

Laboteket

Ett laborationskoncept i riktning mot ett ökat studentansvar för lärandet

Tomas McKelvey

7 september 1999

Laborativ verksamhet har alltid funnits som en självklar del i alla ingenjörsutbildningar. Den laborativa verksamheten är relativt kostsam och ger därmed ett, bland flera, motiv för att ingenjörsutbildningarna erhåller högre anslag än andra högskoleutbildningar.

Hur motiverar vi att den laborativa verksamheten är en viktig del i en modern och högkvalitativ ingenjörsutbildning? Hur bör vi organisera den laborativa verksamheten för att utnyttja dess inneboende möjligheter på ett bra sätt? Hur kan man rent praktiskt gå till väga för att komma fram till målet?

Avdelningen för Reglerteknik på Linköpings Tekniska Högskola har av NyIng fått i uppdrag att studera den laborativa verksamheten och ge konkreta förslag på hur man kan organisera en pedagogiskt effektiv laborativ verksamhet. Projektet har resulterat i en laborationsstrategi vi gett namnet Laboteket, vilket är en blandning mellan laboratorium och bibliotek.

En av nyckelförutsättningarna för ett lärande är att studenten är aktivt engagerad i ämnet. Aktiverande undervisningsformer är därmed av största vikt. De laborationsstrategier som föreslås i denna rapport har som syfte att ställa krav på studentens engagemang och aktivitet.

Rapporten har följande upplägg. I avsnitt 1 görs en genomgång av motiven för att laborativ verksamhet är en av de pedagogiska kärnorna i den högre tekniska utbildningen. Strategier för hur en effektiv och studentaktiv laborativ verksamhet kan utformas genomlysas i avsnitt 2. En implementation av Laboteksprojektet beskrivs sedan i avsnitt 3. I avsnitt 4 redovisas specifika laborationer som har utvecklats eller omstrukturerats i enlighet med de strategier som redovisas i denna rapport och de erfarenheter som detta arbete gett.

1 Motivation för laborativ verksamhet

Innan man ger sig in i och studerar former för en laborativ verksamhet är det viktigt att undersöka vilka motiv som ligger bakom den laborativa verksamheten. Detta avsnitt har som syfte att belysa de meriter en laborativ verksamhet kan ha i den högre tekniska utbildningen. Genomgången är ingalunda uttömmande utan ska ses som en provkarta av möjliga motiv.

De tekniska aspekterna

Teknikerfarenhet Vissa indikationer visar att en större andel av dagens ingenjörstudenter kommer till högskolan med mindre erfarenhet av tekniska system än vad som historiskt sett har varit brukligt. I dagens IT samhälle är det färre som har mekat med en moped eller byggt egna elektroniska prylar från baskomponenter. Breddningen av rekryteringsbasen till ingenjörsutbildningarna är en orsak till fenomenet. Högskolan har därför en viktig uppgift att inte bara förmedla den tekniskt teoretiska kunskaperna utan att även ge träning i den tekniskt praktiska kunskapen. I ljuset av detta framgår det att laborationer kan spela en viktig roll för att förmedla denna kunskap. Därför kan man argumentera att laborationer är än viktigare i dag än de har varit innan och kanske ska tillåtas att växa i omfång i framtiden. Projektbaserade studieformer är en laborationens närliggande undervisningsform som ger liknande möjligheter till praktisk teknisk träning.

Skapa intresse, visa tillämpningar En laboration som av studenterna ses som rolig och spännande ger direkt en avkastning i form av intresse för ämnet. En laboration som visar tillämpningar av teorin är en form som kan sporra studenterna till ett ökat engagemang men även ge tekniken och teorin ett fysiskt ansikte och påvisa dess plats i samhället.

