



**LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA**  
Lunds universitet

## **Är resultatet rimligt?**

***– Pedagogiska reflektioner kring LTH studenters förmåga till kritiskt tänkande och rimlighetsbedömningar***

### **Kursprojekt i Högskolepedagogisk introduktionskurs VT 2005**

Stephen Burke, Byggnadsteknik  
Eva Eriksson, Teknisk ekonomi och logistik  
Gunnar Modig, Miljö- och energisystem  
Christian Sohl, Elektrovvetenskap  
Catrin Tufvesson, Miljöpsykologi

## Sammanfattning

Kritiskt tänkande och rimlighetsbedömning förutsätts vara grundläggande förmågor som en nyexaminerad civilingenjör ska besitta. Men dessvärre har dagens LTH student sämre förmågor än för tio år sedan. Räknehjälpmedel, mindre kontakt med industrin och sämre förkunskaper är bidragande orsaker till den negativa utvecklingen.

Det finns dock pedagogiska möjligheter för lärarna att stimulera studenterna till ingenjörsmässighet bl a genom att

- utveckla problem med verklighetsanknytning och ”öppna” till sin karaktär
- i mindre grupper arbetas lösningen fram i vilka olika lösningsförslag växer fram
- redovisning sker muntligt eller skriftligt med stor vikt lagd vid resonemang kring resultatets kvalitet som kan påverkas av mätfel, gjorda antaganden, vald lösningsmetod mm.
- laborationer behålls
- införa/utveckla kurser utan räknehjälpmedel (ex. facit, räknedosa, dator)
- fortsätta bibehålla samt utöka studenternas kontakt med industrin under (hela) sin utbildning
- återinföra den obligatoriska praktiken

Studien bygger på en litteratursökning och intervjuer med erfarna LTH lärare.

# Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>II</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b>	<b>III</b>
<b>1. BESKRIVNING AV SITUATIONEN</b>	<b>1</b>
<b>2. PROJEKTFRÅGOR</b>	<b>1</b>
<b>3. PROJEKTMÅL OCH AVGRÄNSNINGAR</b>	<b>2</b>
<b>4. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT</b>	<b>2</b>
<b>5. LITTERATURSÖKNING OCH INTERVJUER - RESULTAT</b>	<b>2</b>
5.1 ALLMÄN TEORI	2
5.2 HUR FORMULERA BRA PROBLEM?	4
5.3 OLIKA LÖSNINGSMETODER	5
5.4 RÄKNEHJÄLPMEDEL	6
5.5 KRITISK GRANSKNING AV RESULTATEN	7
5.6 PRESENTATION	8
5.7 SUMMERING	8
<b>6. REFLEKTIONER</b>	<b>9</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>10</b>
<b>BILAGA 1. INTERVJUGUIDE</b>	<b>11</b>
<b>BILAGA 2. CITAT FRÅN LUNDS UNIVERSITETS STRATEGISKA PLAN 2002-2006 UTDRAG UR HÖGSKOLELAGEN (1992:1434)</b>	<b>&amp; 12</b>

## **1. Beskrivning av situationen**

Har du som lärare vid LTH funderat över vad kritiskt tänkande är? Vilka pedagogiska grepp använder du för att uppmuntra studenterna till kritiskt tänkande? Upplever du att studenterna kan värdera rimligheten i svaret eller lösningen de ger till ett problem?

Vi, en grupp lärare vid vitt skilda institutioner, undrar vilka pedagogiska tillvägagångssätt som kan stimulera studenterna till kritiskt tänkande och rimlighetsbedömningar. Vi upplever nämligen att dagens studenter inte tillräckligt väl kan kritiskt analysera resultat från traditionella ingenjörberäkningar och genomföra en realistisk bedömning av dessa. Vi ser också en negativ utveckling av studenternas förmåga att bedöma rimligheten i svaret under den senaste tioårsperioden. Situationen tycks ha förvärrats avsevärt när resultaten är simulerade med hjälp av en dator och alltför ensidigt användande av räknehjälpmedel. Tidigare undervisningsredskap som t ex räknestickan främjade rimlighetsanalysen eftersom man själv fick hålla reda på kommatecknet. En annan bidragande faktor till den negativa utvecklingen är att praktikkravet för civilingenjörsutbildningarna slopats. Studenterna saknar idag ofta anknytning till industrin. Industrin tjänar som en viktig referensmiljö för studenten att utveckla ingenjörsmässigheten i, men även för att skapa kontakter och hitta förebilder i erfarna civilingenjörer. Även många lärare saknar idag kopplingen till industrin. Studenterna får följaktligen inte utlopp att applicera och praktisera sina kunskaper förrän de tar examen och lämnar den akademiska världen. Med andra ord skiljer sig dagens nyutexaminerade ingenjörer starkt mot den äldre skolans ingenjörer.

