

Högskoleverkets kvalitetsutvärderingar 2011 – 2014

Självvärdering

Lärosäte: Lund universitet	Utvärderingsärende reg.nr 643- 01844-12
Område för yrkesexamen: Bioteknik	Civilingenjörsexamen

Inledning – Allmänt om utbildningen

Organisation och ledning

Civilingenjörsutbildningen i Bioteknik ges av Lund Tekniska Högskola (LTH) som utgör den tekniska fakulteten inom Lunds universitet. Utbildningsprogrammet är inrättat av Universitetsstyrelsen, men LTH har det fulla ansvaret för utbildningens genomförande. Internt inom LTH är ansvaret för planering, beslut om utbildnings- och kursplaner samt individärenden fördelat mellan fakultetsnivån och LTH:s fem utbildningsnämnder. Varje utbildningsnämnd ansvarar i sin tur för ett antal utbildningsprogram inom närliggande teknikområden. Varje program har programledningar med programledare som utses av LTH:s dekanus. Programledningarna har huvudsakligen beredande och uppföljande uppgifter, men fattar även vissa beslut på delegation, exempelvis individbeslut. Kurserna genomförs av institutionerna som har fullt ansvar för examinationen utifrån de kursplaner som fastställts av ansvarig utbildningsnämnd. LTH har således en tämligen renodlad matrisorganisation.

Utbildningsplanen finns på:

http://www.student.lth.se/fileadmin/lth/utbildning/studiehandboken/12_13/B_Uplan_12_13.pdf

Läro- och timplanen för programmet som helhet finns på:

http://kurser.lth.se/lot/?lasar=12_13&val=program&prog=B

Enskilda kursplaner, med sexställiga kurskoder XXXXXX, finns på:

<http://kurser.lth.se/kursplaner/arets/XXXXXX.html>

Utbildningens syfte

Bioteknik handlar om att använda biologiska processer och biologiska molekyler i tekniska sammanhang. Biotekniska metoder blir avgörande för att hitta framtidens livsmedel och läkemedel och för att utnyttja förnyelsebara råvaror för industri och energiproduktion.

Utbildningen i bioteknik syftar till att möta behovet av civilingenjörer som

- utifrån ett biomolekylärt och tekniskt perspektiv analyserar, utvecklar och förverkligar biotekniska processer och produkter inom forskning och industri i branscher inom bioteknik och "life science".
- tillämpar en bioteknisk laborativ kompetens både i laboratorieskala och i produktions-skala.

Programmet präglas av närheten till Öresundsregionens starka och expansiva forsknings- och utvecklingsföretag inom de branscher programmet vänder sig till.

Utbildningens huvudsakliga utformning

Utbildningen är indelad i ett grundblock och i ett fördjupande block.

Grundblocket läses under utbildningens tre första år och innefattar obligatoriska kurser om 180 högskolepoäng. I åk 2 och 3 erbjuds alternativa val inom grundblocket, s.k. alternativobligatoriska kurser. Grundblocket syftar till bland annat till att säkerställa brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap.

Fördjupningsblocket läses från och med utbildningens fjärde år och innefattar specialisering, valfria kurser samt ett examensarbete. Syftet med specialiseringen är att studenten skall få väsentligt fördjupade kunskaper inom en del av programmets teknikområde. Inom programmet erbjuds flera specialiseringar. Studenten skall välja kurser om minst 45 högskolepoäng ur en specialisering, varav minst 30 högskolepoäng skall vara på avancerad nivå. De specifika mål som uppfylls varierar från student till student.

De valfria kurserna omfattar dels valfria kurser inom programmet, dels fritt valda kurser utanför programmet. Valfria kurser inom programmet skall ge studenten den ytterligare breddning och/eller fördjupning som studenten själv önskar inom teknikområdet. Valfria kurser inom programmet framgår av läro- och timplanen. Studenten har rätt att som valfria kurser ta med fritt valda kurser, oberoende av program och högskola, om 15 högskolepoäng.

Programmet samläses i relativt stor omfattning med Kemiteknikprogrammet. Detta gäller framför allt många kurser i grundblocket men även specialiseringen Läkemedel är helt gemensam.

