

Behov av genomgripande förändring av (civil-)ingenjörsutbildningarna. Unikt tillfälle för LiU/LiTH i samband med Bologna-processen?

Bengt Lennartsson, Inst. för teknik och naturvetenskap

Campus Norrköping, Linköpings universitet

benle@itn.liu.se, <http://www.itn.liu.se/~benle>

Sammanfattning: Det finns flera mycket goda skäl att göra genomgripande förändringar i ingenjörsutbildningarna nu, både innehållsmässiga och strukturella: Teknikutvecklingen med helt nya tillämpningsområden, nya krav på helhetssyn och hållbar utveckling, Globaliseringens inverkan på marknad, konkurrensförhållanden och grundläggande synsätt. Datortekniken som möjliggjort helt nya ingenjörswerktyg för beräkningar, modelleringar och simuleringar liksom helt andra förutsättningar för informationssökning och kommunikation. Vår industristruktur genomgår mycket genomgripande förändringar, där masstillverkning i verkstäder lämnar landet i snabb takt och där tjänstesektorn med båda industrirelaterad verksamhet och tjänster mot andra kundkategorier. Våra potentiella studenter ser naturligtvis dessa förändringar och också förändringar i examensstruktur med successiva val och etappexamina med krav på anställningsbarhet och byte av universitet och studieland.

I denna situation är det tveksamt om vår organisation internt och våra traditioner gör oss väl rustade för genomgripande förändringar över huvud taget. Kan det tidigare så unga vitala banbrytande universitetet ha fastnat i självgodhet och inskränkthet? I det följande använder jag begreppet *ingenjörsutbildning* som ett generellt begrepp innefattande bl.a. de nuvarande högskole- och civilingenjörsutbildningarna

Behov av förändring av innehåll – flera faktorer samverkar

Ingenjörsutbildningar - kort historisk bakgrund

Ingenjörsutbildningen har historiskt utvecklats från 1800-talets praktiska verkstadsutbildning till att under 1900-talet ha blivit alltmer teoretiserad och akademisk. Utvecklingen mot kunskap och förståelse på vetenskaplig grund, och med matematiken som grundläggande verktyg, har haft en bred uppslutning. Inom flertalet teknikområden har man haft ett gemensamt behov av en förmåga att kunna beskriva konkreta ingenjörsmässiga problem med hjälp av ekvationer och samband. Dessa har ibland baserats på modeller utvecklade på (natur-)vetenskaplig grund, och ibland mer haft karaktären av erfarenhetsbaserade tumregler.

En betydande del av utbildningen har syftat till att träna upp en förmåga att, algebraiskt och aritmetiskt, finna lösningar till dessa samband. Den färdige ingenjören har förväntats ha en förmåga att inom sitt område, för varje nytt konkret problem, kunna beräkna lämpliga dimensioner och välja lämpliga material för axlar och balkar, för kyl- och värmesystem, för broar och vägbankar, för elkraftsystem och elektroniska förstärkare, osv. Sådana beräkningar upprepades för varje ny trafikplats eller byggnad, varje nytt system eller ny anläggning. Ingenjören har varit tränad i att utföra dessa uppgifter med hjälp av papper och penna, handböcker och tabeller, och beräkningshjälpmedel i form av räknesticka och senare i form av miniräknare och datorstöd. I kurser och examination inom matematikämnet har man dock inte tillåtit normalt använda ingenjörswerktyg.

Utbildningens koppling till kommande yrkesroll har, fram till för några få år sedan, behållits i form av krav på miljöpraktik före och under utbildningstiden. I dag finns, för flertalet utbildningar, inget krav alls på industri- eller miljöpraktik.

En historisk belysning av utvecklingen av ingenjörsutbildningarna i USA under perioden 1900-1965 finns i [1].

Datateknikens utveckling

Beräkningsingenjören och den enskilde uppfinnaren – kraftigt minskad volym

Historisk har nog metaforen för ingenjörnsrollen varit uppfinnaren, som alldeles själv hittar lösningen på ett väldefinierat problem. Lösningen är korrekt eftersom den satisfierar de ekvationer och samband som hör ihop med det väldefinierade problemet. Ingenjören har i stor utsträckning haft en beräkningsroll. Idag är dock beräkningsarbetet i stor utsträckning automatiserat. När man väl kommit så långt att det

återstående problemet består av ett finna lösningar till uppställda samband, kan man, likt tecknade TV-professorn Baltazar, lämna över arbetet till datorverktygen.

