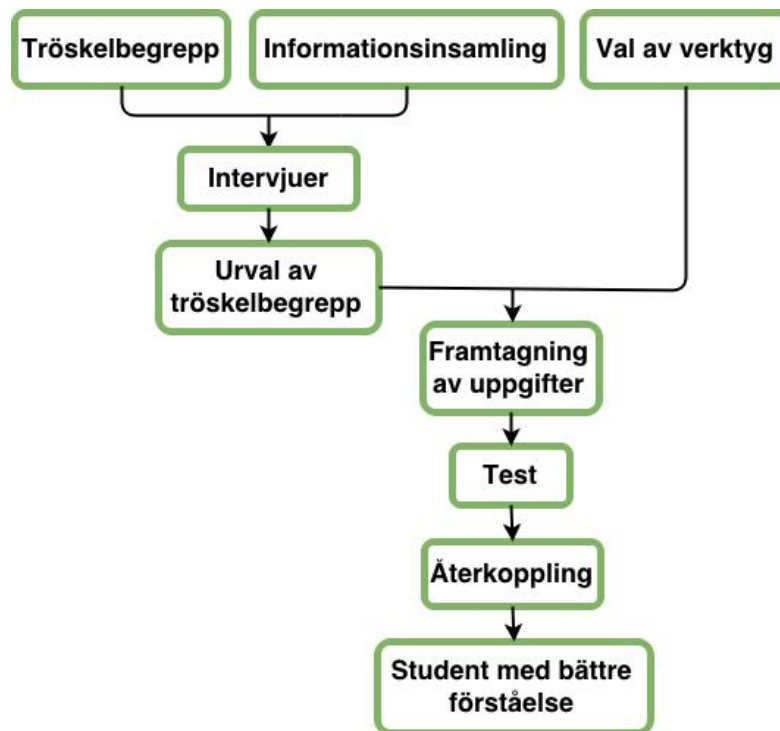




Inlärnning av tröskelbegreppen inom
Bioreaktionsteknik - utveckling av en
webbaserad mjukvara för självstudier

Maria Bohman
Linn Bäckegren
Rickey Mleczkovicz
Isabella Palmgren
Elina Palmquist

Abstract

Learning of threshold concepts in Bioreaction - Development of a web-based software for self-studies

The course "Bioreaktionsteknik", KKR090, is seen by students as a difficult course that contains many complex and assembled concepts, where one difficulty depends on prior knowledge from earlier courses. The learning process consists mostly of self-studies and one difficulty in the course is that it intends to combine knowledge from previous courses. There are also a number of threshold concepts that students find difficult to understand and master. By increasing the understanding of these, other areas and concepts will be easier to grasp.

In this study, six threshold concepts were defined through interviews with students and teachers: differential material balances, energy balances, mass transport, material balances, system boundaries and accumulation. With these as foundation, assignments were developed in an web-based software, known as Maple T.A. The assignments consists of both a theoretical and a calculation part. To assist the student all calculation assignments consist of several smaller sub-tasks and if further guidance is desired, there are hints to each sub-task. Detailed solution proposals with explanations and theory are available immediately after the reply is submitted in the software.

Validation of the software was made by two tests, carried out by teachers and students. A framework containing theoretical and computational assignments and a guide for the software's further development is presented in the report. Further the software is expected to meet the current need for increased support for self-studies.

The developed assignments will be used in the course from the fall of 2015. The software will facilitate the self-studies since both students and teachers experienced the software as useful and rewarding. The software needs further development with more theory and assignments to be completed, and the guide for the software's further development will be of much help.

Key words: threshold concepts, web-based software, active learning, Maple T.A., self-studies, chemical engineering

Sammanfattning

Kursen Bioreaktionsteknik, KKR090, uppfattas av studenter som en svår kurs som innehåller många komplicerade sammansatta begrepp. Den faktiska inläringen utgörs mestadels av självstudier och en av svårigheterna med kursen är att den avser att kombinera kunskap från tidigare kurser. Det finns även ett antal tröskelbegrepp, som kan vara svåra att förstå och bemästra. Genom att öka förståelsen för dessa kan en förståelse öppnas upp även för andra områden och begrepp.

I denna studie intervjuades studenter och lärare vilket resulterade i sex definierade tröskelbegrepp: differentiella materialbalanser, energibalanser, masstransport, materialbalanser, systemgränser och ackumulation. Med tröskelbegreppen som grund utvecklades uppgifter i en webbaserad mjukvara, vid namn Maple T.A. Varje uppgift omfattar en teoridel och en beräkningsdel. För att leda studenten i rätt riktning består beräkningsuppgifterna av flera, mindre deluppgifter och om ytterligare vägledning önskas finns det ledtrådar till varje deluppgift. Lösningförslag med förklarande lösningsgång och teori finns att tillgå direkt efter att svar lämnats in i Maple T.A.

Utvärdering av innehållet i mjukvaran skedde i form av två test, utförda av lärare respektive studenter. Ett ramverk, innehållande teori och beräkningsuppgifter samt en lathund för mjukvarans fortsatta utveckling, togs fram. Mjukvaran förväntas att svara mot behovet av ett ökat stöd för självstudier.

De framtagna uppgifterna kommer att användas i kursen från och med hösten 2015. Mjukvaran kommer underlätta självstudierna då både studenterna och lärarna upplevt mjukvaran som användbar och givande. Mjukvaran behöver dock fortsatt utveckling med mer teori och uppgifter för att bli komplett och ramverket som presenteras i denna rapport kommer att vara till stor hjälp vid denna process.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Behovet av ett hjälpmedel för självstudier inom Bioreaktionsteknik	1
1.2	Syfte och mål	2
1.3	Beskrivning av projektet	2
2	Teoretisk bakgrund	3
2.1	Didaktik - webblärande blir allt vanligare	3
2.2	Vad är ett tröskelbegrepp?	3
2.3	Utformning av teori- och beräkningsfrågor	4
2.3.1	Flervalsfrågor föredras för att testa teori	4
2.3.2	Fördelaktigt med deluppgifter, ledtrådar och lösningsförslag till beräkningsuppgifter	5
3	Metod och avgränsningar	6
3.1	Avgränsningar	7
3.2	Utformning och sammanställning av enkät	7
3.3	Intervjuer och identifiering av tröskelbegrepp	7
3.4	Val av webbaserad mjukvara	8
3.5	Utveckling av innehållet i mjukvaran och tester	8
4	Resultat	9
4.1	Studenter positiva till fler hjälpmedel	9
4.2	Intervjuer - synpunkter och identifierade tröskelbegrepp	9
4.2.1	Lösningsförslag ökar förståelsen för övningsuppgifter	9
4.2.2	Nya begrepp för studenterna	10
4.2.3	Tröskelbegreppen är balansrelaterade	11
4.2.4	Kombinationsproblem och balansformulering det svåraste	12
4.3	Val av Maple T.A. som webbaserad mjukvara	14
4.3.1	Presentation av innehållets upplägg	15
4.3.2	Uppskattat att teorifrågor varvas med beräkningsfrågor	16
4.3.3	Studenterna positiva till att använda mjukvaran	17
5	Diskussion	18
5.1	Mjukvaran kan underhållas och har potential för andra användningsområden	18
5.2	Ledtrådar, lösningsförslag och deluppgifter hjälper studenterna	19
5.3	Alpha- och beta-test gav positiva besked	20
5.4	Mjukvaran underlättar studenternas självstudier	21
5.5	Är de identifierade begreppen tröskelbegrepp?	21
5.6	Hur hänger tröskelbegreppen ihop?	23
6	Slutsatser	24
7	Rekommendationer till kursansvariga	25
	Litteraturförteckning	26

Bilagor

A	Designmatris för Bioteknikprogrammet	I
B	Betygsfördelning	II
C	Frågeformulär enkätstudie	III
D	Intervjuguide	VI
E	Lösningsförslag i Maple T.A.	VIII
F	Lathund Maple T.A.	IX
G	Bidragsrapport	XVII

1 Inledning

För att förstå olika naturvetenskapliga områden finns det en stor mängd begrepp som kräver djup insikt. Bland dessa finns det en del som är viktigare, och ibland även mer svårförstådda, än andra och dessa benämns ofta som tröskelbegrepp. Tröskelbegrepp kan definieras som begrepp som till en början är svåra att lära sig, men när de väl har blivit förstådda har de potentialen att underlätta förståelsen för inte bara en stor del utav det aktuella området utan även andra områden (Cousin, 2010).

Ett exempel på ett tröskelbegrepp kan vara derivator. När studenten väl förstått vad en derivata är, och hur man deriverar, öppnas det upp en förståelse för funktionsbegreppet såväl som för nya områden inom matematik och fysik. Studenten kan helt plötsligt förstå optimeringsproblem vilket är vanligt förekommande inom bland annat ekonomi. Således har en större förståelse öppnats upp tack vare studentens förståelse för derivator.

Enligt Claes Niklasson (personlig kommunikation, 27 jan 2015), Professor vid Kemi och kemiteknik inom Kemisk reaktionsteknik och lärare inom kursen Bioreaktionsteknik, är det viktigt att praktiskt arbeta med begreppen för att få förståelse för dem, även om begreppen först introducerats av en kunnig person. Forskning kring aktivt lärande inom naturvetenskap, teknik och matematik visar också att det är fördelaktigt att studenterna får jobba på ett mer aktivt sätt med sina studier för att öka deras förståelse (Freeman, Eddy, McDonough, Smith, Okoroafor, Jordt, & Wenderoth, 2014). Vidare menas att det är fördelaktigt att gå från att lära sig genom att lyssna till att lära sig genom att göra. Resultaten från forskningen visade att de studenter som fått lära sig genom aktivt lärande jämfört med vanliga föreläsningar i genomsnitt hade bättre studieresultat.

1.1 Behovet av ett hjälpmedel för självstudier inom Bioreaktionsteknik

Kursen Bioreaktionsteknik, KKR090, är en så kallad synteskurs inom kemi- och bioteknik, som läses under tredje årets andra läsperiod på Bioteknikprogrammet. Kursen avser att kombinera kunskap från flera olika områden, se Bilaga A, och kräver därför förkunskaper inom dessa. Om förkunskaperna saknas, kommer det att bli avsevärt mycket svårare för studenterna att få förståelse för centrala principer och begrepp inom kursen. Studenterna är positiva till kursen som helhet men den anses av många som både svår och arbetskrävande, se kursutvärderingar (Bohman, Bäckegren, Mleczkovicz, Palmgren, & Palmquist, 2015), och resultaten har varierat från år till år. Statistiskt är det runt hälften av studenterna som inte klarar ordinarie tentamen, se Bilaga B, och Niklasson (personlig kommunikation, 3 feb 2015) anser att det är de många nya begreppen, som ofta är abstrakta och svårbegripliga, som försvårar för studenten att tillgodogöra sig kursinnehållet.

För att få en bättre förståelse för begreppen behöver studenterna avsätta tid för självstudier, detta då kursen består av ett begränsat antal föreläsningar och övningar. Enligt Niklasson (personlig kommunikation, 27 jan 2015) har beräkningsdelen av kursen inte förändrats på många år. Carl Johan Franzén (personlig kommunikation, 27 jan 2015), Docent vid Biologi och bioteknik inom Industriell bioteknik och lärare inom kursen Bioreaktionsteknik, framhåller att det inte finns någon bra och heltäckande kurslitteratur med rätt svårighets- och tillämpningsnivå för kursens och studenternas kunskapsnivå. Den befintliga kursboken

anses vara svårläst även utav studenterna (Bohman et al., 2015). Således finns det ett behov av att stimulera självstudier med ett nytt hjälpmedel, på ett sådant sätt att studenterna får en djupare förståelse för de begrepp som finns i kursen (Niklasson, 2015).

Det är viktigt att studenterna kan tillgodogöra sig kursens innehåll av flera olika anledningar. Den första, och kanske den mest uppenbara anledningen, är att studenten inte kan ta sin examen om kursen inte är avklarad. Den andra anledningen är att kursen innehåller värdefulla begrepp och kunskaper för fortsatta studier inom programmet, se Bilaga A, och om en förståelse för dessa saknas försvårar det studentens fortsatta studier. Den sista är, enligt Niklasson (personlig kommunikation, 27 jan 2015), att det finns en stor industri med anknytning till biologiska processer som kräver dessa kunskaper, men som för många studenter kanske inte upplevs aktuell eller motiverande eftersom kursen upplevts som svår. Niklasson anser även att det finns ett intresse från Chalmers Tekniska Högskola att man håller hög kvalitet på sina utbildningar och att studenterna har de kunskaper som de sägs ha.

1.2 Syfte och mål

På lång sikt är syftet med projektet att ge studenter en möjlighet till fördjupad förståelse för centrala begrepp inom Bioreaktionsteknik. Projektet avser att identifiera och analysera tröskelbegrepp inom kursen och med dessa som utgångspunkt, utveckla innehållet i en webbaserad mjukvara. Målet med projektet är att för kursansvariga presentera ett ramverk, innehållande teori och beräkningsuppgifter samt en lathund för fortsatt utveckling av mjukvaran, som skall användas i framtida kurser.

1.3 Beskrivning av projektet

Som ovan nämnts är målet med projektet att utveckla en webbaserad mjukvara som underlättar självstudier i kursen Bioreaktionsteknik samt ökar förståelsen för tröskelbegrepp kopplade till kursen. Med mjukvara menas både den slutgiltiga produkten och ramverket för dess fortsatta utveckling. Uppgifterna i mjukvaran skall vara anpassade efter tröskelbegreppen i kursen. Den slutliga utformningen av mjukvaran valideras genom att tester utförs, först av lärare och därefter av studenter. Efter projektets slut bör produkten vara lämplig som ett bestående inslag i kursen, samt ha potential att användas även inom andra områden eller kurser.

2 Teoretisk bakgrund

Forskningen kring tröskelbegrepp är ett relativt nytt område, men forskare är överens om att tröskelbegreppen är irreversibla (Cousin, 2006, 2010). Detta kan liknas vid ett barn som lär sig cykla. När barnet väl lärt sig cykla är det omöjligt att glömma bort hur man gör och på så sätt är kunskapen irreversibel. För att studenterna skall lära sig, och testa deras kunskap, utnyttjas didaktik för att formulera olika frågor för självstudier. Frågorna kan formuleras på flera olika sätt, både för teori- och beräkningsuppgifter.

2.1 Didaktik - webblärande blir allt vanligare

Didaktik definieras i en artikel som läran om undervisning och innefattar både den praktiska och teoretiska inläringen, och är starkt kopplad till metodik såväl som pedagogik (Kroksmark, Marklund, & Selander, u.å.). Författarna menar att det pågår mycket forskning kring området didaktik, i samhället, då det anses vara nyckeln till en god utläring. Det finns ett antal frågor inom didaktik som bör has i åtanke vid utläring. Dessa är; vilka som är målgruppen, hur informationen skall göras tillgänglig för denna, vem som skall lära ut, varför man lär ut och genom vilket verktyg (Kroksmark et al., u.å.). Artikeln menar också att det på senare tid även har bedrivits forskning kring webbaserat lärande eller mobilt lärande, detta då internet och datorer har blivit en stor del av studenternas vardag.