Rapporten inleds med analys av problemet följt av projektmål och avgränsningar samt hur projektet har genomförts. Därefter redovisas en jämförelse mellan en litteratursökning och ett antal interjuver som har genomförts med LTH lärare. Rapporten avslutas med en diskussion och summering av våra reflektioner kring problemet.

## **2. Projektfrågor**

Det kan vara en rad orsaker som ligger bakom problemet med studenternas svårigheter att kritiskt bedöma och värdera ett resultats rimlighet. Enligt Biggs är det tre faktorer som främst påverkar lärandet hos studenten.

- studentens nivå av engagemang
- graden av lärande aktivitet som undervisningsmetoden stimulerar
- graden av akademisk orientering hos studenten

Av dessa, och många andra, finns givetvis det som vi som lärare kan påverka för att stimulera studenternas lärande och andra som vi inte kan. Frågor som vi vill undersöka i samband med studentens lärande som pedagogisk utgångspunkt är:

- Vilka vanliga pedagogiska tillvägagångssätt finns att hämta ur litteraturen och bland LTH lärare för att stimulera kritiskt tänkande och rimlighetsbedömningar?
- Har det praktiska ingenjörstänkandet förbisetts då anknytningen till industrin under ingenjörens studietid minskat?
- Beskriver projektarbetet ett aktuellt problem vid LTH? Om ja, vilka åtgärder vidtar LTH för att bemästra situationen?
- Både Högskolelagen (SFS 1992:1 434) och Lunds Universitets strategiska plan (2002-2006) belyser vikten av ett kritiskt förhållningssätt i hanteringen av olika

problemställningar (se bilaga 2). Finns det ett gap mellan lagen, strategierna och den verklighet som lärare och studenter vid LTH lever i? Om ja, vad beror det på?

### **3. Projekt mål och avgränsningar**

Det övergripande målet med projektet är att undersöka hur LTH studenternas kritiska tänkande och rimlighetsbedömningar kan utvecklas och på vilket sätt olika pedagogiska tillvägagångssätt kan integreras i utbildningen för att stimulera dessa förmågor.

Kursprojektet avgränsas till de tillämpade och beräkningstunga ingenjörssämnena, erfarna lärares syn på problemet samt teori baserad på artiklar och kursmaterial.

### **4. Tillvägagångssätt**

Projektet bygger på litteratursökning, intervjuer och en diskussion av resultatet.

Litteratursökning syftar till att bearbeta ett antal artiklar som belyser problemställningen och om det gjorts försök att komma till rätta med problemet tidigare. Av intresse är vilka tillvägagångssätt man har använt sig av och vilka resultaten är.

Intervjuerna syftar till att intervjua några erfarna lärare som undervisar i traditionella ingenjörssämnena (kemiteknik, elektrovvetenskap, byggnadsfysik). Intervjuerna ska samordnas genom att utarbeta en intervjuguide (se bilaga 1). Svaren sammanställs och resultaten analyserades och jämförs med resultatet från litteratursökningen.

### **5. Litteratursökning och intervjuer - resultat**

Studenters bristande förmåga att kritiskt granska och förstå erhållna resultat från problemlösningar, laborationer och övningar är ett välkänt problem i de flesta länder även om amerikanska artiklar dominerar när det gäller förslag och pedagogiska metoder för att förbättra situationen.

En resumé av ett antal artiklar tar fasta på några moment som framhålls vara av mycket stor betydelse för att förbättra studenters förmåga att bedöma och översätta resultat från teori till verkliga förhållanden – ”to bridge the gap between theory and practice”.

Resumén av artiklarna varvas med resultatet från intervjuerna (*kursiv text*) med tre högskolelärare inom kemiteknik, bygg- och miljöteknologi, samt fysik (två professorer, en lektor) vid Lunds Tekniska Högskola.

#### **5.1 Allmän teori**

John Deweys [10] tankar om hur studenten genom ”learning by doing” skall nå en högre grad av insikt om hur ”riktiga” problem skall lösas täcker väl in mycket av det vi läst och hört kring frågeställningen från annat håll. Möjligheten att få möta svårigheter vid problemlösning, samla fakta från olika håll och träna på att formulera hypoteser och verifiera dessa genom kritiskt och analytiskt tänkesätt tycks vara den ideala modellen för träning i ingenjörsmässigt förhållningssätt.

Även Blooms taxonomi [10] ger en förståelse för att det krävs en mycket god grund att stå på för att nå upp till nivån Värdering från vilken det är möjligt att kritiskt värdera och bedöma lösningar:

6. Värdering
5. Syntes
4. Analys
3. Tillämpning
2. Förståelse
1. Faktakunskap

Traditionell problemlösning och övningar leder eventuellt inte längre än till högst Analys/Syntes-nivåerna.