Komplement till teorin Laborationerna har dessutom viktiga komponenter som kompletterar det teoretiska materialet. Verkliga processer konkretiserar skillnaden mellan idealiserade modeller och det verkliga system som de modellerar. Laborationer är en bra undervisningsform för att ge grundläggande förståelse för skillnaden mellan en modell (teori) och det fysiska objekt som modellen (teorin) modellerar (beskriver). Diskrepans mellan teori och observationer ger därmed direkta indikationer på modellfel, att mätningar påverkas av störningar och att teorins validitet oftast har begränsningar.

Inläring med alla sinnen God inläring sker med hjälp av alla sinnen. Laborationen har en viktig funktion att fylla i detta avseende eftersom den abstrakta tekniken och teorin som den framställs i en bok nu kan både ses, kännas, luktas och höras. En återkopplad servomotor som övervarvar på grund av instabilitet ger det teoretiska begreppet instabilitet vidare mening genom att man förnimmar det oljud, skakningar i bordet och lukt av bränt kol som uppstår.

De icke-tekniska motiven

Matematisk och teknisk ämneskompetens är förstås det man primärt tänker sig att en teknisk utbildning ska bygga upp och är primärt de saker som dagens utbildningar är centrerade kring. När industrin söker efter personal är den tekniska kompetensen enbart ett bivillkor och det slutliga urvalet styrs av individens icke-tekniska kompetenser. Kan utbildningen förbättra även dessa egenskaper och hur ska denna träning organiseras? Detta kan naturligtvis ställas under debatt. Helt klart kan man dock fastställa att de flesta människor kan förbättra sina egenskaper om tillfälle till övning erbjuds. Minst tvunget och kanske mest naturligt blir det om övningen sker helt implicit i den övriga verksamheten, i vårt fall under den tekniska utbildningen.

Den laborativa verksamheten kan med ganska måttliga insatser styras till att ge övning i dessa icke-tekniska, mjuka kompetenser. Genomförandet av en laboration har ofta en struktur som kan liknas vid ett projekt vid ett företag. Man har förstudie, planering, genomförande, utvärdering och rapportering. Låt oss titta på några specifika kompetenser och hur den laborativa verksamheten kan bygga upp dessa.

Social kompetens Att kunna samarbeta med andra individer. Laborativ verksamhet sker nästan uteslutande i grupp och ger därmed direkt övning i att hantera gruppens sociala dynamik.

Kommunikation Att i tal och skrift kunna kommunicera med både medarbetare, chefer och underställda är en nyckelkompetens som alla ingenjörer ska inneha. Att obehindrat kunna hålla en presentation är en självklarhet. I den laborativa verksamheten finns möjlighet att kräva redovisning av resultaten i rapportform som lämnas in i efterhand. En ytterligare fördel med rapporten förutom skrivövningen är att vid formuleringen av rapporten måste studenterna åter igen diskutera laborationens resultat och innehåll och man uppnår därmed en viktig repetition. En annan möjlighet är att utforma laborationen så att olika grupper utför olika experiment och i slutet av laborationen eller vid ett speciellt tillfälle efteråt får grupperna ge en presentation om just sitt experiment.

Målinriktad Att självständigt kunna ställa upp mål, planera, genomföra och uppnå målen inom utställd tid och uppställda ramar. Denna del kan man uppnå med en målstyrd laboration. Kravet på studenten blir att uppnå mål som klart finns beskrivna i ett måldokument. Vägen till målet kan då vara helt fri för studenten att välja.

Ingenjörsmässig kompetens Förmåga att kombinera ihop teori, komponenter, instrument och verktyg till ett fungerande system. Laborationen med all sin utrustning och sladdar är en miljö som definitivt övar denna egenskap. Här innefattas även den viktiga egenskap som kan benämnas teknikpatologi: Att finna och rätta felen i ett komplext tekniskt system. För att lyckas med detta krävs initiativförmåga och kurage nog att dela upp systemet i mindre bitar, funktionskontrollera delbitarna och dra slutsatser. Här uppkommer den viktiga frågan om handledarens roll. Hur snabbt ska handledaren

hjälpa en grupp som sitter fast? Hur ska man handleda för att aktivera laborationsgruppens medlemmar till att själva lösa problemet?