2.2 Vad är ett tröskelbegrepp?

Det finns olika definitioner som karaktäriserar och kännetecknar tröskelbegrepp (Cousin, 2006, 2010). Tröskelbegrepp kan definieras som begrepp som till en början är svåra att ta till sig men som också har potential att öppna upp för en ny, djupare förståelse av ett helt område (Pettersson, 2011; Burch, Burch, Bradley, & Heller, 2014). Med andra ord är det mycket viktigt att studenterna får förståelse för dessa begrepp då detta i sin tur kan medföra att de får en bättre förståelse för mer övergripande sammanhang och principer. Ett tröskelbegrepp är ett begrepp som kan användas inom ett större område och som ökar förståelsen, även om det inte känns så från början (Cousin, 2006, 2010). Ett exempel från en restaurangutbildning som Meyer och Land (2006, s.3) illustrerar, återges i en översatt version nedan:

”Tänk att du precis har hållt upp två identiska koppar te (de har samma temperatur) och du har mjölk att tillsätta. Du vill kyla ner en kopp så fort som möjligt då du har bråttom att dricka den. Du tillsätter mjölk till den första koppen omedelbart, väntar några minuter och sedan tillsätter du lika mycket mjölk till den andra.”

Intuitivt kan det kännas som att den första koppen blir svalare, men faktum är att det är den andra, på grund av att gradienten för temperaturen är brantare i detta fall (Cousin, 2006, 2010). När denna princip är förstådd skapas en förståelse för hur värmeöverföringen påverkar matlagningen och fortsättningsvis kommer kocklärlingen att rikta sin uppmärksamhet från enbart ingredienser till att också ta hänsyn till vilka köksredskap som behöver användas. Denna typ av ”vändning”, att bemästra ett tröskelbegrepp, markerar ett viktigt initialt steg för förståelse.

Tröskelbegrepp skall betraktas som viktiga då de ger stabilitet i både undervisning och inläring, men svårigheten ligger i identifiering av dessa (Cousin, 2006, 2010). För att ta reda på om något är ett tröskelbegrepp kan man följa ett antal riktlinjer (Cousin, 2006, 2010). En av dessa är att tröskelbegrepp är irreversibla, vilket innebär att ifall studenterna lär sig hur ett visst koncept fungerar är det väldigt svårt att ändra deras uppfattning. Detta är en stor fördel om uppfattningen är korrekt, då det kan öppna upp helt nya möjligheter för studenten, men det kan också vara en nackdel, om studentens uppfattning bara är delvis korrekt eller helt fel. Förutom att tröskelbegreppen är irreversibla framhålls det även att de kopplar ihop olika områden som tidigare varit dolda. Behärsksningen av detta gör att det går att integrera tröskelbegreppet som ett verktyg för att lösa andra problem (Cousin 2006, 2010). Vidare menas att ett tröskelbegrepp ibland kan hämmas av "sunt förnuft" eller av förutfattade meningar hos en student som stött på begreppet förut, vilket givetvis försvårar inläringen av tröskelbegreppet och är svårt att kringgå. Slutligen hävdas att tröskelbegrepp ofta är komplicerade och är där de flesta studenter "fastnar" och inte kommer vidare med inläringen. Med dessa riktlinjer i åtanke kan tröskelbegrepp identifieras.

2.3 Utformning av teori- och beräkningsfrågor

Vid utformning av teori- och beräkningsfrågor är det viktigt att studera hur teoriuppgifter skall läggas upp. Avsnittet behandlar även teori om hur lösningsgångar och lösningsförslag bör presenteras.

2.3.1 Flervalsfrågor föredras för att testa teori

För att underlätta studenters inläring av teori är det fördelaktigt att formulera teorifrågor som flervalsfrågor (Soderstrom & Bjork, 2014; Yan et al., 2014). Forskningen menar också att studenterna bör testa sin kunskap genom teorifrågor snarare än genom att endast läsa igenom texter, då detta ger ett bättre mått på den faktiska kunskapen. Studenterna får vid textläsning ofta en skev bild av vad de kan eftersom de serveras med rätt svar (Soderstrom & Bjork, 2014; Yan et al., 2014). Att tvingas ta ställning till olika alternativ är ett sätt att få studenterna mer aktiva i sitt lärande och forskning inom området visar att det är fördelaktigt att studenterna får jobba på ett mer aktivt sätt med sina studier för att öka deras förståelse (Freeman, Eddy, McDonough, Smith, Okoroafor, Jordt, & Wenderoth, 2014).

Flervalsfrågor är att föredra på ett tidigt stadium av inläringen eftersom om studenterna inte kan svaret på frågan, kan de använda sig utav uteslutningsmetoden (Soderstrom & Bjork, 2014; Yan, et al., 2014). Detta bidrar till att studenterna lär sig mer, på grund av att de förutom en förståelse för de rätta alternativen också kräver kunskap gällande de felaktiga alternativen. Vidare hävdar forskning på området att kunskap som testas ger en mer realistisk bild av vad studenterna kan. De förklarar att då ett test utförs måste studenterna tänka ut svaren och därmed får de en känsla av hur svårt de var att komma fram till det.

Studenterna får även resultatet svart på vitt och kan se vilka områden de måste studera mer, vilket är ännu en fördel (Soderstrom & Bjork, 2014).

2.3.2 Fördelaktigt med deluppgifter, ledtrådar och lösningsförslag till beräkningsuppgifter

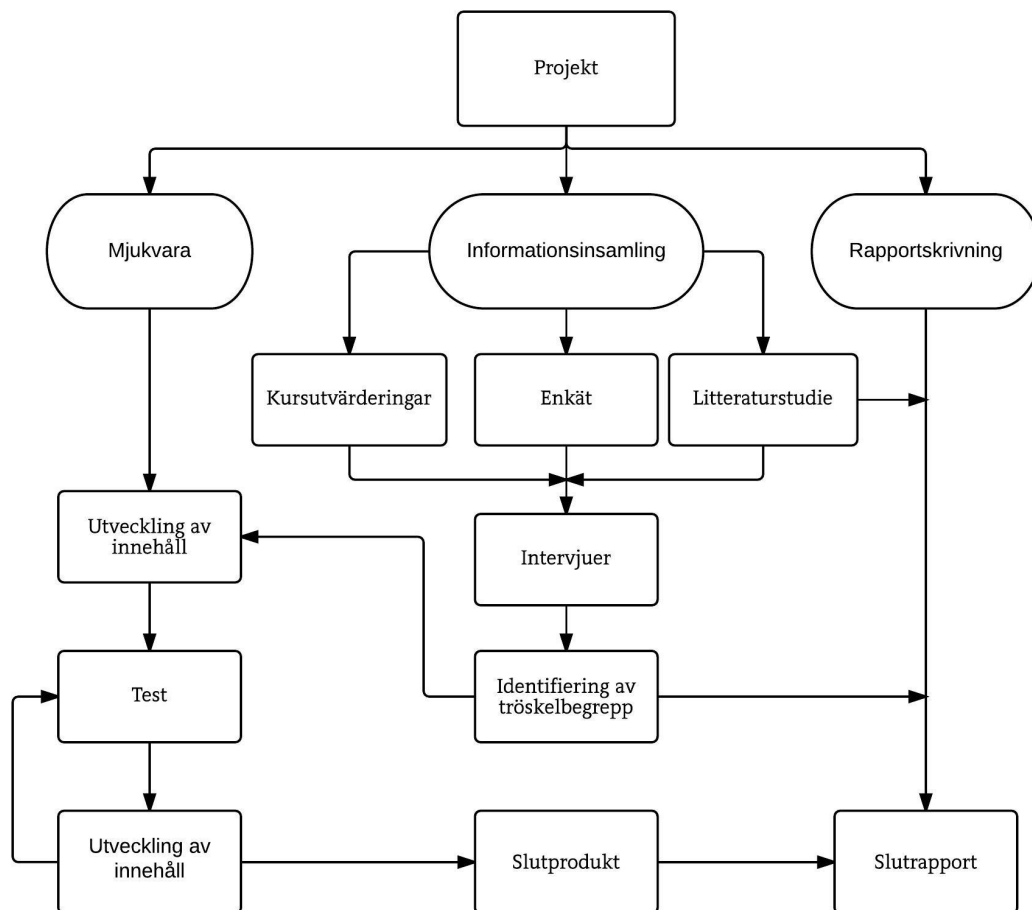
Beräkningsuppgifter som delas upp i flera, mindre deluppgifter förenklar för studenterna att förstå var de gör fel i sina beräkningar (Pink, 2009). Detta eftersom de då har en möjlighet att se om svaret på första deluppgiften är korrekt innan de går vidare till nästa uppgift, som bygger vidare på föregående svar. Feedback efter varje del är fördelaktigt då det kan vara svårt att avgöra var felet har begåtts om återkoppling endast ges i slutet av hela beräkningen (Pink, 2009).

Det är även fördelaktigt att ha tillgängliga ledtrådar och lösningsförslag med syftet att undvika att studenter kör fast och det framhålls att studenterna inte bör straffas om de väljer att ta del av dessa (Pink, 2009). Studenter presterar bättre vid beräkning av komplexa problem om de inte utsätts för yttre incitament, exempelvis om de straffas för att titta på lösningsförslag. Studenterna skall istället drivas av ett inre incitament, till exempel en inre motivation att vilja klara uppgiften, för att få en klar bild av hur mycket de kan (Pink, 2009).

3 Metod och avgränsningar

Avgränsningar gjordes för att projektets omfattning skulle bli rimlig med tanke på tidsramen. Med hjälp utav en enkätstudie och flertalet intervjuer kunde en del utav kursens tröskelbegrepp identifieras och med dessa som grund utformades ett antal uppgifter. Parallellt med detta valdes mjukvaran, utifrån flera kriterier, och efter att uppgifter lagts in i mjukvaran utvärderades den utav testpersoner med olika bakgrund vid två olika tillfällen.

Ett flödesschema som åskådliggör arbetsgången visas i Figur 1. Flödesschemat visar att arbetet bestod av tre stora delar till en början, "Mjukvara", "Informationsinsamling" och "Rapportskrivning". Dessa förgrenades till mindre områden under arbetets gång och därefter sammanfogades delarna i både slutprodukten och slutrapporten.



Figur 1. Flödesschemat över projektet. Pilarna mellan boxarna beskriver hur information förts vidare och drivit projektet framåt. Den första förgreningen leder till de tre huvuddelarna, "Mjukvara", "Informationsinsamling" och "Rapportskrivning". Alla delarna sammanstrålar i slutprodukten och slutrapporten.

3.1 Avgränsningar

Projektet fokuserade enbart på självstudier, och således berördes inte kursens fasta moment¹, detta eftersom tidsramen för projektet var begränsat till 16 veckor. Synpunkter gällande dessa moment har dock sammanställts i ett rekommendationsavsnitt.

Innehållet i den webbaserade mjukvaran behandlar endast de tröskelbegrepp som identifierats för kursen, eftersom kursinnehållet är väldigt brett. Metoden för att identifiera dessa tröskelbegrepp bestod av inläsning av teori och intervjuer av studenter, minst 5 stycken, och lärarna för kursen. I detta projekt definierades tröskelbegrepp som de begrepp vilka minst en fjärdedel av de intervjuade studenterna ansett svåra och som, utav lärarna, dessutom anses vara centrala för kursen.

Endast en, stor och väl bearbetad, beräkningsuppgift för respektive tröskelbegrepp gjordes och mjukvaran är således inte färdig vid projektets slut utan kräver fortsatt utveckling för att nå målet på lång sikt. Eftersom projektet avslutades innan några långsiktiga observationer kunde genomföras är resultatet fokuserat på mjukvarans funktionalitet och utformning snarare än på vad den har för effekt på studenternas studieresultat.

3.2 Utformning och sammanställning av enkät

En enkätstudie, se Bilaga C, som berörde kursens upplägg, studiematerial och förbättringspotential gällande självstudier, arbetades fram. Enkäten innehöll dels slutna frågor och dels frågor där respondenten ombads svara med hjälp av en skala. Enkäten sammanställdes och svarsalternativen översattes till en numrerad skala och ett medelvärde beräknades för att få en mer överskådlig bild av resultatet.

3.3 Intervjuer och identifiering av tröskelbegrepp

Intervjuerna förbereddes genom att litteratur inom intervjuteknik studerades och utifrån denna utformades en intervjuguide med mestadels öppna frågor, se Bilaga D. Denna syftade främst till att identifiera begrepp respondenten upplevt som svåra. Till hjälp, utifall att begrepp inte skulle framkomma, sammanställdes en lista över kursens begrepp. Av etiska skäl gjordes en samtyckesblankett med inspelningsmedgivande. Intervjuguiden testades genom pilotintervjuer.

Både lärare och studenter intervjuades. Intervjuerna med studenterna genomfördes enskilt av en person ur projektgruppen med en student och intervjuerna med lärarna genomfördes av två eller tre personer ur projektgruppen med en lärare åt gången. De senare nämnda intervjuerna behandlades inte anonymt, med respektive lärares tillstånd, men i övrigt genomfördes de på samma sätt. Alla intervjuer inleddes med att informera respondenten om syftet med intervjun, anonymitet och inspelning. Intervjuguiden följdes i största möjliga mån men variationer, såsom efter svaren anpassade följdfrågor, förekom intervjuerna emellan. Respondenterna ombads markera nya respektive svåra begrepp på listan över kursens begrepp och svårigheter inom begreppen diskuterades med såväl studenter som lärare.

¹Laborationer, inlämningsuppgifter, simuleringsuppgifter samt lärarledda lektioner och föreläsningar

Intervjuerna transkriberades utifrån inspelningarna och dessa användes som ett verktyg för att tolka innehållet och jämföra respondenternas svar. Tröskelbegrepp som nämnts spontant av studenter jämfördes med de begrepp som markerats på den utdelade listan. Förståelse och svårigheter inom varje markerat begrepp diskuterades. Intervjuerna sammanställdes med avseende på nya begrepp, tröskelbegrepp, generella synpunkter samt rekommendationer till kursansvariga.

För att underlätta hanteringen av personliga referenser sammanställdes datum för intervjuer med både studenter och lärare, vilka redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Datum då intervjuer ägt rum med studenter och lärare.

Person	Datum
Student 1	24/2-2015
Student 2	24/2-2015
Student 3	24/2-2015
Student 4	25/2-2015
Student 5	24/2-2015
Student 6	24/2-2015
Student 7	24/2-2015
Student 8	24/2-2015
Lärare Niklasson	25/2-2015
Lärare Franzén	25/2-2015

3.4 Val av webbaserad mjukvara

Tre mjukvaror som redan används på Chalmers Tekniska Högskola utvärderades och valdes utifrån följande kriterier. Mjukvaran skulle:

- vara lätt att underhålla
- ha befintlig licens eller vara billig/lätt att införskaffa
- kunna ge feedback baserat på svaret som anges
- kunna ha deluppgifter
- kunna visa lösningsförslag för varje deluppgift efter ett visst antal felaktiga försök
- kunna innehålla individuella datauppsättningar

3.5 Utveckling av innehållet i mjukvaran och tester

De identifierade tröskelbegreppen och svårigheterna inom respektive begrepp användes som grund för det fortsatta arbetet med utvecklandet av den webbaserade mjukvaran.