William Perry [7] har beskrivit olika "positioner" som kan uppnås i lärandet. De grundläggande nivåerna (1-2) präglas av att studenten tänker dualistiskt i termer av rätt/fel, ja/nej. Det är först vid en uppnådd nivå 3 som det upplevs legitimt att ifrågasätta denna svart-vita uppfattning och också inkludera "ännu inte känt" bland tänkbara svar. Traditionella problem med en given lösningsmetod och exakt förväntat svar befäster studenterna i de första positionerna, varför okonventionella problem hjälper till att lyfta lärandet till högre och mer kritiskt granskande nivå.

*I intervjuer av högskolelärarna vid LTH visade även de på en stigande oro för kommande civilingenjörers ingenjörsmässighet; det finns dåliga förkunskaper, stora skillnader mellan förr och idag i tekniskt kunnande, negativa aspekter av användandet av räknehjälpmedel, och brister i kritiskt tänkande.*

*Problemen börjar redan med att gymnasielever inte är nog tränade i överslagsräkning (uppskattning) när de kommer till högskolan. De är vana vid exakta svar till decimalen när samt endast ett korrekt tillvägagångssätt per problem. Om studentens svar stämmer överens med facit i läroboken så går man även direkt till nästa tal utan att reflektera över vad man räknat ut eller om det är rimligt. Studenterna (framförallt tjejerna) blir frustrerade då deras lösningar ej stämmer överens med facit. De är inte vana vid att antaganden och förenklingar ibland måste införas under beräkningsgången. Det finns ingenjörsmännen där svaren kan skilja sig med 10-20% beroende på olika tillvägagångssätt. Detta förvirrar studenterna och kan leda till frustration. Frustrationen späds ut med tiden och viljan kommer tillbaka först i årskurs 4.*

*Värderingen med avseende på noggrannhet och rimlighet i slutet av beräkningen beskriver ingenjörsmässigheten. Ofta ger studenterna för stor noggrannhet vid svar (de skriver av räknedosans alla decimaler), vilket visar på bristande förståelse av genomförd beräkning. Tillgången till facit påverkar viljan att avgöra lösningens realism. När en student räknat helt gålet är det läraren som påpekar detta.*

*Studenterna har även fått lära sig i gymnasiet att man endast får svara med så många värdesiffror som ingångsdata med sämst noggrannhet svarar mot, samt gör avrundningar för tidigt.*

*Förr (1970-talet) fanns en känsla för teknik redan hos studenterna när de började sin högskoleutbildning. Killarna hade även större teknikförkunskaper än tjejerna, medan det idag inte råder någon sådan skillnad. Killarna känner dock ofta att de "borde" vara mer tekniskt kunniga än tjejer, men så är inte fallet. Idag genomsyrar tekniken gemene mans vardag och man är inte längre intresserade att ta reda på hur saker och ting fungerar. Detta gör att man idag som lärare måste påminna studenter "att tänka efter".*

*En lösning på att utveckla det kritiska tänkandet hade varit ifall studenterna valde att fördjupa sina kunskaper, men schemalagningen bestämmer ofta valet av inriktning, tex vid kemiteknikprogrammet som har ett antal olika fasta inriktningar, där studenten inte kan välja kurser utan tvingas till att följa en och samma inriktning. Det har blivit för dyrt att erbjuda fria valbara fördjupningskurser.*

*Det kritiska tänkandet är sämre idag än förr. För 10-tals år sedan blev "en hel årskurs F:are professorer". Bara de senaste åren har det försämrats. Studenterna idag skulle inte klara en tentamen som gavs 10 år tidigare, trots att kursinnehållet ej förändrats. Studenternas förmåga att lösa standarduppgifter samt reflektera över svaret, har försämrats. Sverige som land är duktigt på kopplingen mellan experiment och teori medan andra länder (Frankrike) är mer matematiskt inriktade. Idag används oftast "ledstänger" (a-b-c uppgifter) som tentamenstal för att vägleda studenten till målet. Så bedrevs inte examination i fysik förr.*

*Det är viktigt att studenterna besitter ett kritiskt förhållningssätt till framkomna resultat, men hälften reflekterar inte över felaktiga svar, utan skriver det som står på miniräknaren, vilket kan vara flera 10-potenser fel. Från en lärares perspektiv är detta mycket allvarligt. Tidspress och undervisningsstress ses som negativa för studenternas kritiska tänkande.*

## **5.2 Hur formulera bra problem?**

Många tycks vara medvetna om att det är ytterst viktigt att formulera problemet på ett sätt som gynnar inläringen och övar den kritiska förmågan. Ett bra sätt är att i så stor utsträckning som omständigheterna medger låta problemen vara verklighetsanknutna och inte omedelbart enkelt lösbara med standardmetod och räknehjälpmedel. En klassificering av problem kan göras enligt följande uppställning [3]:

CLASSIFICATION OF PROBLEMS	
Outcomes/goals of the problem	Given or open
Data required to solve the problem	Given or incomplete
Method of solution	Familiar or unfamiliar

Författarna menar att öppna och okända problem ger mest när det gäller att träna förmågan till analys och kritiskt förhållningssätt till uppnådda resultat. Om exempel tas från levande livet (t ex industrianknutna problem) så blir ofta engagemang och lärande mycket stort. Dock kräver detta problemlösande väsentligt mer av läraren och tillgängliga resurser kan sätta gränsen för hur många problem av denna typ som kan användas.