Analytisk förmåga Förmågan att genom observationer och hypoteser dra slutsatser. Processer och system i den laborativa miljön är aldrig helt predikterbara. Situationer som ej finns beskrivna i kurslitteraturen kan uppstå och inbjuder därmed till analytiskt tänkande och diskussion.

2 Laborationsstrategier

För att uppnå de mål som redovisats ovan bör formerna för den laborativa verksamheten vara väl genomtänkta. Vid valet av laborationsform finns förutom det ämnesmässiga innehållet oftast många andra bivillkor som måste vara uppfyllda. Dessa gäller oftast både personella och materiella resurser som alltid är en begränsande faktor.

I detta avsnitt redovisas de idéer om laborationsformer som har utvecklats inom Laboteksprojektet. Först görs en genomgång av hur huvuddelen av reglertekniks laborativa verksamhet såg ut innan utvecklingen startade. Man törs nog säga att dessa former ingalunda är unika utan många laborationer i allmänhet är organiserade på ett likartat sätt. Sedan följer en genomgång av former som har som utgångspunkt att aktivera och sätta elevens lärande i centrum. Många av dessa former existerar i dag som laborationer och målet med genomgången är att ge en bild av de möjligheter som finns för att skapa intressanta laborationer.

Den gamla laborationsformen

De flesta laborationerna på reglerteknik har något av ett klassiskt utförande som kan sammanfattas med följande punkter.

Innehållsmässigt breda Laborationerna innefattar ett brett material och innehåller ett relativt stort antal mindre uppgifter som ska behandlas.

Detaljstyrda Laborations PM är fylligt, ibland med speciella teoriavsnitt. Varje laborationsmoment beskrivs ingående och PM har en eller två rader för studenten att fylla i resultatet på.

Begränsade i tid och rum Laborationerna är schemalagda under två eller fyra timmar. Examinationen sker genom att visa upp ifyllt laborations PM och ge begränsad muntlig information till labhandledaren.

Handledningsintensiva I normalfallet finns en handledare per 8 studenter under hela laborationstiden. Handledaren är oftast en äldre teknolog eller yngre doktorand som brinner av iver att hjälpa studenterna tillrätta med sina labuppställningar. Risken är stor att de ofta svarar på frågan innan studenten har hunnit formulera färdigt sin fråga.

Nya former för laborationen

För att lättare diskutera moderna och stimulerande former för en laborativ verksamhet analyserar vi här den klassiska formen som finns redovisad ovan och diskuterar alternativa metoder och former.

Typ av laboration En möjlig lista på olika typer av laborationer är:

Demonstrerande Denna laborationsform har som syfte att genom experiment illustrera och verifiera en känd teori eller ett känt fenomen. Med rätt innehåll kan denna form inspirera studenterna till eget arbete och eftertanke i och kring det studerade ämnet. Med ett dåligt upplägg och innehåll kan denna formen mycket lätt kännas meningslös för studenterna.

Konstruktion En laboration med syfte att tillverka ett fungerande tekniskt system leder ofta till stort engagemang hos studenterna. Inom vissa ämnesområden är detta den naturliga formen för den laborativa verksamheten. Med lite fantasi kan dessutom ofta en demonstrerande laboration omformas till en konstruktionsinriktad sådan. En konstruktionsinriktad laboration som utförs i större grupper ger ett ökat inslag av träning i gruppdynamik och socialkompetens.