Enkätstudiens resultat om önskvärda hjälpmedel i jämförelse med mjukvarans förutsättningar samt rekommendationer från litteratur ledde fram till valet av innehåll, och utformning av detsamma, i mjukvaran.

Mjukvaran utvärderades i två steg. Först genom ett alpha-test med tre testpersoner; Niklasson, Franzén och Derek Creaser, där den sistnämnde är biträdande professor vid institutionen för Kemi och kemiteknik och arbetar med Maple T.A. inom en annan kurs som är snarlik Bioreaktionsteknik. Sedan genom ett beta-test med elva testpersoner, studenter, som själva anmält sig genom vändande mail. Synpunkter och förslag på förbättringar från respektive testtillfälle bidrog till den fortsatt utvecklingen av innehållet.

Tentamensresultatet för omtentamenstillfället i april jämfördes mellan de studenter som deltagit respektive inte deltagit vid beta-testet. Detta gjordes utöver projektets omfattning som ett test för framtida utvärderingsmöjligheter av studieresultat.

4 Resultat

Studenterna var positiva till många av de förslag på hjälpmedel som undersöktes i enkätstudien. Utförliga, datorskrivna lösningsförslag önskades då det ansågs öka förståelsen för uppgifterna. Sex tröskelbegrepp identifierades för kursen vilka alla var balansrelaterade. De främsta svårigheterna var att formulera sin balans och räkna på kombinationsproblem.

Maple T.A. valdes som mjukvara och dess innehåll utvecklades. Upplägget av mjukvaran, med inledande teorifrågor följt av beräkningsfrågor indelade i deluppgifter samt ledtrådar och lösningsförslag var något studenterna uppskattade.

4.1 Studenter positiva till fler hjälpmedel

Enkäten besvarades utav 55 studenter varav 38 studenter läste kursen år 2014, 16 studenter läste kursen år 2013 och en student läste kursen 2011. En fråga undersökte i vilken grad studenterna trodde att olika typer av hjälpmedel skulle underlätta deras självstudier.

De hjälpmedel som fick högst medelvärden var:

- utförligare lösningsförslag med tydlig förklaringsgång till övningsuppgifter
- datorskrivna lösningsförslag till övningsuppgifter
- introduktion med grundläggande begrepp och eventuella formler i övningsboken, till alla avsnitt
- exempel på tentauppgift för varje avsnitt i övningshäftet
- elektroniskt verktyg² med räknepuppgifter som kan hantera delsvar och ger viss feedback eller stöd för fortsättning

För fullständiga resultat från enkätstudien redovisas på Box (Bohman et al., 2015).

4.2 Intervjuer - synpunkter och identifierade tröskelbegrepp

Totalt genomfördes 10 intervjuer, omkring 20-45 minuter styck. Två av intervjuerna gjordes med lärarna för kursen och resterande åtta intervjuer gjordes med studenter som läst kursen de senaste två åren. Datum för intervjuerna presenteras i Tabell 1. i avsnitt 3.3. Bland de intervjuade var spridningen jämn både utifrån kön, betyg och åren kursen lästes.

Då intervjuerna är anonyma, benämns studenterna S1-S8 och lärarna benämns L1 (Niklasson) och L2 (Franzén).

4.2.1 Lösningsförslag ökar förståelsen för övningsuppgifter

Trots att studenterna ansåg sig ha mycket tid för kursen var det många av dem som förvånades över hur belastande och arbetskrävande den var. S4 hävdade att "det krävdes en hel del tid, [eftersom att] många uppgifter krävde mycket tid för att ta sig igenom".

²Benämns som webbaserad mjukvara i rapporten.

Flera studenter påpekade att övningsuppgifterna upplevdes för svåra i början, att det saknades en progression i svårighetsgrad. S7 menade att:

“Det var väldigt tungt i början kändes det som, det var som en lång inkörsport kan man säga, eller en ganska brant inlärningskurva för att komma in i uppgifterna. Så det tog en del tid i början, och i slutet också.”

Då övningsuppgifterna uppfattades som svåra använde majoriteten av studenterna ofta lösningsförslagen till uppgifterna, ibland utan att först försöka själva. Alla studenter kunde lösa delar av uppgifterna utan lösningsförslaget men för en del studenter tog det lång tid att komma dit. Studenterna var eniga om att lösningsförslagen bidrog till en ökad förståelse för uppgiften.

Studenterna hade i regel svårt att sätta fingret på vad de upplevt som svårt. De begrepp som nämndes spontant under intervjuerna rymdes inom något av de tröskelbegrepp som sammanställdes utifrån markeringar på listan över kursens begrepp. Till exempel omnämndes flöden av S2, som ett svårt, centralt begrepp men vid följdfrågor framkom det att svårigheten legat i hur flöden används i materialbalanser. Därmed kan flöden anses vara en svårighet inom materialbalanser och kommer därför inte ses som ett eget begrepp. Svårigheter för de identifierade tröskelbegreppen presenteras i 4.2.4.

4.2.2 Nya begrepp för studenterna

För att ett begrepp skall räknas som nytt skall tillämpningen av begreppet vara ny för studenten, således kan ett begrepp som introducerats i tidigare kurser ändå tillhöra gruppen av nya begrepp. Tabell 2. visar en sammanställning över de begrepp som ansågs vara nya, av studenter och lärare. Lärarna har angivit fler nya begrepp än studenterna, trots att de var färre. Detta beror på att lärarna var oense kring vilka begrepp som var nya. Alla begrepp studenterna angivit ingår bland de som lärarna angav. Flera studenter poängterade att de kände till vissa begrepp sedan tidigare men saknade förståelse för dem.

Tabell 2. Begrepp studenter respektive handledare angav som nya för kursen under intervjuerna.

Begrepp	S	L	Begrepp	S	L
C-mol		X	Omvandling mellan c-mol/c-mol och g/g		X
Systemgränser	X	X	Materialbalanser		X
Energibalanser	X	X	Masstransport	X	X
Molförhållande			Yield		X
Ackumulation	X	X	Omsättningsgrad		X
Val av bas (F, q vilket ämne?)	X	X	Differentiella materialbalanser	X	X
Recirkulation	X	X	Moländring (densitetsförändringar, gasfas)		X
Spårämnesförsök	X	X	Uppehållstidsfördelning	X	X
Kinetikmodeller		X	Referenstemperatur, -punkt och -tillstånd		X
Frihetsgrader		X	Volumetriskt flöde		X

4.2.3 Tröskelbegreppen är balansrelaterade

De begrepp som ansågs svåra av studenter och lärare presenteras i Tabell 3. tillsammans med de begrepp lärarna ansett som centrala begrepp för kursen. Studenternas uppfattning om vilka begrepp som varit svåra att ta till sig varierar mycket. Lärarnas uppfattning stämmer någorlunda väl överens med studenternas.

Tabell 3. En sammanställning av de begrepp studenterna respektive lärarna angivit som svårast. Antalet studenter som valt ett visst begrepp visas i summakolumnen, S:a. För att ett begrepp skall räknas som ett tröskelbegrepp krävs att två eller fler studenter angivit samma begrepp och att begreppet utgör en central del av kursen. Centrala begrepp precenterars i kolumn C.

Begrepp	S:a	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	L1	L2	C
C-mol												X
Omvandling mellan c-mol/c-mol och g/g												X
Systemgränser	2		X						X			X
Materialbalanser	3	X		X		X					X	X
Energibalanser	5	X	X		X	X	X				X	X
Masstransport	4		X	X	X	X					X	X
Molförhållande												X
Yield	1				X							X
Ackumulation	3		X	X		X					X	
Omsättningsgrad												X
Val av bas (F, q vilket ämne?)	2			X					X	X		
Differentiella materialbalanser	7	X		X	X	X	X	X	X	X		X
Recirkulation	1							X		X	X	X
Moländring (densitetsförändringar, gasfas)	1	X								X	X	X
Spårämnesförsök	1							X				X
Uppehållstidsfördelning	1								X			X
Kinetikmodeller	2	X						X				
Referenstemperatur, -punkt och -tillstånd	1								X	X		X
Frihetsgrader	3				X		X	X				
Volumetriskt flöde	1		X									

Tröskelbegreppen erhålls genom att avläsa Tabell 3. och titta på när antalet studenter som angivit ett begrepp som svårt är högre än två, samt att lärarna har markerat begreppet som centralt. De identifierade tröskelbegreppen är:

- Differentiella materialbalanser
- Energibalanser
- Masstransport
- Materialbalanser
- Systemgränser
- Ackumulation

4.2.4 Kombinationsproblem och balansformulering det svåraste

Detta avsnitt innehåller en redogörelse för studenternas och lärarnas synpunkter om svårigheter inom respektive tröskelbegrepp. Gemensamt för alla typer av balanser var att studenterna tyckte att det var svårt att gå från den generella balansen i ord till en balans som beskriver det specifika problemet. L1 poängterade att han upplevde att studenterna hade svårt att kombinera olika begrepp, en uppfattning studenterna delade även om de också tyckte att begreppen i sig kunde vara svåra.

4.2.4.1 Differentiella materialbalanser

Om de differentiella materialbalanserna kombinerades med andra områden, exempelvis värmebalanser, bidrog detta till att svårigheten ökade markant. De båda lärarna var överens om att kombinationer av flera begrepp ökar svårighetsgraden. L2 menade att svårigheten med de differentiella materialbalanserna är kopplade till det val av bas som studenten gör. Han menade också att det är svårt att förstå sambandet mellan en differentiell materialbalans och en vanlig materialbalans och citeras nedan:

“Man väljer fel bas, så integralerna blir krångliga. Väljer man rätt bas så kan integralen bli lätt. De differentiella materialbalanserna och val av bas hör ihop väldigt väl. Differentiella materialbalanser är oftast svårt för att det är så pass många steg att komma fram till ett svar så att folk gör misstag längs vägen. Det man i grund och botten gör vid dessa balanser är ju att man räknar på små tankar och så summerar man ihop dem. I grund och botten så är det ju samma materialbalans som man har, men det är också något som jag tror studenter inte riktigt inser under kursens gång.”

Flertalet studenter poängterade att den matematiska lösningen av integraler var ett stort problem. S4 beskriver differentiella materialbalanser på följande sätt:

“I början hade jag ganska mycket problem med det, men sedan märker man att det är ett och samma tänk i det egentligen... När man väl får in rätt tänk så vet man ju hur man skall ställa upp det, för det är oftast ganska lika uttryck. Men de har en tendens att bli ganska komplicerade, när man skall lösa det, lösa integralen som blir av det.”

4.2.4.2 Energibalanser

För energibalanser ansågs det svårt att få en fysikalisk eller kemisk förståelse för de olika beteckningarna i balansen. S2 tyckte att kombinationen mellan materialbalans och energibalans var svår, en uppfattning som L1 delade. Även referenstemperatur togs upp som en svårighet. Studenterna uppfattade inte att svårigheten låg i att välja en referenstemperatur utan snarare att ta fram den via beräkningar för de fallen denna inte var given. L2 misstänkte att referenstemperaturen upplevs godtycklig och att studenter lär sig välja denna utan att förstå varför. S2 beskriver svårigheter för energibalanser såhär:

“Det var svårt att förstå vad alla bokstäverna betydde. Och de olika temperaturerna... Det fanns väl tre olika temperaturer som man skulle använda och när de var givna var det inte så svårt men när man skulle räkna ut någon själv så fastnade jag och visste inte alls hur jag skulle göra.”

4.2.4.3 Masstransport

Fyra studenter upplevde masstransport som ett av de svåraste begreppen. De som valde detta begrepp valde också någon annan balans och svårigheterna är desamma. Masstransport upplevdes av studenterna också som svårt eftersom att det är ett stort område, för att det ofta är två olika faser att ta hänsyn till och för att det är många steg i lösningsgången. S3 tyckte dessutom att det var svårt att skilja på materialbalanser och balanserna inom masstransport eftersom båda förkortades MB. L1 betonade även denna gång att kombinationsuppgifter där masstransport ingår är det svåraste, han citeras nedan:

“...svårigheten med det begreppet är väl framförallt att koppla ihop just transportekvationer... med en reaktion... De problem inom området som är bara kring masstransport brukar inte vara några problem utan det är mer när man kombinerar det med en reaktor eller kinetik eller något sådant, så ökar problematiken.”

4.2.4.4 Materialbalanser

S3 påpekade att kombinationen med andra balanser var svår och tyckte specifikt att ackumulationstermen var svår att greppa och tillämpa. S5 ansåg att ”materialbalanser kan ses lite som ett tröskelbegrepp för att förstå alla balanser” och hävdade att ”där skulle jag behöva en riktig aha-upplevelse”. Hen tyckte också att det var svårt med seriekopplade reaktorer. L1 menade att de flesta studenter tar till sig materialbalanser av enklare art ganska snabbt, men att det är kombinationen mellan denna och andra balanser som är svårigheten.

Problem som innefattade antingen kopplade reaktorer, produktflödessammansättningar eller flöden nämndes spontant som svårt av studenter, dvs. utan att de sett listan över kursens begrepp. Det framkom dock att det i grunden var materialbalansen som ansågs vara den verkliga svårigheten.

4.2.4.5 Ackumulation

S3 tyckte att ackumulationstermen var svår att använda och förstå, vilket gjorde att också materialbalanser blev svåra att begripa. S2 hade svårt att avgöra när ackumulationstermen skulle ingå eller försummas i balansen och hen sade:

“Det hade jag svårt för när man målade upp själva behållaren. De första veckorna så hade jag verkligen kört fast på det här med ackumulation, när det skulle vara med och om den skulle vara positiv eller negativ.”

L1 beskriver ackumulationsbegreppet enligt följande:

“Det är någonting som vi nämner väldigt mycket men nästan alltid försummar i våra ekvationer... Den kommer in i de instationära processerna, såsom fed-batch och så där man pratar om batchodling, där man helt enkelt förändrar mängderna i ett system. Man får en tidsderivata som man måste lösa och hamnar i differentialekvationer som inte är jättekomplicerade, men man får ibland tänka till när man skall kombinera olika komponenter.”

4.2.4.6 Systemgränser

Svårigheten med detta begrepp var att från uppgiftstexten välja sitt system och slutligen rita upp det. Särskilt de problem där flera systemgränser krävs för en lösning ansågs svåra. S8 betonade vikten av en förståelse för dessa och menade att om denna fanns så kunde man lösa i stort sett alla uppgifter. L1 kommenterade begreppet enligt följande:

“Systemgränser är ett begrepp som jag tror att man tar till sig ganska snabbt, det är lite nytt att man sätter [gränser] över reaktorn och separationssystem, [eller] över hela [systemet]. Jag tror att det inte är speciellt svårt när man gjort det några gånger, för det handlar ju om materialbalanser fast för olika delsystem och totalsystem.”

L2 beskrev att en av svårigheterna med recirkulationsproblem är att sätta upp rätt system. Han menade att det är ”svårast att välja systemet så att man kan formulera balanser som går ihop totalt sett”.

4.3 Val av Maple T.A. som webbaserad mjukvara

De mjukvaror som undersöktes var en från grunden programmerad webbplattform³, Lurn/Knowly⁴ och Maple T.A.