En annorlunda metod med liknande syfte presenterades under den 3:e Pedagogiska inspirationskonferensen [4]. Teknologer formulerar själva tentamensuppgifter som beroende på kreativt tänkande, intressant formulering och genomtänkt bedömningsmall kan ge olika många bonuspoäng som kan adderas till det egna tentamensresultatet.

Ytterligare ett exempel på intressant tänkande kring problemformulering presenterades vid samma konferens [5]. Problemen till studenterna (från väg- och vatten resp. arkitekturlinjerna) formuleras som "skarpa" (men ändå fiktiva) fall med direkt industrianknytning. Enligt mallen ovan blir dessa problem mer eller mindre öppna, ofullständiga med avseende på nödvändiga data och inledningsvis mindre kända till sin karaktär.

*Det finns en önskan om fler öppna frågeställningar för att främja studenters kritiska tänkande bland de intervjuade högskolelärarna. Det skulle ge studenterna tillfälle att reflektera över föreläsningarnas innehåll.*

*Som lärare bör man skapa och utveckla problemställningar samt stimulera studenten. Ett exempel är laborativt arbete och projektuppgifter som utförs i industrin, där studenterna i grupp får utföra en beräkningsuppgift vid ett företag. Det viktiga är självupplevelsen: studenten måste själv få uppleva situationen, för de kan inte lära sig allt genom föreläsningar. Det är väsentligt att lärare ger feedback och har muntlig kontakt med studenterna. Man ska även som högskola värna om att det skall vara ett tillräckligt djup i civilingenjörsutbildningen, så att den är en internationellt gångbar utbildning och ger en Masters kompetens.*

*För att få studenterna till att tänka efter under föreläsningarna använder sig en lärare emellanåt av olika enheter inom fysik, exempelvis SI-enheter tillsammans med mer traditionella kvarlevor som Å, hästkraft, 1/cm. Detta sker mest inom F-utbildningen med målet att nå träning i "ingenjörsmässiga" enheter.*

### **5.3 Olika lösningsmetoder**

I ett antal artiklar finns problem beskrivna som inte har ett unikt, korrekt svar utan inbjuder till kreativt lösande med en rad antaganden under vägen som måste redovisas och motiveras.

Ett exempel på denna typ som finns beskrivet i en artikel [6] är en övning där mätning med GPS-instrument utgör en viktig del. Geologistudenter fick i uppdrag att beräkna sandvolymen i ett område med sanddyner. Genom positionsbestämningar och höjdmätningar fick deltagarna göra beräkningar under egna antaganden om djup mm, uppskatta hur stora felmätningarna kunde vara och redovisa alla beräkningar.

Ett annat exempel från kemiteknik gick ut på att lösa en uppgift för hand med hjälp av handböcker respektive att göra motsvarande beräkningar på datorn med hjälp av standardprogram [2]. Exemplet var så valt att beräkningsprogrammet hamnade lite fel på grund av att vissa inbyggda, förutbestämda defaultvärden inte lämpade sig väl i just det aktuella fallet. Studenterna fick analysera och utreda varför olika svar kunde erhållas och varför det handräknade resultatet i det speciella fallet blev bättre.

I nämnda exempel liksom i de flesta rapporterade fall av denna typ framhålls att lösningarna med fördel arbetas fram i mindre grupper. Exempel av denna öppna och delvis obestämda karaktär upplevs ofta som en aning provokativa och framkallar hos många en frustration som bäst kan hanteras genom kreativa gruppvisa lösningar.

För att kunna höja inlärningsnivån krävs också att undervisningsmetoderna passar det sätt på vilket flertalet studenter tillgodogör sig information. Felder [8] hävdar att det finns en kraftig slagsida i undervisningen som i första hand lämpar sig för studenter som lär sig intuitivt, verbalt, via slutledningar, reflektivt och sekventiellt. Han menar att flertalet studenter kombinerar sin inläring på andra sätt som gynnas av att undervisningen måste blanda visuell, muntlig och skriftlig information, balansera verkliga och simulerade exempel, via demonstrationer illustrera storleksordningar, ge svårlösta problem till grupper som får se hur långt de kommer etc. Såväl Felder som Perry förordar således att traditionell undervisning som i huvudsak baseras på föreläsningar och räkneexempel av konventionellt slag måste ändras eller kompletteras för att studenter skall kunna "lyfta sig" till den reflekterande nivån.