Teoribildande Denna laborationsformen är den som närmast kan liknas vid vetenskapligt arbete. Syftet med laborationen är att genom studier observationer och experiment på ett system bilda en teori för de uppkomna fenomenen. Genom prövning av uppställda hypoteser utifrån resultatet av experimenten kan dessa accepteras eller förkastas. Denna form av laboration är mycket krävande om goda resultat ska erhållas. Självklart är det en bra övningsform och god illustration på hur naturvetenskapligt arbete fungerar. För teknisk utbildning där konstruktion och analys av tekniska system är huvudkärnan måste denna form allmänt ses som något perifer.

Arbetsätt/Innehåll Vad ska en bra laboration innehålla? Detta är förstas en ämnesfråga men vissa gemensamma riktlinjer kan urskiljas. Innehållet bör väljas så att ämnet belyses från ett annorlunda håll än vad som ges i litteraturen och vad som presenteras på föreläsningarna. Att komma i kontakt med ett fenomen eller en teori från ett eller flera håll ger en större möjlighet att verkligen förstå de bakomliggande sambanden. Viktigt vid valet av innehåll i en laboration är att mängden uppgifter som ska lösas är lämpligt vald. En laboration som är så välfylld med uppgifter att den normala studenten nätt och jämt hinner utföra alla experiment måste ses som felaktigt upplagd. Möjlighet till reflektion och eftertanke i samband med experimenten är av stor vikt.

Redovisning/Examination Genom att låta olika laborationsgrupper göra olika experiment kring ett relaterat fenomen kan man i slutet av laborationen eller vid ett senare tillfälle låta grupperna presentera resultaten för varandra. Detta ger naturligt en träning i muntlig framställan och kan även leda till diskussioner mellan grupper om uppkomna resultat.

Grad av styrning En annan viktig fråga för laborationens utformning är vilken grad av styrning som studenterna ska underkastas. En fri form med lite styrning ger implicit ett krav att studenterna själva måste planera sin verksamhet får att nå de uppställda målen. Laborationer med ett konstruktionsinnehåll är väl lämpade för en fri form. Det kan räcka med ett laborations PM på en sida som enbart beskriver målet med laborationen och ger förslag på vilka hjälpmedel som lämpligen kan användas. Målet är givet medan vägen dit är fri för studenterna att välja. På vägen till målet kommer naturligt ett antal problem att uppstå som kommer att generera frågor att ställa till handledaren eller de andra studenterna. Detta är en omvänd situation i jämförelse med en styrd form där laborations PM formulerar frågorna och studenterna ska svara. För att en laboration i en fri form ska fungera krävs att studenterna kommer väl förberedda och med någon förberedd arbetsordning. Om någon kommer helt oförberedd finns ingen möjlighet att hinna färdigt under den allokerade laborationstiden. Ett återbesök till labbet är därmed oundvikligt. I en styrd laboration är förberedelse självklart också viktigt men här är det lättare att de facto genomföra laborationen helt oförberedd. En vanlig metod för att undvika detta är att genomföra ett kort skriftligt prov innan laborationen (dugga) eller att kräva färdiglösta förberedelseuppgifter. Med den fria formen kan ansvaret för att förberedelsen är adekvat helt delegeras till studenten själv då frånvaro av förberedelse direkt resulterar i längre laborationstid.

Laborationens tid och rumsdimension Den klassiska laborationen är en både till tid och rum begränsad företeelse. Laborationerna schemaläggs centralt och varje laboration är ett avslutat kapitel efter laborationstidens slut. (Vissa laborationer förutsätter dock att förberedelseuppgifter lösts i förväg.) För att mer effektivt nyttja laborationens positiva inlärningseffekter kan laborationen utsträckas både i tid och rum. En mer explicit förberedelse inför laborationen ger självklart ett mer effektivt och fokuserat laborationsarbete i laboratoriet. Men även efter den ordinarie laborationstidens slut bör ett laborationsrelaterat efterarbete ta vid som då leder till repetition och eftertanke kring de fenomen som uppkommit vid själva experimenten. Eftersträvansvärt är att ge studenterna relativt fri tillgång till både lokaler och utrustning för att både förbereda sig inför laborationen som att vid efterarbetet möjliggöra kompletterande försök eller avsluta arbete som inte hanns med under ordinarie schemalagd tid. På grund av ingenjörsutbildningarnas stora volymer är schemalaggningsen av så kallad ordinarie laborationstid oftast nödvändig. Under andra betingelser kan man tänka sig att laborationerna utförs på tider som helt styrs av studentens önskemål. Detta förutsätter dock att viss laborationshandledning kan erbjudas kontinuerligt under hela kursens gång.