I Tabell 4. presenteras kriterierna från avsnitt 3.4 och huruvida dessa uppfylldes eller inte av respektive mjukvara.

Maple T.A. och webbplattformen uppfyller båda fyra av sex kriterier. Ingen av mjukvarorna kunde dock ge feedback baserat på vilken typ av felaktigt svar som ges. Kriteriet att mjukvaran ska vara lätt att underhålla efter projektets slut anses vara viktigare än kriteriet att mjukvaran kan visa lösningsförslag efter ett visst antal försök. Detta medför att Maple T.A. är att föredra framför en från grunden programmerad webbplattform. Ytterligare en fördel med Maple T.A. är att det inte krävs lika stora kunskaper inom programmering som skapandet av webbplattformen skulle innebära och med tanke på detta valdes Maple T.A. som vår mjukvara.

Tabell 4. Jämförelse mellan mjukvarorna utifrån de olika kriterier som satts upp. Plus visar att kriteriet är uppfyllt och minus visar att kriteriet ej är uppfyllt.

Kriterier	Knowly/ Lurn	Webb- plattform	Maple T.A.
Lätt att underhålla	+	-	+
Befintlig licens, billig att införskaffa eller ej licenskrav	-	+	+
Ger feedback baserat på det fel studenten utfört	-	-	-
Möjlighet till deluppgifter	+	+	+
Visa lösningsförslag efter ett antal försök	-	+	-
Möjlighet till individuella datauppsättningar	+	+	+

³Utvecklat av Ulf Grahn, docent vid Fundamental fysik, m.fl. och används i kursen Mekanik 1, FFM516

⁴Utvecklat av studenter på programmet Industriell Ekonomi, Chalmers

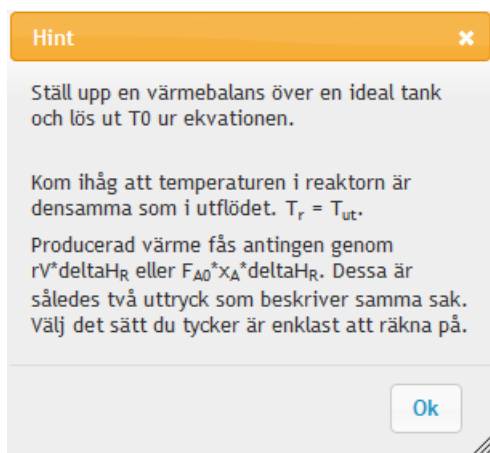
4.3.1 Presentation av innehållets upplägg

Innehållet i Maple T.A. består av sex större beräkningsuppgifter, som grundar sig på respektive tröskelbegrepp, samt ett repetitionsavsnitt som ger förkunskaper för att på sikt förstå dessa. Uppgifterna fördelades på olika läsveckor vilka överensstämmer med när begreppen introduceras i kursen, se Figur 2. Mjukvaran har potential att användas för flera olika ändamål så som övning, diagnoser, inlämning m.m.

Uppgifterna i mjukvaran är av två olika typer, beräkningsuppgifter och flervalsfrågor för teori. Varje tröskelbegrepp omfattar en teoridel följt av en beräkningsdel. Teoriuppgifterna förbereder studenterna på den kommande beräkningsuppgiften för att lösningen av den senare skall underlättas. Beräkningsuppgifterna delades upp i mindre deluppgifter, se Figur 3., för att lättare identifiera var möjliga fel har uppstått.

För att göra varje uppgift individuell för olika studenter har variabler använts för att generera olika datauppsättningar. Dessa används dessutom av programmet för att beräkna svaret för varje specifik uppsättning. Svarsalternativen accepterar en felmarginal som bestäms när uppgiften läggs in i Maple T.A.

Det finns även ledtrådar till de olika deluppgifterna som stöd för studenter som fastnar vid olika moment. Ett exempel på en ledtråd visas i Figur 4.



Figur 4. En ledtråd från uppgiften Energibalanser och moländring.

Select the link for an assignment to begin:

Assignment Name	Points	Availability	Active	Type
Repetition	7.0	Unlimited		Practice
LV 1- Materialbalanser	6.0	Unlimited		Practice
LV 2- Differentiella materialbalanser	8.0	Unlimited		Practice
LV 3- Systemgränser och Recirkulation	9.0	Unlimited		Practice
LV 4- Energibalanser och moländring	7.0	Unlimited		Practice
LV 5- Ackumulation	9.0	Unlimited		Practice
LV 6- Masstransport	8.0	Unlimited		Practice

Figur 2. Uppgifternas fördelning över läsveckor och områden i Maple.T.A. där varje uppgift ger maximalt en poäng.

Differentiell materialbalans (tubreaktor)

En reaktion i vätskefas



utförs i en ideal tubreaktor. Reaktionshastigheten kan skrivas:

$$r = k \cdot C_A \quad k = 0,1 s^{-1}$$

Inflödet består av ren A med koncentrationen $2.6 \frac{kmol}{m^3}$

och volymflödes hastigheten är $4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$.

A) Vilket ämne är lämpligast att välja som bas?

B) Hur stor reaktor behövs för att få omsättningsgraden 84 %?
Svara i m^3 .

 [Num]

C) Om reaktionen istället var av andra ordningen med reaktionshastigheten $k = 0,1 m^3 kmol^{-1} s^{-1}$, vad blir volymen om omsättningsgraden är densamma som tidigare?

Svara i m^3 .

 [Num]

Figur 3. En beräkningsuppgift ur Maple T.A. indelad i tre deluppgifter som alla bygger på den föregående.

Efter att studenten svarat på en uppgift visas en ruta med de korrekta svaren, se Figur 5., och ett utförligt lösningsförslag. Studenten kan lämna in en uppgift på två olika sätt, antingen genom att trycka på "How did I do" eller på Grade". Skillnaden är att man inte kan gå tillbaka och korrigera sina svar om man tryckt på Grade". För självstudier är således "How did I do" att föredra. Lösningsförslagen innehåller samma variabler som de slumpade variablerna i uppgiften. Ett exempel på hur ett lösningsförslag kan se ut presenteras i Bilaga E.

Your response	Correct response
Differentiell materialbalans (tubreaktor) En reaktion i vätskefas $A \rightarrow B$ utförs i en ideal tubreaktor. Reaktionshastigheten kan skrivas: $r = k \cdot C_A \quad k = 0,1 s^{-1}$ Inflödet består av ren A med koncentrationen $2,6 \frac{kmol}{m^3}$ och volymflödes hastigheten är $4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$. A) Vilket ämne är lämpligast att välja som bas? B (0%) B) Hur stor reaktor behövs för att få omsättningsgraden 84 %? Svara i m^3 . 5 (0%) C) Om reaktionen istället var av andra ordningen med reaktionshastigheten $k = 0,1 m^3 kmol^{-1} s^{-1}$, vad blir volymen om omsättningsgraden är densamma som tidigare? Svara i m^3 . 7 (0%) Total grade: $0.0 \times 1/3 + 0.0 \times 1/3 + 0.0 \times 1/3 = 0\% + 0\% + 0\%$	Differentiell materialbalans (tubreaktor) En reaktion i vätskefas $A \rightarrow B$ utförs i en ideal tubreaktor. Reaktionshastigheten kan skrivas: $r = k \cdot C_A \quad k = 0,1 s^{-1}$ Inflödet består av ren A med koncentrationen $2,6 \frac{kmol}{m^3}$ och volymflödes hastigheten är $4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$. A) Vilket ämne är lämpligast att välja som bas? A B) Hur stor reaktor behövs för att få omsättningsgraden 84 %? Svara i m^3 . 0.073303 ± 10.0% C) Om reaktionen istället var av andra ordningen med reaktionshastigheten $k = 0,1 m^3 kmol^{-1} s^{-1}$, vad blir volymen om omsättningsgraden är densamma som tidigare? Svara i m^3 . 0.009158 ± 10.0%

Figur 5. Svarsrutan i Maple T.A. visar studentens svar i den vänstra kolumnen och det korrekta svaret i den högra. Rutan kommer upp då studenten trycker på "How did I do".

En lathund utvecklades för att underlätta vidareutvecklingen av mjukvaran, se Bilaga F. Lathunden innehåller en stegvis förklaring över hur enskilda uppgifter och grupper av uppgifter läggs till. Den innehåller även en tabell över koder för ekvationer och symboler.

4.3.2 Uppskattat att teorifrågor varvas med beräkningsfrågor

I detta avsnitt presenteras några generella synpunkter från testpersonerna, vilka utgjordes av lärarna, Niklasson, Franzén och Creaser. De tyckte om upplägget med teoriuppgifter innan beräkningsuppgifter, då de ansåg att studenterna får en bättre inblick i områdena innan de blir inkastade i beräkningarna. De såg även positivt på att teorifrågorna var av typen flervalsfrågor. Det största problemerna som framkom var felberäkningar i facit, felformuleringar i teoriuppgifter och felaktiga lösningsförslag. Felmarginalen som programmerats in i mjukvaran fungerade inte önskvärt och svar som var korrekta påstods vara inkorrekta på grund av ett misstag i programmeringen. Sammanfattningsvis var responsen positiv och kritiken som gavs var mest riktad mot formuleringar i uppgifter och lösningar.

4.3.3 Studenterna positiva till att använda mjukvaran

Det var elva studenter som medverkade under beta-testet, från två olika årskurser, och alla utom en hade ännu inte klarat tentamen. Alla studenterna såg positivt på användandet av mjukvaran och upplägget av beräkningsuppgifter kombinerat med teoriuppgifter.

Överlag ansåg de att mjukvaran var givande och användarvänlig.

Den positiva responsen var att uppgifterna var välskrivna och att teoridelarna täckte de mest centrala delarna. Vissa ansåg att en del teoriuppgifter var för lätta men ändå relevanta för uppgifterna medan andra tyckte att svarsalternativen höll en bra svårighetsgrad.

Uppgiftstexten var lätt att förstå, lösningsförslagen användes och var lätta att förstå men krävde förtydliganden på enstaka ställen. Man var överens om att det inte saknades någon del i uppgiften, varken i deluppgifterna eller i uppgifterna i sin helhet. Man såg positivt på ledtrådarna men tyckte att vissa kunde vara mer informativa med mer utförliga förklaringar. En av studenterna lämnade kommentaren:

”Bra fråga, täcker mycket. Ledtrådarna känns bra och facit är utförligt och beskriver alla stegen, vilket är något av det viktigaste.”

Under testets gång upptäckte studenterna bland annat stavfel och felaktiga lösningsgångar. Många kommentarer påpekade vikten av tydlighet i uppgifter, formuleringar och ledtrådar. Andra kommentarer var mer av det utvecklande slaget och en student sade att “det hade varit bra om det fanns en text som pekade ut liknande uppgifter från häftet eller kapitel som uppgiften hör till”.

Av de elva studenter som gjorde beta-testet var det sex stycken som skrev omtentamen i april. Tentamensresultaten från omtentaperioden visade att 50% av de sex som gjort beta-testet respektive 50% av de 10 studenter som inte hade tillgång till mjukvaran klarade tentamen. Noterbart är att detta resultat inte svarar mot målet med projektet, men på sikt kan detta vara en metod för att undersöka om mjukvaran förbättrar studenternas studieresultat.

5 Diskussion

Ramverket som utvecklades fick positiv respons av både lärare och studenter och då mjukvaran är förhållandevis enkel att underhålla finns det stor potential för dess fortsatta användning. Ledtrådarna i mjukvaran minskar studenternas användande av lösningsförslag och ger direkt vägledning medan studenten löser uppgiften. Deluppgifter underlättar för studenten att identifiera sina fel.

De identifierade tröskelbegreppen stämmer överens med definitionen i avsnitt 2.2. Många av de begrepp som införs i kursen är svåra i sig men möjligen hämmas studenterna av förutfattade meningar om de introducerats för begreppet tidigare. Gemensamt för tröskelbegreppen är att de alla relaterar till balanser och det huvudsakliga problemet består i att formulera sin balans, särskilt vid uppgifter som kombinerar olika områden.

5.1 Mjukvaran kan underhållas och har potential för andra användningsområden

Vid selektionen av mjukvara användes sex kriterier och varje mjukvara som undersöktes testades mot dessa. Vissa kriterier ansågs väga tyngre än andra och exempelvis kriteriet att mjukvaran ska vara lätt att underhålla efter projektets slut ansågs vara viktigare än kriteriet att mjukvaran kan visa lösningsförslag efter ett visst antal försök. För enkelhetens skull användes ingen skala för hur väl en mjukvara uppfyllde ett visst kriterium utan antingen ansågs kriteriet vara uppfyllt eller inte. En mer utförlig selektering hade kunnat göras genom att gradera varje potentiell mjukvaras egenskaper och också ta hänsyn till projektgruppens uppskattade förmåga att utveckla dessa egenskaper. Vi anser dock att detta urval var tillräckligt med tanke på projektets omfattning och resurser.

Maple T.A. valdes delvis eftersom att den uppfyllde kriteriet att mjukvaran skall vara lätt att underhålla efter projektets slut. Eftersom tanken med mjukvaran är att den skall användas under kommande år ansågs detta väldigt viktigt. Detta för att det skall finnas möjlighet att utan större ansträngning kunna fortsätta att lägga in uppgifter och utveckla mjukvarans innehåll. Vi anser att en fördel med Maple T.A. är att det inte krävs lika stora kunskaper inom programmering som skapandet av webbplattformen, som också undersöktes, skulle innebära. Med tanke på att projektgruppens kunskaper inom programmering ej varit särskilt stora tror vi att underhållningen av mjukvaran kommer att fungera bra. Lathunden som utvecklats tror vi kommer förenkla arbetet i hög grad för personer som tar vid efter projektets slut.

Det ramverk som presenteras i rapporten har också potential att sprida sig till andra områden och kurser eftersom man med den grund vi tagit fram kan anpassa mjukvaran utifrån de behov som finns. Således tror vi att mjukvaran i framtiden även kan komma till användning för studenter som läser andra kurser. Det finns inga förväntade problem med att använda mjukvaran i flera kurser och/eller på fler institutioner eftersom Chalmers redan har licens för att använda Maple T.A.

5.2 Ledtrådar, lösningsförslag och deluppgifter hjälper studenterna

Under intervjuerna framkom det att många studenter ansåg det lönlöst att ens försöka lösa uppgifter som saknade lösningsförslag men det finns en problematik kring att, som student, enbart använda lösningsförslag som inlärningsmetod. Ett starkt argument är att studentens förståelse hämmas när studenten serveras med rätt lösning istället för att tvingas reflektera kring vad hen förstår och inte förstår. Ett annat argument är att studenterna ofta låser sig vid lösningsförslaget och glömmer bort att det kan finnas flera sätt att lösa samma problem.

För att undvika att studenten allt för snabbt vänder sig till lösningsförslaget har vi valt att ge studenten ledtrådar. Till skillnad från lösningsförslaget finns dessa tillgängliga längst ner på samma sida som uppgiften själv och man behöver alltså inte lämna in sitt svar för att få tillgång till dem. Det finns bara ledtrådar till beräkningsuppgifterna eftersom vi anser dem överflödiga för teorifrågorna. För teorifrågorna finns det istället möjlighet att lämna svarsalternativspecifik information med förklaringar, till exempelvis varför ett svarsalternativ är felaktigt. Ledtrådarna har för avsikt att hjälpa studenterna på traven men vi har ansett det vara av yttersta vikt att ledtrådarna ej skall vara allt för informationsrika utan att de skall fostra studenten till att tänka själv.

