

Integrering av kemiämnen och samarbete med matematik – ett 10-års perspektiv på Chalmers största sammanhållna kurs

Lars Öhrström* och Björn Åkerman

Sammanfattning. Som en del i den satsning på grundutbildningen som Chalmers Stiftelse gjorde för drygt 10 år sedan ("Chalmers Strategic Effort on Learning and Teaching"; C-SELT) bedrevs under 2001 ett intensivt utvecklingsarbete på institutionen för Kemi och bioteknik för att under ht-2002 starta kursen *Kemi med biokemi*. Kursens övergripande mål är att integrera de centrala kemiämnena redan från början av utbildningen och innebär ett helt nytt sätt för oss att undervisa grundläggande kemi: Likheter snarare än skillnader mellan ämnesområdena sattes i fokus, och arbete i stora lärarlag och samarbete med de parallella matematik-kurserna var två av huvudmålen. Nu 10 år senare har vi, om inte facit, så i all fall mycket erfarenhet att dela med oss av. Speciellt kan vi konstatera att kursen uppskattas av studenterna och arbetssättet av lärarna, men att det från ett kunskapsperspektiv och ett programperspektiv finns både för och nackdelar.

I. INTRODUKTION

Traditionellt sett har kemiutbildningar på svenska tekniska högskolor bestått av en inledande kortare kurs följt av separata kurser i olika discipliner. Givet ett stort och ohotat utrymme i programmets utbud av kurser har detta varit ett i stort sett lyckat arrangemang. Med större konkurrens om utrymmet och dessutom vikande kunskaper från gymnasiet (endast en kemikurs obligatorisk jämfört med två tidigare) har man varit tvungen att ompröva detta arrangemang.

Den analys som gjordes på Chalmers i början av 2000-talet utmynnade i tre slutsatser:

1. Existerande kurser hade ett relativt stort konceptuellt överlapp, t.ex. så förekom kemisk bindning i flera kurser och behandlades i stor sett från grunden i samtliga.
2. Vissa begrepp förekom i flera kurser men med så olika betoning och användning att det för en del teknologer var svårt att i en ny kurs tillgodogöra sig kunskaperna från en tidigare kurs.
3. Kemikurserna var dåliga på att utnyttja de kunskaper som teknologerna tillägnat sig i matematikkurserna, och matematikkurserna var å sin sida dåliga på att utnyttja kemiska och kemitekniska exempel.

Lars Öhrström, professor i oorganisk kemi, (e-mail: ohrstrom@chalmers.se), Björn Åkerman, professor i fysikalisk kemi, (e-mail: baa@chalmers.se), Institutionen för Kemi- och Bioteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. * Korresponderande författare

I ett system med gott om utrymme i kurstabläerna och teknologer med goda förkunskaper var dessa punkter snarare fördelar än nackdelar: studenterna fick nyttig repetition av besvärliga begrepp och fick själva sköta om integrationen av koncept och idéer mellan kemiämnena och med matematik (inkluderat numerisk analys och programmering). I det läget vi hade år 2000 var detta dock helt klart nackdelar.

Man bör också tillägga att en naturlig konsekvens av många mindre kurser i olika specialdiscipliner var (och är, sannolikt är detta ett generellt fenomen) att dessa betonade skillnader mellan ämnena snarare än likheter. En smula opedagogiskt eftersom naturvetenskapens stora styrka är att se och systematisera likheter och inte betrakta händelser och fenomen som enstaka fall.

II. CHALMERS STÖRSTA KURS 2002

En arbetsgrupp bestående av matematiker, fysikaliska, oorganiska, organiska och analytiska kemister samt även i slutskedet biokemister och en pedagogisk expert, enades under 2001 om en ny stor (tre läsperioder) ämnesöverskridande kurs i årskurs 1 ämnad att ersätta två introduktionskurser i kemi, en kurs i oorganisk kemi, tre kurser i organisk kemi och en kurs vardera i biokemi och fysikalisk kemi, för våra tre utbildningsprogram inom kemi: Bioteknik, Kemiteknik och Kemiteknik med Fysik.