Ingenjörrollen, utanför de akademiska forskningsgrupperna, innebär ofta att *formulera* problem utgående från en komplex och ofta snabbt föränderlig verklighet. Vilka funktioner och egenskaper vill man försöka realisera i den nya komponenten eller det nya systemet? Vad ger bäst kundnytta? Varför? Vilka är alternativen? Vad har den först förslagna lösningen för svagheter och begränsningar? Arbetet görs i grupper, som ofta (och med fördel!) är mycket heterogena med avseende på utbildning och ämneskompetens, kulturell och etnisk bakgrund, mm. För ingenjören, som skall bidra i denna process, räcker det inte med goda kunskaper i matematik, naturvetenskap, och snävt ämnesindelade tekniska tillämpningskunskaper. Lika viktigt är förmåga att förstå helt olika synsätt och olika mentala modeller. Det krävs en utvecklad förmåga att kunna kommunicera och förklara, och även förändra, sitt eget tänkande.

I en situation där praktiskt taget alla skall utbildas till beräkningsingenjörer, men med olika specialisering med avseende på tekniskt tillämpningsområde, är det rationellt att lägga så mycket som möjligt av den gemensamma matematiska färdighetsträningen och förståelsen i de första årskurserna. I en situation där detta bara är nödvändig gemensam grund för en mindre del av ingenjörerna är detta inte lika självklart. Det finns idag ganska många kvalificerade ingenjörsuppgifter som inte bygger på färdighet, eller ens djup förståelse för, lösning av ordinära och partiella differentialekvationer. Kanske träning i att kommunicera att förstå och förklara sitt eget tänkande, att kunna se bortom det invanda, istället borde vara något som ingår i den för alla ingenjörer gemensamma grunden? Kanske förmåga att förstå kvalitativa samband och användning av modernt datorstöd idag är ännu viktigare än färdighet att utföra beräkningarna *utan* datorstöd?

WWW ersätter stor del av minneskunskap och handböckerna i bokhyllan

Datortekniken har inte bara möjliggjort automatisering av utförandet av beräkningar, den har också drastiskt minskat behovet av handböcker och minneskunskap. Ingenjörsutbildningen har nog alltid syftat främst till förståelse av fenomen och samband, men av praktiska skäl har man varit tvingad att lägga in en hel del beräkningsträning. På samma sätt har man, av praktiska skäl, lagt in en hel del rena minneskunskaper om normer, konstruktionsregler, material- och komponentegenskaper. Tanken har väl varit att man inte ständigt kan bära med sig alla handböcker eller pärmar med normer och datablad. Idag ligger mycket av denna kunskap inlagd i färdiga datormodeller och -verktyg. Behöver man någon gång tillgång till vissa data, normer eller regler, är det snabbare att hämta över Internet än att leta i minnet eller att sträcka ut handen till bokhyllan efter den sökta källan. Fördelen med Internet är också att man då får en automatisk uppdatering (förutsatt att man väljer eller har satt upp lämpliga länkar).

Den tid som tidigare förbrukats för att plugga in rena faktakunskaper (och att examinera dem!), kan nu användas till att utveckla en djupare och mer kvalitativ förståelse. Synen på vilken kunskap och förmåga som utbildningen verkligen skall utveckla kan och bör diskuteras mera förutsättningslöst.

Konsekvenser av globalisering och av krav på helhetsansvar

Globaliseringen senaste årtiondena har ganska dramatiskt förändrat förutsättningarna allmänt för både utbildning, arbetsmarknad, tillverkningsindustri, tjänstesektor och offentliga myndigheter och organisationer. Före förändringen hade våra större företag i huvudsak svenska ägare, hade en ganska skyddad hemmamarknad, en ganska svensk eller skandinavisk företagskultur dominerad av anställda med svensk bakgrund och svensk utbildning. Vi hade ett ganska nationellt regelverk när det gäller tekniska normer, upphandlingsregler, anställningsregler, sociala trygghetssystem och mycket annat. Många mindre tillverknings- och tjänsteföretag hade en stabil och ganska lojal kundbas, ofta lokalt eller regionalt förankrad. Detta var en av orsakerna till att förändringstakten ofta var måttlig och hanterlig. Man kunde formulera sin strategi och basera den på en ganska begränsad mängd faktorer, geografiskt, branschmässigt och kulturellt.