Laborationshandledarens roll En självklar roll i den klassiska laborationen har handledaren alltid spelat. Laborationen har oftast varit den lärartätaste undervisningsform inom den högre tekniska utbildningen. En handledare per åtta studenter är en normal siffra. För stora kurser leder detta till ett stort lärarbehov. På grund av de resurser som finns tillgängliga är ofta handledaren en äldre student eller en yngre doktorand. Effektiv och inlärningsuppmuntrande handledning är en stor konst. Handledningen ska inte besvara frågor

utan snarare hjälpa studenterna till att finna sina egna svar. En ämneskompetent person som är oerfaren i handledarrollen ger oftast för mycket hjälp under laborationen. Implicit kan handledaren känna ett tvång att göra ”mycket nytta” för sin ersättning. En möjlig väg ut ur denna tendens till överhandledning är att flytta resurser från själva laborationstillfället genom att minska lärartätheten och att enbart ge handledning under en delmängd av den totala laborationstiden. Frånvaro av handledningsresurser torde sporra studenterna att själva ta tag i eventuella problem och att ta hjälp av varandra. Självklart kräver detta att motivationen hos studenterna är hög. Igen är det viktigt att påpeka vikten av att anpassa volymen av uppgifter till ett mindre handledarintensivt scenario. En minskad handledning får dock aldrig av studenten uppfattas att man lämnar dem helt ensamma med sina problem. Studenterna måste alltid vid behov kunna erhålla hjälp och känslan av lärarnärvaro och lärarengagemang får inte gå förlorad.

Datorsimulering Laboration med datorsimuleringar har vissa begränsningar eftersom det enbart är en simulerad miljö man arbetar med. Processen blir aldrig verkligare än den modell som den baseras på. Dock ger den möjlighet att testa saker som vore omöjliga med en verklig process på grund av kostnads- eller säkerhetsskäl.

Datorsimuleringar och animeringar kan utgöra en del av laborationen. Med simuleringen kan man skapa sig en bild av hur den verkliga processen fungerar, var svårigheterna finns och vilka handgrepp som behövs för att genomföra ett visst experiment. En väl genomtänkt förberedelse stödd av en datoranimering underlättar laborationsmomentet och det är lättare att hålla fokus på de väsentliga delarna.

Examination Oftast är laborationerna en obligatorisk del i en kurs och därmed finns även frågan om examination med i bilden. Det är allmänt accepterat att examinationens formerna styr vårt lärande och detta har därmed implikationer även för laborationerna? Som tidigare påpekats har ju de laborativa arbetsformerna ett värde i sig vid sidan om ämneskunskapen. Examinationens form kan självklart styra eleverna till vissa arbetsformer. Den enklaste formen är muntlig redovisning till handledaren direkt under laborationen. Metoden är tidsmässigt effektiv men ger i övrigt ringa träning. En annan också vanlig form är författande av en laborationsrapport. Denna form ger studenten både träning i rapportskrivning men ger även, vid skrivandet, en repetition av innehållet i laborationen. Metoden med en rapport kan även kombineras med en muntlig examination vilket ger studenterna en press på sig att även kunna muntligt redogöra för resultatet på laboration. Detta minskar risken med kopiering av labrapporter. Som tidigare nämnts kan examination även organiseras som föredrag där varje grupp presenterar sina resultat.