Huvudsyftena var att:

1. Lära ut de grundläggande begrepp som alla kemidiscipliner behöver och se till att det tydligt demonstreras hur de används i olika ämnen.
2. I samarbete med de tre parallella matematikkurserna ta vara på alla tillfällen att demonstrera och öva på matematiska tillämpningar inom kemikursen.

Några av våra randvillkor var:

- Alla seniora lärare ansvariga för *hela* kursinnehållet. Ingen uppdelning i specialområden att undervisa i.
- Riktiga böcker, inga hemmasnickrade kompendier.
- Varierade examinationsformer
- Kursen skulle vara en prioritet för hela institutionen för kemi- och bioteknik, de bästa lärarna skulle rekryteras och att undervisa på kursen skulle ha ett klart meritvärde.

Vi ska kommentera dessa i tur och ordning; hur vi tänkte och hur det blev. Först dock ett par ord om hur studenterna

uppfattar kursen. I ett avslutande stycke behandlas samarbetet med matematik.

Många av våra initiala tankar presenterades på högskoleverkets kvalitetskonferens i Malmö 2003,[1] samt har även presenterats på SPUCK mötena (Sveriges Pedagogiska Universitetskemisters Centrala Konferens). Matematikdelen har specifikt diskuterats i en artikel i International Journal of Engineering Education,[2] Vissa aspekter av kursen togs upp på ett möte inom nätverket för "Active Learning in Engineering education".

III. TEKNOLOGERNAS INTRYCK AV KURSEN

Generellt sett så får kursen alltid goda sammanfattande vitsord från våra studenter, så från den synvinkeln är kursen "lyckad". Av detta följer inte med nödvändighet att teknologerna uppfyller kursmålens kunskapskrav, men det ändå viktigt för en så stor kurs i årskurs 1 att teknologerna lämnar den med en positiv känsla. I Figur 1 visas resultatet på den avslutande frågan på kursenkäten 2009-2010, och det är ett rätt typiskt resultat.

17. Vilket är ditt sammanfattande intryck av kursen?

41 svarande

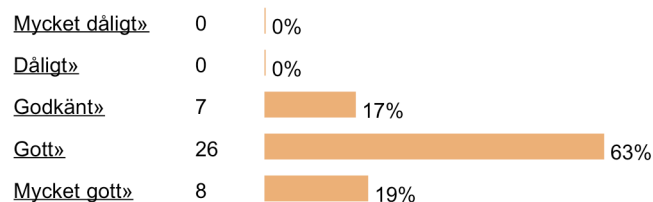


Fig. 1. Från kursutvärderingen 2009-10. (antal, %) Svartsfrekvens ca 25%.

IV. LÄRARNAS ROLL OCH KURSENS ORGANISATION

A. Initiala idéer

Man stöter då och då på attityden hos akademiska lärare att dessa enbart vill undervisa i "sina" specialområden. Detta är naturligtvis fullständigt berättigat under utvecklandet av studentens spetskompetens i högre årskurser, men besvärande ofta (är i alla fall denna författares erfarenhet, man ska dock vara försiktigt med att generalisera) åtföljs denna attityd av en så smal specifikation av personens kompetens att all undervisning på grundläggande nivå blir definitionsmässigt omöjlig.

Vi gjorde klart från början att vi inte ansåg en sådan attityd acceptabel, och tror att vi under åren byggt en ganska stor förståelse för detta synsätt på vår institution. Grundläggande begrepp som vi tillsammans kommit överens om vara grundbultarna i en kemiutbildning bör också alla kemilärare kunna undervisa i. Omvänt gäller att "specialkompetens" i dessa områden får man genom att undervisa, inte genom att vara verksam inom något viss forskningsområde.

