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

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

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

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

I. Introduktion

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

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

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

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

II. BIOTEKNIK OCH MARINA SYSTEM VID KTH

A. Ingenjörsrollen i de marintekniska och biotekniska fälten

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Utöver dessa färdighetstrådar, som vi fortfarande anser är

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

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

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

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

IV. AVSLUTNING

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

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

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

ACKNOWLEDGMENT

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

REFERENSER

[1] Högskoleförordningen. SFS 1993:100. Bilaga 2, Examensordningen

[2] http://www.cdio.org/cdio-history, 2011-10-15

[3] www.cdio.org

[4] Edvardsson-Stivne, E. Jungert, T, (2007). Engineering students’ experiences of the transition from study to work. CDIO Knowledge Library. Cambridge, MA; Worldwide CDIO Initiative. http://www.cdio.org

[5] Eliasson, G., Eliasson, A., (1996) The biotechnological competence bloc. Revue d-economie idustrielle. 78:7-26.

[6] Nilsson, A. (2001) Biotechnology Firms in Sweden. Small Business Economics 17:93-103.

[7] Graham Gibbs (1992) Improving the quality of student learning, Technical & Educational Services Ltd, pages 1-11.

[8] Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. (2007). Rethinking Engineering Education, The CDIO Approach. Springer

[9] Yorke, M. (2006). Employability in higher education: what it is – what it is not. Higher Education Academy, ESECT Series One.

[10] Knight, P., Yorke, M. (2004). Learning, Curriculum and Employability in Higher Education. London: Routledge Falmer.