Ett mer ovanligt sätt att variera sättet för undervisning finns beskrivet av G. Julian [9] som i fysikföreläsningarna väver in moment som går ut på att studenterna noga skall iaktta experiment efter att ha läst igenom utdelade frågeställningar. Studenterna måste uppskatta tid, längd, acceleration etc. på bästa sätt och därefter numeriskt och grafiskt lösa problemet. Resonemanget kring problemets lösning är viktigt vid poängbedömningen.

*För de duktiga studenterna är det stimulerande med öppna problem medan svagare studenter kan känna frustration inför öppna frågeställningar. Då öppna frågor ska behandlas, bör studenterna formas i grupper, och inte arbeta enskilt. Inom fysiken ges tillfälle till detta inom laborationerna vilket då gör dem centrala för undervisningen. Laborationerna fyller motsvarande funktion som industrikopplingen gör för de tillämpade ämnena. Då pengarna sinar är det dock oftast laborationerna som måste bantas ned eller till och med strykas helt, vilket blir lidande för undervisningen.*

#### **5.4 Räknehjälpmedel**

Sedan mer än femton år är avancerade miniräknare och datorer med ett stort antal beräkningsprogram de vanliga hjälpmedlen för studenter vid alla typer av problemlösning. Detta har medfört att själva räknearbetet kan utföras betydligt snabbare än tidigare men med risk för att den djupare förståelsen av uppnådda resultat blir lidande. Det finns olika synsätt och skolor när det gäller synen på avancerade räknehjälpmedel. Vissa lärare önskar en restriktiv användning men flertalet tycks vara av den uppfattningen att dessa hjälpmedel används i så stor utsträckning inom industrin att det vore ett handikapp om en civilingenjör inte väl behärskade detta område.

För att minska risken av ett ”beroende” så framhålls att den klassiska metoden för matematikinläring måste bibehållas innan räknehjälpmedel på allvar kommer in i undervisningen. Detta innebär bland annat[1]:

- alla grundläggande matematiska begrepp måste först läras ut med ”penna, papper och krita”
- användningen av miniräknare och datorer skall även fortsättningsvis ligga ett steg bakom det traditionella lärandet
- stor vikt skall läggas vid att ingen bli lurad av den skenbart stora noggrannhet som fås vid beräkningar med moderna hjälpmedel
- parallell lösning för hand respektive med räknehjälpmedel kan ge något olika svar vid lösning av problem i tillämpade ämnen, vilket kan användas för en analys som leder till förståelse för varför mindre differenser kan uppkomma [2] .

*Det anses bland de intervjuade högskolelärarna att den viktigaste uppgiften för högskolan är att förmedla ett livslångt lärande. Därför bör kommersiella program användas basalt och försiktigt. Det är bra med datorhjälpmedel så att man kan lösa en förfinad modell av verkligheten än som är möjligt med handräkning, d v s lösa en grov modell för hand och förfina den med datorhjälp. Det anses även bra att visa att det finns kommersiella program som ingenjörer ute i arbetslivet kan använda för beräkningar och simuleringar. Dock skall man förhålla sig kritisk till resultaten. Man bör inte som lärare negligera datorns intrång, men datorer måste användas på ett korrekt sätt i undervisningen.*

*Det finns problem med för avancerade räknedosor som studenterna inte kan hantera. Exempelvis så glömmar studenterna bort var någonstans i räknedosan de gömt sina konstanter. Dagens studenter gör oftare slarvfel då de slår in uttrycken på räknedosan än för*

*ett par år sedan. Det skulle räcka med en enkel räknedosa i undervisningen med endast de nödvändiga funktionerna samt ha en dator tillgänglig för presentationer.*

*Underförstått är att räknedosan har förstört mycket för förståelsen av matematik. Den är förbjuden vid de inledande matematikkurserna vid kemiteknikprogrammet. Ska även förbjudas på Matematik A på gymnasiet. En kort förberedande matematikkurs ska införas för studenterna vid kemiteknik där handräkning lyfts fram för att främja utvecklingen av rimlighetstänkandet.*

*Problemet är att de flesta studenterna tror på datorberäknade resultat eftersom de ofta framställs visuellt tilltalande. Ibland lämnar studenterna in utskrifter från datorprogram utan att reflektera över skalan eller lösningens karaktär, de saknar helt och hållet kritiskt förhållningssätt.*

*Räknestickan medförde att man själv fick hålla storleksordningen i huvudet vilket främjade rimlighetsanalysen och det kritiska förhållningssättet. Dock räknar man idag på mer komplicerat och tekniskt sätt än förr, vilket skulle ta för långt tid att genomföra på en tentamen med hjälp av en räknesticka. Idag låter man kataloger och datorprogram hålla reda på tumreglerna medan man förr som ingenjör kunde dem utantill. Många nytutexaminerade civilingenjörer måste själv ta reda på den relevanta informationen som behövs för att lösa ett problem. Även att introducera antaganden i beräkningarna ute i industrin kommer chockartat för en del nytutexaminerade civilingenjörer.*

## **5.5 Kritisk granskning av resultaten**

En mycket viktig del vid problemlösning på detta sätt är att såväl internt i gruppen som vid diskussion med lärare och andra personer kunna identifiera och resonera kring vilka antaganden och felkällor som finns invävda i resultaten.