Praktiskt sett så har kursen varit (och är) organiserad på följande sätt:

- Totalt antal studenter på de tre utbildningsprogrammen: ca 160.
- Totalt 22 veckors undervisning.
- Tio seniora lärare (2011: 3 professorer, 3 biträdande professorer, 2 docenter och två övriga disputerade lärare) för föreläsningar, lektioner och examination.
- 15 doktorander för undervisning på laboratorium.
- Drygt en föreläsning i veckan (totalt 27 stycken).
- Två lektioner i veckan som också i viss mån inkluderar eget arbete för teknologerna. Fem lektionsgrupper som normalt delas av ett lärarpär.
- Tydliga styrdokument genom bl.a. en detaljerad vecko-planering

B. Hur blev det

Samma lärare skulle alltså följa sin grupp teknologer från slutet av augusti till mitten av mars, detta för att kursen inte skulle splittras i tre eller flera delkurser utan gemensamt sammanhang. Detta har inte heller skett, och en bidragande orsak är nog de långa diskussioner och den planering som gjordes under åren innan kursen introducerades.

En annan orsak till att detta fungerar är troligen det sätt vi jobbar tillsammans som ett lärarlag. Vi har mötet en gång i veckan och som jag uppfattar det, en bra pedagogisk och faktamässig kunskapsöverföring mellan erfarna och mindre erfarna lärare, och mellan disciplinerna. Prestigelösa diskussioner är viktiga, vi vet alla att vi har våra starka och svaga punkter, men också att kollegorna gärna ställer upp med sin kunskap och erfarenhet.

Avsikten var också att ge djupare och bättre relationer mellan lärare och studenter, och även detta är svårt att kvantifiera så anser vi nog att detta har fungerat.

Farhågor för att lärarnas tid skulle bli för uppsplittrad och därmed minska tiden för forskning mer än för en traditionell kurs verkar däremot varit överdrivna. Snarare har det blivit tvärt om, vi har skapat en kurs där vi för varje lektion har 5-6 potentiella vikarier (något färre vad gäller föreläsningar) vilket möjliggör konferenser och längre utlandsvistelser även under terminstid. I en nyligen genomförd enkät för alla 16 seniora lärare som varit med på kursen genom åren, angav 83 % a de svarande att kursens organisation "underlättar att vara forskare och lärare samtidigt".

Man kan också notera att den sårbarhetsinventering som gjordes på KB institutionen under svininfluensakrisen hösten 2010 noterade att denna kurs redan var "immun".

Vi har också frågat lärarna vad kursen har betytt för dem personligen, och 83 % svarar att den varit positiv för deras akademiska karriär som lärare, och, något förvånade kanske eftersom det ändå är en kurs på grundnivå, säger 58 % att den också varit positiv för deras akademiska karriär som *forskare*.

Har vi då institutionens bästa lärare på kursen? Det vore kanske förmätet att säga detta, men man kan nog konstatera att vi inte drabbats av det klassiska syndromet att en kurs med oklar eller marginell ämnestillhörighet tilldelas de lärare som anses "sämst", medan ämnets toppkrafter reserveras för de kurser som kan stärka den egna avdelningen.

Generellt sett uppskattas också kursen lärare av teknologerna, exemplifierat med det utdrag ut kursenkäten 2009-2010 som visas i Figur 2.

5. Till hur stor hjälp har undervisningen varit för din inläring?

41 svarande

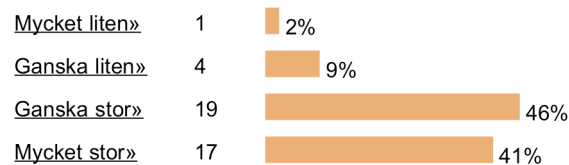


Fig. 2. Från kursutvärderingen 2009-10. (antal, %). Svarsfrekvens ca 33%.

V. EXAMINATION

A. Ursprungsplanen: kontinuerlig varierad examination

En av fördelarna vi såg med en stor kurs var att vi kunde ta ett samlat grepp på examinationen. Vi satte upp en tydlig matris med kursmål och examinationsformer för att kontrollera att vi verkligen testade studenterna på varje mål. Kursen fick fyra olika LADOK moment, inkluderande en sluttentamen på hela kursen.

Kontinuerlig examination kräver också snabb återkoppling, och ett smidigt sätt att åstadkomma detta var elektroniska test med användande av våra nybyggda datorstudior.

