demola blir den sedan automatiskt antagen till en Demolakurs som får tillgodoräknas till utbildningen. Blir studenten däremot inte antagen får den läsa traditionella kurser på programmet. Denna procedur gör att endast det antalet studenter, med rätt kompetenser, som för tillfället behövs för att utföra de aktuella projekten kommer bli antagna till Demola. Då Demola kommer ha projekt både vår och höst ger detta studenten möjlighet att under sin utbildning söka till Demola flera gånger, men endast bli antagen vid ett tillfälle.

En svårighet med denna organisation är att det inte kommer finnas någon schemalagd tid på universitet utan projekten kommer att helt drivas av Demola. Detta gör det till exempel svårare för studenter att få handledning eller stöd från universitetet eftersom det inte kommer att finnas lärartid allokerad för kursens behov. Studenterna måste således själva ta kontakt med personer med lämplig kompetens inom universitetet och hoppas på att de är villiga att ställa upp.

VI. Sammanfattning

Detta konferensbidrag har beskrivit konceptet Demola East Sweden och hur detta har implementerats genom kursen Multidisciplinärt Industriprojekt på civilingenjörsutbildningen i Medieteknik vid Linköpings Universitet, Campus Norrköping. Efter lyckade pilotprojekt startade kursen hösten 2013. Då kursen fortfarande pågår kan ingen riktig utvärdering presenteras men all feedback pekar på att studenterna uppskattar kursen och de multidisciplinära inslagen. Exakt hur kursen kommer ges i framtiden då den blir tillgänglig för ett mycket större antal studenter är för närvarande under diskussion.

Referenser

[1] Demola East Sweden. URL: http://eastsweden.demola.net
[2] Linköpings universitet. URL: http://www.liu.se
[3] Norrköping Science Park. URL: http://www.nosp.se
[4] Norrköpings kommun. URL: http://www.norrkoping.se
[5] Medieteknik. URL: http://www.liu.se/utbildning /program/medieteknik
[6] Medieteknik. URL: http://dschool.stanford.edu/

Session 10

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Civilingenjör i Mjukvaruteknik vid Linköpings Universitet – Mål, Design och Erfarenheter

Fredrik Heintz och Inger Erlander Klein
Linköpings universitet

Sammanfattning—**Hösten 2013 startade Linköpings universitet den första civilingenjörsutbildningen i Mjukvaruteknik. Utbildningens mål är att bland annat att ge ett helhetsperspektiv på modern storskalig mjukvaruutveckling, ge en gedigen grund i datavetenskap och computational thinking samt främja entreprenörskap och innovation. Studenternas gensvar har varit över förväntan med över 600 sökande till de 30 platserna varav 134 förstahandssökande. Här presenterar vi programmets vision, mål, designprinciper samt det färdiga programmet. En viktig förebild är ACM/IEEE Computer Science Curricula som precis kommit i en ny uppdaterad version. Tre pedagogiska idéer vi har följt är (1) att använda projektkurser för att integrera teori och praktik samt ge erfarenhet i den vanligaste arbetsformen i näringslivet; (2) att undervisa i flera olika programspråk och flera olika programutvecklingsmetodiker för att ge en plattform att ta till sig det senaste på området; och (3) att införa en programsammanhållande kurs i ingenjörsprofessionalism i årskurs 1–3 som ger studenterna verktyg att reflektera över sitt eget lärande, att jobba i näringslivet samt sin professionella yrkesroll. Artikeln avslutas med en diskussion om viktiga aspekter som computational thinking och ACM/IEEE CS Curricula.**

I. Introduktion

Vi lever i en värld som ständigt förändras. Vårt samhälle blir alltmer beroende av datorer och mjukvara. Förändringstakten ökar hela tiden, med teknik som en viktig drivkraft. För att hantera detta behövs mjukvaruingenjörer med de nödvändiga kunskaperna, färdigheterna och förhållningssätten för att kunna utveckla och underhålla de allt större och komplexare mjukvaruintensiva systemen. För att möta detta behov har Linköpings universitet utvecklat Sveriges första civilingenjörsutbildning i Mjukvaruteknik.

In den här artikeln beskriver vi visionen, målen och designen av programmet. Vi har ansträngt oss för att formulera mål och principer som kan användas av andra liknande program, även om förutsättningarna är annorlunda. Detta gör innehållet intressant för en större publik. Slutligen diskuterar vi viktiga aspekter som Computational Thinking och relationen till ACM/IEEE CS Curricula, vilken även används för att jämföra Mjukvaruteknik med liknande program i Sverige.

En anledning att skriva den här artikeln är för att bjuda in till diskussion och konstruktiv kritik kring frågor om hur man designar ett modernt civilingenjörsprogram inom datavetenskap och programvaruteknik. Vi uppmuntrar er att kontakta oss om ni har frågor eller kommentarer.

II. Liknande utbildningar

A. Liknande utbildningar vid Linköpings universitet

Linköpings Tekniska Högskola som är en del av Linköpings universitet har i dagsläget fem program inom dataområdet förutom civilingenjör i Mjukvaruteknik. Två civilingenjörsprogram, Datateknik och Informationsteknologi, ett högskoleingenjörsprogram i Datateknik, ett treårigt kandidatprogram i Innovativ Programmering samt ett tvåårigt masterprogram i datavetenskap. När det gäller civilingenjörsprogrammen så innehåller Datateknik ungefär lika delar hårdvara och mjukvara samt lägger stor vikt på samspelet mellan dem medan Informationsteknologi fokuserar på infrastruktur för att överföra, strukturera och presentera information. Med Mjukvarutekniks fokus på datavetenskap och mjukvaruutveckling får Linköpings universitet ett heltäckande utbildningsutbud från elektronik och hårdvara till mjukvara.

B. Liknande utbildningar i Sverige

Alla tekniska högskolor har minst ett civilingenjörsprogram inom dataområdet. De har varierande inriktningar, från hårdvaruorienterade till mer mjukvaruorienterade. De program som mest liknar Mjukvaruteknik är Datateknik på KTH och Informationsteknik på Chalmers. Även om det finns likheter så finns det också viktiga skillnader. Till exempel så är Informationsteknik på Chalmers huvudsakligen ett program i programvaruteknik med relativt lite datavetenskap och fokuserar på ett programspråk (Java).

2011 gjordes en jämförande studie mellan 10 av Sveriges civilingenjörsprogram inom dataområdet utifrån ACM/IEEE CS Curricula 2008 [1]. En slutsats är att det finns en stor variation av program, från hårdvara till mjukvara, från teori till praktik, och från allmänna till mer specifika ingenjörsprogram. En jämförelse mellan det nya programmet och dessa 10 program görs i sektion V.

III. Vision och Mål

Visionen för programmet i Mjukvaruteknik är enkelt: utbilda Sveriges bästa mjukvaruingenjörer. Utbildningen ska ge de bästa förutsättningarna för en spännande, framgångsrik och givande karriär inom det väldigt breda området mjukvaruteknik. Färdiga mjukvaruingenjörerna kommer ta ledande och drivande roller både i näringslivet och i samhället samt starta nya företag baserade på innovation och entreprenörskap.

Programmet ska ge de nödvändiga kunskaperna, färdigheterna och förhållningssätten för att kunna utveckla alla typer av mjukvaruintensiva system, använda alla utvecklingsmetodiker och viktigast av allt att kunna välja rätt språk och metodik för varje given situation. Programmet ska förbereda studenterna på en professionell karriär där mjuka

färdigheter som kommunikation, personligt ledarskap och lagarbete i tvärfunktionella team är absolut nödvändiga.

De konkreta målen för programmet är att:

1) ge en gedigen grund i datavetenskap och matematik;
2) ge förståelse och erfarenhet av "Computational Thinking";
3) ge ett helhetsperspektiv på modern mjukvaruutveckling;
4) ge förståelse och erfarenhet av flera olika programmeringsspråk/paradigm och industriella utvecklingsmetodiker;
5) ge förståelse och erfarenhet av viktiga applikationsområden som moderna storskaliga distribuerade och inbyggda system, mobila och sociala applikationer, samt AI, datadrivet beslutsfattande och robotik;
6) bygga på projektkurser med aktuellt teknikinnehåll som integrerar och applicerar teori;
7) främja entreprenörskap och innovation;
8) lyfta fram globala utmaningar, hållbar utveckling, och den globala arbetsplatsen.

IV. Design

På två år har vi gått från tanken på att starta ett nytt program till att de första studenterna har börjat. Den riktiga designprocessen startade Januari 2011 och det har tagit ungefär 18 månader att nå en stabil version av de tre första åren. Designgruppen har bestått av representanter från datavetenskap, systemteknik, matematik och studenterna. Det fanns bivillkor som att minimera antalet helt nya kurser. De största utmaningarna har varit att välja ut de obligatoriska kurserna de tre första åren, att hitta en bra balans mellan datavetenskap, datorteknik, systemteknik, programvaruteknik och matematik särskilt med tanke på att det är ett civilingenjörsprogram, samt att ordna kurserna så att alla förkunskapskrav uppfylls och det blir en tydlig progression genom programmet. Vi är väldigt nöjda med slutresultatet, trots en del kompromisser.

Många ingenjörsprogram börjar med grundläggande matematik- och teknikkurser de tre första åren för att studera tillämpningar och specialiseringar de två sista åren. Ett stort problem med detta är att studenterna inte ser hela bilden förrän på slutet. Det finns tydliga indikationer på att många studenter som hoppar av gör det för att de saknar helhetsbilden. Då studenter utvecklas och mognar väldigt mycket under utbildningen innebär det också att de inte är redo att fullt förstå ämnet i början. Mjukvaruteknik gör därför tre iterationer genom de breda och djupa ämnena datavetenskap och programvaruteknik. Genom att ha flera iterationer, på olika detaljnivåer, är vi övertygade om att studenternas förståelse kommer öka markant samtidigt som antalet avhopp kommer att minska.

Den första iterationen är den första terminen som ger en bred översikt över hela området och hela utbildningen. Den andra iterationen är de följande 5 terminerna som tillsammans ger en solid grund inom datavetenskap, programvaruteknik, matematik och relevanta områden inom systemteknik. Iterationen avslutas med ett kandidatarbete där studenterna demonstrerar vad de lärt sig de första två iterationerna. Den tredje iterationen är masterprofilen de två sista åren där studenterna fördjupar sina kunskaper inom viktiga områden baserat på sina intressen och fallenheter. Linköpings universitet är stort och kan erbjuda ett stort urval av avancerade kurser med aktiva forskare inom området. Den tredje iterationen avslutas med exjobbet där studenterna visar att de uppfyller alla kraven på en civilingenjör i Mjukvaruteknik.

En översikt över programmet ges i Figur 1. Ljusgrå lådor är datavetenskap, mellangrå är andra ingenjörskurser och de mörkgrå är matematikkurser. Varje termin består av två läsperioder och totalt 30 högskolepoäng (hp). Kurser är normalt 6hp och ges inom en läsperiod. Förkortningarna inom parentes refererar till kunskapsområden inom ACM/IEEE Computer Science Curricula 2013 [2]. Ämnena som nämns för de två projektkurserna beskriver innehållet i lite mer detalj (summan av delpoängen är samma som för hela kursen).

A. Designprinciper

Designen är baserad på följande generella principer:

1) Det ska finnas en tydlig progression genom programmet, både vad gäller huvudämnet datavetenskap och vad gäller hur arbetet görs och vad som krävs av studenterna.
2) De tre första åren ska bestå av obligatoriska kurser som ger en gemensam grund medan de två sista ska vara så fria som möjligt för att ge studenterna möjlighet att utveckla sina intressen och specialisera sig.
3) Det ska normalt sett vara tre parallella kurser, varav en matematikkurs och en programmeringskurs.
4) Varje termin de två första åren ska fokusera på ett programmeringsspråk. Studenterna ska lära sig flera olika språk och paradigm med ett tydligt fokus på koncept och principer som gör att de snabbt kan ta till sig nya programmeringsspråk. De ska åtminstone lära sig funktionell, imperativ och objektorienterad programmering i Python, C/C++ och Java.
5) Varje termin ska ha någon form av projektkurs. En projektkurs karaktäriseras av större och relativt öppna uppgifter som studenterna ska genomföra, antingen individuellt eller i grupp. Projektkurser ska integrera och tillämpa teoretiska koncept och tekniker genom utveckling av mjukvarusystem. En projektkurs kan också innehålla teori.
6) Projektkurser ska använda olika metodiker för att ge erfarenhet och förståelse av flera olika industriella utvecklingsmetoder. Det är viktigt att valet av metod passar projektet för att ge rätt förståelse. Precis som med programmeringsspråk är det de bakomliggande koncepten och principerna som är viktigast samt att få studenterna att reflektera över hur valet av metod påverkar resultatet.
7) Matematik är en central och integrerad del av programmet. Det är viktigt att lyfta fram de starka kopplingarna mellan matematik och datavetenskap då dessa ger grunden för "Computational Thinking". Det första året ska fokusera på diskret matematik och logik som är direkt relevanta för mjukvaruteknik. Andra året ska ge nödvändiga kunskaper i kontinuerlig matematik. Tredje året ska innehålla tillämpade kurser som direkt använder den kontinuerliga matematiken, där sannolikhetslära och

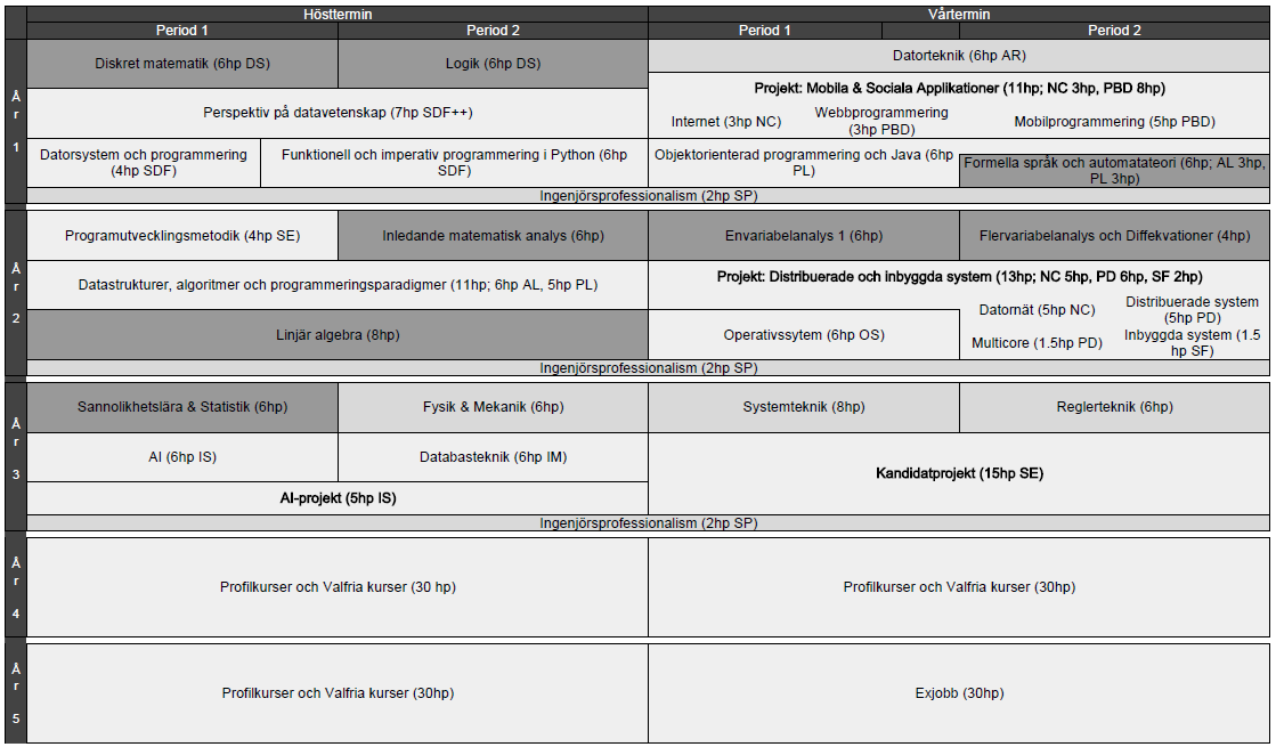


Fig. 1. En översikt över programmet. Ljusgrå lådor är datavetenskap, mellangrå är andra ingenjörskurser och de mörkgrå är matematikkurser.

statistik är väldigt viktiga både för datavetenskap och för systemteknik.