3 Laboteket

På avdelningen för reglerteknik i Linköping har vi påbörjat en process för att förändra formerna för laborationerna i reglerteknik mot en *öppen, utvecklingsbenägen* och *ingenjörsmässig*

miljö. Med miljö avses här såväl den fysiska omgivningen som de former som laborationerna organiseras kring. Projektet har fått namnet Labotek för att skapa associationen till bibliotek:

En lokal med personella och materiella resurser vars utnyttjande i huvudsak avgörs av besökaren.

Med en *öppen* laborativ miljö förstås för det första att studenter ska kunna använda Laboteket utifrån egna behov, en arbetsplats ska vara bokningsbar av enskilda eller grupper. För det andra ska laborationsmiljön vara öppen mot olika undervisningsmetoder, såväl en traditionellt utformad kurs som t.ex. en PBI(PBL)-baserad utbildning ska kunna utnyttja denna resurs. Dagens situation bygger i stor utsträckning på att examinatoreer organiserar laborationerna i detalj, varför enskilda studenter knappast har möjligheter att själva utnyttja ett laboratorium.

Med *utvecklingsbenägen* miljö avses en organisation med ett begränsat antal personer som har ansvar för laboratoriet och utvecklingen av laborationerna. Med enstaka resurspersoner i Laboteket måste lokalerna samlas på en begränsad yta. I dag används laborationsassistenter som resurspersoner. Dessa har begränsade pedagogiska erfarenheter, och i stort sett inget ansvar för utvecklingen.

Ingenjörsmässig miljö uppnås om mer projektlika arbetsmetoder används. Dessa metoder bygger på att studenter själva söker "svar" och förutsätter därför välutrustade laboratorier med t.ex. referenslitteratur och manualer. Endast ett begränsat antal lokaler kan utrustas på ett sådant sätt.

I ett tidigt skede av arbetet kunde vi konstatera att utspridda lokaler bör undvikas. Nya lokaler skapades genom att slå samman fyra befintliga laborationssalar till en: Laboteket. Vi ansåg att den fysiska miljön var av stor vikt och en inredningsarkitekt anlätades för att skapa en trivsamt arbetsmiljö. Stor vikt lades vid ljussättning och färg. Som en central samlingsplats har en hörna skapats med soffor och bokhyllor för att skapa en plats för både avkoppling och samtal. En trivsamt miljö leder till att det är inbjudande att komma till laboteket för att på egen hand experimentera och förkovra sig.

Laboteket används av alla reglertekniska grundkurser, oavsett hur de är organiserade, samt för examensarbeten och vissa forskningsprojekt. Under 97/98 examinerades totalt drygt 2000 laborationsgrupper. Ett Labotek enligt ovan innebär sannolikt att högt motiverade studenter kommer till laboratoriet och att detta används som en naturlig del i lärandet. Vidare uppmuntras en utveckling mot mer projektlika laborationer, med t.ex. seminarier som inledande moment till mera självständigt arbete.

4 Exempel och erfarenheter

Ett antal av reglertekniks laborationer har strukturerats om i enlighet med de intentioner som redovisats ovan. Laborationer både i civilingenjörsutbildningen såväl som på ingenjörsutbildningen har berörts. Specifikt har vi arbetat med formerna i följande laborationer.

Kompensering av DC-motor Laborationen syftar till att genom återkoppling skapa ett positionsservosystem med givna prestanda. Laborationen finns i grundkursen i regler-teknik som är obligatorisk för alla civilingenjörstudenter (på alla program).

Processdatorsystem Laborationen ingår i den reglertekniska fortsättningskursen för In-genjörutbildningen.

PID reglering Detta är den inledande laborationen i grundkursen på civilingenjörutbild-ningen. Laborationen är just nu inne i en revisionsfas och är i skrivande stund ej färdigställd.

Nedan redovisas mer specifikt tankegångarna bakom upplägget för respektive laboration.