Målet var att bygga upp och testa att teknologerna inför sluttentamen hade godtagbara färdigheter i följande områden:

- Säkerhet på laboratoriet
- Det kemiska språket (grundämnena, vanliga ämnen)
- Skriftligt och muntlig kommunikation
- Matematiska metoder i grundläggande kemiska beräkningar
- Matematisk och numeriskt modellbygge för några utvalda kemiska fall.
- Kemisk bindning
- Termodynamik
- Grundläggande koncept i analytisk, organisk, oorganisk, och fysikalisk kemi samt biokemi.

Detta genomfördes genom följande typ av tester och kontroller

- Skriftliga datorrättade tester i: säkerhet, periodiska systemet, namngivning, elementära beräkningar.
- Muntligt test i kemisk bindning.
- Laborationshandledarna hade i uppgift att se till att goda vanor på laboratoriet uppnåddes.

Samt följande inlämningsuppgifter

- Tre individuella skriftliga laborationsrapporter.
- En skriftlig rapport i grupp.
- Tre beräkningsbaserade individuella inlämningsuppgifter.
- Tre mer beskrivande individuella inlämningsuppgifter.
- Tre gemensamma matte/kemi projekt med rapportering till matematikkursen.

Sluttentamen sker på hela kursen med ”öppna böcker” där de olika kursdelarna ofta integreras i större uppgifter.

I detta koncept ingick också att studenter som inte nått godkännivån på ett eller flera test skulle göra om dessa inom högst två veckor (och inte efterföljande år) för att tvinga dem att komma ikapp undervisningen som i allt väsentligt bygger på att studenterna behärskar föregående moment.

Ett annat uttalat mål var att hålla en hög svårighetsgrad för full poäng på alla test, kreditera uppnådda goda resultat med bonuspoäng samt ett antal uppgifter av öppen karaktär för att locka högpresterande teknologer att anstränga sig lite extra.

B. Problem under vägen och våra lösningar

Datorbaserade tester m.m.

Vi använde under kursen första åtta år ett egenutvecklat datorsystem (baserat på Filemaker) för att både utföra tester och rapportera alla resultat till studenterna. Detta hade en viss sårbarhet eftersom endast ett fåtal personer kunde utföra service och support på detta system.

Under kursens första år hade Kemi- och Bioteknikinstitutionen sitt eget datorsystem (egna servrar m.m.) och ett mycket snabbt supportsystem som gjorde att tekniska fel i regel kunde avhjälpas inom 10-15 minuter. De datorbaserade testerna var ändå inte helt oproblematiska, men naturligtvis oerhört arbetsbesparande vad gäller rättning och rapportering tillbaka till studenterna. Majoriteten av teknologerna fick också ett kvitto på godkänt resultat direkt efter inlämning, vilket ju var en kvalitetsvinst i sig.

De senaste två åren har vi dock helt gått ifrån dessa elektroniska test av tre orsaker:

1. Vår egen mjukvara skulle hade behövt kudas om och anpassas till ny programvara. (Notera dock att det varit i kontinuerligt drift i mer än 10 år.)
2. Det centralt inhandlade programvaran som finns att tillgå på Chalmers uppfyller inte våra krav.
3. Driftsäkerheten på Chalmers centrala IT system har inte varit tillräckligt hög.

Snabba omtester

Trots att tider för omtest inte annonserats ut innan ordinarie test, och att premien man betalat för att inte bli godkänd vid ordinarie tillfälle blivit högre kunde vi genom åren se en ökning av antalet studenter som inte förberedde sig ordentligt till dessa prov. Konsekvensen blev att arbetsbördan för de snabba omtesterna ökade, speciellt när de inte kunde göras elektronisk längre.

Vår lösning är att behålla de snabba omtesterna för moment där många lyckas bra, men schemalägga övriga omprov i sista läsveckan (då vi ägnar oss åt repetition).