8) De tre första åren ska ha projekt inom de applikationsområden som nämndes i målen, dvs. moderna storskaliga distribuerade och inbyggda system, mobila och sociala applikationer, samt AI och datadrivet beslutsfattande.
9) Ämnen som testning, användbarhet och säkerhet är grundläggande i modern mjukvaruutveckling och ska ha en naturlig plats i de flesta mjukvaruorienterade kurser, särskilt projektkurserna.
10) Programmet ska ge en grundläggande förståelse för datorarkitektur, elektroteknik och reglerteknik som tillsammans ger en grundläggande förståelse för det mycket intressanta samspelet mellan datorer och den omgivande världen. Detta är extra viktigt eftersom det är ett civilingenjörsprogram.

B. År 1

De två första terminerna består av två matematikkurser, diskret matematik och logik, tre kurser i datavetenskap, perspektiv på datavetenskap, datorsystem och programmering samt funktionell och imperativ programmering i Python. Perspektivkursen ger en bred översikt över datavetenskap och relaterade områden. Programmeringskurserna introducerar Unix och programmering i Python. Funktionell och imperativ programmering gås igenom med fokus på både rekursiv och iterativ problemlösning. Rekursion, induktionsbevis och relationen mellan dem är centrala koncept. Studenterna får också prova på att programmera i Prolog, Haskell samt SQL. Syftet är de tidigt ska få en känsla för olika språk och stilar.

Under andra läsperioden, i perspektivkursen, gör studenterna sitt första projekt. Syftet är att de ska göra något häftigt och inspirerande. Projekten är ganska stora och görs i grupper om tre studenter som var och en förväntas lägga 130 timmar på projektet. Projektet börjar ungefär som en labbserie som sedan blir mer och mer fri och till slut förväntas studenterna själva bestämma hur de vill utöka sitt projekt. Exempel på projekt är att programmera humanoida robotar (Nao), Lego Mindstorm, skriva styrprogram till X-Pilots, och att göra en webbaserad karttjänst med hjälp av Google Maps API. Ett viktigt mål med projektet är att studenterna ska inse att de faktiskt kan utveckla ett större program samtidigt som de ska inse att det finns mycket mer att lära. En viktig sidoeffekt är att de har något konkret att visa upp för familj och vänner på jullovet, vilket är bra både för dem själva och för att rekrytera nya studenter till programmet.

Slutligen har vi kursen i Ingejörsprofessionalism som sträcker sig över alla de tre första åren. Detta är en programsammanhållande kurs där grupperna består av studenter från de tre första årskurserna. Inspirationen kommer från en liknande kurs på KTH och är en kurs med många funktioner [3]. De två huvudsakliga är att ge studenterna en helhetsförståelse för programmet och att lära ut mjuka färdigheter som personligt ledarskap, etik och att jobba tillsammans med andra. En viktig och spännande förändring jämfört med kursen på KTH är att vi använder dialogseminariemetoden för att reflektera över och lära från erfarenheter [4]. Metoden är utvecklad av forskare på KTH tillsammans med Combitech AB, ett konsultföretag

med kopplingar till SAAB. Combitech är också delaktiga i utvecklingen av kursen och i träningen av kursens lärare. Vi tror att kursen kommer uppfattas som mycket mer trovärdig då den utvecklas tillsammans med industrin som verkligen vet vad som är nödvändigt för professionella ingenjörer.

Efter den första terminen ska studenterna ha bra allmän förståelse för datavetenskap, programmering och dess formella grunder i diskret matematik och logik.

Den andra terminen består av en teorikurs, en datorteknikkurs, en programmeringskurs och den första projektkursen. Kursen i formella språk och automatateori ger en introduktion till teoretisk datalogi och fortsätter det diskreta mattespåret. Kursen i datorteknik ger en introduktion till digitalteknik, komponenterna i en dator och hur de kopplas samman samt assemblerprogrammering. Kursen i objektorienterad programmering och Java ger studenterna ytterligare ett språk och ett paradigm. Över hela terminen ligger också projektkursen i mobila och sociala applikationer. Den introducerar ett viktigt applikationsområde och ett systematiskt sätt att utveckla mjukvara. Fokus är på den individuella utvecklaren som designar och utvecklar användbara mobila applikationer med sociala funktioner. Viktiga principer som tas upp är prototypning vid design, användbarhet, enhetstestning, och kodgranskning.

C. År 2

Den tredje terminen består av en kurs i programutvecklingsmetodik, en stor kurs i datastrukturer, algoritmer och programmeringsparadigm som använder C++, en kurs i linjär algebra och en introduktionskurs i analys. Delen om programmeringsparadigm är särskilt viktigt då den samlar upp alla paradigmen och relaterar dem till varandra. Den visar också hur samma koncept kan realiseras på många olika sätt. Efter den här terminen ska studenterna vara duktiga programmerare.

Det är ett genomtänkt val att ha kursen i programutvecklingsmetodik efter det första projektet. Tanken är att studenterna ska ha erfarenhet med mjukvaruutveckling innan de lär sig teorin. På så sätt är studenterna mentalt förberedda på innehållet och har redan stött på några av de problem som utvecklingsmetodikerna försöker hantera.

Den fjärde terminen består av analys i en och flera variabler, operativsystem, samt en projektkurs i distribuerade och inbyggda system. Koncept relaterade till datorsystem studeras från många olika perspektiv. Grunden är datorer som kopplas samman i nätverk där förståelse för operativsystem och datornät är väldigt viktiga. Utifrån den här grunden är det naturligt att ta upp utökningar som multicore, parallella datorer, samt inbyggda system. Ett viktigt steg är att se datorer sammankopplade i nätverk som distribuerade system samt att designa och utveckla program för dessa. Viktiga begrepp är skalbarhet, feltolerans, säkerhet och testning av distribuerade system.

D. År 3

Det tredje året består av kurser i AI och databaser, som är två viktiga områden inom datavetenskap, sannolikhetslära och statistik som är centrala t.ex. för empiriska aspekter av ingenjörsvetenskap, samt fysik och mekanik som ger en grundläggande förståelse för den fysiska världen. Den här kunskapen utökas och appliceras i kurserna i systemteknik och reglerteknik där studenterna lär sig grunderna för elektriska kretsar, signaler och system inklusive att mäta, modellera och styra dessa. Projektkursen i termin fem fokuserar på AI och datadrivet beslutsfattande. Kursen kommer tillämpa mycket av innehållet i mattekurserna då maskininlärning och datamining baseras på linjär algebra, sannolikhetslära och statistik.

Kandidatprojektet motsvarar hälften av termin sex. Detta är ett större mjukvaruutvecklingsprojekt där studenterna jobbar i grupper om 6–8 studenter tillsammans med en extern kund. Målet är att utveckla det kunden beställer. Det betyder att studenterna måste välja den metod som lämpar sig bäst och sedan följa den. De måste hantera saker som att kunderna ändrar sig, att medarbetare blir sjuka eller kanske försvinner (uppnås genom att byta personer mellan grupperna). Varje student skriver en kandidatuppsats baserat på sitt arbete.

När studenterna har fullföljt de tre första åren så kan de ta ut en kandidatexamen. Detta gör det möjligt för dem att byta universitet för sina masterstudier. Vår erfarenhet är att väldigt få gör detta.

E. År 4–5

De två sista åren motsvarar ett masterprogram och består huvudsakligen av valfria kurser. För att få en masterexamen behöver studenterna ta 90hp på avancerad nivå inklusive 30hp exjobb. För att hjälpa studenterna att välja finns det ett antal profiler. Varje profil består av en mängd kurser varav studenten måste ta minst 36hp där minst 30hp är på avancerad nivå.

Två nya profiler kommer att utvecklas för programmet: Industriell mjukvaruutveckling samt AI och datadrivet beslutsfattande. Det finns även existerande profiler från programmen i Datateknik och Informationsteknologi som t.ex. Programmering och algoritmer, Spelprogrammering, Säkra system och International Software Engineering tillsammans med Harbin Institute of Technology som ger dubbel examina.

För profilen i Industriell mjukvaruutveckling kommer åtminstone två nya viktiga kurser att utvecklas. Den första är en kurs i storskalig mjukvaruutveckling baserad på open-source-projekt och är central för att studenterna ska få erfarenhet av att jobba med riktigt stora projekt tillsammans med många andra. Viktiga färdigheter som tränas är att sätta sig in i, felsöka och vidarutveckla existerande program. Att hantera legacy-system är en kompetens som är starkt efterfrågad. Enligt våra näringslivsrepresentanter är det här en färdighet som de flesta studenter saknar eftersom de är vana vid att skriva saker från grunden, vilket sker väldigt sällan i industrin. Den andra kursen handlar om entreprenörskap och innovation. Mjukvaruområdet är en väldigt spännande bransch där steget från idé till kommersialiserad produkt är väldigt kort. Ett nystartat företag kan direkt få global distribution antingen genom Internet eller genom en appstore. Mjukvarubranschen är extremt expansiv och rätt idé, rätt genomförd, vid rätt tidpunkt kan leda till ett miljardföretag inom väldigt kort tid (exempel Instagram).

Profilen i AI och datadrivet beslutsfattande fokuserar på de väldigt spännande områdena artificiell intelligens, mask-

ininlärning, datamining, och datadrivet beslutsfattande. Profilen har en väldigt stark forskningsanknytning vid Linköpings universitet och är ett samarbete mellan institutionerna i datavetenskap och systemteknik.

V. Diskussion

A. Computational Thinking

"Computational thinking" eller datalogiskt tänkande är centralt för programmet. Häri ingår rekursiv nedbrytning av problem i mindre och mer hanterbara delar; att hitta och generalisera mönster genom att exempelvis systematiskt lösa mindre fall; att använda simulering för att antingen approximera lösningar eller för att generera och testa hypoteser. Här används idéer från både datavetenskap och matematik, och programmering används ofta som en dellösning.

En viktig utmaning är att knyta samman kurser i programmering och matematik. I programmeringskurserna försöker lärarna att visa hur ämnena kopplar till varandra explicit genom att t.ex. peka på likheterna mellan induktiva bevis och rekursiva beräkningar, och genom att använda matematiska funktioner som programmeringsexempel. Härigenom visas fördelarna med matematik för programmering. Vår nuvarande utmaning är att visa fördelarna med programmering i matematiken. För att uppnå detta undersöker vi hur "computational thinking" kan användas i diskret matematik, vilket är den första matematikkursen på Mjukvaruteknik. Som en del i detta har vi undersökt studenternas attityd till matematik och programmering samt deras syn på samspelet mellan matematik och programmering. Preliminära data visar att studenterna är mycket postiva till matematik och extremt positiva till programmering. Dessutom inser studenterna att det finns en viktig koppling mellan ämnena, men de saknar ännu förmågan att kombinera matematik och programmering. För att visa studenterna hur viktigt och användbart detta samspel är, samt att lära ut vissa grundläggande kunskaper, så har inlämningsuppgifterna utvidgats med förslag på hur programmering kan användas både som ett verktyg för att undersöka matematiska problem och för att finna möjliga lösningar. Programmering är bara ett verktyg, de måste fortfarande bevisa matematiskt att deras svar är korrekta. Vi hoppas härigenom att studenterna blir mycket bättre på att använda matematik som ett verktyg vid programmering och programmering som ett verktyg för att lösa matematiska problem.

B. ACM/IEEE CS Curricula

ACM/IEEE CS Curricula [2] är ett viktigt och imponerande dokument som tydligt beskriver kunskaperna som varje datavetare (computer scientist) bör ha. Då de har gjort ett mycket bra jobb så har vi använt läroplanen som en guide och en måttstock för att säkerställa att Mjukvaruteknik täcker in alla relevanta aspekter av datavetenskap. I översikten över programmet (Figur 1) har vi klassificerat innehållet i kurserna enligt ACM/IEEE CS Curricula 2013. Genom att jämföra innehållet i kunskapsområdena med innehållet i programmet ser vi tydligt att programmet täcker det allra mesta.

Karlfeldts exjobb har som vi tidigare nämnt jämfört 10 svenska civilingenjörsutbildningar liknande Datateknik på KTH relativt ACM/IEEE CS Curricula 2008 [1]. Figur 2 visar för varje kunskapsområde hur Mjukvaruteknik ligger till i förhållande till genomsnittet av de 10 utbildningarna som Karlfeldt studerat. Det är viktigt att notera att figuren endast tar upp obligatoriska kurser under de tre första åren. Det betyder att kurserna de två sista åren inte är med. Figuren använder procent då olika utbildningar har olika stor del obligatoriska kurser. Figuren är en utökning av Figur 1 i Karlfeldts exjobb.

Två viktiga slutsatser kan dras från Figur 2. För det första att Mjukvaruteknik uppfyller ACM/IEEE CS Curricula 2008 under de tre första åren. För det andra att Mjukvaruteknik innehåller betydligt mer datavetenskap än de andra programmen. Det finns självfallet program med mer innehåll inom specifika områden, men inget annat program har samma breda och djupa täckning av datavetenskap.

C. Ingenjörsaspekter

Alla ingenjörsutbildningar vid Linköpings universitet bygger på CDIO-konceptet (Conceive, Design, Implement, Operate) [5]. CDIO är ett koncept för att systematiskt utveckla, genomföra och evaluera ingenjörsutbildningar enligt deras syllabus, som specificerar kunskaper och färdigheter som alla studenter förväntas ha. Ingenjörsutbildningarna på Linköpings universitet använder en variant av CDIO syllabus som kallas för LiTH syllabus. Den har fyra huvudrubriker:

1) Matematiska, natur- och teknikvetenskapliga kunskaper;
2) Individuella och yrkesmässiga färdigheter och förhållningssätt;
3) Förmåga att arbeta i grupp och att kommunicera;
4) Planering, utveckling, realisering, drift och affärsmässigt förverkligande av tekniska produkter, system och tjänster med hänsyn affärsmässiga och samhälleliga behov och krav.

Det finns en direkt koppling mellan LiTH syllabus och de nationella målen för civilingenjörsutbildningar, vilket betyder att om en utbildning uppfyller LiTH syllabus så uppfyller de även de nationella målen. Genom Mjukvarutekniks ämnesinnehåll, de många projektkurserna och den nya kursen i ingenjörsprofessionalism uppfyller programmet LiTH syllabus och därmed de nationella civilingenjörsmålen.

VI. Erfarenheter

I introduktionen nämnde vi ett antal utmaningar, inklusive att välja vilka kurser som ska ingå och i vilken ordning. Här diskuterar vi några erfarenheter utifrån dessa utmaningar.