Diskussionspartnern är nog oftast en handledare men det kan som i det ovan relaterade exemplet inom byggsektorn [5] vara yrkesverksamma personer inom området som kan ge kvalificerade kommentarer.

*Enligt de intervjuade högskolelärarna kan noggrannheten styras med kursupplägget medan rimlighetsbedömningen måste vara självupplevt och baserat på erfarenhet. Det spelar ingen roll att någon föreläser om det utan att studenterna kommit i kontakt med det vid de laborativa momenten. Rimlighetsbedömningen, som ligger i det laborativa arbetssättet och projektarbeten, är viktigt för ingenjörsmässigheten. Det har visat sig att tjejer ofta är mer noggranna och presterar en mer strukturerad och logisk lösning, vilket dock kan vara hämmande för kreativiteten.*

*Studenterna är idag mer ifrågasättande (i föreläsningssalen) jämfört med tidigare i den äldre ingenjörsskolan. Den kritiska förmågan hos studenten genomgår en mognadsprocess: i årskurs 1 är de inte speciellt kritiska men vid fortsättningskursen i årskurs 4 syns det tydligt att deras kritiska förhållningssätt vuxit sig starkare. Dock är studenterna överlag svaga beträffande kritiskt tänkande.*

*Ett förslag för att höja förståelsen för matematik är att börja med handräkning med papper och penna, därefter introducera beräknings- och simuleringsverktyg. Studenterna skall kunna*

*göra en rimlighetsbedömning av de svar de erhåller från beräkningar och associera med praktisk tillämpbarhet. Men är detta realiserbart?*

## **5.6 Presentation**

Såväl skriftlig som muntlig presentation fungerar bra vid redovisning av uppgifter som kräver nytänkande och stort eget engagemang. Det framgår av flera artiklar att muntlig redovisning har den extra fördelen att studenter tränas i förmågan att kommunicera på ett sätt som liknar det som många stöter på i arbetslivet. I undersökningar gjorda bland de nyligen examinerade civilingenjörerna i USA och Sverige framkommer att förmåga att kunna argumentera betraktas som så viktig att de finns önskemål om att detta på något sätt kunde tränas mer på högskolan. Muntlig redovisning och diskussion kring ”svåra” problem kan därför tjäna flera syften.

*De intervjuade högskolelärarna har sett att muntliga och skriftliga presentationer har förbättrats de senaste åren, måhända eftersom studenterna får öva på dessa moment i större utsträckning på gymnasiet.*

*I fortsättningskurserna (färre studenter) skulle det kunna vara möjligt att öka samarbetet med industrin, exempelvis med något eller några av de 14 avknopningsföretag från avd. för fysik som är verksamma på IDEON i Lund.*

*De projektarbeten med feedback som genomförs ute i industrin ökar studenternas förståelse. Yrkesverksamma ingenjörer kan genom sitt sätt att resonera vara förebilder för studenterna. En del lärare idag har industrierfarenhet men eftersom befordran är mycket vanligare än nyrekrytering kommer det in få lärare från industrin till högskolan. De lärare som har varit ute i industrin fokuserar på helheten medan lärare som endast har en akademisk karriär mer fokuserar på enskilda detaljer.*

*Kurs i argumentationsteknik saknas. De yrkesverksamma ingenjörer som kan genomföra överslagsberäkningar (”back-of-the-envelope calculations”) har ett övertag vid möten och planering, om de också kan argumentera för sitt tillvägagångssätt.*

*Obligatorisk praktik för ingenjörsstuderande är efterfrågat av både lärare och studenter men borttaget tillsvidare. Dessutom finns det administrativa hinder för att genomföra projektuppgifter i samarbete med industri eller att planera studiebesök på företag. Det kan anses ta för mycket tid, kosta för mycket, men även studenternas försäkringar och lärares attityder till genomförande är hinder.*

## **5.7 Summering**

Litteratursökningen indikerar att det tycks finnas en bred uppslutning kring ett förfarande enligt följande modell för att träna studenter till kritiskt och analytiskt tänkande av ingenjörsmässiga problem:

- Utveckling av problem med verklighetsanknytning och ”öppna” till sin karaktär
- Lösningen arbetas fram i mindre grupper i vilka olika lösningsförslag växer fram
- Redovisning sker muntligt eller skriftligt med stor vikt lagd vid resonemang kring resultatets kvalitet som kan påverkas av mätfel, gjorda antaganden, vald lösningsmetod mm.