Skriftligt och muntlig kommunikation

Här har vi i de senaste åren arbetat tillsammans med avdelningen för fackspråk. Bland åtgärderna finns seminarier för laborationshandledarna i rapporträttning för att få en jämnare nivå på den återkoppling vi ger teknologerna på deras rapporter, och en kontinuerlig utveckling av den större skrivuppgiften ”vardagsmolekyler” (som också ingår i kursens inslag av miljö och hållbar utveckling).

VI. KURSMATERIAL

Grundläggande läroböcker försakar med nödvändighet djup för bredd vilket gör att en del, i många specialisters ögon, väl förenklade förklaringar ges. Det kan därför vara frestande att vilja införa ett specialskrivet kompendium för just de delarna som man själv är expert på.

Vi har under alla år kraftfullt motarbetat sådana tendenser, och kursen använder nu, precis som vid starten tre läroböcker på engelska. Svenskt språk och svenska termer finns sammanfattade på de föreläsningbilder som finns tillgängliga för alla studenter.

VII. NÄR VI MÅLEN?

För tio år sedan när vi arbetade med förberedelserna till kursen hade en del av oss idéer om att en grandios utvärdering som skulle visa hur mycket bättre vårt koncept fungerade än ett traditionellt upplägg. Efterhand, och efter långa diskussioner med vår pedagogiske konsult, kom vi fram till att detta är i princip omöjligt. Teknologerna nu är inte de samma som för tio år sedan, gymnasieskolan har förändrats, och medelbetygen varierar från år till år. Vad vi kan göra är att försöka stämma av mot våra mål.

I Figur 3 visas hur teknologerna upplevde att kursmålen stämmer med examinationen 2009/2010. Det mest remarkabla med denna figur är kanske att så många av studenterna verkar känna till kursmålen. Det kan bero på att vi kommunicerar dessa explicit i början av kursen och de är mycket tydligt uppställda i kurs-PM.

4. Testade examinationen om du uppnått målen?

32 svarande

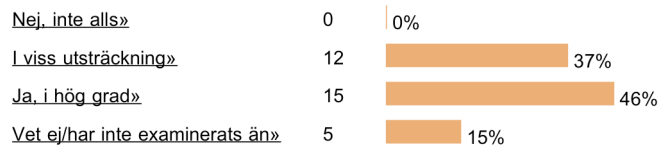


Fig. 3. Från kursutvärderingen 2009-10. (antal, %). Svarefrekvens ca 26%.

Vilken uppfattning har då lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning om hur väl vi uppfyller målen. En enkät till dessa (samtliga också aktiva lärare i högre årkurs och på våra masterprogram) gav svaren i Figur 4.

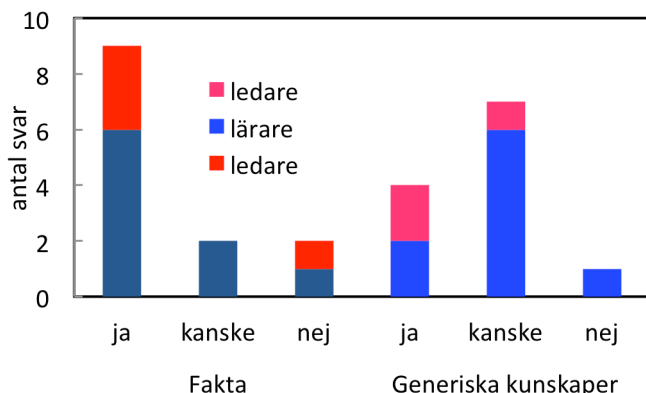


Fig. 4. Hur väl uppfyller Kemikursen de uppställda målen? Svar från enkät till lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning 2011.