Normallt sett är kurser 6hp och går i en läsperiod. Detta gör det svårt att få plats med allt material vi vill ha med i programmet. För att komma runt det skapade vi större kurser som går över en hel termin och som består av flera mindre delar. En konsekvens är att programmet blir mer beroende av att lärarna på dessa kurser täcker det material som vi har räknat med. För att säkerställa att detta sker har vi skapat en arbetsgrupp med examinatorerna för dessa kurser samt några andra viktiga kurser som de inledande programmeringskurserna och kursen i ingenjörsprofessionalism. Ordförande i programplanegruppen för Mjukvaruteknik är även ordförande i arbetsgruppen. På så sätt kopplas design och genomförande av programmet tydligt

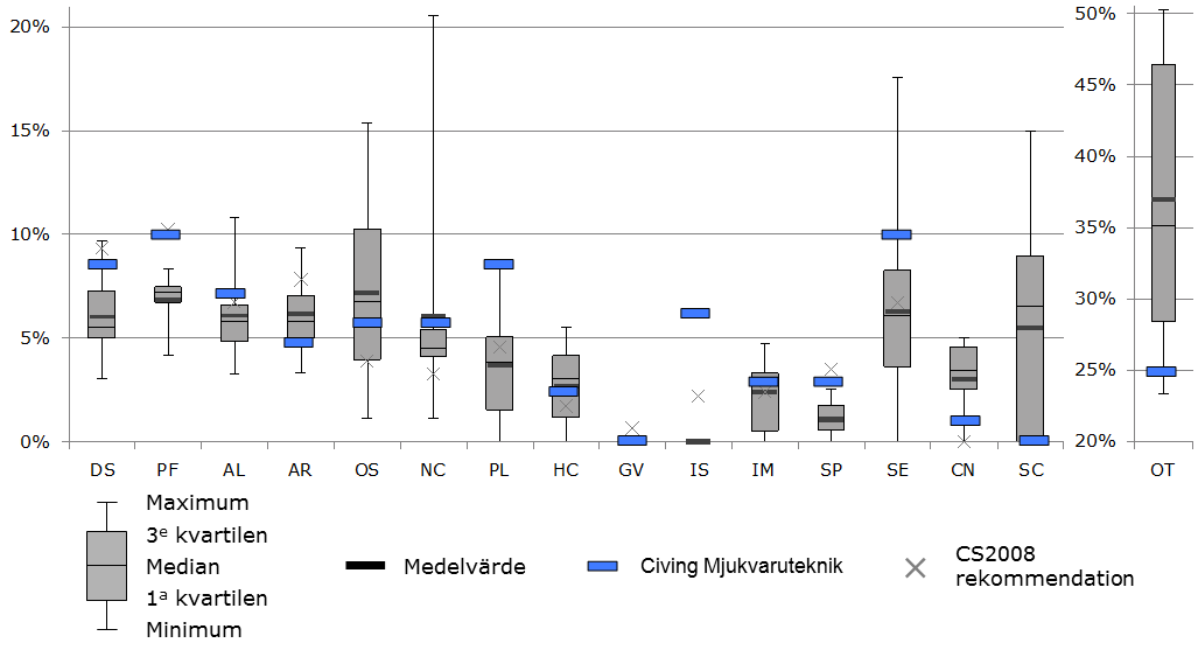


Fig. 2. En jämförelse mellan svenska civilingenjörsutbildningar med inriktning mot datavetenskap utifrån ACM CS Curricula 2008, baserat på Figur 1 i [1].

samman. En annan konsekvens är att det blir svårare att hålla reda på förkunskaper. Tidigare definierade kursnamnen oftast innehållet, men nu blir namnen mer generella och det krävs att man tittar på vad kursen faktiskt innehåller för att avgöra om studenter har uppnått förkunskapskrav till senare kurser. Samtidigt är en lärdom från designprocessen att kursnamn kan ge ett intryck av vad kursen innehåller, medan kursplanen ger ett annat intryck.

Från början ville vi att fysik, mekanik, systemteknik, reglerteknik och AI skulle läsas samtidigt och tydligt knytas samman i ett robotikprojekt. Tyvärr skulle det kräva förändringar med alltför många nackdelar, främst på grund av förkunskapskraven för de här kurserna.

Vad saknas? De tre första åren täcker flera programmeringsspråk och programmeringsparadigm vilka ger en väldigt bra grund. Dock är paradigmdelen ganska liten. Dessutom hade det varit bra med en grundläggande kurs i programspråksdesign där grunderna i parsning och tolkning av språk tas upp samt domänspecifika språk vilka blir allt viktigare. Det finns dock kurser i årskurs 4 och 5 i kompilatorkonstruktion samt data- och programstrukturer som till stor del täcker behovet. En annan svaghet är att det inte finns obligatoriska kurser i optimering och grafteori som båda är väldigt grundläggande och centrala för stora delar av modern datavetenskap.

En kompromiss vi fick göra är att placera kursen i sannolikhetslära och statistik i termin 5, även om vi ville ha den tidigare. En fördel med detta är att studenterna då har läst flervariabelanalys, vilket gör att kursen kan komma lite längre. I slutändan är det antagligen bra att studenterna är mer matematiskt mogna när de tar den här viktiga kursen.

VII. Sammanfattning

Vi har beskrivit visionen, målen och designen av Sveriges första civilingenjörsprogram i Mjukvaruteknik (Master of Science in Computer Science and Software Engineering). Målen med programmet är att ge ett helhetsperspektiv på modern storskalig mjukvaruutveckling, att ge en bred och djup förståelse av datavetenskap och "computational thinking", samt främja innovation och entreprenörskap.

Att utveckla ett helt nytt civilingenjörsprogram är väldigt spännande, utmanande och tillfredsställande. Vi anser att vi har lyckats göra bra avvägningar i valet och ordningen av kurser så att målen uppnås. Studenternas respons har varit väldigt positiv med mer än 600 sökande till de 30 platserna, varav mer än 130 förstahandssökande. När programmet startade i höst antogs 40 personer, vara 39 hade Mjukvaruteknik som sitt förstahandsval. 38 studenter kom till uppropet och efter en läsperiod finns drygt 30 studenter kvar. Vi jobbar nu hårt för att programmet verkligen ska leva upp till visionen och till de högt ställda målen och verkligen vara världens bästa mjukvaruingenjörsutbildning.

Referenser

[1] J. Karlfeldt, "Den svenska dataingenjören – en jämförande studie av 10 svenska civilingenjörsutbildningar inom det datavetenskapliga området," Master's thesis, KTH, 2012.
[2] M. Sahami, S. Roach, *et al.*, "Computer Science Curricula 2013 – Ironman Draft Version 1.0," Feb. 2013.
[3] V. Kann, "En programsammanhållande kurs med många funktioner," in *Proc. 3:e utvecklingskonferensen*, 2011, pp. 153–156.
[4] B. Goranzon, R. Ennals, and M. Hammeron, *Dialogue, skill and tacit knowledge*. Wiley. com, 2006.
[5] "The CDIO initiative, http://www.cdio.org."

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Kompetensbreddning av lärare på civilingenjörsprogram

Fredrik Georgsson, *Umeå universitet*

***Sammanfattning* — Under våren 2013 genomfördes ett kompetensutvecklingsprojekt av lärarna på civilingenjörsprogrammet i teknisk datavetenskap vid Umeå universitet. Projektets syfte var att bredda lärarnas kompetens vad gäller kunskaper om programmets mål och syfte samt de yrkesroller vi utbildar våra studenter till. Sammantaget deltog lärare som representerar 82% av programmets baskurser efter genomgånget projekt anser sig lärarna ha en mycket bra förståelse för programmets mål och de yrkesroller studenterna utbildas för. Lärarna anser även att projektet hjälpt dem till denna förståelse.**

I. Introduktion

CIVILINGENJÖRSPROGRAMMET i teknisk datavetenskap vid Umeå universitet består av 25 baskurser. En baskurs är en kurs som studenterna slussas till så länge de följer programmet och uppfyller förkunskapskrav. Baskurser svarar ofta mot explicita eller implicita examenskrav och kan därmed i princip anses vara obligatoriska. Under läsåret 2012/2013 var det 21 olika personer som var kursansvariga på dessa baskurser. Av dessa 21 är nio själva ingenjörer och fyra har egen erfarenhet av ingenjörsarbete i näringslivet. Under de årliga programutvärderingarna [1], då programmet bland annat presenterar en självskattning av CDIO's principer [2] har under ett par år konstaterats en relativ brist i princip 9: Lärarnas kompetens vad gäller CDIO-kunskaper (ingenjörsfärdigheter), se Fig. 1.

I syfte att förbättra denna brist initierades ett projekt med syfte att bredda lärarkårens kompetens vad gäller ingenjörsfärdigheter. Projektet hade som målsättning att lärare efter genomgånget projekt ska

1. känna till programmets målsättning och de yrkesroller vi utbildar studenterna till,
2. ha en förståelse för hur olika kraven kan vara på studenter på olika arbetsplatser och delar av branschen,
3. kunna diskutera hur det egna ämnet relaterar till de kunskaper och färdigheter vi vill överföra till våra studenter.

Projektet bygger på att programmets lärare inom ramen för sin kompetensutveckling deltar i diskussionsseminarium och studiebesök.

F. Georgsson är aktiv vid institutionen för datavetenskap, Umeå universitet 901 87 Umeå och nås på fredrikg@cs.umu.se .

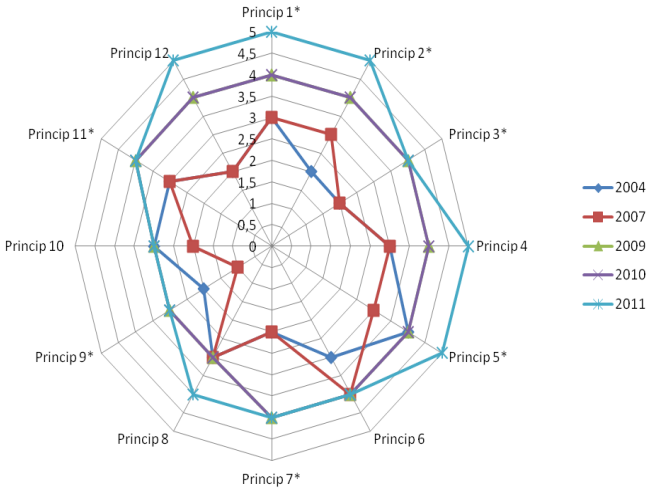


Fig. 1. *Självskattning av CDIO's 12 principer för civilingenjörsprogrammet i teknisk datavetenskap*

Denna rapport beskriver kompetensutvecklingsprojektets genomförande, utfall samt vilka slutsatser som kan dras från erfarenheterna.

II. Kompetensbreddningsprojekt

A. Projektets uppstart

Baserat på projektidén söktes pengar från teknisk naturvetenskapliga fakultetens kvalitétsmedel. Sammantaget beviljades 150 kkr för projektet. Största posten i projektbudget var 12 timmars kompetensutveckling per lärare, men budgeten innehöll också medel för resor och luncher.

Samtliga 21 lärare med kursansvar på någon av programmets 25 baskurser inbjöds att delta i projektet. Inbjudan gick till prefekter på lärarnas institutioner i syfte att förankra så att projektet skulle ingå som en del av lärarnas formella kompetensutveckling.

I ett inledande möte med berörda prefekter presenterades projektet och dess målsättningar. Vissa av kurserna bemannas med olika kursansvariga år från år. I dessa fall fördes en diskussion med prefekterna angående vilka lärare vid institutionen som oftast undervisar de tekniska datavetarna på någon kurs. Av de 21 lärare som ursprungligen var tilltänkta hade 15 möjlighet att delta i projektet, och den främsta anledningen till att inte delta var att lärarnas kompetensutveckling redan var fullt intecknad.

De 15 lärarna fördelades på institutioner enligt följande:

- Datavetenskap (6 st)
- Fysik (2 st)
- Tillämpad fysik och elektronik (4 st)
- Matematik och matematisk statistik (3 st)

De lärare som deltog i projektet representerar 172,5 hp av programmets 210 hp baskurser (dvs 82%).

B. *Projektets genomförande*

Efter en initial diskussion med företag och inblandade prefekter beslöts att projektet delas upp i tre delar:

1. Inledande träff med information och diskussion om civilingenjörsprogrammet i teknisk datavetenskaps målsättning och uppläggning.
2. Studiebesök på typiska arbetsplatser för programmets alumner.
3. Uppföljande träff med diskussioner och reflektioner.

Vid den inledande träffen lades stor vikt vid att diskutera grundläggande frågor som ”vad är en ingenjör?”, ”vad skiljer en ingenjör från en naturvetare?”, och ”vad skiljer en datavetare från en ingenjör?”. Syftet med denna diskussion var att medvetandegöra att ett civilingenjörsprogram syftar mot andra mål än generella naturvetenskapsprogram och även programmen i datavetenskap. I lärarpopulationen är en majoritet själva inte ingenjörer och vi vill vara säkra på att man verkligen gjort dessa distinktioner. Vid den inledande träffen diskuterades också de nationella målen för civilingenjörsexamen och hur vi inom inriktningen mot teknisk datavetenskap specificerar begrepp så som teknikområde, bredd, djup osv.

Studiebesöken upptog den mesta projekttiden och sammantaget genomfördes fyra studiebesök vid två olika tillfällen. I syfte att visa på en bredd vad gäller miljöerna våra alumner är verksamma inom besöktes två konsultbolag (UDK[1] och Tieto[2]) samt två produktbolag (Cinnober[3] och Algoryx[4]). Även konsultbolagen har egna produkter. Företagen valdes dels för att programmet redan har goda kontakter med dem via det näringslivsråd som finns knutet till IT-området och dels för att de har ett flertal alumner från teknisk datavetenskap anställda. Studiebesöken på respektive företag var ca två timmar per företag och gemensamt för alla besök var att de bestod av en kort introduktion till företaget, en rundvandring och en diskussion med alumner från teknisk datavetenskap. Alumnerna berättade om en typisk dag på sin arbetsplats, vad de jobbade med, sin yrkesroll, vilka verktyg man använder osv. Vidare berättade alumnerna om vilka kunskaper och färdigheter som de värderade mest från sin utbildning, vad man önskade att det skulle finnas mer av och så vidare. Lärarna hade relativt gott om tid att ställa frågor och diskutera. Alla lärare hade inte möjlighet att delta på alla studiebesök, men som minst deltog 11 och som mest samtliga 15 lärare.

Vid den avslutande träffen diskuterades de samlade intrycken från studiebesöken och hur de olika kurserna på programmet bidrog till de kunskaper och färdigheter som företagen efterfrågade.

C. *Utvärdering av projekt*

Vid den avslutande träffen utvärderades projektet och deltagande lärare fick svara på frågor där man skulle ta ställning till hur väl man upplevde att man uppnådde projektmålen och om man ansåg att projektet bidragit till att man närmat sig målet.

I Tabell I visas genomsnittligt utlåtande hur väl man håller med om påståendet. Skalan är att 5,0 indikerar att man håller med i *mycket hög grad*, 3,0 att man till *viss del* håller med och 0,0 att man *inte alls* håller med frågan. I Tabell II används skalan 5,0 *ja*, 3,0 *lite* och 0,0 *inte alls* för att visa projektets inverkan på måluppfyllelsen.

TABELL I
RESULTAT AV UTVÄRDERING AV MÅLUPPFYLLNAD

Projektmål	$\overline{x}$
Känner du att du uppnår målet: känna till programmets målsättning och de yrkesroller vi utbildar studenterna till.	4,3
Känner du att du uppnår målet: ha en förståelse för hur olika kraven kan vara på studenter på olika arbetsplatser och delar av branschen	4,1
Känner du att du uppnår målet: kunna diskutera hur det egna ämnet relaterar till de kunskaper och färdigheter vi vill överföra till våra studenter	3,5

TABELL II
RESULTAT AV UTVÄRDERING AV PROJEKTETS INVERKAN

Projektmål	$\overline{x}$
Har projektet bidrag till att du närmat dig målet: känna till programmets målsättning och de yrkesroller vi utbildar studenterna till.	4,3
Har projektet bidrag till att du närmat dig målet: ha en förståelse för hur olika kraven kan vara på studenter på olika arbetsplatser och delar av branschen	4,3
Har projektet bidrag till att du närmat dig målet: kunna diskutera hur det egna ämnet relaterar till de kunskaper och färdigheter vi vill överföra till våra studenter	2,6
Har projektet varit givande	5,0

III. DISKUSSION

Ur Tabell I ser vi att de som deltog i projektet anser sig uppnå projektmålen till viss del och ur Tabell II ser vi att projektet till relativt hög grad hjälp dem att närma sig målet, undantaget målet att kunna diskutera hur det egna ämnet relaterar till målen med programmen. I Tabell II ser vi också att samt-

[1] www.udk.se
[2] www.tieto.se
[3] www.cinnober.se
[4] www.algoryx.se

liga deltagare anser att projektet varit givande, alltså väl värt att lägga sin kompetensutvecklingstid på.