Fördjupning inom teknikområdet – specialiseringar

På civilingenjörsutbildningen i Bioteknik finns följande specialiseringar:

- Bioprosessteknik
- Livsmedel
- Läkemedel
- Molekylär bioteknik

Den LTH-gemensamma avslutningen Technology Management kan ingå i civilingenjörsutbildningen i Bioteknik i enlighet med de krav som finns för avslutningen.

Progression

Samtliga kurser på LTH är nivåindelade. Kurserna på grundnivå delas in i två undernivåer, grundnivå (G1) och grundnivå, fördjupad (G2). G2-nivån är en progression i förhållande till G1-nivå. Eftersom LTH har valt att definiera examensordningens krav på fördjupning i termer av kurser på avancerad nivå (A) ställs höga krav för att en kurs ska kunna klassas som A. Kurser på A-nivå förutsätter normalt minst 150 hp studier inom utbildningsprogrammet, och examinationen ska innehålla element av konceptualisering och problemlösning utöver vad som direkt behandlas i undervisningen.

Kurskrav

Utbildningen innehåller:

- Ett grundblock med obligatoriska kurser om 180 högskolepoäng varav minst 60 är på G2- eller A-nivå.
- Minst 27 högskolepoäng i matematik (ej inräknat Matematisk Statistik. 7,5 hp).
- Minst 6 högskolepoäng i hållbar utveckling.
- Minst 6 högskolepoäng i ekonomi/entreprenörskap.
- En specialisering om minst 45 högskolepoäng, varav minst 30 är på A-nivå.
- En projekt- eller projekteringskurs om 15 hp.
- Ett examensarbete om 30 högskolepoäng på A-nivå.
- Totalt 300 högskolepoäng varav minst 75 högskolepoäng är på A-nivå.
- Utbildningen innehåller en kurs i projekt/projektering på A-nivå.

En betydande del av de examinerade har tillgodoräknande utbytesstudier. LTH gör inga som helst undantag från kurskraven för utresande utbytesstudenter. I samband med definitivt beslut om tillgodoräknande sker en slutlig nivåklassificering av kurser lästa utomlands, liksom eventuell inplacering i studentens specialisering.

Kvalitetssäkring – CEQ-systemet

LTH har sedan 2003 ett enhetligt kursutvärderingssystem som omfattar alla obligatoriska kurser och en stor del av de valfria kurserna. Systemet baserar sig på enkäten Course Experience Questionnaire, CEQ och kallas CEQ-systemet. I systemet ingår en pedagogisk kvalitetssäkring av själva undervisningen, men också kartläggning av hur studenterna tränas i olika generella färdigheter. CEQ-systemet har bidragit starkt till att säkerställa att kurserna inom programmet är relevanta för utbildningen som helhet, och för att styra undervisningen mot ett djupinriktat lärande.

CEQ-systemet genererar mycket information både på kursnivå och på programnivå. I denna självvärdering görs därför flera referenser till CEQ-data. LTH anser att CEQ-data ger synnerligen hög trovärdighet eftersom systemet har stark förankring i högskolepedagogisk forskning samt att studenter, lärare och programansvarig har erhållit god erfarenhet av att tolka och använda CEQ som systemet infördes 2003.

Man kan med fog hävda att studenterna är nöjda med bioteknikprogrammet. Andelen kurser i grundblocket med betyget >0 på alla tre skalorna ”Överlag är jag nöjd med den här kursen”, ”Kursen känns angelägen för min utbildning” och ”God undervisning” (som är en sammanvägning av flera olika skalor) var 61% läsåret 2010/11. Skalorna sträcker sig från -100 till +100.

Sammanfattande schematisk bild över utbildningen

ÅRSKURS 1	ÅRSKURS 2	ÅRSKURS 3	ÅRSKURS 4 & 5	
Biokemi	Biokemi	Biokemi	Specialiseringar inom: Molekylär bioteknik Bioprocess Livsmedel Läkemedel Projektarbete	
Bioteknik	Bioteknik	Bioteknik		
	Matematik	Matematik		
Matematik	Kemi	Kemi		
	Kemiteknik	Kemiteknik	Valfria kurser	Examensarbete
Kemi	Valbart	Valbart		
		Ekonomi		

Del 1

I del 1 använda exempel

De olika exemplen består av examinations-, laborations-, projektuppgifter, kursmål eller kursmoment.