*Vid intervjuer utförda under kursen "Högskolepedagogisk introduktionskurs" (VT05) av tre högskolelärare inom kemiteknik, bygg- och miljöteknologi, samt fysik (två professorer, en lektor) vid Lunds Tekniska Högskola specificerades problematiken ytterligare och visade även på en stigande oro för kommande civilingenjörers ingenjörsmässighet; det finns dåliga förkunskaper, stora skillnader mellan förr och idag i tekniskt kunnande, negativa aspekter av användandet av räknehjälpmedel, och brister i kritiskt tänkande.*

*Det finns krav på goda baskunskaper, kritiskt tänkande och sunt förnuft när studenterna börjar sin utbildning, vilket de idag oftast inte har med sig. Det är svårt för studenterna att förvärva den kunskapen på institutionen och under utbildningstiden, vilket betyder att de inte heller har den med sig när de avslutar sin utbildning.*

*De intervjuade högskolelärarna gav några förslag på hur man kan utveckla det kritiska tänkandet hos studenterna:*

- fler öppna problem där studenterna kan arbeta i grupp och arbeta kreativt
- laborationer behålls
- införa/utveckla kurser utan räknehjälpmedel (ex. facit, räknedosa, dator)
- fortsätta bibehålla samt utöka studenternas kontakt med industrin under (hela) sin utbildning
- återinföra den obligatoriska praktiken
- låta studenterna presentera muntligt för att lära sig att argumentera

*Dessa förslag bör ge den ingenjörsmässighet som krävs av de nyutexaminerade civilingenjörerna när de ska ut i yrkeslivet.*

## **6. Reflektioner**

Det finns en rad pedagogiska tillvägagångssätt som vi lärare kan använda oss av för att stimulera kritiskt tänkande och rimlighetsbedömningar i vår undervisning som återfinns i summeringen ovan. Stor vikt bör läggas på hur vi formulera problem och att ge studenterna tid att diskutera sitt resultat i interaktion med andra studenter och med läraren.

Tyvärr bekräftas våra farhågor, av de intervjuade lärarna, att förmågorna till kritiskt tänkande och rimlighetsbedömningar har försämrats dels p g a sämre förkunskaper hos studenten men också minskade resurser vid LTH. Det finns således ett gap mellan Lunds universitets strategiska plan och den verklighet studenter och lärare lever i.

För att uppnå god pedagogik och hög kunskapsnivå enligt Blooms taxonomi, samt följa Lunds universitets strategiska plan och Högskolelagen, så krävs att alla förslagen i summeringen ovan verkställs inom LTH. Först då kan studenterna nå en högre grad av insikt i hur frågeställningar och problem, samt dess resultat, ska bedömas och kritiskt värderas.

Det är därför önskvärt att knyta samman strategiska planer med kursmål och pedagogiska aktiviteter för att stoppa den negativa utvecklingen som vi har sett inom ramarna för detta projekt.

Enklare åtgärder som vi föreslår för att förbättra studenternas kritiska tänkande och rimlighetsbedömning inom LTHs ingenjörsutbildningar är:

- att som lärare utveckla problem med verklighetsanknytning och har en "öppen" karaktär

- att lösningar arbetas fram i mindre grupper
- att låta studenterna presentera muntligt för att lära sig att argumentera
- att införa/utveckla kurser utan räknehjälpmedel (vilket redan planeras inom vissa program)

Som vi ser det så kan det vara svårare och mer administrativt krävande med följande förslag:

- att behålla antalet laborationer och att de inte utsätts av besparingar
- att studenternas kontakt med industrin under sin utbildning får fortsätta och kanske även utökas
- att se över möjligheter att återinföra den obligatoriska praktiken

## **Referenser**

- [1] Sarmiento, J., *New Technologies in Mathematics*, Mid-Career Fellowship Program, Princeton University, May 1997
- [2] De Nevers, N., Seader, J.D., *Helping Students Develop A Critical Attitude Towards Chemical Process Calculations*, Chemical Eng. Education, Spring 1992
- [3] Hager, P., Sleet, R., Logan, P., Hooper, M., *Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses*, Science & Education 12: 303-313, 2003
- [4] Regnell, B., *Ska teknologen tillverka tentan?*, Presentation vid 3:e Pedagogiska inspirationskonferensen vid LTH, maj 2005
- [5] Andersson, A., *Industry participation in teaching – An Example*, Presentation vid 3:e Pedagogiska inspirationskonferensen vid LTH, maj 2005
- [6] Johnson, M., Guth, P., *Using TPS To Teach More Than Accurate Positions*, Journal of Geoscience Education, v50, n3, May 2002, 241-246
- [7] “Overview of the William Perry Scheme of student development”, excerpted and adapted from Moore, W.S., *Understanding Learning in a Postmodern World: Reconsidering the Perry Scheme of Intellectual and Ethical Development*, 2001
- [8] Felder, R.M., *Reaching the second tier: Learning and teaching styles in college science education*, J. College Science Teaching, 25(5), 286-290
- [9] Julian, G., *A Demonstration on Every Exam*, The Physics Teacher, Vol 33, April 1995
- [10] Kurspärm, OH-bilder.
- [11] Biggs, J., *Teaching for quality learning at university*, Open University Press, New York, 2003