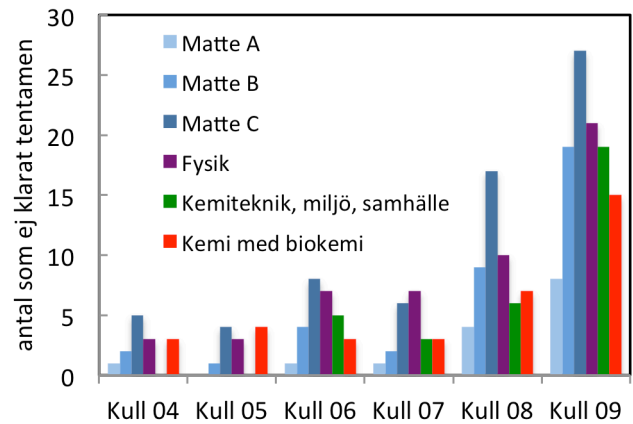


Fig. 5. Studiestatistik för kurserna under det första året för kemitekniklinjen (civ.ing) efter alla tre tentamenstillfällen för årkurs 1 (kull 09. Kull 07 är alltså tredjeårs studenterna). Antal elever av cirka 60 totalt.

På det hela taget ger detta en rätt positiv bild, men man bör också undersöka hur examinationen ser ut över tiden. Denna kurs ska ju vara grunden för fortsatta studier och bör därför vara avklarad i början av utbildningen. Så är också faller, i Figur 5 ser vi hur många av teknologerna, fördelat på årskullar, som har olika kurser efter sig från det första läsåret.

VIII. MATEMATIK

Vi gör tre olika kursmoment tillsammans med de tre parallella matematikkurserna, samtliga baserade på numeriska problem som ska lösas med programmet Matlab. Ett är utformat som projekt med tillhörande rapport, de två andra kräver bara redovisning på lektionstid. Under åren har vi till olika stor del haft korta inhopp av kemilärare på matematikföreläsningarna, och kemilärare har alltid funnits med i våra datorstudior när tid varit avsatt i matematikkurserna för att arbeta med dessa uppgifter.

En förutsättning som vi hade klart för oss redan i starten var att integrationen skulle göras av studenterna, inte genom att kemilärare undervisade i matematik och vice versa. Det ger ibland upphov till en viss frustration bland teknologerna, som t.ex. denna kommentar: ”det var svårt att lösa uppgifterna då matlablärarna (sic) inte kunde kemin och kemilärarna inte kunde hjälpa till alls med matlab”. I det stora hela tycker man dock denna idé är rätt bra, vilket visas av de enkäter om gjordes 2003 och 2004, se Figur 6.

Vid den detaljerade genomgång som gjordes 2004 och vars resultat publicerats separat (se ref. 2), kunde man urskilja två

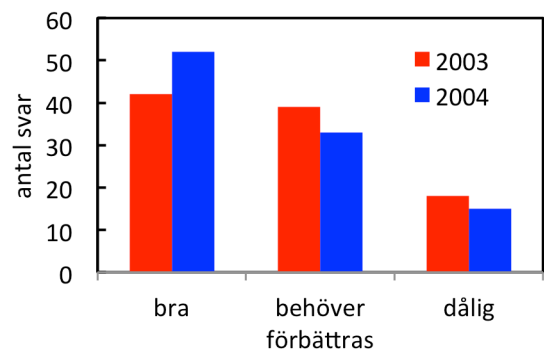


Fig. 6. Från kursenkäter 2002/03/04: Hur fungerar samarbetet med matematik?

huvudorsaker till missnöje:

- Studenten är svag i både matematik och i kemi. Då blir dessa uppgifter en extra börda.
- Studenten är svag i matlabprogrammering.

Den sistnämnda punkten har varit ett problem för matematikkurserna under lång tid och har egentligen inte med kemikursen att göra. Den första punkten är däremot värd att reflektera över: det är sannolikt inte de lågpresterande teknologerna vi hjälper med ett integrerat arbetssätt, men det är ett ypperligt sätt att ge duktiga studenter svåra utmaningar och att motivera matematikstudierna för övriga.

Under år som kursen gått har vi strömlinjeformat problemen en hel del och filat bort en del svårigheter, utan att för den skulle helt ta bort utmaningarna.

En effekt man borde tagit med i beräkningen från början är dock att ett entusiastiskt lag av lärare på de två sidorna av olika skäl snabbt kan bytas ut och det är svårt att upprätthålla ett samarbete om ansvaret tillslut hamnar på endast en av parterna. I vårt fall har vi nog ridit ut denna storm och har återigen sedan ett par år ett fungerande samarbete.