De flesta exempel understödjer flera mål. Som hjälp för den hängivne granskaren följer därför här en korsreferenstabell till samtliga exempel, figurer och tabeller samt de examensmål vi menar att de stödjer. Tabellen är långt ifrån uttömmande. T.ex. examinerar många kurser mål som inte är med i tabellen (eftersom den endast anger de mål som syns i exemplen). För att undersöka ett givet mål läser man lämpligen motsvarande avsnitt i denna självvärdering och sedan de exempel som listas i tabellen nedan.

	Sida	Mål 1	Mål 2	Mål 3	Mål 4	Mål 5	Mål 6
Exempel 1	9	X		X			
Exempel 2	10	X	X				
Exempel 3	10	X				X	
Exempel 4	10	X	X		X		X
Exempel 5	11	X		X		X	X
Exempel 6	16	X	X	X		X	
Exempel 7	17	X	X				
Exempel 8	17		X	X	X	X	
Exempel 9	21	X	X	X		X	
Exempel 10	21		X	X	X	X	X
Exempel 11	21		X	X	X	X	
Exempel 12	22	X	X	X	X	X	
Exempel 13	22	X	X	X		X	
Exempel 14	24	X		X		X	X
Exempel 15	25	X	X	X	X	X	X
Exempel 16	31		X			X	
Exempel 17	32				X	X	X
Exempel 18	34		X	X	X	X	X
Exempel 19	35	X		X	X	X	X
Exempel 20	35		X	X	X	X	X
Exempel 21	36		X	X	X	X	X
Tabell 1-2	7	X					
Tabell 3-7	15, 19-20		X				
Tabell 8	24		X	X	X	X	
Tabell 9	26			X		X	
Tabell 10-11	30, 31					X	
Figur 1	6	X					
Figur 2	13		X				