För att kunna höja graden av måluppfyllnad för det tredje projektmålet, sista raden i Tabell I (kunna diskutera det egna ämnet i relation till utbildningens mål) borde vi ha kompletterat projektet med ytterligare diskussionsseminarium alternativt ämnesspecifika workshops.

Den höga täckningsgraden på projektet (83% av poängen av programmets baskurser) är möjligt tack vare att deltagande i projektet ingick i lärarnas kompetensutveckling och detta i sin tur bygger på att projektet förankrades på prefektnivå och finansierades av programmet.

Det hade givetvis varit möjligt att arrangera studiebesök på företag och allmänt bjuda in lärare att delta, det vill säga att projektet inte var en formell del av lärarnas kompetensutveckling. På detta sätt hade projektkostnaden reducerats till ca två procent av den aktuella kostnaden och endast omfattat transporten till och från företagen. Nackdelen med denna ansats är vi då inte kommit i närheten av en täckningsgrad på 83%. Detta kan vi säga utifrån erfarenheter dragna inom Närkontakt-verksamheten [3] där man provat att bjuda in fakultetens lärare till studiebesök med fokus på yrkesrollen för ingenjörer. I denna verksamhet deltog då en mycket liten del (<10 %) av de inbjudna lärarna. Det var också tydligt att de lärare som faktiskt deltog gjorde så på ett flertal av de studiebesök som arrangerades och det var också dessa lärare som redan hade en hög kompetensnivå vad gäller CDIOs princip 9. Man kan argumentera att uppläggning på projektet med allmän inbjudan och frivilligt deltagande inte hade förbättrat den allmänna kompetensen vad gäller ingenjörsfärdigheter hos lärarna: de som deltar har redan kompetensen.

Den valda ansatsen för genomförandet inom ramen för kompetensutveckling har onekligen resulterat i ett relativt dyrt kvalitetsutvecklingsprojekt. I ansökningsomgången stod enbart detta projekt för ca 50% av totala budgeten för kvalitétsmedel sökbara från samtliga program på fakulteten. Totalt sökt belopp i denna ansökningsomgång var 466 kkr och beviljat 320 kkr varav detta projekt stod för 150 kkr. I skenet av detta bör man ställa frågan om de pengar projektet kostat kunnat läggas på något annat?

Projektets höga kostnad kommer av att det blir många persontimmar som ska finansieras eftersom det är många lärare inblandade i undervisningen på programmets baskurser. Eftersom grundproblemet var att höja lärarnas kompetens vad gäller ingenjörsfärdigheter (CDIOs princip 9) är det svårt att angripa problemet på annat sätt än att erbjuda lärare kompetensutveckling. Kostnaden måste alltså med nödvändighet skala linjärt med antalet lärare inblandade i programmets undervisning.

Frågan om kostnadseffektivitet bör i stället bli: kan man hitta ett kompetensutvecklingsprojekt som på mindre än tolv timmar per lärare når samma resultat? Det är klart att genom att minska antalet studiebesök till tre eller två hade man kanske nått samma resultat till lägre kostnad. Detta är svårt att svara på utan att genomföra fler projekt. Vi kan dock konstatera att valet av företag att förlägga studiebesök till och valet av alumner som lärarna möter blir då mer kritiskt eftersom ”samplingen” blivit mindre. I sin nuvarande form mötte lärarna fyra företag och på varje företag två – tre alumner.

Vid genomgång av ekonomin till projektet ser vi att eftersom alla lärare inte deltog på alla studiebesök och att antalet lärare som deltog (15) dessutom var lägre än budgeterat (21) kommer vi att kunna erbjuda projektdeltagarna två studiebesök till under hösten 2013.

Företagen har varit mycket positiva till att delta i projektet och ställer upp utan kostnad. När projektet blev mer allmänt känt anmälde företag som inte var med i det initiala projektet intresse av att delta om någon typ av fortsättningsprojekt skulle bli aktuellt.

IV. Slutsatser

Projektet i sin nuvarande form anses vara lyckat. Upplägget kan dock anpassas något för att inom befintliga ekonomiska ramar nå även projektmål tre genom att byta ut ett studiebesök mot ämnesspecifika workshops med fokus på hur olika ämnen relaterar till programmet och programmålen.

Referenser

[1] Kvalitetsrådet vid teknisk naturvetenskaplig fakultet http://www.teknat.umu.se/anstalld/kvalitetsarbete/utbildningarnas-kvalitetssystem/, 2013-10-15
[2] 12 CDIO standards, http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards, 2013-10-15
[3] Närkontakt vid teknisk naturvetenskaplig fakultet, http://www.narkontakt.nu, 2013-10-15.

Fredrik Georgsson är teknologie doktor i bildanalys och är lektor vid institutionen för datavetenskap vid Umeå universitet. Han är programansvarig för civilingenjörsprogrammet i teknisk datavetenskap och arbetar halvtid med näringslivssamverkan för ingenjörsutbildningarna vid tekniska högskolan vid Umeå universitet. Han är även Regional Co-Director för CDIO inom Europa.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Session 11

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Att integrera hållbar utveckling – en nysatsning på KTH

Sara Karlsson och Emma Strömberg, *KTH*

***Abstract* — Från att ha haft en relativt låg profil på området, har KTH under senare tid intensifierat arbetet med att integrera hållbar utveckling i utbildningen. Nysatsningen har gjorts i respons på både externt och internt tryck. Sedan 2011 pågår ett förändringsarbete i en rad olika fora och former. En vicerektor för hållbar utveckling och ett akademiskt råd (KTH-S) har tillsatts. Ett förslag till preciserade lärandemål har tagits fram, liksom en högskolepedagogisk kurs i lärande för integrering av hållbar utveckling i den egna undervisningen och en verktygslåda för lärare. Arbetet kan nu sägas ha övergått från en mobiliseringsfas till en tidig implementeringsfas.**

***Nyckelord* — hållbar utveckling, lärandemål, förändring, utbildningsutveckling.**

BAKGRUND

DET har länge funnits såväl eldsjälar som framgångsrik forskning inom hållbar utveckling på KTH. Energi, kemi och stadsplanering är exempel på områden som har utmärkt sig. I jämförelse med sina systeruniversitet – såväl svenska som amerikanska och europeiska - har KTH dock historiskt haft en relativt låg profil på området. Med några undantag har hållbarhetsfrågorna också varit otydligt integrerade i utbildningarna. Detta visade en intern utredning från 2010 [1], som också påtalade att KTH inte levde upp till sina egna, relativt ambitiösa hållbarhetspolicies. Utredningen fungerade som något av en väckarklocka för det interna arbetet med hållbar utveckling på KTH.

Externt tryck

På det nationella planet är frågan om att integrera hållbar utveckling i högre utbildning inte heller ny, men den har fått större genomslag under senare år tack vare lagstiftning och utvärdering. Då högskolelagen ändrades 2006 infördes ett nytt stycke som ålägger alla lärosäten att verka för hållbar utveckling i bred bemärkelse. Snart därefter kom 2007 års högskoleförordning som specificerade lärandemål för bland annat civilingenjörs- och högskoleingenjörsexamen. Blivande civilingenjörer ska till exempel ”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” [2]. I Högskoleverkets (numera: Universitetskanslersämbetet) nationella utvärdering 2012 valde bedömarna ut hållbarhetsmålen för särskild granskning. Det gjorde att frågorna lyftes fram ytterligare.

Tillsammans kan den interna utredningen från 2010 och det externa politiska trycket sägas ha skapat större insikt om frågorna på KTH. Den nysatsning som vi beskriver i detta paper visar att hållbar utveckling nu är högt på dagordningen.

Sara Karlsson, Skolan för teknikvetenskaplig kommunikation och lärande/Universitetsförvaltningen, KTH, Brinellvägen 8, 100 44 Stockholm. sarak2@kth.se

Emma Strömberg, Skolan för kemivetenskap/KTH-S, Brinellvägen 8, 100 44 Stockholm. emmast@kth.se

PERSPEKTIV PÅ FÖRÄNDRING I HÖGSKOLAN

Hinder för förändring

Ökad medvetenhet är dock bara första steget. Hur ska hållbarhetstänkande och hållbarhetspraxis få reellt genomslag i högskolan? Det är ingen enkel fråga, visar tidigare studier. Ofta kräver det fundamentalt nytänkande, som kan behöva komma till uttryck i undervisningsreform, nya arbetsformer, och organisationsförändringar. [3]-[5]

Högskolan är en omvittnat komplex miljö med många verksamhetsnivåer. Precis som andra förändringsinitiativ kan satsningar på hållbar utveckling möta motstånd. Det gäller inte minst i de akademiska miljöer som är starkt disciplinärt inriktade och har vetenskaplig autonomi som ledstjärna. Där kan det både finnas ett motstånd mot styrning och centrala riktlinjer generellt, och mot den tvärvetenskapliga ansats som ingår i hållbarhetsbegreppet. Studier av Mulder et al. visar på en särskild problematik i ingenjörsutbildningskulturen, där i synnerhet sociala, ekonomiska och politiska aspekter av hållbarhet kan ha svårt att vinna acceptans. [6]

Möjligheter till förändring

Att tro att förändringar sker över en natt är således orealistiskt. Samtidigt finns det forskning som visar att dagens högskola är mer förändringsbenägen än tidigare och att det sker alltfler strategiska kursändringar [7]-[8].

Djup förändring är möjlig, men den är en process som tar tid och som ofta genomgår flera stadier. I det här sammanhanget talar organisationsteoretiker om begreppen *sensemaking* och *sensegiving* och refererar till den process som behöver ske internt för att förändringen ska kunna förstås, få stöd och kommuniceras. Kezar [9] identifierar tre olika stadier i förändringsprocessen: mobilisering, implementering och institutionalisering. I mobiliseringsfasen handlar mycket om att staka ut en gemensam färdriktning och att diskutera sig samman. I implementeringsfasen har man nått fram till handling, till exempel att lansera nya lärandemål, organisatoriska förändringar eller arbetssätt. I institutionaliseringsfasen, slutligen, är arbetet inte längre ”nytt” utan ingår som en förgivettagen del av vardagen. En kulturell förändring har skett.

Kezars studie (som handlar om tvärvetenskap) lyfter fram fem framgångsfaktorer: senioradministrativt stöd, samarbetsinriktat ledarskap, stöd från personalen, handlingsfokus och tydlig struktur. Hon nämner även betydelsen av att ha breda diskussioner, att arbeta över disciplingränserna, att anordna presentationer för allmänheten och att bjuda in externa talare. Det förändringsarbete som är både djupt och brett, och som tar hänsyn både till strategier och till hinder, kan lyckas väl, visar hennes studie.

Mulder et al. kommer till en liknande slutsats då de betonar de olika aktörernas och verksamhetsnivåernas roll i förändringsarbetet. Det är viktigt att arbeta på många nivåer. ”Sustainabilising engineering universities is like a simultaneous chess game being active at the grassroots level, political level, with professional associations, companies, alumni, government agencies and NGOs.” [10]

Nedan beskriver vi KTH:s nysatsning på hållbar utveckling för att visa hur KTH arbetar för att åstadkomma förändring i praktiken.

NYSATSNINGEN PÅ KTH

Generellt om nysatsningen

KTH:s nysatsning har pågått sedan 2011. Då bildades rådet KTH-Sustainability (KTH-S), med ansvar för utbildning, forskning och samverkan. KTH-S är rådgivande åt rektor och beredande åt fakultetsrådet. Rådet leds av en särskilt utsedd vicerektor för hållbar utveckling, professor Göran Finnveden, och består i övrigt av lärar- och studeranderepresentanter samt miljöchefen. KTH-S har bl.a. till uppgift att kommunicera och skapa mötesplatser kring hållbar utveckling.

Etableringen av KTH-S kan ses som ett försök att skapa mötesplatser av de slag som tidigare forskning har identifierat som nödvändiga. Genom rådet har hållbarhetsfrågorna också fått ett resurstillskott till nätverksarbete, samordning, kartläggning, kommunikation och stöd till forskning och utbildning. Att det är ett akademiskt tillsatt råd med en vicerektor i ledningen har stor betydelse för legitimiteten.

Parallellt har en organisation kallad Hållbart Campus med ansvar för internt miljöledningsarbete (enligt ISO 14001) byggts upp. Ambitionen är att de akademiskt drivna processerna ska verka integrerat med miljöledningsarbetet. Både KTH-S och Hållbart Campus har bemannats med kvalificerat administrativt stöd. Även detta är, som visas ovan, en nyckeldel i förändringsarbetet.

Ytterligare en viktig faktor är kopplingen till universitetets strategier i stort. Här fastlägger KTH:s utvecklingsplan för 2013-2016 den nuvarande ambitionsnivån: ”KTH:s identitet och varumärke ska förknippas med en hållbar utveckling och KTH ska vara ett av Europas ledande tekniska universitet också inom detta område.” [11]

Hållbar utveckling i utbildningarna

Även inom utbildning har KTH fastlagda mål i utvecklingsplanen: ”KTH:s utbildningsprogram ska präglas av stark forskningsbasering, samhälls- och professionsrelevans och hållbarhet.” [12]

I det här avsnittet ger vi läsaren en inblick i det arbete som har gjorts och pågår för närvarande.

En utgångspunkt har varit att på olika sätt skapa dialog kring frågorna och att identifiera behov. Det visade sig tidigt att många av KTH:s program- och kursansvariga önskade stöd för att kunna integrera hållbar utveckling i utbildningarna. KTH-S har mött upp på olika sätt, bl.a. genom att ta fram ett förslag till preciserade lärandemål. [13] Sex av de föreslagna lärandemålen är generiska och fyra av dem måste hanteras programspecifikt. Framför allt de programspecifika målen kan behöva utvecklas i de enskilda programmen. De generiska målen kan läras ut och examineras i en specifik kurs eller integrerat i någon annan programkurs. Fakultetsrådet har uttalat en vilja att i framtiden sätta upp styrande lärandemål för miljö och hållbar utveckling. Det förslag på lärandemål för miljö och hållbar utveckling som finns i dagsläget är rådgivande till dess att styrande lärandemål är framtagna av KTH-S i samverkan med de berörda på KTH:s skolor.

Våren 2012 initierades en evaluering av måluppfyllelse av högskoleförordningens övergripande lärandemål inom miljö och hållbar utveckling genom en självvärdering av alla högskoleingenjörs- och civilingenjörsprogram på KTH. Dessa självvärderingar följs nu upp genom en dialog med skolledningarna och inrättande av handlingsprogram för programutveckling inom miljö och hållbar utveckling, som kommer att vara en del av KTH:s miljöledningssystem med årlig uppföljning. Inrättande av handlingsprogrammen ligger i linje med KTH:s övergripande miljömål.

Inom ramen för självvärderingarna har en analys av de preciserade lärandemålen genomförts och programmen har återkopplat på dess relevans för respektive ämnesområde. Sammanställningen visade på en generellt positiv respons på preciseringarna. Ett flertal program har redan integrerade programlärandemål som motsvarar några av de förslagen som fastställts i de preciserade lärandemålen, men en konkretisering kan användas för av tydliggöra målen.