Ledtrådarnas existens minskar dock inte betydelsen av lösningsförslag då deras funktioner skiljer sig åt. Ledtrådarna syftar till att underlätta räkneprocessen och komma med förslag på hur studenten kan gå vidare i sin lösning medan lösningsförslaget ger en förklaring till varför man kan göra som man gör. Vi tror att användandet av lösningsförslaget kan förändras genom tillgången till ledtrådar. Förhoppningen är att lösningsförslaget skall nyttjas för att verifiera den lösning som gjorts och i efterhand förtydliga och förklara viktiga steg.

På sikt kan detta leda till att studenten blir mer kreativ i sina lösningar och vågar testa mer innan hen kollar i lösningsförslaget. Det går heller inte att bortse ifrån det faktum att vissa studenter, i ett visst stadium av inläringen, lär sig mer och bättre genom att kolla på ett lösningsförslag.

Tydliga lösningsförslag med övergripande lösningsgång var det hjälpmedel i enkätstudien som studenterna trodde skulle underlätta deras studier allra mest och därför lades det stor vikt vid att utforma dessa. För att få studenterna motiverade var det "gratis" att titta på ledtrådar och lösningsförslag i den bemärkelsen att inget poängavdrag gjordes från slutpoängen.

Om mjukvaran fortsätts att utvecklas till att även omfatta inlämningsuppgifter kan det dock finnas en poäng med att studenten får "betala" för att titta på ledtrådar. Men eftersom vårt projekt inriktar sig på självstudier fann vi det bäst att inte straffa studenterna för detta.

För att ge en så tydlig och övergripande lösningsgång som möjligt bearbetades lösningsförslagen mycket.

Alla teoriuppgifter har ett upplägg med flervalsalternativ eftersom det finns studier som menar att studenterna lär sig mer vid denna typ av utformning (Soderstrom & Bjork, 2014; Yan, Thai & Bjork, 2014). Antalet svarsalternativ och andel rätta svar varierar från uppgift till uppgift. Detta för att det inte skall bli något typ av mönster som får studenten att "chansa" sig till rätt svar, utan att studenten verkligen måste tänka till. Det gjordes runt fem stycken teoriuppgifter till varje beräkningsuppgift, som alla avser behandla de moment som ingår i den efterföljande beräkningsuppgiften.

För att underlätta för studenten att identifiera sina eventuella fel valde vi att dela in beräkningsuppgifterna i mindre deluppgifter. Vi anser att det blir lättare att se var felet begåtts om man fyller i delsvar istället för att beräkna en hel uppgift och eventuellt få ut fel svar på grund av att man gjort ett fel i början. Vi tror även att studenterna blir mer stimulerade att studera om de känner att de kommer en bit på vägen istället för att köra fast direkt. Deluppgifter tror vi har en funktion av att leda studenten i en större uppgift och på så sätt förmedla en praktisk lösningsgång. Användandet av deluppgifter kan därmed anses fylla en av lösningsförslagets funktioner, dock med fördelen att det förmedlas direkt i samband med lösningen istället för i efterhand.

Som nämnt i avsnitt 3.1 har vi avgränsat oss till att endast lägga in uppgifter i Maple T.A. som följer de tröskelbegrepp som tagits fram under projektet och teoriuppgifter tillhörande dessa. Om mjukvaran skall användas i kursen i framtiden kommer utveckling utav nya teori- och beräkningsuppgifter behövas, vilket kommer att underlättas med hjälp av lathunden som vi utvecklat. Eftersom mjukvaran slumpar fram siffror till alla beräkningsuppgifter anser vi att det inte behövs ett så stort antal uppgifter för varje tröskelbegrepp eftersom att det finns näst intill oändligt många datauppsättningar utav varje uppgift.

Under intervjuerna nämnde en del av studenterna att de saknade vissa förkunskaper och vi valde därför att göra ett repetitionsavsnitt i Maple T.A. I detta avsnitt försökte vi få med alla delar från de tidigare kurserna som Bioreaktionsteknik bygger på. Tanken är att detta avsnitt skall vara frivilligt för studenterna. Vi tror att repetitionsavsnittet med fördel kan vara tillgängligt för studenterna redan innan kursen startat så att studenterna kan hinna repetera i sin egen takt.

5.3 Alpha- och beta-test gav positiva besked

Under alpha-testet testades tre färdiga uppgifter, det vill säga kompletta med teorifrågor, beräkningsfrågor, ledtrådar och lösningsförslag. Syftet med alpha-testet var främst att undersöka användarvänligheten, få synpunkter på upplägget som helhet och respons gällande de uppgifter mjukvaran innehöll. För att ge en rättvis bild av mjukvaran ansåg vi det viktigt att mjukvaran testades av externa personer, dvs. personer som inte ingick i projektgruppen. De som gjorde alpha-testet ansåg vi var lämpliga på grund av deras kunskap i ämnet, involvering i kursen och/eller kunskap om Maple T.A. Alpha-testet ansåg vi vara viktigt dels för att det förberedde oss på det kommande beta-testet och de kommentarer som lämnades, togs i beaktning och åtgärdades innan det senare testet ägde rum.

Beta-testet anser vi vara det huvudsakliga testet för att testa mjukvarans funktion då det utfördes av studenter som i majoritet ännu inte klarat tentamen och därmed saknar viss förståelse för kursinnehållet. För att få studenter att närvara på beta-testet valde vi att lägga det under självstudieperioden inför omtentamen i april. Detta kan antas stimulera de studenter som ännu inte klarat kursen till att delta vid testet. Då studenterna själva fick anmäla om de ville vara med på testet eller inte kan detta innebära att testgruppen inte var tillräckligt heterogen för att kunna anses representera en hel klass. Av de elva studenter som deltog hade alla utom en läst kursen tidigare läsperiod. Trots detta tror vi att målet med beta-testet uppnåddes. Dock hade det säkerligen varit givande att ha med studenter från äldre årgångar vid ett test utav repetitionsdelen, men denna utgjorde inte en del av beta-testet, utan har

enbart setts över av en av lärarna. Utöver detta var det endast en student som hade klarat ordinarie tentamen medan det normalt är ungefär 50% i varje klass som gör det. Vi vill dock påstå att urvalet av testgruppen är positivt, eftersom det ger en mer rättvis bild av hur studenter som inte har förstått delar av kursen ser på mjukvaran, vilket också kommer vara fallet då mjukvaran används i praktiken.

Under testet fick studenterna fylla i speciella blanketter där de skrev ner alla sina åsikter om både teori- och beräkningsuppgifter, upplägg och allmänna kommentarer. Som ovan nämnt hade en av studenterna redan klarat tentamen och kom endast för att hjälpa oss utveckla mjukvaran. Detta var väldigt givande eftersom denna person inte behövde ägna lika mycket tid åt att lösa problemen som de övriga studenterna och därmed kunde lämna mer övergripande synpunkter. Att kommentarerna till största del handlade om mindre fel såsom stavfel och tydlighet i formuleringar visar att vi har lyckats väl med mjukvaran.

5.4 Mjukvaran underlättar studenternas självstudier

Studenterna ansåg att mjukvaran var bra och såg positivt på användandet av denna. Detta är också vårt viktigaste resultat för projektet, eftersom det säger att vi har uppnått vårt mål. Syftet med projektet var i huvudsak att producera en webbaserad mjukvara som förbättrar studenternas möjlighet till självstudier. Med studenternas positiva omdömen i bakhuvudet tror vi att vår mjukvara har stor potential att just förbättra deras självstudier. Eftersom studenterna även var positiva till innehållet i mjukvaran och uppgifterna tror vi att studenterna, genom att använda mjukvaran, kommer öka sin förståelse för ämnet. Med tanke på hur mjukvaran är upplagd, med bland annat teorifrågor, ledtrådar lösningsförslag och deluppgifter tror vi att studenterna kommer motiveras mer i sina självstudier vilket också kan antas bidra till en ökad förståelse för kursinnehållet.

5.5 Är de identifierade begreppen tröskelbegrepp?

I vår strävan att identifiera tröskelbegrepp för kursen ställdes ett antal öppna frågor kring detta. Trots att studenterna ombetts att innan intervjun gå igenom övningshäftet för kursen och fundera över vilka begrepp kursen innehåller samt vilka begrepp de ansett svåra när de själva läst kursen, resulterade inte denna del av intervjuerna i några användbara resultat. Detta eftersom studenterna hade svårt att precisera vad de tyckt var svårt. De begrepp som nämndes spontant under intervjuerna utgjorde alltid en svårighet inom ett tröskelbegrepp och var alltså inte ett tröskelbegrepp i sig. Även om vi hoppats på att få ut mer av våra frågor säger detta också någonting om svårigheten med kursen. Det faktum att studenterna var eniga om att kursen var arbetskrävande och svår, men att de inte kunde avgöra vad som var svårt, gör arbetet med att identifiera tröskelbegrepp desto viktigare.

Eftersom vi innan intervjuerna förutsett att det fanns en risk att de öppna frågorna inte skulle leda någonstans hade projektgruppen på förhand studerat kursens begrepp och sammanställt en lista över dessa. Studenterna fick istället i uppgift att markera de begrepp på listan som de tyckte varit svårast. Eftersom vi själva gjort ett urval av de begrepp kursen innehåller kan potentiella tröskelbegrepp ha missats. Det finns en risk att begrepp som studenterna tycker är svåra inte var med på listan över valbara begrepp. Vi anser dock att vi fört en god dialog

med lärarna där de givits chans att kommentera ifall de tyckt att något begrepp utöver de på listan varit svårt. Och då listan sammanställts av studenter som själva nyligen läst kursen, anser vi att den representerar studenternas synpunkter på ett godtagbart sätt.

Vi valde att grunda vår identifiering av tröskelbegrepp på att minst en fjärdedel av studenterna skulle tycka att begreppet var svårt. På detta sätt anser vi att dessa begrepp kan antas gälla en större grupp, vilket prioriterades. En nackdel med detta urval är att det är kvantitativt snarare än kvalitativt vilket skulle varit att föredra för denna typ av undersökning. För att de identifierade begreppen skulle vara så betydelsefulla för kursen som möjligt lade vi till att begreppen som identifierades även skulle anses av lärarna som centrala begrepp. Detta, anser vi, har ingenting att göra med hur ett tröskelbegrepp definieras utan används enbart som ett sätt att avgränsa arbetet efter dess tidsram och resurser. Vi tycker dock att det är relevant att tröskelbegreppet skall vara av betydelse för kursen och därför anser vi denna urvalsprocess rimlig. De begrepp som identifierades uppfyller de krav som vi ställt för ett tröskelbegrepp, se avsnitt 3.1. Vi anser även att de begrepp som är framarbetade är bra och omfattande, även om de möjligtvis inte är helt kompletta. En grundligare undersökning hade kunnat göras genom att granska vilka fel studenterna gjort på tentamen men detta gjordes inte på grund av sekretess.

Avgränsningarna för de tröskelbegrepp som valts är bland annat de som nämns ovan, att det måste vara ett centralt begrepp för kursen, och att det måste vara ett begrepp som har potentialen att underlätta förståelsen även för andra områden. Dessa ser vi som både bra och nödvändiga avgränsningar dels med avseende på projektets tidsramar samt att det som gjorts under projektets gång skall vara användbart för de som kommer att läsa kursen i framtiden.

Att tröskelbegreppen stämmer överens med definitionen för ett tröskelbegrepp fick vi underlag för under intervjuerna, då vi fick flera kommentarer som styrkte detta. Vid ett tillfälle sade en student att:

”I början hade jag ganska mycket problem med det, men sedan märker man att det är ett och samma tänk i det egentligen... När man väl får in rätt tänk så vet man ju hur man skall ställa upp det, för det är oftast ganska lika uttryck. Men de har en tendens att bli ganska komplicerade, när man skall lösa det, lösa integralen som blir av det. Så kanske det som är det krångligaste då.”

I detta fall har svårigheten gått från att vara att förstå tröskelbegreppet via att se gemensamma drag till att i slutändan lösa matematiska ekvationer. När studenten väl insett att det finns ett återkommande tankesätt försvann svårigheterna med formuleringen av balansen och när hen förstod hur problemet skulle lösas öppnades en dörr till ett nytt område.

En annan student sade att ”materialbalanser kan ses lite som ett tröskelbegrepp för att förstå alla balanser, jag skulle behöva en riktig aha-upplevelse”. Detta stämmer inte bara överens med det resultat vi presenterat i denna rapport, utan visar också på att förståelsen av ett begrepp kan öppna upp förståelsen av nya områden och att när detta begrepp väl har förståtts så gör det stor skillnad för studenten, något som studenten själv benämnde som en ”aha-upplevelse”.

5.6 Hur hänger tröskelbegreppen ihop?

Flera begrepp innefattar någon form av balans eller utgör en term i en balans. Bland de övriga begrepp som ansetts svåra av studenterna finns systemgränser vilket i allmänhet är kopplat till olika typer av balanser och i synnerhet till hur man anpassar balansen efter ett specifikt fall. Att gå från en generell balans till en specifik, var något som studenterna ansåg var en svårighet för alla sorters balanser. En förståelse av dessa begrepp anser vi kan leda till en ökad förståelse även för hur man formulerar sin balansekvation.

De tröskelbegrepp som identifierats används ibland i kombination med andra begrepp eller områden, vilket flertalet studenter poängterade försvårade problemen. Detta var även något som Niklasson belyste som en svårighet. Tillsammans med det tidigare nämnda problemet med balansformuleringen är detta det svåraste att behärska. Balanserna i sig kanske inte alltid är svåra att förstå och tillämpa, men det skulle kunna vara så att en kombination av balanser adderar en komplexitet som gör det svårare för studenterna att förstå begreppet. Komplexiteten leder till att det skulle kunna bli svårare att gå från en generell balans till en specifik eftersom kombinationen förändrar balansen från fall till fall. Detta gör att det inte finns någon färdig mall att följa för att lösa problemet, utan studenten måste ha en djupare förståelse för att uppnå detta.

Materialbalanser är det enda identifierade tröskelbegreppet som studenterna själva ansåg ha introducerats i tidigare kurser vilket visar att det inte enbart är nya begrepp som är svåra. Detta skulle kunna bero på att det studenterna förutsätts ha full förståelse för gamla begrepp när de i själva verket snarare endast känner att de hört talas om dem. Det kan också vara så att tillämpningen för begreppet är ny och studenten, som har hört talats om begreppet tidigare, kommer med en förutfattad mening om vad begreppet innebär. Denna förutfattade mening kanske inte stämmer överens med den nya tillämpningen, detta skulle i så fall kunna förorsaka en blockering av inläringen av begreppet vilket också nämndes i avsnitt 2.2.