Del 1

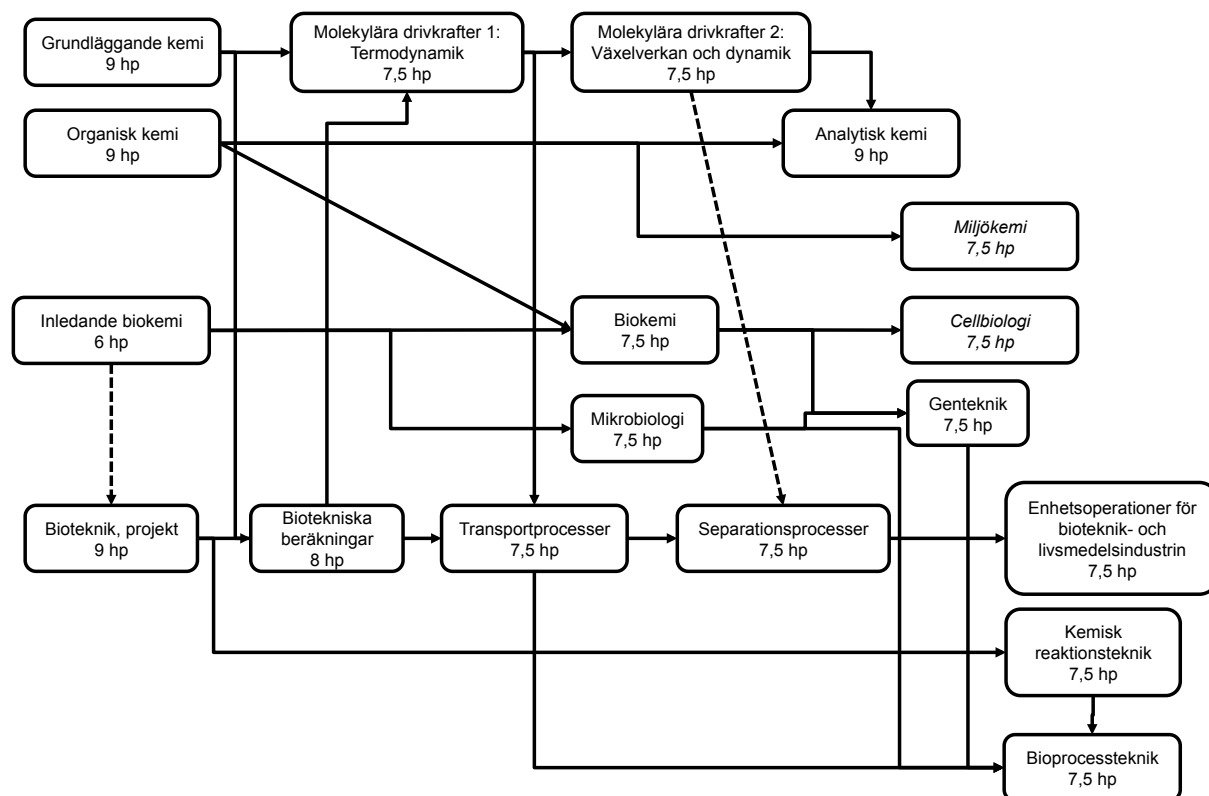
Examensmål 1

För civilingenjörsexamen skall studenten visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet samt insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete.

Studenterna uppnår examensmål 1 genom följande delmål:

- Examensmål 1A: *visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund*
- Examensmål 1B: *visa kunskap om det valda teknikområdets beprövade erfarenhet*
- Examensmål 1C: *visa insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete*

Bioteknikprogrammets vetenskapliga grund är kemi, inklusive biokemi, och bioteknik. Figur 1 visar hur kurskedjorna inom kemi och bioteknik i grundblocket hänger samman och understödjer varandra. bioteknikprogrammet är en mycket bred utbildning som erbjuder goda kunskaper och färdigheter inom kemi, biokemi, enhetsoperationer och bioteknik.



Figur 1. Kurskedjor inom grundblocket. Övre halvan av figuren är med innehåll av kemikaraktär och undre halvan kurser med bioteknisk karaktär. Streckad linje anger att det finns en kurskedja men kurserna ges samtidigt. Kurser med kursiv stil är alternativobligatoriska.

Vi anser att kemi omfattar fyra nyckelområden

1. Molekylkunskap (egenskaper och växelverkan)
2. Reaktivitet (kinetik, termodynamik, jämvikt och syntes)
3. Analys (kvalitativ- som kvantitativ analys, karaktärisering, separation)
4. Grundläggande biokemi (proteinkemi, enzymologi, metabolism och cellbiologi)

Tabell 1 visar vilka kurser i grundblocket som examinerar centralbegrepp inom vart och ett av dessa fyra områden. Redan de två inledande kurserna på programmet KBKA01 Inledande biokemi och grundläggande kemi fastlägger ett tydligt molekylärt förhållningsätt. Sedan ges en introduktion till den biofysikaliska kemin ges i kurserna Molekylära drivkrafter 1 och 2 (KFKA05 och KFKF01) i årskurs 2. Dessa kurser introducerar den fysikaliska kemin molekylärt och statistiskt-mekaniskt redan från början. Vi har även valt att lägga vikt vid intermolekylär växelverkan som har mer direkt betydelse för tillämpningarna i bio(process)teknik samt för grundläggande förståelse av makromolekyler struktur och funktion. Sunda resonemang kring t.ex. energi- och entropiändringar vid bindning och fördelning är fundamentalt i modern läkemedels- och processutveckling.

Progressionen inom biokemi, både på djupet och mot de tekniska tillämpningarna i biotekniken, är mycket viktig. Figur 1 på sidan 6 visar bl.a. hur detta ser ut på programmet, där några kurser kan betraktas som extra centrala. KBTA01 Bioteknik projekt låter studenterna möta de industriella aspekterna av biotekniken redan i termin ett. Grundläggande biokemikunskaper fastläggs i kurserna KBKA01 Inledande biokemi och KBK011 Biokemi. KMB060 Mikrobiologi är central ur flera aspekter: för den laborativa färdigheten (se examensmål 1B nedan), för muntlig och skriftlig presentation (examensmål 5) och som en länk mellan den grundläggande biokemin och den industriella biotekniken. Biotekniken innefattar följande nyckelområden, varav de industriellt färgade områdena 1 och 2 också innefattar bioprosessteknik.