En viktig aspekt som lyftes i självvärderingarna var att programansvariga önskar vidareutbildning av lärare inom sina respektive program för integrering av miljö och hållbar utveckling i undervisningen. Speciellt noterades att KTH:s kurser fokuserar till stor del på miljöaspekter och miljöteknik, men att de sociala och ekonomiska aspekterna är svårare att integrera. En högskolepedagogisk kurs i Lärande för integrering av hållbar utveckling i den egna undervisningen utvecklades under hösten 2012. Kursen är nu en del av den högskolepedagogiska vidareutbildningen på KTH och planeras att ges årligen. Kursen erbjuder både en översiktlig introduktion till hållbarhetsområdet och en möjlighet till djupdykning inom hållbarhetsaspekter i det egna ämnesområdet. En viktig aspekt som fångas upp är integrering av ett holistiskt perspektiv av hållbar utveckling. [14] KTH-S har också ordnat öppna seminarier med fokus på sociala och ekonomiska aspekter av hållbar utveckling.

Under våren 2013 lanserades ytterligare ett initiativ: en verktygslåda för lärare för att lättare kunna integrera hållbar utveckling i kurser och program. Verktygslådan ger bland annat uppslag till läraraktiviteter och examinationsformer som var för sig eller tillsammans kan användas för att studenterna,

under och efter utbildningen, ska ha med sig integrerad kunskap och reflektioner inom ämnet hållbar utveckling. Verktygslådan innehåller olika förslag på lärandeaktiviteter: från en kursmodul om miljödriven affärsutveckling till idéer för kamratdiskussioner, frågeformulär och brädspel. [15] Kursmodulen utvecklades av KTH och ÅF inom ett projekt ”Competence Modules for Sustainable Engineering – Världsledande utbildningsmoduler för hållbar samhällsutveckling för blivande civilingenjörer”, finansierat av Åforsk 2012. Projektet bistår med att konkret bygga kompetens i hur innovativa lösningar inom miljöteknik, energi m.m. kan omsättas till hållbara och lönsamma affärer.

SLUTSATSER

Arbetet med att integrera hållbar utveckling i KTH:s utbildningar har tagit ordentlig fart sedan 2011. I den här texten har vi gett några exempel på det arbete som har gjorts och pågår.

En avgörande skillnad mot tidigare är att det nu inte bara finns mål i utvecklingsplanen kring hållbar utveckling, utan även en organisation för implementeringen av målen. Denna har fått strategiska resurser i form av akademiskt ledarskap, administrativt stöd och kommunikationskanaler. Vi ser att detta är avgörande för att stötta den djupgående förändring som krävs.

Sammantaget har detta satt igång en intern process för att förändringen ska kunna förstås, få stöd och kommuniceras. Det pågår *sensemaking* och *sensegiving* på olika nivåer i verksamheten. Förhoppningen är nu att detta kan bli en process, där möjligheten till dialog ökar och resulterar i minskat motstånd, vilket i sin tur kommer att leda till förändring.

Det principiella motstånd mot förändring som tidigare studier har pekat på, har inte varit framträdande på KTH under den senaste tiden. Tvärtom har frågorna lyfts fram på ledningsnivå i utvecklingsplan och andra strategier. Programansvariga visar intresse för att diskutera: Vad betyder hållbar utveckling i teknisk utbildning och på KTH? Hur kan det definieras? Hur kan det implementeras i ”mitt” program? Det tyder på att programansvariga har en hög ambition att integrera hållbar utveckling i respektive program och säkerställa progressionen av området inom utbildningen.

Att det nu har tagits en rad initiativ för att möta upp intresset och ge stöd, både genom att föra dialog på olika nivåer och att utveckla kurser och verktyg av olika slag, ser vi som tecken på att arbetet nu har övergått från den första mobiliseringsfasen till en tidig implementeringsfas.

Djup förändring tar tid, och mycket arbete återstår innan hållbar utveckling är en självklar, integrerad del av KTH:s utbildningar. Institutionaliseringsfasen ligger förmodligen en bra bit fram i tiden. Det är dock mycket som går i rätt riktning. Inför framtiden vill vi gärna lyfta fram, för KTH och andra lärosäten, den forskning som har gjorts kring framgångsrikt – och mindre framgångsrikt - förändringsarbete i akademin.

REFERENSER

[1] S. Sörlin et al, *Revision av policy och handlingsplan för miljö och hållbar utveckling – Åtgärder för genomförande av KTH:s utvecklingsplan*, 2010, KTH.
[2] Högskoleförordningen, bilaga 1: examensordningen, SFS 1993:100.
[3] M. Barth, “Many roads lead to sustainability: a process-oriented analysis of change in higher education”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14 (2), 2013, pp. 160-175.
[4] N. Gudz, “Implementing the sustainable development policy at the University of British Columbia. An analysis of the implications for organisational learning”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5 (2), 2004, pp. 156-168.
[5] R.B. Kates et al, *Sustainability Science*. Belfer Center for Science & International Affairs. 2000-33.
[6] K. Mulder, J. Segalàs & D. Ferrer-Balas, “How to educate engineers for/in sustainable development. Ten years of discussion, remaining challenges”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13 (3), 2012, pp. 211-218.
[7] A. Kezar, “Understanding sensemaking/sensegiving in transformational change processes from the bottom up”, *Higher Education*, 65 (6), 2013, pp. 761-780.
[8] P. Gumport, “Academic Restructuring: Organizational change and institutional imperatives.” Higher Education 39 (1), 2000, pp. 67-91.
[9] F. Ramirez, “Accounting for Excellence: Transforming Universities into Organizational Actors”, L. Portnoi, V. Rust & S. Bagley (red.) *Higher Education, Policy, and the Global Competition Phenomenon*, 2010, Palgrave Macmillan.
[10] K. Mulder, J. Segalàs & D. Ferrer-Balas, “How to educate engineers for/in sustainable development. Ten years of discussion, remaining challenges”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13 (3), 2012, p. 213.
[11] Utvecklingsplan 2013-2016, KTH, s. 5.
[12] Utvecklingsplan 2013-2016, KTH, s. 15.
[13] http://www.kth.se/polopoly_fs/1.319270!/Menu/general/column-content/attachment/L%C3%A4randem%C3%A5l%202012-03-27.pdf
[14] http://www.kth.se/student/kurser/kurs/LH215V
[15] http://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Nu ska jag plugga! Jag ska bara färgsortera mina böcker först.

Björn Hedin, Daniel Pargman,
KTH Royal Institute of Technology, Media Technology and Interaction Design
bjornh@kth.se, pargman@kth.se

***Abstract*— Prokrastinering, eller att mot bättre vetande skjuta upp något, är ett stort problem i samhället i allmänhet och för studenter i synnerhet. I denna artikel beskriver vi en utbildningsmodul om prokrastinering som vi introducerat på två civilingenjörsprogram på KTH, varav denna rapport behandlar datateknikprogrammet där 466 studenter deltog. Utvärderingen hade 100% svarsfrekvens, och visar att 95% av studenterna hade problem med prokrastinering varav 43% hade stora eller mycket stora problem. 88% ansåg att prokrastinering var ett bra tema att ha med i utbildningen, och 57% ansåg att momentet haft positiva effekter på deras studievanor. Endast 7% ansåg att momentet inte hade gett några märkbara effekter på studierna. Då modulen endast kräver ca 8 timmars arbete från studenternas sida anser vi att fördelarna är så stora att denna eller en liknande modul borde ingå i samtliga utbildningsprogram.**

***Index Terms*— Higher Education, Procrastination, Reflection, Study Habits**

I. Inledning

Ordet prokrastinering kommer från latin där "crastinus" betyder "morgondagen" och "pro" i detta fall står för "till förmån för". En svensk översättning skulle således vara "till förmån för morgondagen", i betydelsen att skjuta upp något till morgondagen. Idag har prokrastinering en negativ laddning, och vår definition av begreppet lyder således "att mot bättre vetande skjuta upp uppgifter". Just att det är "mot bättre vetande" är en viktig distinktion, då det är en stor skillnad att skjuta upp uppgifter på grund av prioriteringsskäl snarare än prokrastinering.

Tidigare studier visar att prokrastinering är ett problem i allmänhet och ett stort problem för studenter i synnerhet. Mellan 80-95% av studenterna rapporterar att de prokrastinerar och 50% anger att de prokrastinerar regelbundet och med problematiska följder. 95% vill minska sin prokrastinering och det finns studier som visar att 1/3 av studenters dagliga aktiviteter utgörs av prokrastinering. [1]. Steget från gymnasiet till högskolestudier är ur prokrastineringssynvinkel också stort för många studenter eftersom det innehåller färre kontrollpunkter och ökat eget ansvar vad beträffar studievanor, prestationer och resultat.

Prokrastinering har flera negativa konsekvenser. Studenter som prokrastinerar börjar plugga för sent och hänger sig därmed åt "crammingstrategier", dvs att på kort tid ta in stora mängder information som sedan snabbt glöms bort. Prokrastinering kan också leda till att studenten "tvingas" ta till genvägar, såsom plagiering och andra typer av fusk [2]. Vidare kan det leda till skuldkänslor då man definitionsmässigt vet att man inte gör det man själv anser att man egentligen borde göra. Även i privatlivet och i arbetslivet är prokrastineringsproblem vanligt förekommande och har flera negativa konsekvenser [1]. Slutligen kommer även personer som inte själva har problem med prokrastinering att stöta på beteendet när de arbetar i grupper där andra prokrastinerar, eller när man är beroende av andra för att kunna utföra arbetsuppgifter.

På grund av de stora problem som prokrastinering kan orsaka inom såväl studier, privatliv och arbetsliv har vi ansett att ett utbildningsmoment om prokrastinering, dess orsaker och följder samt strategier för att undvika prokrastinering bör ingå i varje utbildning. Ett civilingenjörsutbildning sträcker sig över fem år och motsvarar 1000 dagar eller 8000 timmar av studier. Vi har utvecklat en prokrastineringsmodul som beräknas kräva maximalt 8 timmars arbete från studenternas sida, eller en tusendel av den totala utbildningstiden. Denna artikel beskriver hur vi lagt upp modulen samt vår utvärdering av resultaten.

II. Metod och kursupplägg

Den första iterationen av modulen testades läsåret 2011/2012 på civilingenjörsprogrammet i medieteknik vid KTH. Cirka 220 studenter tog del av kursmodulen inom ramen för den "Programintegrerande kursen i medieteknik", där studenter träffas i små årskursöverskridande grupper för att diskutera bland annat sina studier [3]. Resultaten visade på att studenternas prokrastineringsvanor låg i linje med andra studier om prokrastinering och att det var ett aktuellt ämne [4]. Utifrån dessa erfarenheter utvecklades en uppdaterad och något mindre modul för att användas på motsvarande programsammanhållande kurs i civilingenjörsprogrammet i datateknik [5] där samtliga ca 450 studenter i årskurs 1-3 genomförde modulen under våren 2013. I och med att modulen var obligatorisk har vi en svarsfrekvens på 100% på flertalet enkäter. Resultaten som beskrivs i denna artikel utgår från den uppdaterade version av modulen som dessa D-studenterna tog del av.

Modulen inleds med en förberedande inläsningsdel. Den består av sex delar.

1. En kort underhållande video som beskriver en klassisk prokrastineringssituation som de flesta bör kunna relatera till.
2. En enkät där studenterna får svara på frågor om sina prokrastineringsvanor, inklusive frågor om ett antal dator- och mobiltelefonrelaterade prokrastinerings-situationer som vi benämner ”e-prokrastinering” (Fig 1).
3. Ett utdrag på 43 sidor från en lättläst bok om prokrastinering.
4. En 3.5 minuter lång TED-video om hur man ändrar vanor.
5. En lista med “50 Tricks to Get Things Done Faster, Better and More Easily”
6. En tre sidor lång text med konkreta anti-prokrastineringstips.

Av detta material är utdraget ut boken det mest tidskrävande, men den bör kunna läsas på ca 30-60 minuter med normal läshastighet, och alla ovanstående aktiviteter bör, inklusive viss tid för eftertanke, hinnas med på som mest 90-120 minuter.

Därefter skulle studenterna skriva en reflekterande text på mellan 500 och 800 ord. Texten skulle kretsa kring ett antal frågor utgående från Hattons och Smiths fyra reflektionsnivåer [6], anpassade av Kann och Magnell [7]. Exempel på frågor från de fyra nivåerna är:

1. **Beskrivande text:** (Hur) prokrastinerar du? När? I vilka sammanhang?
2. **Beskrivande reflektion:** (Hur) prokrastinerar du? När? I vilka sammanhang? Varför?
3. **Reflektiv dialog:** Utifrån listan med 50 tips och dina egna (studie-)relaterade vanor och beteenden ska du efter seminariet och under 60 dagar framåt antingen lägga dig till med en ny studierelaterad vana eller ta bort en gammal (o-)vana som du inte är nöjd med. Du ska även analysera, diskutera och förklara ditt resonemang och ditt val och säga något om hur du ska gå tillväga för att hålla ditt löfte under period tre (de kommande 60 dagarna)!
4. **Kritisk reflektion utifrån ett bredare perspektiv:** Reflektera kring hur din och andras prokrastinering påverkar dig själv och/eller dina studiekamrater, till exempel när du studerar i grupp eller i samband med grupp- eller projektarbeten.

Reflektionstexterna ska avslutas som beskrivs under punkt 3 ovan med att studenten, baserat på vad de läst och utifrån sin egen situation ska göra en utfästelse om att antingen lägga sig till med en god studievana eller ta bort en studierelaterad ovana under de nästföljande 60 dagarna. Totalt sett beräknas det ta högst 4 timmar att skriva reflektionstexten.

Därefter följer ett timslångt seminarium där grupper om ca 15 studenter tillsammans med en lärare diskuterar prokrastinering och de texter som gruppdeltagarna skrivit. Samtliga studenter ska ha läst samtliga övriga gruppdeltagares texter inför seminariet.

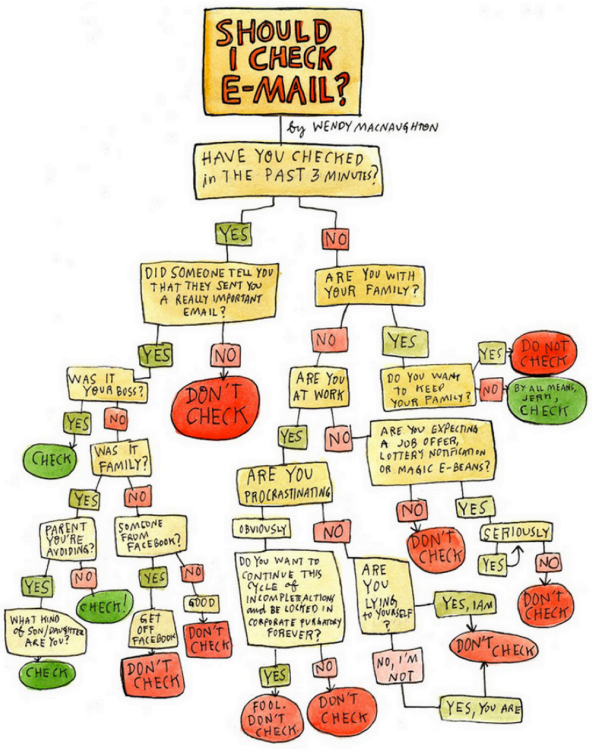


Fig. 1. E-post är ett vanligt förekommande exempel på e-prokrastinering. Illustration av Wendy MacNaughton använd med tillstånd. http://wendymacnaughton.com/

Ovanstående aktiviteter genomfördes i början av en studieperiod (läsåret är indelat i fyra sådana perioder). Under resten av perioden läste studenterna sina respektive kurser, men fick fyra påminnelsemail om att de inte ska glömma bort sina studievanelöften, korta rapporter om hur det gått för övriga studenter samt länkar till korta utvärderingsformulär om hur det gått med vanorna sedan förra påminnelsen.