Majoriteten av de begrepp som studenterna ansåg som nya blev också de tröskelbegrepp som tagits fram. Enligt lärarna för kursen är i stort sett alla begrepp som listats av projektgruppen nya, men studenterna själva anser att bara en del begrepp är nya för kursen. Detta resultat beror på att de båda lärarna var oense om vilka begrepp som var nya snarare än att båda lärarna tyckte att alla begrepp var nya. För denna kurs hävdar vi att det inte är bristande förkunskaper från elevernas sida som gör att kursen blir svår utan att det är många av de nya begreppen som införs som är svåra i sig.

6 Slutsatser

Projektet har lett fram till att en webbaserad mjukvara har utvecklats och studenterna är positiva till den på flera plan. De uppskattade upplägget av beräkningsuppgifter kombinerat med teoriuppgifter, att ledtrådar gavs och att lösningsförslaget var utförligt. Överlag ansåg studenterna att mjukvaran var givande och användarvänlig, dock anser vi att den behöver utvecklas med fler uppgifter och mer teori. Det presenterade ramverket, med både uppgifter och lathund, kommer vara till stor hjälp för vidareutvecklingen av mjukvaran.

Analysen av intervjuerna med studenter och lärare resulterade i sex definierade tröskelbegrepp: differentiella materialbalanser, energibalanser, masstransport, materialbalanser, systemgränser och ackumulation. Gemensamt för tröskelbegreppen är att de alla relaterar till balanser. Följaktligen kan det huvudsakliga tröskelbegreppet för Bioreaktionsteknik anses vara formulering och lösning av balanser.

7 Rekommendationer till kursansvariga

För att utvärdera de långsiktiga resultaten av mjukvaran kan användandet av den analyseras för att på så sätt se om användandet har lett till förändrade studieresultat.

Vi föreslår att man tittar på de typer av uppgifter på tentamen som behandlar samma område som uppgifterna i mjukvaran och jämför om dessa har ett högre antal studenter som klarat uppgiften sedan mjukvaran infördes som hjälpmedel. En annan möjlighet att studera effekten av mjukvaran skulle kunna vara att studera om tentamensresultaten varierar med i vilken grad den använts.

Rekommendationer som framkommit under intervjuerna med studenter och som projektgruppen själva kommit fram till listas nedan:

- fortsätta utveckla verktyget, genom att lägga till uppgifter med ledtrådar och lösningsförslag med tydlig lösningsgång
- skapa introduktioner med grundläggande teori och eventuella formler till alla avsnitt i Maple T.A.
- ha minst ett exempel på tentauppgifter i varje avsnitt i verktyget
- göra lättare övningsuppgifter i början av varje avsnitt för att få en progression av svårighetsgrad, både i själva uppgiften samt i hela avsnittet
- utveckla teorin för simuleringsuppgifterna och laborationen
- undersöka möjligheten för äldre studenter att hjälpa till under simuleringsuppgifterna, för att minska kötiden för hjälp
- ta fram ett test som studenter utför före kursens start för att göra tydligt vilka förkunskaper som krävs

Litteraturförteckning

- Burch, G., Burch, J., Bradley, T., Heller, N. (2014). Identifying and overcoming threshold concepts and conceptions: Introducing a conception-focused curriculum to course design. *Journal of Management Education*, 36(5), 614-635. doi: 10.1177/1052562914562961
- Chalmers Tekniska Högskola. (2015). *Statistik, Bioreaktionsteknik* [Excel]. Hämtad 2015-02-26, från <http://document.chalmers.se/doc/00000000-0000-0000-0000-00006B655A1A>
- Cousin, G. (2006). An introduction to threshold concepts. *Planet*, issue 17, 4-5. doi: 10.11120/plan.2006.00170004
- Cousin, G. (2010). Neither teacher-centred nor student-centred: threshold concepts and research partnerships. *Journal of Learning Development in Higher Education*, issue 2. Hämtad från <http://www.aldinhe.ac.uk/ojs/index.php?journal=jldhe&page=article&op=view&path%5B%5D=64&path%5B%5D=41>
- Franzén, C. J. Chalmers Tekniska Högskola. (2015). *Programbeskrivning bioteknik, civilingenjör 300 hp* [Tabell]. Hämtad: 2015-02-24, från <https://document.chalmers.se/download?docid=00000000-0000-0000-0000-0000328E0107>
- Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. doi:10.1073/pnas.1319030111
- Kroksmark, T., Marklund, M., Selander, S. (u.å.). Didaktik, I *Nationalencyklopedin*. Hämtad: 2015-05-12 från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/didaktik>
- Meyer, J., Land, R.(Eds.) (2006). *Overcoming Barriers to Student Understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge*. Förlagsort: Routledge, 2013.
- Niklasson, C. (2015). *Utveckling av stöd för självstudier inom Bioreaktionsteknik - håll balansen/en balansakt*, Chalmers Tekniska Högskola. Hämtad 2015-01-10, från <http://www.chalmers.se/sv/institutioner/chem/Utbildning/grundutbildning/kandidatprojekt/Sidor/Utveckling-av-Bioreaktionsteknik.aspx>
- Pettersson, K. (2011). Threshold concepts: A framework for research in university mathematics education. I *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 2011, Rzeszów Poland, 2063-2072.
- Pink, D. (2009, Jul). *The puzzle of motivation* [Videofil]. Hämtad från http://www.ted.com/talks/dan_pink_on_motivation?language=en
- Bohman, M., Bäckegren, L., Mleczkovicz, R., Palmgren, I., Palmquist, E. (2015). *Insamlad information*. Hämtad från <https://app.box.com/s/7kpoqhsouh3cq1pcx80kkkonvdcff7qx>
- Soderstrom, C. N., Bjork, R. A. (2104). Testing facilitates the regulation of subsequent study time. *Journal of memory and language*, 73(1), 99-115. doi:10.1016/j.jml.2014.03.003
- Yan, V. X., Thai, K-P., Bjork, R. A. (2014). Habits and beliefs that guide self-regulated learning: Do they vary with mindset. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3(3), 140-152. doi:10.1016/j.jarmac.2014.04.003

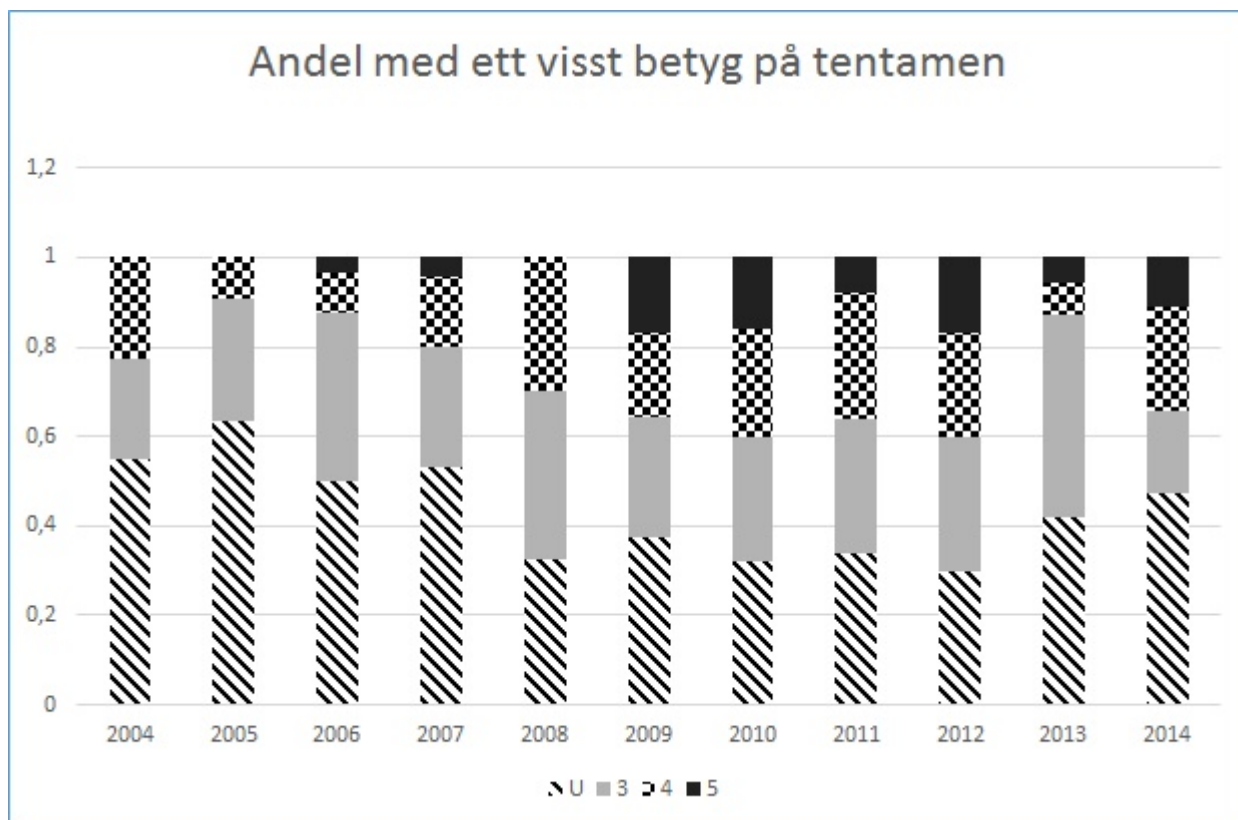
Bilagor

A Designmatris för Bioteknikprogrammet

Årskurs	Läsperiod	Obligatorium ¹⁾	Kurskod	Hp	Huvud- och delmål, Kandidatdelen											
1-2	0		KLI060	3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3
1-3	0		TMV036	22.5	I/U	I/U	I/U	I/U			I/U					
1-3	0		KOC041	21	A	A	A				U/A			I		
4	0		FTF195	6							U			U		
4	0		UCM010	7.5										U		
1	0		KFK162	7.5	A	A	A	A		A				U		
1	0		TMV682	7.5				U				U				
2	0		KAA060	7.5					A							
2	0		TMS145	7.5						U						
3	0		KFK176	6										U		
3	0		KMG050	4.5												
3-4	0		KMB041	9										U	U	U
4	0		KKM080	4.5												
4	0		EEM065	6								U				
1	0		KKR031	6					U/A							
2	0		KKR090	9	A	A	A				U/A			A	U	U/A
1-2	0		KMB056	13.5												
3	0V		LMT967	7.5												
3	0V		KOK080	9												
4	0V		KAA150	7.5	A	A					A					
4	0V		KMG041	7.5										A	U	
4	0V		KAA051	7.5	A	A	A	A	U/A							
4	0V		SVY051	7.5	A	A	A	A			U/A	A				
3-4	0		KBT011	15	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Figur A.1 Kursen Bioreaktionsteknik, KKR090 är inringad i programdesignmatrisen. Förklaring av huvud- och delmål finns beskrivna i programbeskrivningen för Bioteknik, s.4-8. Matrisen beskriver på vilket sätt kunskap inom respektive mål ingår i de olika kurserna, där A betyder att målet används i kursen, U betyder att målet undervisas i kursen, I betyder att målet introduceras i kursen (Franzén, 2015, s.20). Återgiven med tillstånd.

B Betygsfördelning



Figur B.1 Betygsfördelning på ordinarie tentamen åren 2004 till 2014. I regel klarar runt 50% av studenterna tentamen (Statistik tagen från Chalmers Tekniska Högskola, 2015). År 2009 höjdes tentamens maxpoäng samtidigt som betygsgränserna för fyra och femma sänktes. (Niklasson, personlig kommunikation)

C Frågeformulär enkätstudie

Har du läst kursen Bioreaktionsteknik	☐ Ja	☐ Nej
--	--------------------------	---------------------------

Vilket år läste du kursen Bioreaktionsteknik?	☐ 2014	☐ 2013	☐ Other(please specify)
---	----------------------------	----------------------------	---

Köpte du kurslitteraturen?	☐ Ja, kursboken	☐ Ja, övningshäftet	☐ Ja, kursboken och övningshäftet	☐ Nej
-------------------------------	-------------------------------------	---	--	---------------------------

Om ja, i vilken utsträckning använde du dig utav materialet	Inte alls	Lite	Medel	Mycket	Väldigt myc- ket	Vet ej
Kursboken	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Övningshäftet	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Om ja, vad tycket du om kurslitteraturen?	Dåligt	Mindre bra	Bra	Mycket bra	Vet ej
Kursboken	☐	☐	☐	☐	☐
Övningshäftet	☐	☐	☐	☐	☐

Hur mycket använde du nedanstående när du läste kursen?	Inte alls	Väldigt lite	Lite	Medel	Mycket	Väldigt mycket	Vet ej
Boken	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Övningshäftet	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gamla tentor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Hur tyckte du att följande moment ökade din kunskap inom ämnet Bioreaktionsteknik?	Inte alls	Väldigt lite	Lite	Medel	Mycket	Väldigt mycket	Vet ej
Inlämningsuppgifter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Simuleringsuppgifter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Laboration	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Om du upplevde att dessa inte gav dig någon mer kunskap, skulle du vilja se ett nytt upplägg av dessa?	☐ Ja, inlämningsuppgifterna	☐ Ja, simuleringsuppgifterna	☐ Ja, laborationen	☐ Nej	☐ Other(please specify)
---	--	---	---	---------------------------	--

Då resultatet, av nedanstående fråga sammanställdes, togs alternativet ”vet ej” inte i beaktning eftersom det inte ansågs innehålla någon information. Denna numrerade skala gick således från 1 till 6, där 1 är ”inte alls” och 6 är ”väldigt mycket”.

I vilken grad tror du att dina självstudier skulle ha underlättats om följande moment funnits tillgängliga?	Inte alls	Väldigt lite	Lite	Ganska mycket	Mycket	Väldigt mycket	Vet ej
Datorskrivna lösningsförslag till övningsuppgifter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Mer utförliga lösningsförslag med tydlig förklaringsgång till övningsuppgifter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lättare övningsuppgifter i början av varje avsnitt (progression av svårighetsgrad)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

C FRÅGEFORMULÄR ENKÄTSTUDIE

	Inte alls	Väldigt lite	Lite	Ganska mycket	Mycket	Väldigt mycket	Vet ej
Exempel på tentauppgift för varje avsnitt övningshäftet	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Introduktion med grundläggande begrepp och eventuella formler i övningsboken till alla avsnitt	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Video/ljud-filer, liknande Khan Academy, med korta genomgångar av svåra begrepp	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Video/ljud-filer, liknande Khan Academy, med lösninggång till utvalda övningsuppgifter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Elektronisk modul med övningar som kan hantera bedömning av delsvar och ger viss feedback eller stöd för fortsättning	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Översättning mellan kursbokens och föreläsares beteckningar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kanal på YouTube med samlade videos på de olika momenten av kursen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Skulle du kunna tänka dig att delta i en mer utförlig intervju?							
☐ Ja, maila oss på bioreaktionsteknik@gmail.com ☐ Nej, tack!							

D Intervjuguide

Informera först studenten om hur intervjun kommer gå till väga och gå igenom samtyckesblankett med inspelningsmedgivande.