Idag är situationen drastiskt annorlunda. Många företag ingår i globala koncerner, som inte känner någon speciell lojalitet mot svenska anställda, svenska orter, eller svenskt tänkande. Det räcker inte längre att vara bäst och effektivast i sitt närområde eller att bevaka konkurrenter i sin egen region. Det räcker inte att förstå svensk kultur och svenska synsätt. Regelverket är till att börja med europeiskt. Marknaden är i flertalet branscher i huvudsak global. Interkontinentala transporter är snabba och billiga för flertalet typer av varor.

Helhetssyn och multikulturell förståelse

Globaliseringen är *en* av de faktorer som lett till att det idag krävs en helt annan förståelse för helhet och sammanhang än tidigare. Hur är det med anställningsvillkoren och arbetsmiljön hos underleverantörerna borta i Asien? Använder vi råvaror på ett etiskt försvarbart sätt? Uppfyller vi EG:s direktiv om upphandling av tjänster? Har vi lika behandling av anställda oavsett kön, etniskt ursprung eller sexuell läggning? Kan företagsnamnet eller något produktnamn uppfattas som stötande på något annat språk? Och, inte minst, är det vi erbjuder våra kunder långsiktigt konkurrenskraftigt på den globala marknaden?

Förvandlingen av den breda praktiskt orienterade ingenjörsutbildningen till vetenskapligt förankrad akademisk utbildning under 1900-talet har inneburit en fragmentisering. När man på institutionerna har utformat innehåll och struktur i olika ingenjörsutbildningar, har erfarenheten ofta varit begränsad till forskningen inom de egna ämnena. Civilingenjörsutbildningarna verkar ibland nästan ha utformats för att vara rekryteringsbas till forskarutbildning snarare än att vara anpassade till civilingenjörrollen på arbetsmarknaden i övrigt. En mycket liten del av lärarna har industriell erfarenhet. Den ämnesmässiga specialiseringen har gjort att forskningsprojekten ofta är snävt avgränsade och analytiska till sin karaktär: att göra mätningar på ett nytt material, att göra jämförande studier mellan olika verktyg eller metoder, att utvärdera en modells överensstämmelse med mätvärden i en viss situation etc. Vår undervisning är ofta styrd av valda modeller och verktyg. Vi illustrerar användbarheten i väl tillrättalagda situationer snarare än att diskutera angreppssätt vid verkliga och därmed mer komplexa problem.

När vi tränar studenterna i grupparbete sker det ofta inom ramen för en viss kurs och med studenter från samma kurs, program och årskurs. Den värdefulla träning, som studenterna skulle behöva, i att i en kulturellt och ämnesmässigt heterogen grupp försöka förstå varandra och diskutera sig fram till ett gemensamt synsätt på ett komplext problem, har vi svårt att genomföra i undervisningssituationen.

Snabb utveckling

Den globala marknaden gör att man i de flesta branscher inte kan tillåta att en konkurrent, ens på en annan kontinent, får ett betydande tekniskt försprång. Ofta måste man i ett utvecklingsprojekt, under projektets gång, göra anpassningar till ny teknikutveckling, till konkurrenters aktiviteter och till kundernas förändrade preferenser. En projektorganisation med många överlämnanden, på vägen från ny information till beslut och sedan tillbaka med förändrade krav och mål, är för otymplig. Det är den som *först gör tillräckligt rätt* som vinner, inte den som efter lång tid kommer fram med den allra bästa lösningen.

Out-sourcing

Under en lång tid har vi haft ett flöde ut från landet av arbetsuppgifter. Först inom textilindustri, sedan varvsindustri, och masstillverkning av elektronikprodukter. Framtiden för svensk tillverkning inte bara av dammsugare utan också av vitvaror och personbilar är osäker. Idén med denna globala omfördelning av produktionen är effektivisering till allas nytta, och hittills har det väl fungerat så, även om det idag finns de som ifrågasätter vinsterna med out-sourcing i allmänhet. Idag är det ju inte bara tillverkningen som flyttar ut utan även utvecklingsarbete och inte minst beräkningsuppgifter och utveckling av programvara. Allt detta är uppgifter som man sannolikt kan göra minst lika bra i Indien eller Kina som i Sverige, och till en bråkdel av kostnaden.

Vad blir det för ingenjörsarbetsuppgifter som kommer att finnas kvar i Sverige? Det är rimligen till dessa våra utbildningar främst måste anpassas.

Kommer bolognaprocessen att förändra studenternas val?