IX. FRAMTIDEN

Utbildningsområdena står nu åter inför en omdaning, och som alltid finns det skäl att ompröva vad vi gör och hur vi gör det. Frågan om kursen ska vara kvar i sin nuvarande eller snarlik form får övergripande jakande svar, se Figur 6.

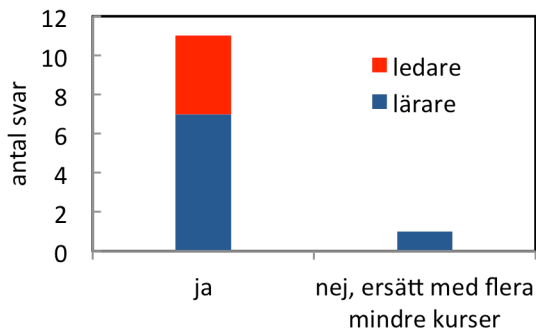


Fig. 7. Skall kursen vara kvar i sin nuvarande eller snarlik form? Svar från enkät till lärarna, programansvariga och avdelningen och institutionens ledning 2011.

De mest relevanta skälen mot en kurs av detta slag är:

- Minskad flexibilitet i programstruktur och vid samläsning.
- Minskade möjligheter till att profilera programmet.
- Teknologerna kanske inte får riktigt lika djupa kunskaper om olika delområden eftersom man inte behöver läsa in dem på samma sätt som inför tentamen.

I detta sammanhang bör dock notera att från ett programperspektiv har vi speciella problem eftersom kursen samläses av tre program. En fördel är annars att man vid förändringar i kursutbud bara har en kursansvarig att förhandla med, istället för kanske sex-sju. Nackdelen ur det perspektivet är att om kursens lärare på det sättet talar med samlad röst då får det mer tyngd än åsikter från enstaka lärare.

X. SLUTSATSER

En stor sammanhållen kurs innebär från ett kunskapsperspektiv både för och nackdelar, men det som blir unik är "rätten" att examinera på fakta och koncept i ett större sammanhang. För lärarna ger arbetssättet många fördelar, men kan också kräva större investeringar i förberedelser. Blir det positivt från ett karriärperspektiv som både forskare och lärare, som denna studie tyder på, överväger troligen fördelarna. Från programmets synpunkt blir det enklare med färre motparter, men kan innebära svårigheter i profilering, speciellt om man samläser med flera program.

TACK TILL

Chalmers Stiftelse genom C-SELT programmet stödde projektet finansiellt i implementeringsfasen. Prof. Emeritus Jörgen Albertsson ska ha en eloge för modet att initiera projektet i slutet av 1990-talet, men framför att så vill vi tacka alla våra medundervisande kemister 2002-2010: Per Lincoln, Göran Svensson, Gunnar Westman, Nina Kann, Bo Albinsson, Jerker Mårtensson, Mia Jakobsson, Stefan Allard, Mats Andersson, Christian Ekberg, Ulf Jäglid, Joakim Andreasson, Mark Forman, Lisbeth Olsson, och Sven Engström; våra samarbetsparter på matematik, fackspråk och Chalmers bibliotek: Stig Larsson, Kenneth Eriksson, Niklas Ericsson, Tommy Gustafsson, Jacques Huitfeldt, Hanna-Kari Andersson, Magnus Gustafsson och Andreas Eriksson.

REFERENSER

- [1] *Does Erasing Academic Borders Mean Improving Quality? Experiences from the integration of smaller courses in different disciplines into a 11/2 semester chemistry course*, L. Öhrström, The Swedish National Agency for Higher Education Quality Conference, 2003, Malmö, http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800092128/kvalitetkonferens2003_ohrstrom.pdf
- [2] *The Pedagogical Implications of using Matlab in an Integrated Chemistry and Maths Course*, M. Christie, S. Larsson, C. Niklasson, G. Svensson, L. Öhrström, *International Journal of Engineering Education*, 21, 683-691, 2005