# Bilaga 1. Intervjuguide

## Bakgrund

Dagens studenter kan inte tillräckligt väl kritiskt analysera resultat från traditionella ingenjörberäkningar och genomföra en realistisk bedömning av dessa. Måhända förvärras situationen när resultaten beräknas eller simuleras med hjälp av en dator. Har det praktiska ingenjörstänkandet förbisetts då anknytningen till industrin under ingenjörens studietid minskat? Hur kan ingenjörstudenternas kritiska tänkande och realistiska bedömningar utvecklas och på vilket sätt kan dessa mål integreras i utbildningen?

Intervjuperson:

Institution:

Antal år som LTH-lärare:

Aktuella kurser (program, årskurs, antal studenter):

1. Hur upplever du att studenterna är kritiska till de svar och lösningar de erhåller genom handräkning vid räkneövningar och examinationsmoment (exempelvis inlämningsuppgifter, tentamina och laborationsrapporter)?
2. Är det möjligt och i sådana fall hur skulle du kategorisera studenter med avseende på kritiskt tänkande och realistiska bedömningar (de studenter som reflekterar över ett ofysikaliskt svar kontra de som fullständigt ignorerar felaktigheterna)?
3. Hur stor andel studenter visar på att de reflekterar över ofysikaliska resultat vid ett examinationsmoment?
4. I vilken utsträckning besitter studenterna en förmåga och vilja att avgöra lösningens realism?
5. Anser du att studenterna förlitar sig mer på resultat som erhållits från kommersiella datorprogram än svar som baseras på handräkning och sunt förnuft?
6. Vilka förmågor anser du att en student bör besitta för att denna skall kunna prestera en verklighetsanknuten och realistisk lösning?
7. Hur anser du att studenternas kritiska tänkande och realistiska bedömning utvecklats och förändrats under din tid som lärare vid LTH?
8. På vilket sätt tror du att avskaffandet av hjälpmedel som räknesticka och tabellverk kontra införandet av räknedosa och datorbaserad undervisning har påverkat studenternas kritiska tänkande och realistiska bedömningar?
9. Hur tycker du att man bör utveckla studenternas kritiska tänkande och realistiska bedömningar? Vilka undervisningssätt utnyttjar du som du lärare vid LTH för att främja kritiskt tänkande och realistiska bedömningar?
10. Hur skulle man centralt från LTH kunna förbättra och främja studenternas kritiska tänkande och realistiska bedömningar?
11. Hur skulle ett ökat samarbete mellan industri och högskolan kunna påverka studenternas kritiska tänkande och realistiska bedömningar?

**Tack för hjälpen!**

## **Bilaga 2.**

### ***Citat från Lunds universitets strategiska plan 2002-2006***

”Lunds universitet förnyar kontinuerligt en attraktiv och dynamisk miljö, präglad av ... öppenhet och kritiskt tänkande samt av arbete för en globalt hållbar utveckling.”

”Universitetets verksamhet har som grund sökandet efter kunskap och perspektiv samt analys, syntes, kritisk prövning och bedömning av fakta och värderingar.”

”Utbildningen på alla nivåer skall utveckla de kvaliteter som utmärker universitetet: analytisk förmåga, kritiskt tänkande samt förmåga att söka, sammanställa och presentera information.”

”Den pedagogiska utbildningen av lärare och doktorander skall ... utveckla inslag i utbildningen som anknyter även praktiskt till kommande arbetsliv.”

### ***Utdrag ur Högskolelagen (1992:1434)***

SFS 1992:1434

**9 §** Den grundläggande högskoleutbildningen skall ge studenterna

- förmåga att göra självständiga och kritiska bedömningar,
- förmåga att självständigt urskilja, formulera och lösa problem, samt
- beredskap att möta förändringar i arbetslivet.

Inom det område som utbildningen avser skall studenterna, utöver kunskaper och färdigheter, utveckla förmåga att

- söka och värdera kunskap på vetenskaplig nivå,
- följa kunskapsutvecklingen, och
- utbyta kunskaper även med personer utan specialkunskaper inom området.