Bolognaprocessen diskuteras i många olika sammanhang, så det finns ingen anledning att göra en längre presentation här. Såväl nuläge som historiskt förlopp beskrivs på adressen [2] under regeringens hemsida. Viktigt för resonemanget om behov av förändring är två saker: Grundmodellen för examina på universitetsnivå är att man *först har en treårig utbildning*. Examen från en sådan skall uppfylla två krav, *employability*, dvs den skall vara sådan att personer med en sådan examen efterfrågas på arbetsmarknaden, och *mobility*, dvs studenter med en sådan examen skall kunna söka till fortsatt utbildning på nästa nivå, år 4-5, även vid andra universitet i andra länder. Vid sidan av grundmodellen kommer man att kunna ha olika *yrkesexamina*. Det ser nu ut som om det blir tillåtet att i Sverige ha en sammanhållen utbildning, 4,5 eller möjligen 5 år, till civilingenjörer och högskoleingenjör, 3 år. Studenternas val, snarare än universitetens utbud, kommer att avgöra de framtida relativa volymerna.

Övergångsvis åtminstone kommer det säkert att finnas studenter, som inte är intresserade av att utnyttja etappexamen eller byte av studieort efter tre år, utan väljer ett sökalternativ "civilingenjörsprogram 180p/" (möjligen 200 p). Men det kommer säkert också att finnas studenter, som tilltalas av att få en utbildning,

där man kan gå ut och söka jobb efter tre år, samtidigt som man har möjlighet att välja att studera vidare två år, och då vid ett stort antal europeiska universitet. Det förefaller mig helt poänglöst för en student att välja ett universitet, där man har en etappexamen efter tre år som i stort sett bara förbereder för ytterligare två års studier vid samma universitet.

LiTH har i denna situation en mycket stor konkurrensfördel. Vi har i samma organisation hanterat både civilingenjörsprogram och högskoleingenjörsprogram. Vi har stor erfarenhet av samläsning av olika kurser, och vi skulle mycket enkelt kunna göra omflyttningar så att civilingenjörprogrammets tre första år blir praktiskt taget helt identiska med respektive högskoleingenjörsprogram. De ytterligare teoretiska grunder som behövs för år 4-5 skulle enkelt kunna förläggas till år 4. Hur som helst måste ju våra mastersprogram ändå vara anpassade till sökande från andra universitet i andra länder. Tankemodellen, där vi utformar en fyra och ett halvt- eller femårig utbildning, genom att i detalj anpassa kurserna i år 1-3 och kurserna i år 4-5 till varandra, är ju ändå helt obsolet.

De nya kriterierna – en tolkning av trender

En mängd faktorer, bl.a. de som presenterats ovan, pekar på behovet av en genomgripande förändring av ingenjörsutbildningarna. Tanken är varken unik eller ny. En sökning i Google på frasen *reengineering engineering education* ger 280 träffar. Diskussioner om behov av förändringar förs vid de många internationella konferenserna som hålls om ingenjörstudier, allmänt och inom olika områden. Se t.ex. konferenserna, som ordnas av *INEE, International Network for Engineering Education and Research* [3].

Lyckligtvis handlar det inte bara om behov av att tillföra nytt innehåll. En hel del av det gamla kan och bör plockas bort. Det är utan vidare möjligt att tona ner av den tidigare omfattande träningen i att *utföra* beräkningsarbetet, och istället lägga in träning i förståelse för kvalitativa samband, helhet och sammanhang. En stor del av den tid som tidigare lagts på förmedling och examination av rena faktakunskaper kan ersättas av träning i kommunikation och i grundläggande principer för (ny-)tänkande. Rent deklarativa minneskunskaper av typen vilka sju faktorer som karakteriserar metoden x eller modellen y kan med fördel helt utgå.

I en situation där det är studenternas val och inte politiska beslut som reellt är dimensionerande för olika utbildningar är det klokt att vara mycket lyhörd för studenternas preferenser. Om de inte efter första terminen känner att de valt rätt, byter de till en annan utbildning eller avbryter studierna. Ser de en väg med successiva val kan detta vara mer attraktivt, än att direkt efter gymnasiet fatta beslut om en femårig utbildning.