- Vilket år började du på Chalmers?
- Vilket år läste du kursen Bioreaktionsteknik?
- Vad tyckte du om kursen?
- Har du klarat kursen?
 - Vad tror du det beror på att du klarade/inte klarade kursen?
 - Tyckte du att kursen var arbetskrävande?
 - * På vilket sätt?
 - Pluggade du själv, i grupp eller både och?
 - * Fördelning mellan dessa i procent, ungefär?
- Vilket år skrev du tentan (första gången)?
 - ev. Hur många gånger har du skrivit tentan?
- Vad det någon speciell del i kursen du tyckte var svår?
 - Kan du förklara vad som var svårt?
 - Var det fler i din “pluggkrets” som tyckte likadant som du?
- Vilka tycker du är de mest centrala begreppen i kursen?
 - Hjälp: Om du försöker bryta ner kursen till vilka termer du behövde använda för olika typer av uppgifter, vad tänker du på då?
 - Om inga svar på begrepp: Få bläddra i häftet och fråga om det var något som var extra svårt för varje avsnitt.
 - * Vilka av dessa tyckte du var svåra?
 - * Vilka delar tog längst tid att förstå?
 - Varför?
 - Upplever du att du missförstod/missuppfattade någonting i kursen?
 - Om tid: När/om du förstod ett nytt begrepp under kursen: Finns det något sånt begrepp som du känner ökade din förståelse för en viss del av kursen? (tex. cmol för att beräkna ‘yield’?)
- Vet du ungefär vilka kursmålen är?
 - Tyckte du att tentamen testade dig på dessa?
 - Tycke du att övningshäftet baserar sig på kursmålen?

- Använde du dig av räknehäftet?
 - I procent? (Av de rekommenderade uppgifterna)
 - I timmar? (per vecka)
 - Antaluppgifter?
- Tyckte du att tentafrågorna var lika övningsuppgifterna?
 - Lättare/svårare?
 - * På vilket sätt lättare/svårare?
- Kunde du lösa uppgifterna i räknehäftet utan att kika på lösningsförslaget?
 - Kunde du lösa DELAR av uppgifterna?
 - Förändrades ditt användande av lösningsförslaget under kursens gång?
 - Vilka delar var svårast att lösa utan lösningsförslaget?
 - Räknade du några uppgifter som inte hade lösningsförslag?
- Var det någon del som du känner inte togs upp på föreläsningarna?
 - Hur lärde du dig den?
- Fick du hitta information på andra sätt än genom kursmaterialet?
- Finns det någonting du önskat att du pluggat mer på?
 - Har du några tips till kommande års studenter?
 - * Vad skulle du tipsa dom att plugga på?
- Var det några delar som du tyckte var lätta, svåra, roliga eller tråkiga?
- Om tid: Vad tyckte du var det svåraste momentet i kursen av laboration, seminarier eller inlämningsuppgift?
 - Varför? Vad var svårt?
 - Hur kan dessa moment förbättras?

E Lösningförslag i Maple T.A.

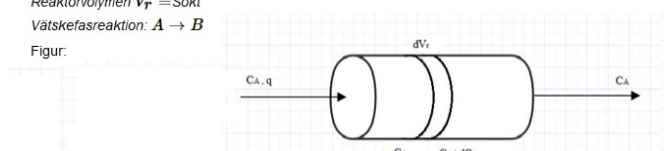
Lösning B)

Givet:

$$C_{A0} = 2.6 \text{ kmol/m}^3 \quad q = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad X = 84 \% \quad r = k \cdot C_A$$

Reaktorvolymen V_r = SöktVätskefasreaktion: $A \rightarrow B$

Figur:

Materialbalans m.a.p A över V_r :

In - Ut - Reagerat/Bildat = Ackumulation

I vårt fall:

In - Ut - Reagerat = Ackumulation

$$F_{in} - F_{ut} + r dV = 0$$

$$F_{ut} = F_{in} + dF$$

$$F_{in} - (F_{in} + dF) + r dV = -\frac{dF}{dV} + r = 0$$

$$F = qC_A$$

$$dF = q dC_A$$

$$-q \cdot dC_A + v_r \cdot dV_r = 0 \text{ där } v = -1 \text{ för A}$$

Vilket ger att termen $r \cdot dV_r$ blir negativ, då den multipliceras med en negativ stökiometriskkoefficient (v).

$$-q \cdot dC_A - kC_A dV_r = 0$$

Vi vill uttrycka oss i termer av omsättningsgraden, x_A , då denna var given. Följande samband används:

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$dC_A = -C_{A0} dX_A$$

Sätt in i materialbalansen:

$$qC_{A0} dX_A = kC_{A0}(1 - X_A) dV_r$$

$$q \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{1 - X_A} = k \int_0^{V_r} dV_r = kV_r$$

$$-q \cdot \ln(1 - X_A) = kV_r$$

$$V_r = -\frac{q}{k} \ln(1 - X_A) = -\frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{0.1 \text{ s}^{-1}} \ln(1 - 0.84) = 0.073303 \text{ m}^3$$

Svar: Reaktorvolymen 0.073303 m³ behövs.

Lösning C)

$$-q \cdot dC_A + v_r \cdot dV_r = 0 \quad \text{där } v = -2 \text{ för A}$$

$$-q \cdot dC_A - 2kC_A^2 dV_r = 0$$

Vi vill uttrycka oss med hjälp av omsättningsgraden, x_A , eftersom denna är samma som den givna i deluppgift C. Följande samband används:

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$dC_A = -C_{A0} dX_A$$

Sätt in i materialbalansen:

$$qC_{A0} dX_A = 2kC_{A0}^2(1 - X_A)^2 dV_r$$

$$\frac{q}{2k \cdot C_{A0}} \frac{dX_A}{(1 - X_A)^2} = dV_r$$

$$\frac{q}{2k \cdot C_{A0}} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 - X_A)^2} = \int_0^{V_r} dV_r = V_r$$

$$-\frac{q}{2k \cdot C_{A0}} \left(\frac{1}{1 - X_A} - 1 \right) = V_r$$

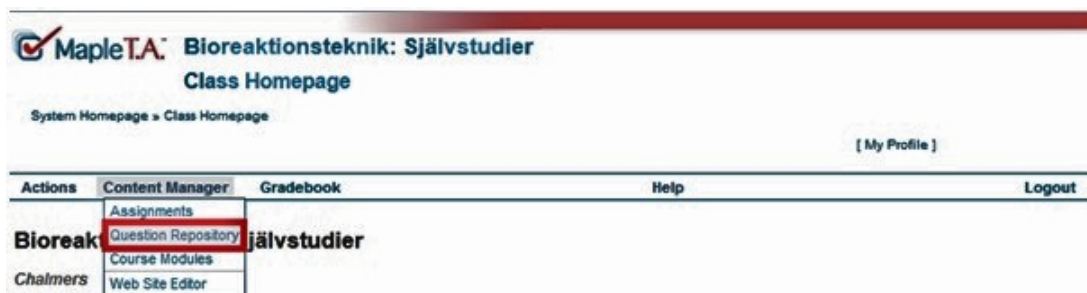
När gränserna sätts in blir värdet på för undre gränsen 1. Detta värde subtraheras från resultatet av den övre gränsen enligt Integralkalkylens huvudsats.

$$V_r = -\frac{4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0.1 \cdot 2.6} \frac{1}{1 - 0.84} - 1 = 0.009158$$

Svar: Reaktorvolymen 0.009158 m³ behövs.*I den ideala tankreaktorn är reaktionshastigheten samma och lika låg i hela reaktorn. (reaktionshastigheten minskar då koncentrationen minskar)**I den ideala tubreaktorn har man bara den låga reaktionshastigheten i slutet av reaktorn. I början har man hög reaktionshastighet på grund av hög koncentration.**Högre reaktionshastighet → mindre reaktorvolym behövs!***Figur E.1** Ett exempel på hur ett lösningförslag med förklarande lösningsgång kan se ut.

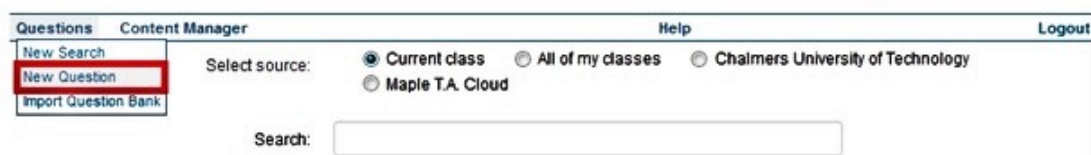
F Lathund Maple T.A.

För att skapa en ny fråga, välj först *Question repository* under fliken *Content manager*, se Figur F.1.



Figur F. 1. Question repository är den markerade rutan under fliken Content manager.

Tryck därefter på *New Question* under *Questions*, enligt Figur F.2.



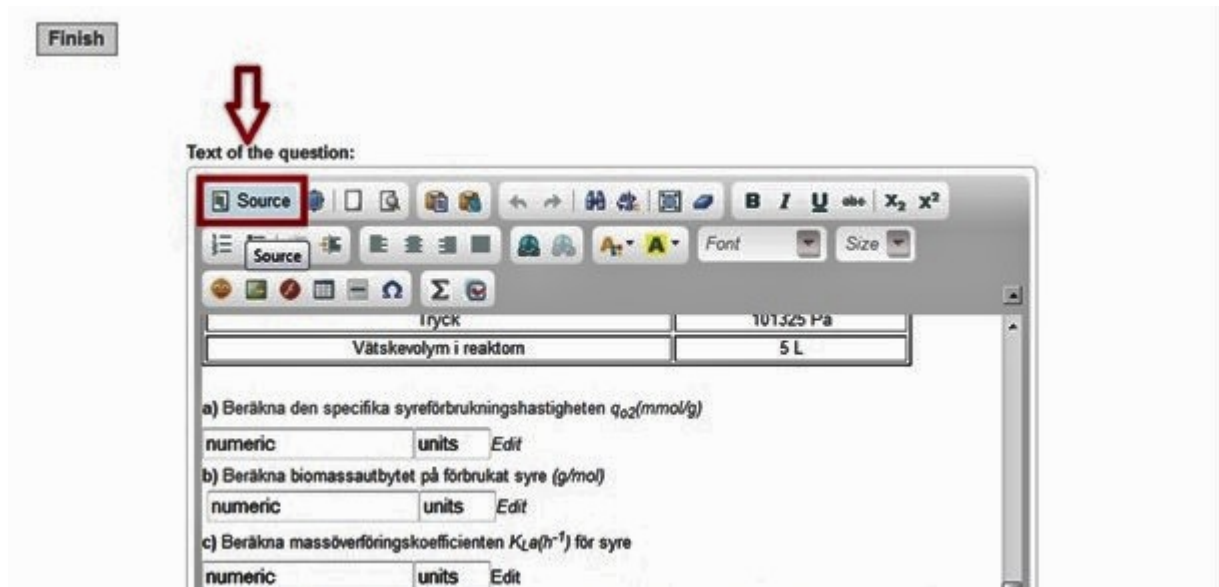
Figur F. 2. New question är den markerade rutan under fliken Questions.

Question type

Välj alternativet *Question designer* för alla frågor där svaren är numeriska, för teorifrågor välj istället alternativet *Multiple Choice*. För teorifrågor är det möjligt att ha fler korrekta alternativ. Tryck därefter *Next*, som ligger i övre vänstra hörnet, för att gå vidare.

Formulera frågan

Nästa steg är att författa uppgiftstexten. Då **vanlig text**, dvs. text utan ekvationer, ska skrivas är det bara att skriva som vanligt. **Ekvationer** skrivs in genom att trycka på *source*, markerad i bild F. 3., i *Editorn* och därefter är det möjligt att skriva in koderna. Genom att trycka på *source* igen återgår det till vanlig layout och tolkar koden, då är det möjligt att kontrollera om koden är korrekt. För utformningen av olika ekvationer, se sida XII.

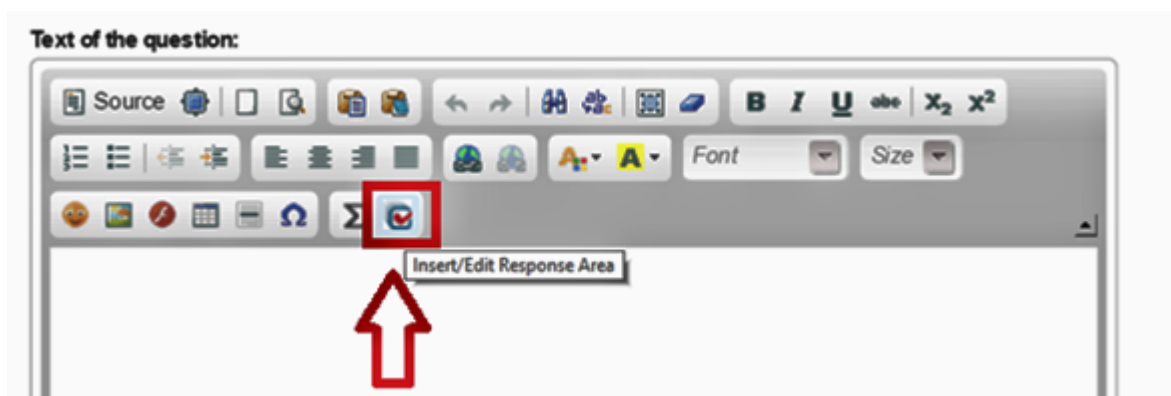


Figur F. 3. Editorn där frågans text, ekvationer och upplägg förs in.

Kommer koden upp som den skrevs in är det ett större fel. Kommer det upp en ekvation, men med till exempel rödmarkerat $\backslash$ så har kommandot antingen använts en gång för mycket eller så saknas svarande tecken, $\backslash$. Det finns inget annat sätt än att pröva sig fram, för att ta reda på vilket av felen som skett. Kommer en *ensam parantes* upp någonstans i ekvationen har denna ingen motsvarande parantes, lägg då antingen till en parantes eller ta bort den befintliga.

Lägga till svarsalternativ och svarsrutor

För att lägga till svarsalternativ eller svarsrutor, tryck på rutan som är markerad i Figur F.4.



Figur F. 4. Den markerade rutan lägger till rutor där svaren lämnas in.

Sedan är det möjligt att välja mellan följande olika svarstyper, enligt den markerade rutan i Figur F.5:

Figur F. 5. De olika svarsformerna som går att använda sig utav.

Välj den som passar frågan. Vid svarstyper då de ska skrivas i svarseditorn (tex multiple choice) sker inläggningen av ekvationer på samma sätt som i frågan.

Formulera lösningsförslag

När uppgiftstexten är färdig så kan man lägga in lösningsförslaget till uppgiften. Detta måste göras under fliken *feedback* som finns på botten av sidan, visas i Figur F.6. Detta då *solution* inte kommer visas för studenterna under rättningen. När den är markerad tryck på *Edit*. Följ därefter samma struktur som vid formuleringen av uppgiften

Figur F. 6. Längst ner på bilden så visas de olika flikarna för administratörer, Edit är markerad i nedre högra hörnet.

Koder för ekvationer och symboler

I Tabell F.1. visas en del av de vanliga ekvationerna som kan användas vid kodningen av olika uppgifter.

Tabell F.1. Koder för vanliga ekvationer som kan användas i Maple T.A.