4.1 Kompensering av DC-motor

Syftet med laborationen är att konstruera en fungerande återkopplande regulator till en DC-motor. Att göra detta med en verklig motor i stället för en datorsimulerad har ett flertal viktiga fördelar: Reglerteknisk design vilar på en relativt avancerad matematisk grund och det är viktigt att visa att de matematiska verktygen kan direkt appliceras på ett verkligt fysiskt system. Laborationen har funnits i grundkursen under många år i en klassisk form enligt vad som redovisats ovan.

Ny struktur I enlighet med de intentioner som labotekskonceptet innebär har kursen till sin form erhållit en helt ny struktur. Laborationen utföres i fyra steg: Förberedelse, Experiment, Rapportskrivning samt Muntlig examination. Laborationen är målstyrd och målen finns beskrivna på några rader i ett laborations PM. Formen kring laborationen har styrts av några enkla idéer. Först och främst har vi lagt vikt vid att finna en form som aktiverar studenterna till eget arbete och eftertanke. Eftersom antalet studenter är stort (största kursen har ca 170 deltagare) måste handledningsinsatserna vara små men effektiva. En naturlig repetition av innehållet har också varit eftersträfvansvärt. För att minska ner stoffet togs ca 20% av innehållet i den gamla laborationen bort.

Strukturen för laborationen är enligt följande:

Förberedelse Som förberedelse ska studenterna sätta sig in i uppgiften, utarbeta ett lösnings-förslag samt göra en plan för hur arbetet under laborationen ska organiseras.

Experiment Under den schemalagda laborationstiden arbetar studenterna relativt själv-ständigt.Handledningstiden är begränsad till tid för frågor vid början, mitten och slutet av laborationen. Handledaren granskar lösningsplanen och ger råd och kompletterande information direkt vid början av laborationen.

Rapport Verksamheten under laborationen redovisas i en kort skriftlig laborationsrapport som lämnas efter några dagar till handledaren. Handledaren rättar rapporten.

Muntlig examination Examination av laborationen sker muntligt hos handledaren. Vid detta tillfälle ger handledaren kommentarer på rapporten och eventuella oklarheter eller nyuppkomna frågor kan diskuteras.

I den nya formen har den totala handledningstiden inklusive rapporträttning och muntlig examination reducerats till cirka 70% jämfört med situationen för den tidigare formen.

Resultat och erfarenheter Laborationen i sin nya form har funnits sedan 1997 och används i samtliga grundkurser i reglerteknik. I allmänhet har den nya formen fungerat väl och har erhållit goda omdömen från studenterna. I vissa fall har studenterna tyckt formen vara arbetsam men nyttig. Denna typ av kommentar indikerar att målet att aktivera studenterna har nåtts.

Att finna rätt form och nivå på handledningen har vist sig vara en svår uppgift. Studenterna är vana att vid laborationer erhålla omedelbar hjälp. En risk vid minskad handledarnärvaro är att laborationsgruppen blir inaktiv på grund av fel på utrustning eller om gruppen har fastnat totalt. Detta måste undvikas och i realiteten har laborationshandledaren oftast tillbringat mer tid i laboteket än vad som ursprungligen var planerat. De instrument och hjälpmedel som används vid laborationen börjar bli ålderstigna och därmed ökar risken för rena tekniska fel och trycket ökar på handledaren. Genom att gradera upp utrustningen kan man förmodligen erhålla ett mindre handledarbehov.

4.2 Processdatorsystem

Denna laboration ingår i den reglertekniska fortsättningskursen på högskoleingenjörsutbildningen. Syftet med laborationen är att introducera och illustrera tekniken för datorstödd processövervakning. Laborationen är helt målstyrd. Måldokumentet finns redovisat i bilagan till denna skrift. Arbetsgången för laborationen är enligt följande:

Inledande seminarium De verktyg, komponenter och programvara som ska användas under laborationen presenteras av handledaren under ett tvåtimmars seminarium.