Vilket är egentligen dagens behov? Vilka kunskaper och förmågor behövs i dagens (civil-)ingenjörroll? Här skulle vi verkligen behöva forskningsanknytning; en anknytning till forskning om vad dagens arbetsuppgifter innebär [4] och vad framtiden kommer att kräva. Vissa trender förefaller dock ganska klara och tydliga:

1. Studenterna måste efter första terminen känna att de valt rätt (och åka hem och berätta det för kompisar, släkt och andra). Detta betyder absolut inte att första terminen måste vara kravlös. Tvärtom! Studenterna måste känna att de verkligen utvecklats. Att de fått ny kunskap och förmåga de inte hade förut. Att de fått jobba hårt, men att det var värt det!
2. Vi måste se över innehållet i våra utbildningar, termin för termin, så att innehållet verkligen är anpassat till utveckling av den kunskap och förmåga som ingenjörrollen i det aktuella området kräver i framtiden och inte bara av tradition det som krävdes för några årtionden sedan. Detta kan leda till betydande ökning av matematik och allmän problemlösning, eller kanske inom vissa områden en kraftig minskning. Ganska klart krävs dock en genomgripande förändring av innehållet i matematikkurserna och deras placering i olika terminer. Väldigt mycket (ny-)tänkande är associativt och induktivt snarare än deduktivt. Inte ens matematiken själv utvecklas genom deduktiva resonemang; de är oftast efterhandkonstruktioner
3. Vi bör vara förberedda på, gärna ledande i landet, när det gäller att erbjuda flexibilitet och stöd för olika valalternativ under utbildningens gång. Det gäller smidiga övergångar mellan olika program, stöd för att fortsätta studier på annan ort, och stöd för studenter som kommer hit för år 4-5 med innehåll i år 1-3, som avviker från vårt. En ordentlig rådgivning, utgående från studenternas bästa, höjer långsiktigt värdet av vårt varumärke.

Motstånd mot förändring

De tre punkterna i förra avsnittet är i sin allmänna formulering kanske inte speciellt kontroversiella, men om man skulle vilja genomföra någon av dem till någon del, blir motståndet ganska tydligt och kompakt.

Bo Ahrenfelt [5] menar att varje förändring möts av ett motstånd. Gör den inte det är det ingen verklig förändring.

Etablerade tankemönster

LiU och LiTH brukar framställa sig som banbrytare och föregångare. Exempel är temaorganiserad forskning, PBL-satsning inom vårdutbildningarna, civilingenjörsprogrammen för industriell ekonomi och datateknik och satsning på storinstitutioner.

När dessa innovationer infördes skedde det under kritik från de etablerade: "Temaforskning skulle utarma ämneskunskapen", "datateknik är bara ett speciellt tillämpningsområde inom elektroniken", "man måste läsa anatomi, patologi och histologi i två år innan man kan förstå något om patienters besvär", "kombinerar man ekonomi och teknik blir man varken ingenjör eller ekonom" osv. LiU var ungt och oerfaret och hade inte etablerat interna maktstrukturer. De etablerade lärosätena hade erfarenhet och visste bäst.

Liknande reaktioner har förekommit tidigare, långt före LiU:s tillkomst. Genomgående har det funnits företrädare för det etablerade som, ibland med förakt, i sin självgodhet hånat de som velat förändra. "Digitaltekniken är bara ett trivialt specialfall av analog elektronik". "Att det går elektrisk ström i stället för olja i kopparrören ändrar inget i de grundläggande konstruktionsberäkningarna". Ett gammalt anrikt universitet ville inte satsa på dagsländan datalogi utan på de långsiktigt värdefulla ämnena.

När bolognamodellen diskuteras blir utgångspunkten spontant att vi måste kämpa för att behålla det vi har. Hur skall vi kunna uppfylla modellens krav med minsta möjliga förändring? Jo, genom att låta civilingenjörstudenterna avlägga en teknisk kandidatexamen, när de läst de tre första åren som de ser ut idag, och att behålla de högre årskurserna som de är (helst förlängt till år eftersom det ändå tar så lång tid för de flesta). Studenter som kommer hit för en master's-examen måste komplettera, så att de får just de förkunskaper som våra tekniska kandidater har. Man vill inte se möjligheterna. Värdet av att studenter i allmänhet, även våra, byter universitet efter tre år. Värdet av att bredda innehållet under de tre första åren, så att det blir av värde, inte bara som förberedelse för våra egna år 4-5.