Input	Output	Kommentarer
$\backslash(0\backslash)=$	$0=$	Använd alltid $\backslash(\backslash)$ även om det bara är ett tal, annars skrivs det i vanlig text
$\backslash((a)\backslash)$	(a)	Tyvärr är det ej möjligt att få större parenteser
$\backslash(a_{-}\{b_{-}2\}\backslash)$	a_{b_2}	
$\backslash(\backslash\frac{d}{dt}\backslash)$	$\frac{d}{dt}$	
$\backslash(a_{-}\{b_{-}2,in\}\backslash)$	$a_{b_2,in}$	Om det inte finns några $\{\}$ så sänks endast första tecknet ner
$\backslash(a\backslash\cdot b\backslash)$	$a \cdot b$	Måste vara mellanslag mellan $\backslash\cdot$ och b
$\backslash(ab\backslash)$	ab	Kan användas då det är tydligt
$\backslash(a_{-}\{b_{-,ut}\}c_{-}\{d,e\}\backslash)$	$a_{b_2,ut}c_{d,e}$	Det som står utanför $\{\}$ sänks inte ner
$\backslash(\backslash\frac{\{\backslash\frac{a}{c}\{c\}-e\}\{b\}\backslash}{\backslash})$	$\frac{(\frac{a}{c} - e)}{b}$	Var noga med $\backslash$ och $!$
$\backslash(\backslash\frac{\{\backslash\frac{a}{c}\{c\}-e\}\{(b-\frac{d}{f})\}\backslash}{\backslash})$	$\frac{(\frac{a}{c} - e)}{(b - \frac{d}{f})}$	Detta är en påbyggnad av exemplet ovan
$\backslash(\backslash\frac{\{\backslash\frac{a}{c}\{c\}g-e\}\{(b-\frac{d}{f}i)\}\backslash}{\backslash})$	$\frac{(\frac{a}{c}g - e)}{(b - \frac{d}{f}i)}$	Detta är en påbyggnad av exemplet ovan
$\backslash(a<b\backslash)$	$a < b$	Viktigt att det är mellanslag mellan $<$ och b!
$\backslash(\backslash\int_0^1\backslash f(x)\backslash,dc\backslash)$	$\int_0^1 f(x) dx$	
$\backslash(\backslash\int\limits_0^1\backslash f(x)\backslash,dx\backslash)$	$\int_0^1 f(x) dx$	$\backslash\limits$ gör att gränserna kommer ovanför/nedanför integraltecknet
$\backslash, dx$	dx	Förskjuter texten dx lite åt höger.
$\backslash(\backslash\sum F_{-}(i)\backslash)$	$\sum F_i$	Gränser skrivs in på samma sätt som för integraler

Tabell F.2. visar olika symboler som vanligt förekommer inom kursen och hur de kodas i Maple T.A. Om stora symboler önskas, så som Δ önskas, skrivs de stället med stor första bokstav, exempelvis: $\Delta \rightarrow \Delta$

Tabell F.2. Olika symboler som kan användas.

Input	Output	Input	Output
<code>\delta</code>	δ	<code>\sigma</code>	σ
<code>\tilde{a}</code>	$\tilde{a}$	<code>\tau</code>	τ
<code>\upsilon</code>	υ	<code>\pi</code>	π

Algoritmer och variabler

Önskas varierande siffror för studenterna, så skapas detta genom att först markera fliken *Algorithm* följt av att trycka på *Edit*, till höger i Figur F.7.



Figur F. 7. Algoritm är markerad i nedre vänstra hörnet.

Då fås ett pop-up fönster, enligt Figur F.8:



Figur F. 8. Pop-upfönstret för algoritmer.

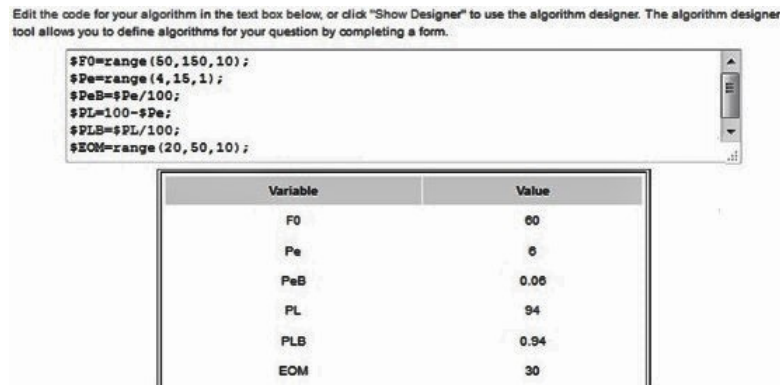
Lättaste sättet att skapa variabler är genom att trycka på *Show Designer*, där det är möjligt att skapa variabler inom ett specifikt intervall med önskad steglängd, detta visas i Figur F.9. OBS! Om det ska vara decimaler är det viktigt att skriva punkt och inte komma.

Figure F. 9. Design fönstret underlättar för programmering av variabler.

Det är viktigt att trycka på **OK** för att skapa variabeln. Det går även att bestämma vilka villkor variablerna måste uppfylla, visas i Figur F.10.

Figure F. 10. Designfönstret underlättar för programmering av olika villkor.

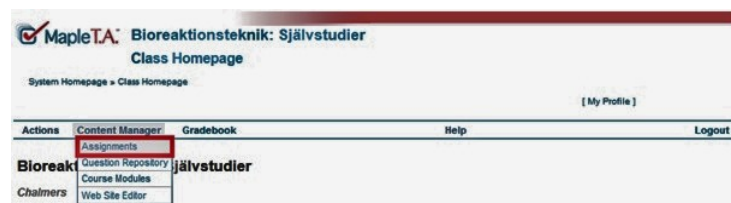
Innan "variabelnamnet" **måste** det stå ett \$ för att det skall fungera, även om dessa variabler endast används för beräkningar i algoritmen, Figur F.11. illustrerar detta. Dessa variabler kan även användas i uppgiftstexten, lösningsförslaget och som det sökta svaret.



Figur F. 11. Bild på olika variabler och algoritmer.

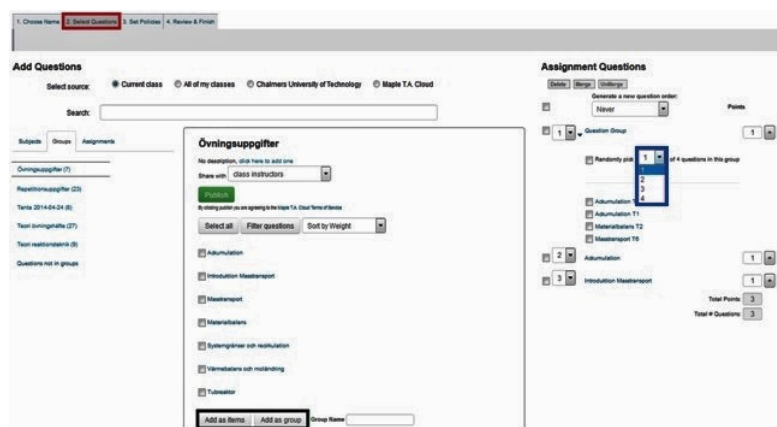
Skapa olika Assignments

För att lägga upp olika tester för studenterna, skapas s.k. Assignments. För att göra detta så börjar man med att klicka på *Assignments* som finns under fliken *Content Manager*, detta visas i Figur F.12.



Figur F. 12. Assignments är markerad under fliken Content Manager.

Välj *New*, fyll därefter i valfritt namn på Assignmenten och gå vidare till flik 2. *Select Questions*, vilken är markerad i övre vänstra hörnet i Figur F.13.



Figur F. 13. Visar hur uppgifter läggs in i assignemnts, fliken 2. Select Questions är markerad i övre vänstra hörnet, add as items/group är markerad i nedre delen av bilden och hur man väljer antalet uppgifter i varje grupp är markerad i den högra delen utav bilden.

Därefter är det möjligt att lägga till uppgifter. Detta görs genom att markera vilken/vilka uppgifter som ska läggas till och därefter trycka på *Add as items* eller *Add as group*, de är

svartmarkerade i bilden ovan. *Items* innebär att varje uppgift kommer läggas till var för sig, medan *Group* gör det möjligt att välja hur många uppgifter från gruppen som ska vara med varje omgång. Hur många som ska vara med väljs i den blåmarkerade rutan. Vilka uppgifter som ska ingå från gruppen slumpas varje gång.

Nästa steg är att gå till fliken *3. Select Policies*. I denna flik gör inställningarna för assignmenten. Först bestäms uppgiftstyp, om den ska lämnas in eller ej osv.

Därefter är det möjligt att bestämma hur många försök studenterna skall få på assignmenten och hur många poäng som behövs för godkänt.

Det är viktigt att komma ihåg att ändra inställningen för *Feedback* från *Never* till något av de andra alternativen för att facit ska visas någon gång under rättningen. Det ställs in i den markerade rutan i Figur F.14.

Figur F. 14. De olika inställningarna som påverkar varje assignment.

För att slutföra skapandet av uppgiften krävs det ett godkännande under flik *4. Review & Finish*.

G Bidragsrapport

- Ansvarsområden

- Planering

Hela gruppen deltog och planerade projektet.

- Informationsinsamling/inläsningsdel

Elina, Isabella och Linn fokuserade på att läsa om intervjuteknik, Maria läste på om hur olika frågor borde utformas och motivationspsykologi. Isabella läste på både didaktik och tröskelbegrepp. Dessutom läste Maria och Rickey in sig på hur Maple T.A. fungerar.

- Genomförande

Isabella, Elina och Linn utförde alla intervjuer där de gjorde 3 st, 6 st, 3.5 st vardera. Transkriberingen utav intervjuerna gjordes av hela gruppen, där Isabella gjorde 2 st, Elina 3 st, Linn 3 st, Maria 1 st och Rickey 1 st. Isabella, Elina och Linn funderade ut frågor till intervjun och Elina formulerade om frågorna och blanketten för inspelningsmedgivande. Isabella gjorde enkäten och skickade ut denna till studenter.

Isabella, Linn och Elina tog fram de uppgifter som skulle användas i Maple T.A. medan Maria och Rickey matade in dem i mjukvaran. Elina gjorde frågorna till repetitionsdelen och Isabella har formulerat de flesta teorifrågorna. Linn kontrollräknade majoriteten av frågorna. Av lösningsförslagen till räknefrågorna gjorde Linn 1 st, Isabella 2 st och Elina 3 st.

I mjukvaran har Maria matat in de flesta teorifrågor och beräkningsfrågorna varav resterande utfördes av Rickey. Dessutom har Maria matat in 10 lösningsförslag, varav 4 var till en gammal tentamen, till uppgifterna. Rickey ordnade majoriteten av variabler och algoritmer till beräkningsuppgifterna och resten gjordes av Maria. Både Rickey och Maria har matat in repetitionsuppgifter. Alla bilder i verktyget är skapade och inmatade av Maria. Rickey och Maria har tillsammans skapat lathunden för Maple T.A. Maria matade sedan in denna i LaTeX. De olika assignmentsen gjordes utav Rickey. Vid Alpha-testet hade Rickey huvudansvaret och vid Beta-testet var det Isabella, Linn och Maria. Kommentarer från de båda testerna har Rickey, Maria och Elina åtgärdat.

Kontakten med majoriteten av utomstående personer i starten utav projektet skötes utav Linn, medan Maria var ansvarig för att tidsloggen fylldes i. Isabella var ansvarig för mailkontakten med handledarna och Rickey och Maria var ansvariga för layouten av rapporten och att all text lades in i LaTeX. Alla medlemmar har varit delaktiga vid både handledningsmöten och olika möten om mjukvaran.

- Bidrag till problemlösning, syntes och analys

- Problemlösning

Alla frågor och problem kopplat till Maple T.A. skötte Maria genom mailkontakt med olika personer. Rickey ordnade APA i LaTeX och tillsammans med Maria ordnade de att feedback och ledtrådar syntes på rätt sätt i Maple T.A.. Isabella,

Linn och Elina ordnade upplägget av de olika uppgifterna.

- Kreativitet, idérikedom
Maria och Isabella kom med förslaget att använda teorifrågor, och Isabella föreslog att vi i början skulle skicka ut en enkät. Dessutom föreslog hon att det skulle funderas över kursens begrepp som skulle kunna vara tröskelbegrepp. Isabella föreslog även att det skulle användas en video för att presentera modulen. Elina valde ut lämpliga typer av beräkningsuppgifter som kunde fylla vårt ändamål efter att ha gjorts om.
- Analys av projektrelaterat material
Maria och Linn sammanställde enkäten och Maria och Rickey sammanställde kursutvärderingar. Elina analyserade de olika intervjuerna och sammanställde resultatet av dessa med hjälp av Maria, Linn och Isabella. Maria sammanställde informationen från alpha- och beta testen medan Linn och Isabella analyserade dem.
- Diskussionsbidrag
Hela gruppen bidrog till olika diskussioner.
- Slutsatser
Hela gruppen bidrog.
- Huvudansvarig författare av avsnitt
 - Avsnitten anges
 - Abstract - Isabella
 - Sammanfattning - Isabella
 - Inledning - Rickey, Elina.
 - Behovet av ett verktyg för självstudier inom Bioreaktionsteknik - Elina
 - Syfte och mål - Rickey
 - Beskrivning av arbetet - Maria
 - Teoretisk bakgrund - Isabella
 - Didaktik - webblärande blir allt vanligare - Isabella
 - Vad är ett tröskelbegrepp? - Isabella, Maria
 - Utformning av teori- och beräkningsfrågor - Maria
 - Flervalsfrågor är att föredra för att testa teori - Maria
 - Fördelaktigt med deluppgifter, ledtrådar och lösningsförslag till beräkningsfrågor - Maria
 - Metod och avgränsningar - Linn
 - Avgränsningar - Elina, Rickey
 - Utformning och sammanställning av enkät - Elina
 - Intervjuer och identifiering av tröskelbegrepp - Elina
 - Val av webbaserad mjukvara - Rickey
 - Utveckling av innehållet i mjukvaran och tester - Elina
 - Studenter positiva till fler hjälpmedel - Linn
 - Intervjuer - synpunkter och identifierade tröskelbegrepp - Elina
 - Lösningsförslag ökar förståelsen för övningsuppgifter - Elina
 - Nya begrepp för studenterna - Elina (Maria gjort bilder/tabeller)
 - Tröskelbegreppen är balansrelaterade - Elina (Maria gjort bilder/tabeller)
 - Kombinationsproblem och balansformulering det svåraste - Elina

Val av Maple T.A. som webbaserad mjukvara - Elina (Maria gjort bilder/tabeller)
Presentation av innehållets upplägg - Rickey (Maria fixat bildlayout)
Uppskattat att teorifrågor varvas med beräkningsfrågor - Isabella
Studenterna positiva till att använda mjukvaran - Linn, Isabella
Diskussion - Isabella och Linn
Slutsatser - Elina
Rekommendationer till kursansvariga - Linn
Litteraturförteckning - Rickey
Bilagor A-F- Maria
Lathund Maple T.A. IV - Maria, Rickey
Bidragsrapport - Huvudansvar Rickey, alla delaktiga

- Eventuell redaktionell ansvarsfördelning bör anges
- Layout - Rickey och Maria
- Stavning - Huvudansvarig Linn men alla har varit delaktiga
- Styckesindelning - Elina, Linn
- Referenser - Rickey
- Rubriker - Elina
- Appendix - Maria
- Meningsbyggnad och syftningsfel - Linn