Laborationen För att konstruera ett processdatorsystem som uppfyller målen har studenterna 8 timmar schemalagd tid i labbet. Oftast är denna tid inte tillräcklig utan det förutsätts att studenterna använder tid utöver den schemalagda för att färdigställa datorsystemet. Under laborationstiden är handledningen begränsad till mindre än två timmar vilket även inkluderar examination.

Examination Studenterna examineras av handledaren genom att praktiskt förevisa det konstruerade processdatorsystemet. Förutom att verifiera funktionaliteten ställer även handledaren frågor kring den allmänna problemställningen. Examinationen kan ske i direkt anslutning till laborationstiden men oftast sker den i efterhand på en med handledaren överenskommen tid.

Erfarenheter Studenterna har i stor utsträckning uppskattat den fria och projektlika arbetsformen.

PID reglering

Den inledande laborationen i den reglertekniska grundkursen har som syfte att praktiskt illustrera begreppet reglerteknik, introducera PID regulatorn och ge erfarenheter av de reglertekniska grundbegrepp som styrsignal, referensvärde, mätsignal och störning. Inga speciella förkunskaper krävs för laborerandet utan tanken är att man med praktisk verksamhet ska erhålla grundläggande förståelse för det reglertekniska problemet. Studenterna är organiserade i grupper om 2.

I den nyreviderade laborationen sker laborationen i två steg. I det första steget experimenterar alla grupper på samma sorts process för att erhålla de grundläggande kunskaperna. I den andra delen av laborationen grupperar sig studenterna i fyra och fyra. Varje grupp tilldelas sedan ett specifikt reglerproblem. Genom att applicera de nyvunna kunskaperna på denna nya process skapar alla grupperna en egen reglerteknisk lösning. Laborationen avslutas med en praktisk redovisning grupp för grupp. Vid redovisningen redogör varje grupp för sin process och de utmärkande drag som man har funnit.Handledarens roll är här att ställa kompletterande frågor så att alla viktiga aspekter kommer i dagen.

Trevliga överkursuppgifter finns tillhanda för att fylla upp överbliven laborationstid fram till redovisningarna.

En stående reglerteknisk process

I planerna för den laboteksutvecklingen finns att skapa en ”stående reglerteknisk process” som finns fullt tillgänglig dygnet runt under hela kursen. Möjligheter ska finnas för att enkelt praktiskt kunna testa kursens material mot processen.

Syftet är att locka studenterna till att se den laborativa delen som ett naturligt komplement till övriga kursmoment för att bearbeta kursens material. Det ska vara lätt att verifiera kursbokens påståenden och att praktiskt testa sina egna idéer på en verklig reglerprocess. Verkliga processer ger inte sällan ett resultat som kanske först inte var förväntat. Genom eftertanke och bearbetning av det uppkomna resultatet kan ofta en kompletterande förståelse erhållas.

5 Utveckling av undervisningsformer i USA

I USA finns flera verksamheter som rör den tekniska och naturvetenskapliga grund- och forskarutbildningarna. En översikt kan erhållas via organisationer som National Science Foundation (NSF) [1] och National Academy of Science [2]. Flera av de projekt som dessa organisationer rör undervisningens former och pedagogiska grund. En del delprojekt har stora beröringspunkter med innehållet i denna rapport. National Science Foundation har

nyligen get ut en handbok som behandlar undervisningsformer för högre teknisk utbildning [3]. Boken innehåller många praktiska tips om hur goda undervisningsformer kan skapas.

Referenser

- [1] National Science Foundation, Division of Undergraduate Education, <http://www.ehr.nsf.gov/EHR/DUE/start.htm>
- [2] National Academy of Science , <http://www.nas.edu>.
- [3] Science Teaching Reconsidered, A handbook, Committee on Undergraduate Science education, *National Academy Press*, Washington, D.C., 1997, <http://www.nap.edu>.