Vid början av den efterföljande studieperioden fick studenterna ta del av resultaten samt svara på en avslutande enkät där de fick fylla i vilken vana de valt att lägga sig till med (alternativt ovana de valt att försöka ta bort), hur det gått med detta samt kort skriva om orsakerna till detta utfall.

III. Resultat

Eftersom uppgiften var obligatorisk i kursen har vi en i det närmaste hundraprocentig svarsfrekvens på de enkäter som var obligatoriska. Av de 466 svaren på den inledande enkäten ansåg 43% att prokrastinering i samband med studier var ett stort eller mycket stort problem för dem, och endast 5% ansåg att det inte var något problem alls. Av de e-prokrastineringssituationer vi frågade studenterna om var rörlig bild på dator (TV, video YouTube etc) det största problemet och 51% ägnade sig åt det ofta eller mycket ofta när de egentligen borde studera. 80% av studenterna ägnar sig åt minst en e-prokrastineringsaktivitet ofta eller mycket ofta under tider då de egentligen anser de borde studera.

På den icke-obligatoriska uppföljningsenkäten två veckor

efter seminarietillfället låg svarsfrekvensen på 60%. Av dessa var 88% nöjda med temat, 10% tveksamma och 3% missnöjda. Vad beträffar upplägget på kursmodulen och temat var 79% nöjda, 17% tveksamma och 4% missnöjda.

Även på den avslutande obligatoriska enkäten fick vi en svarsfrekvens på 100%, dvs 466 svar. 57% ansåg att modulen i sin helhet haft positiv effekt på deras studievanor, 36% var tveksamma och 7% tyckte inte modulen haft någon effekt. De flesta fritextsvar var mycket positiva till både momentet och genomförandet, t.ex. *"Helt klart ett bra moment, som får en att bli uppmärksam på hur man faktiskt spenderar sin tid! Behåll momentet!"*

Gällande löftena om förändrade studievanor ansåg 46% det gått bra, 47% det gått mindre bra och 7% att det gått jättedåligt. Hela 89% hade åtminstone ibland glömt bort sitt studievanelöfte och för 37% hade mailpåminnelserna gjort att de återupptagit arbetet med vanorna.

I den avslutande kursutvärderingen ansågs prokrastineringstemat vara det mest givande av de temata som ingått i kursen [6].

IV. Analys/Diskussion

Sammantaget måste försöket med modulen betraktas som mycket lyckat. Studenterna uppskattade både ämnet i sig och upplägget, och många studenter ansåg att modulen har hjälpt dem till bättre studievanor. Upplägget med en inledningsdel (inläsning) och en reflektionsdel (egen text, seminarium) följt av en period av att försöka ändra en egen vana samt en avslutande reflektion över hur modulen påverkat deras beteenden, gör att studenterna bearbetar innehållet under en längre tid. Detta sammantaget förbättrar förutsättningarna för att kursmomentet faktiskt leder till bättre studievanor.

Modulen bör helst komma tidigt, men inte för tidigt i ett utbildningsprogram, studenterna bör ha hunnit få en känsla för hur högre studier är upplagda. En student uttryckte det

"Prokrastinering är någonting som jag har alltid gjort, men den här gången så har det varit första gången jag har på riktigt erkänt att det är ett problem, och då försökt lösa det. Börja med det här tidigare, kanske i slutet av ettan (före tentorna) och början och tvåan (som påminnelse)"

Ett problem för att införa en liknande modul i ett program kan vara att hitta en kurs där modulen passar in på ett okonstlat sätt. Kurser som på något sätt är meta-kurser, som exempelvis programsammanhållande kurser är lämpliga, men även andra kurser kan komma i fråga. Eftersom den totala tidsåtgången är så ringa kan modulen rymmas inom i stort sett vilken kurs som helst.

Nästa gång vi ger modulen avser vi lägga ett större fokus på att lägga sig till med bra studievanor, och hur man kan få dessa förändringar att bli bestående. Vi har nu samlat ihop en stor mängd förslag på studierelaterade vanor som kan ändras, vilka kan tjäna som inspiration till studenter. Regelbunden uppföljning av hur det går med vanorna är också av stor vikt, då de annars lätt kan glömmas bort, eller som några studenter uttryckte det

"Påminnelserna var jättebra! Första gången hade jag faktiskt glömt bort att tänka på mitt löfte. Minnet är bra men kort."

"Jag anser att mailpåminnelserna borde skickas oftare, minst en gång i veckan."

"Det var bra att man måste ta sig an en metod och hålla fast vid den en längre period!"

Cirka 1% av studenterna nämnde uttryckligen att de *inte* uppskattade påminnelsemail och då med argument i stil med att "vuxna människor bör inte behöva någon som tjatar på en".

Avslutningsvis bör nämnas att vi gärna bistår med hjälp gällande att integrera modulen i andra utbildningsprogram. Modulen kunde utvecklas tack vare pedagogiska utvecklingsmedel vi sökt och erhållit från CSC-skolan på KTH, och som en del i ansökan ingick att vi avsåg sprida erfarenheterna nationellt. För utbildningsprogram i Sverige som är intresserade av att införa denna modul kan vi erbjuda oss att till självkostnadspris leverera och genomföra ett färdigt eller anpassat paket. Kontakta författarna om intresse för detta finns.

Referenser

[1] P. Steel, "The nature of procrastination: a meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure.," *Psychol. Bull.*, vol. 133, no. 1, pp. 65–94, 2007.

[2] M. Roig and L. Detommaso, "Are College Cheating and Plagiarism Related to Academic Procrastination?," *Psychol. Rep.*, vol. 77, no. 2, pp. 691–698, Oct. 1995.

[3] B. Hedin, "Program integrating course : A tool for reflection and quality management," in *Proceedings of 2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, 2009.

[4] B. Hedin, "Teaching Procrastination - A Way of Helping Students to Improve their Study Habits," in *Proceedings of LTHs 7:e Pedagogiska Inspirationskonferens*, 2012.

[5] V. Kann, "En programsammanhållande kurs med många funktioner," in *Proceedings of 3:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, 2011.

[6] N. Hatton and D. Smith, "Reflection in teacher education: Towards definition and implementation," *Teaching and Teacher Eduation,* vol. 11, no. 1, pp. 33–49, 1995.

[7] V. Kann and M. Magnell, "Reflektionsseminarier som håller ihop och utvecklar programmet" in *Proceedings of 4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar*, 2013.

Session 12

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Arbetslivsanknytning både i verkligheten och i kursplaner

Glenn Berggård

Abstract— Vid Luleå tekniska universitet genomfördes 2012 en kartläggning av förekomsten av arbetslivsanknytning i utbildningsprogrammen. I kartläggningen framkom det att det förekom en mångfald av olika typer av arbetslivsanknytning i kurserna som projekt med näringslivet, gästföreläsare, studiebesök/studieresor, case/projekt baserat på verkligheten, ta kontakt med näringslivet och så vidare men det angavs sparsamt i kursplanerna. Förekomsten av arbetslivsanknytning uppfattas inte alltid av studenterna som en arbetslivsanknytning. Kursplanerna utgör ett juridiskt bindande dokument mellan universitetet och studenterna om vad de skall få ta del av och vad som skall ingå i kursen år efter år. Ett projekt påbörjades våren 2013 med syftet att utveckla beskrivningarna av arbetslivsanknytningen i kursplanerna och kursprogram/studiehandledningar och därigenom säkerställa arbetslivsanknytningen och också en medvetenhet bland studenterna att de har fått ta del av arbetslivsanknytning. Avsikten är att från och med hösten 2013 redovisa en bättre överensstämmelse mellan arbetslivsanknytningen i verkligheten och kursplanerna. Resultaten av arbetet med kursplanerna redovisas.

I. Inledning

Bakgrund

I Tekniska fakultetsnämndens (TFN) verksamhetsuppdrag för 2011-2012 ingick två olika projekt: *Åtgärder för ökad arbetslivsanknytning* samt *Förbättra och synliggöra arbetslivsanknytning*. TFN:s utbildningskoordinatorer (UK) kartlade under perioden omfattning och synlighet i de tekniska utbildningarna. Kartläggningen redovisades för TFN i juni 2012.

Tabell 1.
Exempel på förekomst av arbetslivsanknytning som projekt med näringslivet, gästföreläsningar samt studiebesök i realiteten i kurser och i kursplaner (Markering i de gulmarkerade kolumner avser förekomst i kursplaner)

Utbildning	Projekt med när	i kursp	Gästförel	i kursp	Studieb	i kursp
O0035K Geologi, grundkurs					x	x
O7019K Petrologi och regional geologi					x	x
A0001B Avfallsteknik			x		x	x
A7001B Upplagsteknik					x	
A7006B Riskbedömning och sanering av förorenad mark					x	
O7018K Prospektering			x			
O7010K GIS, CAD och bildbehandling	x				x	(x)
O0026K Praktik inom geovetenskap 15hp						
X7001B/L7014K/O7012K Examensarbete	x					
Civilingenjör Väg och vattenbyggnad 300hp						
P7008B Byggföretagets organisation och affärsutveckling, 7.5 hp						
R0005N Grundkurs i projekt- och industriell ekonomi, 7.5 hp			x	x	x	x
V0015B Hållbart byggande, 7.5 hp			x			
W0008B Byggnadsfysik, 7.5 hp			x			
P0007B Byggprojektledning, 7.5 hp	x		x	x		
W7004B Industriellt byggande, 7.5 hp	x		x	x	x	
Examensarbete	x					
Väg- och vattenbyggnad, inr jord- och bergbyggnad, master						
Alla bergskurser valfria					x	
T7008B Brytningsmetoder					x	x
T7001B Bergmekanikens grunder	x	x	x			
Bergteknik	x		x		x	
G7004B Damm II - dammar och dammsäkerhet			x	x	x	x

Glenn Berggård, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet, 97187 Luleå. (0920-491711, glenn.berggard@ltu.se).

I kartläggningen konstateras att det i realiteten fanns omfattande förekomst av arbetslivsanknytning i utbildningarna men otydligheter förekom om på vilket sätt detta säkerställdes och hur detta kommunicerades med studenterna. Dekanus beslutade december 2013 om ett uppdrag till UK-arna att genomföra under våren 2013, *Arbetslivsanknytning i tekniska utbildningsprogram*.

Mål och syfte

Syftet med detta projekt har varit att tydliggöra, säkerställa och synliggöra relevant arbetslivsanknytning i samtliga tekniska utbildningar.

Målet har varit att säkerställa att arbete med arbetslivsanknytning i kurserna sker systematiskt och uppenbart för lärare och studenter samt att arbetslivsanknytningen tydligt framgår i kursplaner och studiehandledningar.

Uppdraget

Som UK har jag haft till uppdrag att säkerställa att arbetslivsanknytning finns och att ett systematiskt arbete för detta sker. I uppdraget har även ingått att genomföra aktiviteter för att öka medvetenhet om olika former av arbetslivsanknytning, utveckla systematik för genomförande samt kommunicera detta med lärare (examinatorer/ kursansvariga/ medverkande lärare/externa parter) med målet att studenternas medveten om arbetslivsanknytning i utbildningarna ska ökas.

II. Projektets upplägg

Upplägg projektet Arbetslivsanknytning i tekniska utbildningsprogram genomfördes i en tillfällig projektorganisation. Uppdraget påbörjades februari 2013 och avslutades maj 2013. Uppdraget har genomförts inom ramen för UK-uppdraget. Inga ytterligare medel har reserverats för uppdraget. Institutionerna har själv finansierat den tid som behövts ör att utveckla kursplanerna.

Organisation

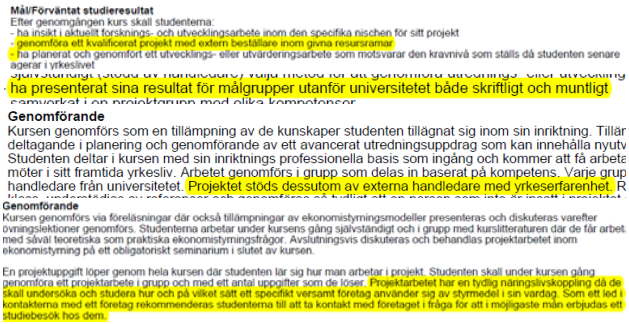
En UK har varit projektledare och tillsammans med de fyra Huvudutbildningsledarna (HUL= biträdande prefekt med ansvar för all utbildning på grundläggande och avancerad nivå) på berörda institutioner utgjort projektgruppen.

Genomförande

Inledningsvis, i februari, genomfördes kortare besök på tre av de fyra institutioner där respektive utbildningsledare (UL = programkordinator/programansvarig) träffades för genomgång av projektets upplägg i stort. Bland annat klargjordes betydelsen av att UL-arna identifierade kurser i sina respektive program där arbetslivsanknytningen lämpligen synliggjordes.

I den tidigare kartläggningen som genomfördes 2012 framkom det att det förekom en mångfald av olika typer av arbetslivs-anknytning i kurserna som: projekt med näringslivet, gäst-föreläsare, studiebesök/studieresor, case/projekt baserat på verkligheten, ta kontakt med näringslivet och så vidare.

I detta projekt har ”goda” exempel på hur de olika formerna av arbetslivsanknytning faktiskt beskrivs i existerande kursplaner tagits fram och redovisats för UL-ar och kursansvariga/ examinatorer. Sammanlagt har ett 15-tal exempel på kursplaner tillhandahållits och funnits tillgängliga i olika mappar i ett Fronterrum för projektet representerande de olika kategorierna av arbetslivsanknytning. De har funnits tillgängliga för UL-arna. Det har också varit tillgängliga för de av UL-arna identifierade kursansvariga/examinatorer för kurser där olika former av arbetslivsanknytning ska förekomma och synliggöras. Arbetslivsanknytningen har förekommit dels som mål, dels som aktivitet samt dels som examination.


Mål/Förväntat studieresultat
Efter genomgången kurs skall studenterna:
- ha insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete inom den specifika nischen för sitt projekt
- genomföra ett kvalificerat projekt med extern beställare inom givna resursramar
- ha planerat och genomfört ett utvecklings- eller utvärderingsarbete som motsvarar den kravnivå som ställs då studenten senare agerar i yrkeslivet
- ha presenterat sina resultat för målgrupper utanför universitetet både skriftligt och muntligt

Genomförande
Kursen genomförs som en tillämpning av de kunskaper studenten tillägnat sig inom sin inriktning. Tillär deltagande i planering och genomförande av ett avancerat utredningsuppdrag som kan innehålla nyutv Studenten deltar i kursen med sin inriktnings professionella basis som ingång och kommer att få arbeta möter i sitt framtida yrkesliv. Arbetet genomförs i grupp som delas in baserat på kompetens. Varje grup handledare från universitetet. Projektet stöds dessutom av externa handledare med yrkeserfarenhet. R

Genomförande
Kursen genomförs via föreläsningar där också tillämpningar av ekonomistyrningsmodeller presenteras och diskuteras varefter övningslektioner genomförs. Studenterna arbetar under kursens gång självständigt och i grupp med kurslitteraturen där de får arbeta med såväl teoretiska som praktiska ekonomistyrningsfrågor. Avslutningsvis diskuteras och behandlas projektarbetet inom ekonomistyrning på ett obligatoriskt seminarium i slutet av kursen.