Bevakning av egna makt- och statuspositioner

Universitetens grundstruktur är fakulteterna och deras ämnen. Under många generationer har man i rekryteringen befordrat de i sitt ämne mest kunniga och framstående, och därmed en specialisering. De utnämnda har sedan stått för kriterier och urval när det gäller nästa generation. I detta ligger som en naturlig konsekvens en kraftig betoning av betydelsen av det egna ämnet och sin egen betydelse, kompetens och rent av sitt eget omdöme. Varje tendens att ifrågasätta dessa strukturer uppfattas som hot mot vetenskapen och mot universitetens frihet. Paradoxalt nog gäller inte den allmänt omhuldade kritiska och ifrågasättande attityden det egna ämnet eller den egna verksamheten. När LiU var ungt hade personerna i organisationen inte hunnit etablera sina positioner eller binda sin prestige i olika ståndpunkter. LiU kunde vara, och var, den nytänkare och föregångare man fortfarande tror sig vara.

Idag är LiU etablerat, externt och internt. Vi har ämnen och ämnesföreträdare som bevakar sina positioner snarare än spontant ser värdet av samverkan över disciplinerna och fakulteterna. Vi har nämnder som främst kämpar för förbättra och försvara det man själv byggt upp. Naturligtvis finns det undantag; individer och grupperingar, som vill pröva nya idéer. Detta är dock inte längre något som uppmuntras eller uppskattas inom systemet.

Strategiska frågor lyfts inte fram till en öppen diskussion, utan hanteras i slutna grupper. Ställningstaganden och motiveringar är inte alltid lättillgängliga. Ifrågasättande och kritik är inget som systematiskt välkomnas och uppmuntras.

Mitt intryck är att LiU just nu är väldigt långt ifrån den idealbild vi själva försöker måla upp av ett universitet, dvs en miljö präglad av öppenhet, kritiskt tänkande och ifrågasättande. Mina ögon ser stagnation och brist på initiativkraft på många nivåer. Tid och mentala kapacitet kanaliseras mest åt organisation snarare än innehållsmässiga innovationer. Man diskuterar, utan att klargöra vilka problem man vill lösa, förändring av institutionsindelning, förvaltningsorganisation och av nämndorganisationen i ett ganska kortsiktigt, navelskådande och snävt perspektiv. Man inväntar reaktivt, vad andra aktörer skall säga och göra, snarare än att som tidigare vara pro-aktiv och ha egna idéer och visioner, ta täten och vara en föregångare.

Jag avstår från att ge mer konkreta exempel. Syftet är inte att angripa enskilda personer eller händelser, utan att försöka belysa stämningarna allmänt, som jag uppfattar dem.

Slutord

Behovet av genomgripande förändringar ät, som jag ser det, uppenbart. Uppslutningen bakom det grundläggande resonemanget är vad jag hört hittills ganska stor. Tyvärr betyder inte detta att något kommer att hända. Vår tradition är ju att var och en har mycket stor frihet att göra som hon/han vill. Detta har varit en styrka historiskt. Det har gjort oss mindre sårbara för politiska och religiösa påtryckningar. Svagheten är dock att vi inte har förmåga att gör en samlad strategisk förändring när det verkligen är motiverat. Vår rektor brukar säga ”att vara unieversitetsrektor är som att vara herde för en flock katter” (frasen *herd cats* ger drygt 29 000 träffar i Google). Kerstin Fredga, ledamot av styrelsen för Luleå tekniska universitet, sade en gång: ”att försöka ändra något på ett universitet är som att flytta en kyrkogård – räkna inte med nån hjälp från de berörda” (*move a graveyard* ger 160 träffar i Google).

Referenser:

[1] *Journal of Engineering Education*, Vol. 88, No. 3 (July 1999). pp.285-294. Seely, Bruce E : The other re-engineering of engineering education, 1900-1965.

[2] <http://www.regeringen.se/sb/d/1895/a/12627>

[3] <http://www.ineer.org> allmänt och speciellt

Karen Frair: *The NSF Foundation Coalition Reengineering Engineering Education*
med URL:

<http://www.ineer.org/Events/ICEE1997/Proceedings/paper181.htm>

[4] Bengt Lennartsson, Roland Ekinge, Evabritt Sundin, Kristina Davidson Söderman: A New Learning Model Designed to Support the Development of Shared Understanding of New Complex Situations, Problems, and Systems . *Proceedings of The 9th World Conference on Continuing Engineering Education. WCCEE*. Tokyo, May 15-20, 2004.

[5] Bo Ahrenfelt: *Förändring som tillstånd. Att leda förändrings- och utvecklingsarbete i företag och organisationer*. Studentlitteratur AB, andra upplagan 2001. ISBN: 9144013906