En projektuppgift löper genom hela kursen där studenten lär sig hur man arbetar i projekt. Studenten skall under kursen gång genomföra ett projektarbete i grupp och med ett antal uppgifter som de löser. Projektarbetet har en tydlig näringslivskoppling då de skall undersöka och studera hur och på vilket sätt ett specifikt versamt företag använder sig av styrmedel i sin vardag. Som ett led i kontakterna med ett företag rekommenderas studenterna till att ta kontakt med företaget i fråga för att i möjligaste mån erbjudas ett studiebesök hos dem.

Figur 1. Exempel på formuleringar i existerande kursplaner i kursmål respektive i genomförande. De gulmarkerade texterna avser arbetslivs-anknytningen.

En workshop för UL-ar och kursansvariga/examinatorer genomfördes under mars månad med syfte att visa på olika kursplaneexempel med olika former av arbetslivsanknytning. Dels som mål, dels som aktivitet samt dels som examination. Workshopen sändes även via Adobe connect (eftersom LTU har utbildningar och examinatorer/kursansvariga på flera orter) och den spelades in. Videoinspelningen har sedan funnits tillgänglig via Fronterrummet för UL-ar, och examinatorer/kursansvariga.

”Skrivarverkstäder” genomfördes under några dagar i slutet på mars, på plats med UK, UL och examinatorer/kursansvariga men även via Adobe connect, för att möjliggöra för examinatorer/kursansvariga på andra orter att diskutera exempel på skrivningar i egna kursplaner utifrån de exempel som tillhandahållits.

Eftersom det ordinarie tillfället för att kunna genomföra revideringar av kursplaner för närmast kommande läsår passerades redan i mitten på februari 2013 utverkades vissa möjligheter att införa kompletterande skrivningar om arbetslivsanknytning i kursplaner i databasen för utbildningsplaner/kursplaner, Epok, under senvåren 2013 efter särskild framställan från prefekterna på berörda institutioner.

III. Resultat

En av de fyra berörda institutioner lämnade in en sådan framställan om att få göra kompletteringar i sammanlagt 19 kursplaner (Tabell 2 nedan) där arbetslivsanknytningen tillkommit i kursplanerna redan inför läsåret 2013/2014.

De övriga tre institutionerna valde dels att inarbeta arbetslivsanknytningen allt eftersom i kursplanerna och dels arbeta in arbetslivsanknytningen inför den årliga stora revideringen av kursplaner i februari 2014 inför läsåret 2014/2015. Möjligheten att därigenom se hela effekten av projektet föreligger först efter den årliga revideringen februari 2014.

Nedan i tabell 2 redovisas en lista över kurserna som reviderades för läsåret 2013/2014.

Tabell 2.
Lista över reviderade kursplaner

- A7006N Vetenskapliga metoder
- D0017E Introduktion till programmering för ingenjörer
- D0020N Utveckling av informationssystem
- D0023D Teknisk kommunikation
- D0031D Multimedia i nätverk
- R7013R Rymdinstrument
- F7004R Atmosfärfysik
- F7003R Optik & Radar
- R7004R Rymdfarkosters fysiska omgivning
- F7001R Rymdplasmafysik
- F7006R Solens fysik
- F7008R Solsystemets fysik
- F7011R Klimatfysik
- R7018R Omborddatorer för rymdfarkoster
- R7019R Rymdfarkosters delsystem
- R0006R Introduktion till rymdteknik
- E0003E - Elkretsteori
- E7025E - Projekt Teknisk fysik och Elektroteknik
- E7022E – Elektronikproduktion

Exempel på införda formuleringar i kursplaner redovisas nedan. Den gulmarkerade texten avser specifikt arbetslivs-anknytningen.

Kursen D0017E under Genomförande:
Under kursen hålls också en gästföreläsning av ett företag för visa hur mjukvaruutveckling används i industrin

Kursen D0020N under Mål/förväntat studieresultat:
tillämpa teoretiska kunskaper om informationssystem genom att analysera ett företags informationssystem

Kursen D0020N under Kursinnehåll:
Undersöka ett företags informationssystem

Kursen D0020N under Genomförande:
Examinationsuppgifterna består av en quiz, rapporter, en muntlig redovisning, en större vetenskaplig rapport samt ett arbete som utförs i grupp där studenten undersöker ett informationssystem i ett valfritt företag.

Genom de genomförda förändringarna av kursplanernas innehåll uppnås en bättre överensstämmelse mellan det faktiska kursinnehållet och det som studenterna kan se inför deltagande i kurserna och i efterhand avseende förvärvad arbetslivsanknytning.

4:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Tekniska Högskolan vid Umeå universitet,
27 november – 28 november 2013

Kompetensportfölj – Näringslivssamverkan Integrerat med Reflektion över Eget Lärande och Personlig Utveckling

Ulf Jäglid[a], Marie Hagman[b]

[a]Kemi- och bioteknik, Chalmers Tekniska Högskola, 412 96 Göteborg
[b]Careers Service, Chalmers Tekniska Högskola, 412 96 Göteborg

Sammanfattning—**För att förbereda studenterna inför arbetslivet och stimulera djupinlärning, genom ökad motivation, har en kompetensportfölj tagits fram för kemiingenjörsprogrammet på Chalmers. Det övergripande målet med kompetensportföljen är att studenterna ska få en klarare självbild och större kunskaper om arbetslivet och därmed vara bättre förbereda för den kommande yrkesrollen som ingenjör. Kompetensportföljen innehåller sex delar: A. Reflektion och dokumentation av kompetens, B. Karriärplanering, C. Kunskap om arbetsmarknaden (studiebesök och alumniträffar), D. Marknadsföring av den egna kompetensen, E. Gruppdynamik och F. Valbar praktikkurs. För att underlätta för studenterna att medvetandegöra sin kompetens har Blooms taxonomi tillämpats. I denna modell arbetar studenterna med frågor som rör fakta, förståelse, tillämpning, analys, syntes och värdering. Studenten inleder varje kurs med att reflektera över kursernas lärandemål, och dokumentera sina egna lärandemål och förväntade studieresultat. Efter avslutad kurs reflekterar studenten återigen över kursens och de personliga lärandemålen och i vilken utsträckning dessa uppnåtts. En central del i kompetensportföljen är karriärplanering där studenten får lära sig att formulera sin kompetens i både tal och skrift. Fokus är att studenten i möte med företagsrepresentanter och arbetsgivare ska kunna berätta om sig själv, sina styrkor, färdigheter och vad som engagerar. Övningar ges i hur man skriver en slagkraftig jobbansökan, personligt brev och CV. Att karriärplanera är att öka sin självkännedom och knyta ihop kurskunskaper och insikter om arbetslivet, som fås under studiebesök och alumniträffar, med den egna personligheten. Utvärderingar gjorda på Chalmers visar att studenternas kunskaper om sig själva ökar och självförtroendet stärks samt att de blir mer engagerade och motiverade. Kontakter med näringslivet visar att arbetsgivare har positiva erfarenheter av studenter som har karriärplanerat, eftersom dessa studenter gör mer genomtänkta karriärval och felrekryteringarna blir färre. Att inom ramen för en kompetensportfölj integrera näringslivssamverkan med moment som tar upp personlig utveckling och reflektion över det egna lärande har varit uppskattat av studenterna och erfarenheterna från ett pilotprojekt har lett till att konceptet implementeras på kemiingenjörsprogrammet med start i årskurs 1 under läsåret 2013/2014.**

Nyckelord—**Blooms taxonomi, gruppdynamik, karriärplanering, kompetensutveckling, näringslivssamverkan, reflektion.**

I. Introduktion

Under perioden juni 2011 till september 2012 gjordes en översyn av kemiingenjörsprogrammet på Chalmers. Översynen var indelad i tre faser: inventering, analys och programdesign/implementering. Översynen innefattade att jämföra programmet med nationella och internationella utbildningar, att se över moment inom personlig och professionell utveckling samt att samla in synpunkter från näringsliv/samhälle, alumni, studenter och akademi. En viktig fråga som kom fram var behovet av näringslivssamverkan. Det har även framkommit i Chalmers senaste studiestartsenkät, ”10 frågor IN 2013”, att samverkan med näringslivet är av stor betydelse för studenten. På frågan om vad studenten skulle välja att delta i om det erbjuds på Chalmers kom ”Studiebesök på företag med anknytning till utbildningen” först av tolv möjliga alternativ. Som tredje mest populära alternativ kom ”Kontakter med yrkesverksamma”, endast passerat av ”Frivilliga studiegrupper”.

Kemiingenjörsprogrammet har tidigare haft en stark näringslivsprofil under åren 2003-2010 med en s.k. Co-op (Cooperative Education) inriktning. Co-op innebar att studenterna varvade teoretiska studier med arbetsperioder i näringslivet (totalt 28 veckor på programmet) och har varit mycket uppskattat av studenter och företag. Arbetet med att ta fram Co-op-platser har dock varit konjunkturberoende, vilket lett till att efterfrågan på platser har varit större än tillgången under vissa år. Beslut har därefter tagits att lämna Co-op konceptet.

För att se över möjligheten att öka näringslivsanknytningen under utbildningen startade under läsåret 2011/2012 pilotprojektet kompetensportfölj med en grupp studenter från kemiingenjörsprogrammet på Chalmers. Målet är att förbereda för arbetslivet genom att studenterna bygger upp en kunskapsbank om sig själva genom att dokumentera sina erfarenheter, reflektioner och kompetenser.

Kompetensportföljen innehåller sex delar: A. Reflektion och dokumentation av kompetens, B. Karriärplanering, C. Kunskap om arbetsmarknaden (studiebesök och alumniträffar), D. Marknadsföring av den egna kompetensen, E. Gruppdynamik och F. Valbar praktikkurs.

Ett viktigt led i arbetet med kompetensportföljen har varit att hitta redskap för att stärka studenters motivation eftersom forskning har visat på en tydlig koppling mellan hög motivation och goda studieresultat [1], [2]. Kompetensportföljen bygger till delar på portfoliometodik, som har sin grund i att försöka få förståelse för eget lärande [3]. Att se att man hela tiden utvecklas är av stor vikt och arbetssättet bygger på att man själv aktivt deltar i undervisningen och sin personliga utveckling. Genom dokumentation och reflektion ges även möjlighet att under utbildningen värdera det man gör. Detta arbetssätt har visat sig lämpa sig väl för högre studier och det är denna form vi valt att utveckla inom projektet.

Kompetensportföljen är en integrerad del av programmet och löper under hela utbildningen, se figurerna 1-3.

Åk 1 Hösttermin		Åk 1 Vårtermin	
Läsperiod 1	Läsperiod 2	Läsperiod 3	Läsperiod 4
Introduktion av kompetens-portfölj Allmän och oorganisk kemi **Studiebesök** Matematik	**Karriär-planering** Organisk kemi, **Grupp-dynamik** Matematik	**Alumniträff** Organisk kemi **Grupp-dynamik** Fysikalisk kemi Matematik	Industriell kemi **Studiebesök** Fysikalisk kemi forts. **Grupp-dynamik** Teknisk kommunika-tion 1

Fig. 1. Kompetensportföljens aktiviteter (fetstil) under årskurs 1. Aktiviteter som anges direkt under kursnamn ingår som del i kursen ovan.

Åk 2 Hösttermin		Åk 2 Vårtermin	
Läsperiod 1	Läsperiod 2	Läsperiod 3	Läsperiod 4
Industriell ekonomi och organisation **Studiebesök** Biokemi	Projekt-organsation **Grupp-dynamik** Teknisk kommunika-tion 2 Matematisk statistik	**Alumniträff** Reaktor-processer Teknisk kommunika-tion 2 forts. Teknisk termodynamik	Strömnings- och energi-teknik **Studiebesök** Separations-teknik 1

Fig. 2. Kompetensportföljens aktiviteter (fetstil) under årskurs 2. Aktiviteter som anges direkt under kursnamn ingår som del i kursen ovan.

Åk 3 Hösttermin		Åk 3 Vårtermin	
Läsperiod 1	Läsperiod 2	Läsperiod 3	Läsperiod 4
Separations-teknik 2 Analytisk kemi Teknisk kommunika-tion 3	**Strategisk karriär-planering** Materiallära Kemisk miljöveten-skap	Valbara kurser **Praktik kurs**	Examens-arbete

Fig. 3. Kompetensportföljens aktiviteter (fetstil) under årskurs 3. Aktiviteter som anges direkt under kursnamn ingår som del i kursen ovan.

Utvärdering av pilotprojektet har gjorts med enkäter och intervjuer och den positiva respons som kommit från både studenter och företag har lett till att konceptet introducerats i årskurs 1 under läsåret 2013/2014.

II. KOMPETENSPORTFÖLJENS DELAR

Kompetensportföljens sex delar presenteras mer detaljerat nedan. Erfarenheter som diskuteras kommer från pilotprojektet men även från studentgruppen som går i årskurs 1 under läsåret 2013/2014.

A. Reflektion och dokumentation av kompetens

För att underlätta för studenterna att medvetandegöra sin kompetens har Blooms taxonomi [4] tillämpats. I denna modell arbetar studenterna med frågor om FAKTA; ”*Vilka teorier har du lärt dig under kursen?*”, FÖRSTÅELSE; ”*På vilket sätt kan du använda dina nya kunskaper?*”, FÄRDIGHETER; ”*Vilka generella och ämnesspecifika färdigheter har du utövat och tillämpat på denna kurs?*”, ANALYS och SYNTES; ”*Inom vilka arbetsområden kan du använda dina färdigheter?*” och ”*Vad vill du utveckla vidare?*”, VÄRDERING ”*Har du uppnått lärandemålen för kursen?*” Utifrån denna analysmodell reflekterar studenten och bygger upp sin kompetensportfölj under utbildningstiden.

I figur 4 visas en modell av Blooms taxonomi. I den lägsta nivån, *fakta*, förekommer ingen djupare förståelse. Givna definitioner, fakta och kunskaper ska kunna återges. Begreppen ”identifiera” och ”reproducera” är centrala på denna nivå. I toppen av pyramiden, *värdera*, ska studenten kunna generalisera, förutsäga och teoretisera. Kunskaper ska kunna kombineras och användas på nya områden/situationer. Strategier ska även kunna kombineras med kunskaper till nya strategier samt bedöma strategins verkan och nytta. I mellannivåerna ökar komplexiteten gradvis från att *förstå* till att *tillämpa*, *analysera* till *syntes*.

Blooms taxonomi används även inom de andra delarna i kompetensportföljen. Syftet är att aktiviteterna i kompetensportföljen utformas så att studenten når så högt som möjligt i taxonomin, vilket underlättas genom att studenterna reflekterar.

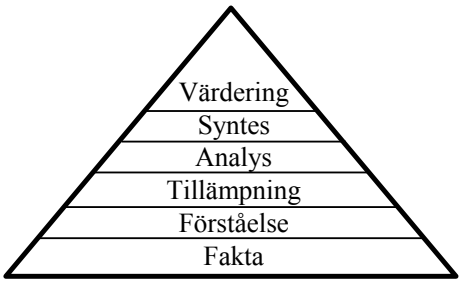


Fig. 4. Blooms taxonomi där komplexiteten på lärandet ökar från basen till toppen i pyramiden.

I början av varje kurs (en lektionstimme) får studenterna reflektera över kursens lärandemål, och dokumentera sina egna lärandemål och förväntade studieresultat. Fokus är på ämnesspecifik samt generell kompetens. Exempel på ett ämnesspecifik eget lärandemål på kursen i allmän och oorganisk kemi kan vara ”*Att förstå hur atomer är uppbyggda och kopplingar mellan och begränsningar för olika atommodeller”*. Ett eget lärandemål inom generell kompetens kan vara ”*Att förbättra mig att planera och utföra laborationer”*. Studenterna uppmuntras även att reflektera under pågående kurs och dokumentera vad de lärt sig. Tanken är att de samlar sina reflektioner i en personlig mapp/kompetensportfölj, vilket hjälper till att klargöra och komma ihåg vad kursen har gett dem.

Efter avslutade kurser genomförs en uppföljning. Syftet är att sätta kurskunskaper i ett personligt perspektiv – ”*Vad ger detta mig?*”. Studenterna upplevde det som en svår men viktig uppgift, vilket framgår i den utvärdering som gjordes i maj 2012, många studenter lämnade liknande kommentarer: ”*…med lärandemål och reflektioner kan ett större engagemang i kurserna bli en positiv följd*”, *”Är man engagerad blir man mer motiverad”* och ”*…att prata om kursernas innehåll och vad mina målsättningar är med kursen har hjälpt mig att förstå vad det är man läser och lär sig*”

B. Karriärplanering

Syftet med karriärplaneringen som ligger i åk 1 och åk 3 är att studenterna genom ökad självkännedom och kunskap om arbetsmarknaden ska kunna formulera egna karriärmål. Karriärplanering är en strukturerad metod som går ut på att öka individens självinsikt, ge kunskap om arbetsmarknaden och karriäralternativ och verktyg för att nå sina mål. Den är också kittet som fogar samman delarna i kompetensportföljen, vilket hjälper studenten att knyta ihop kurskunskaper och insikter om arbetslivet med den egna personligheten. En naturlig fråga att ställa sig blir ”*Vilken typ av jobb passar mig, utifrån min personlighet, mina kunskaper och färdigheter och mina värderingar och motivationsfaktorer?*”.

Den karriärplaneringsmodell som används är följande:

1. Nuläge, varför studerar jag?
2. Självinsikt – vem är jag? Vilka är mina starka sidor, intressen, värderingar och motivationsfaktorer.
3. Resursinventering, vad kan jag? – mina färdigheter och erfarenheter.
4. Kunskap om arbetsmarknaden, vad finns därute? – studiebesök och alumniträffar.
5. Mål, vad vill jag?
6. Handlingsplan, hur når jag mina mål? vad behöver jag göra?
7. Marknadsföring av den egna kompetensen.

I det första karriärplaneringsmomentet i åk 1 arbetar studenten med sitt nuläge, sin självinsikt och resursinventering: ”*Varför studerar jag*? *”* och *”Vem är jag och vad kan jag?*”
I det andra momentet i åk 3, strategisk karriärplanering, sätter studenten karriärmål och arbetar fram en handlingsplan för att nå målen.
Mellan det första och andra karriärplaneringsmomentet får studenten inblick i arbetslivet genom att besöka olika företag och möta alumner. Dessa inblickar och möten ökar kunskapen om alternativen och blir därmed en god hjälp när studenten ska sätta egna karriärmål.

Utvärderingar från karriärsplaneringskurser på Chalmers under perioden år 2006-2013 visar att studenternas kunskaper om sig själva ökar, och självförtroendet stärks. De blir mer engagerade och motiverade. Att ha karriärplanerat ökar känslan av att ha kontroll över sitt liv och att styra själv. Kunskaperna om arbetslivets krav och arbetsgivarnas förväntningar ökar. I sin tur skapar detta goda förutsättningar för att kunna förbereda sig på ett adekvat sätt inför det önskade framtida arbetslivet.

Kontakter med näringslivet i regionen har visat att arbetsgivare har positiva erfarenheter av studenter som har karriärplanerat. Arbetsgivare anser att studenter som har karriärplanerat gör väl genomtänkta karriärval vilket gynnar båda parter. Arbetsgivare upplever helt enkelt att felrekryteringarna blir färre. (Intervju 3 oktober 2012 med B-O Hertz, Manager, Network I&V, Ericson, Lindholmen, Göteborg).

C. Kunskap om arbetsmarknaden

Studenterna kommer under utbildningen att göra fyra studiebesök på företag samt möta yrkesverksamma kemiingenjörer vid två tillfällen under så kallade alumniträffar. Detta gör att studenterna får inblick i fler än tio företag under sin utbildning.

Studiebesök

Målet med studiebesöken är att studenten ska få en djupare förståelse för kursen och få inblick i ett företag vad gäller det specifika ämnesområdet t ex inom industriell kemi. Dessutom att få mer generell kunskap om företagets verksamhet, organisation och kultur: ”*Vad finns det för olika yrkesroller för en ingenjör på företaget?”, ”Vilken personalpolicy råder?”, ”Vilken företagskultur förekommer?”, ”Hur är företaget organiserat, ”Hur arbetar man med omvärldsanalys, jämställdhet, CSR (Corporate Social Responsibility), hållbar utveckling och säkerhet?”.*

Ett generellt upplägg har utformats för alla studiebesöken. Studenten besöker fyra stationer på företaget; HR, hållbarhet,

yrkesroller samt process/produktion. Exempel på upplägg för ett studiebesök (Akzo Nobel, Bohus under oktober 2013) ges i figur 5.

Aktivitet	*Tid*
Gemensam företagspresentation, därefter indelning i fyra grupper	15 min
HR-organisation, policy, jämställdhet, kultur, värderingar, rekryteringsprocesser, krav/förväntningar, omvärldsanalys	50 min
Hållbarhet och säkerhet CSR, hållbar kemi, växthus-effekt	50 min
LUNCH	
Yrkesroller inom kemi, arbetsinriktning, arbetsinnehåll	50 min
Väteperoxidfabriken	50 min
Summering, frågor	30 min
Enkät/utvärdering av studiebesöket	20 min

Fig 5. Aktivitetsschema för ett studiebesök hos Akzo Nobel, Bohus.

En vecka före studiebesöket får studenterna under en lektionstimme i uppgift att titta på företagets hemsida och att förbereda frågor inför besöket. Efter studiebesöket gör studenten sedan en skriftlig självreflektion om studiebesöket. Den ska innehålla personliga reflektioner om de områden som har tagits upp under studiebesöket och ska kopplas till den egna karriärplaneringen. Naturliga frågor att besvara blir då: ”*Vad var särskilt viktigt för mig?*” och ”*Är det här en arbetsplats för mig, varför, varför inte?*”

För att studenten ska få ut maximalt av studiebesöket är det viktigt att få träffa flera personer med olika roller på företaget samt att göra en rundvandring. Förslag på personer att träffa är HR/personalavdelningen, miljöansvarig, avdelningschef/medarbetare som arbetar med det specifika för kursen och kemiingenjörer, gärna alumner från flera områden.

Företaget förbereder besöket genom att arbeta med områden/frågeställningar som presenteras i punkterna 1-6.

1. Hur kan kursens innehåll kopplas till företagets verksamhet? Vilka metoder används, vilken utrustning används? Kursansvarig/läraren fyller själv på med aktuella och relevanta frågor under den här punkten.

2. Om yrkesroller, krav och förväntningar
    a. Vilka yrkesroller har kemiingenjörer på företaget idag?
    b. Vilka är deras roll, arbetsuppgifter, ansvar och befogenheter?
    c. Vilka är de efterfrågade och nödvändiga färdigheterna för att kunna utföra arbetet?
    d. Vilka personliga egenskaper krävs eller är önskvärda?
    e. Hur kommer dessa yrkesroller att utvecklas i framtiden? Vilka framtida yrkesroller kan skönjas?
    f. Vilka krav och förväntningar har företaget på sin personal?

3. Företagets vision och värderingar. Vilka uttalade och outtalade värderingar råder på företaget?

4. Hur är företaget organiserat? Divisioner, avdelningar och var kommer ingenjörerna in i organisationen?

5. Hur arbetar företaget med frågorna;
    a. Arbetsmiljö, fysisk och psykisk.
    b. Hållbar utveckling - vilken kunskap har företaget, arbetar man aktivt, är frågan viktig för arbetsgivaren?

6. Hur ser man på/arbetar med t ex avfall, den ökande konsumtionen, CSR (Corporate Social Responsibility) etc. Omvärldsanalys - hur görs detta arbete? Vem på företaget gör det? Vilka framtidsscenarior ser företaget t ex 20 år framåt?

Från gjorda utvärderingar har det klart framkommit att studenterna uppskattar studiebesöken. Vid det senaste studiebesöket (oktober 2013) i årskurs 1 svarade 71% *”Mycket bra”* och 29% *”Bra”* på frågan ”*Vad har du tyckt om studiebesöket*? Svarsfrekvensen var 100% (28 studenter) och svarsalternativen var på en fyragradig skala *(Mycket bra – Bra – Mindre bra – Dåligt)*. På frågan ”*Vad var bäst med studiebesöket*?” svarade många att de fått bättre uppfattning inom vilka områden de kan arbeta inom efter examen och att de förstått att det finns många fler områden de kan arbeta inom än vad de tidigare trott. På frågan ”*Har studiebesöket påverkat din motivation*?” var svaret nästan enhälligt ”*ja*” med motiveringar som att de förstått vilka förutsättningar och utvecklingsmöjligheter man har på ett företag och att man fått bättre perspektiv på utbildningen och vad den leder till.

Tidigare goda erfarenheter av väl förbedda studiebesök har även gjorts på civilingenjörsprogrammet i informationsteknologi på Chalmers. På programmet ges en kurs i ingenjörskompetens i årskurs 3, där det bland annat ingår att göra ett studiebesök på ett It-företag. Utvärderingar från denna kurs har visat att väl förberedda studiebesök är ett bra sätt att öka studenternas förståelse för hur företag fungerar och agerar inom områden som bland annat organisation, personalpolitik och hållbar utveckling.

Alumniträffar

I åk 1 och 2 arrangeras två träffar med alumner. Syftet är att i formen av rundabordssamtal, och med hjälp av förberedda frågor, få möjlighet att i mindre grupp ställa yrkesmässiga och

personliga frågor till en yrkesverksam ingenjör som själv har gått programmet.

Inför mötet med alumner under pilotprojektet i mars 2012 hade studenterna förberett sig med ett antal frågor. Utvärderingen visade att studenterna var mycket nöjda med detta upplägg. De hade fått ökad insikt och förståelse för arbetslivet. I enkätsvar från utvärderingen på frågan ”*Har mötet gett dig nya tankar – insikter om arbetslivet* ”svarade studentgruppen unisont JA. Några kommentarer var: ”*Bättre koll på vad man faktiskt gör sen i arbetslivet*”, ”*Sett att det finns stor variation av arbetsplatser och uppgifter*” samt ”*Det finns många olika sätt att ta sig dit man vill i sin karriärstege*”.

D. Marknadsföring av den egna kompetensen

Syftet med denna del är att studenten ska kunna formulera sin kompetens i tal och skrift. Att kunna paketera sin kompetens på ett vinnande sätt och att kunna marknadsföra sig är viktigt. I den första karriärplaneringskursen i åk 1 får studenterna träna på att muntligen presentera sig inför sina klasskamrater. Träningen ligger som en förberedelse till programmets arbetsmarknadsdag, där det finns möjlighet att skapa kontakter med presumtiva arbetsgivare. I kursen ges också en föreläsning om hur man skriver en slagkraftig jobbansökan, brev och CV.

I den strategiska karriärplaneringen i årskurs 3 putsar man vidare på sin marknadsföring. När karriärmålen är formulerade är det viktigt att kunna presentera och beskriva dessa för en presumtiv arbetsgivare. För att skapa större realism och trovärdighet, leds momentet av HR personal från studiebesöksföretagen, som ger tips om hur en jobbansökan bör se ut och hur man kan förbereda sig för anställningsintervjun.

Utvärderingar och erfarenheter från denna del visar att studenter som tränar att muntligen berätta om sig själv gör stora framsteg i att presentera sig och får därmed ökat självförtroende inför mötet med arbetsgivare.

E. Gruppdynamik

Gruppdynamikmomentet ligger i åk 1 och 2 och är integrerad i kurserna organisk kemi, fysikalisk kemi och projektorganisation. Syftet med gruppdynamiken är att studenterna skall lära sig att arbeta effektivt i grupp, förstå hur man själv bidrar och hur kommunikationen mellan gruppmedlemmarna bäst används för ett lyckat resultat. Gruppdynamik kommer in när ett praktiskt projekt pågår så att teorierna direkt kan appliceras på det arbete som görs och kompletteras med reflektioner.

Att samarbeta och ta ansvar för projektets genomförande kräver mer än att vara ”passiv” projektmedlem. Att hitta verktyg och verksamma metoder för att arbeta i grupp är ett sätt att öka gruppens medvetenhet om vad som krävs för ett gott samarbete som leder till ett lyckat resultat. Responsen har varit mycket positiv: *”Man lär sig mycket om sig själv och andra* ”och *”Det här är sådant man kommer ha nytta av hela livet”.*

F. Valbar praktikkurs

Denna kurs kommer att ges i årskurs 3 under läsperiod 3 (8 veckor under jan-mars) med start läsåret 2015/2016. Praktiken är en förberedelse för att kunna arbeta självständigt som professionell ingenjör. Genom den ska studenten få möjlighet att koppla ihop de teoretiska studierna med hur tillämpningen sker i praktiken. Studenten skall även reflektera över sina karriärmål och kommer att redovisa praktikperioden både skriftligt och muntligt. Kursen ges direkt före examensarbetet (mars-juni) och möjlighet finns därför även att studenten får en bra introduktion för examensarbetet (om detta görs på företaget). Studenten kommer själv att få ta kontakten med potentiella företag och arrangera praktikplats. Att själv finna praktikplats låter studenten använda de verktyg de fått under kompetensportföljen, vars syfte är att förbereda studenten att göra intåg i arbetslivet och få förståelse för arbetslivets krav och villkor och därmed snabbt bli professionella ingenjörer.

De mycket positiva erfarenheter av arbetsintegrerat lärande som programmet har från den tidigare Co-op-praktiken borgar för att studenter och företag kommer att uppskatta praktikkursen.

III. SLUTSATSER

Erfarenheterna från kompetensportföljens olika delar är hittills mycket positiva och det är vår övertygelse att införandet av kompetensportföljen stärker såväl utbildningen som studenterna. Lärandemålen blir mer relevanta för studenterna när de ser en koppling till arbetslivet under utbildningen Portföljens olika delar samverkar och hjälper studenterna att reflektera över sig själva och den förstärker studenternas självförtroende och motivation och hjälper dem att ta ut en karriärinriktning och förbereder dem för arbetslivet.

Kompetensportföljen aktiverar studenterna och ökar deras engagemang och samtidigt ökar utbildningens relevans och trovärdighet. Särskilt tydligt blir detta när studenterna reflekterar över sin egen roll i t.ex. karriärplaneringen och gruppdynamiken men också vid reflektionsuppgiften efter studiebesöken.

Kompetensportföljen hjälper studenten att snabbt bli klar över vad utbildningen leder till. Den svarar på frågan ”*Vad kan/ska hända när det är klart?*” Att tidigt förstå riktning och mål och reflektera över vad det betyder för en själv är avgörande för motivationen, vilken är starkt kopplat till studieresultatet.

REFERENSER

[1] Entwistle, N., McCune, V., & Hounsell, J. (2003) “Investigating Ways of Enhancing University Teaching-Learning Environments: Measuring Students’ Approaches to Studying and Perceptions of Teaching”. *Powerful Learning Environments: Unravelling Basic Components and Dimensions*. De Corte, E., Verschaffel, L., Entwistle, N., & van Merriënboer, J. (red) Oxford: Pergamon, 89–107.

[2] Trigwell, K., Prosser, M., & Waterhouse, F. (1999) “Relations between teachers’ approaches to teaching and student learning” *Higher Education* 37, 57–70.

[3] Roger Ellmin (2002) ”Portfolio – sätt att arbeta, tänka och lära”, Förlagshuset Gothia, Stockholm, Sverige.

[4] Bloom. B.S. (1956) “Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals”. Handbook 1, Cognitive domain. New York: David McKay.