1. Materialbalanser och reaktionsteknik
2. Kemiteknik
3. Ekonomi
4. Mikrobiologi (inklusive laborativa färdigheter)
5. Genteknik och enzymteknologi (inklusive laborativa färdigheter)

Vi vill redan här påpeka att bioteknikprogrammet i Lund innehåller ovanligt mycket (bio)processteknik vilket vi tror ger våra studenter en konkurrensfördel relativt de ofta mer gentekniskt och molekylärbiologiskt fokuserade programmen på andra lärosäten. Vi menar att detta leder till att våra studenter har en god förmåga att värdera samtliga steg från molekyl och råvara till färdig, industriellt tillverkad, produkt. Tabell 2 visar vilka kurser i grundblocket som examinerar delar av nyckelområdena inom biotekniken. I grundblocket ingår en obligatorisk kurs i industriell ekonomi.

Tabell 1: Nyckelområden och centralbegrepp inom kemi (med biokemi) som examineras i grundblocket. Kurser med kursiv stil är alternativobligatoriska. I tabellen återfinns relevanta kursmål för varje nyckelområde.

Kurs	Molekylkunskap	Reaktivitet	Analys	Biokemi
KOO101 Grundläggande kemi (9 hp)	periodiska systemet, atom- och molekyluppbyggnad, fas	stökiometri, jämviktslära, fri energi, elektrokemi		
KBKA01 Inledande biokemi (6 hp)	proteiners struktur	enzymkinetik		proteiner, enzymer och gener.
KOK012 Organisk kemi (9 hp)	nomenklatur	grundläggande syntesreaktioner, reaktivitet		
KMB060 Mikrobiologi (7,5 hp)				cellfysiologi, genetik

Kurs	Molekylkunskap	Reaktivitet	Analys	Biokemi
KFKA05 Molekylära drivkrafter 1: Termodynamik (7,5 hp)	gaslagar, värmekapacitet, statistisk mekanik	huvudsatser, kemisk jämvikt	fas- och fördelningsjämvikter, kolligativa egenskaper	
KFKF01 Molekylära drivkrafter 2: Växelverkan och dynamik (7,5hp)	elektrostatik, växelverkan, molekylär transport, vatten	kinetik, transition-state teori, kooperativa processer	molekylär transport, växelverkan	fysikalisk kemi för biokemiska processer
KBK011 Biokemi (7,5 hp)	kolhydrater i biologiska system	metabolismen för kolhydrater, fetter och proteiner, enzymkinetik	proteinupprening och karaktärisering	enzymaktivitet, energimetabolism, elektrontransport
KAKF01 Analytisk kemi (7,5 hp)	kvantmekanik		kvantitativ och kvalitativ analys, mätvärdesbehandling, spektrofotometri, kromatografi, potentiometri, masspektrometri	
KOK032 Miljö kemi (7,5 hp)	kemiska grunderna för hur hälso- och miljöfarliga ämnen tas upp och omsätts av organismer	samband mellan kemisk struktur, kemiska egenskaper och biologisk effekt		
KBK070 Cellbiologi (7,5 hp)	DNA-molekylens struktur och funktion		upprening av DNA	molekylära cellmekanismer, animaliecellodling, genstruktur, celledelning

Tabell 2: Några kursmål för nyckelområdena inom bioteknik som examineras i grundblocket.

Kurs	Materialbalanser och reaktionsteknik	Kemiteknik	Ekonomi	Mikrobiologi	Genteknik
KBKA01 Inledande biokemi (6 hp)					gensers struktur och uttryck
KBTA01 Bioteknik, projekt (7 hp)	flödesscheman i bioteknisk produktion			mikroorganismer och enzymer i biotekniska processer	
KKKA10 Biotekniska beräkningar (8 hp)	massflöden och energi-förbrukningar, bioteknisk beräkningsmetodik				
KMB060 Mikrobiologi (7,5 hp)		mikroorganismer i industri		cellfysiologi, genetik, industriell mikrobiologi, hantering av mikroorganismer	
KETF01 Transportprocesser (7,5 hp)	hastighetsbestämmande steg	strömningsmekanik, värme- och masstransport			
KETF10 Separationsprocesser (7,5 hp)	material- och energibalanser kopplat till separation	filtrering, indunstning, kromatografi, torkning			
MIO012 Industriell ekonomi (6 hp)			företagsekonomi, organisation, marknadsföring, affärsredovisning, investeringskalkyl, nyckeltal		

Kurs	Materialbalanser och reaktionsteknik	Kemiteknik	Ekonomi	Mikrobiologi	Genteknik
KET045 Kemisk reaktionsteknik (7,5 hp)	blandningsmodeller, reaktionskinetik, dimensionering, reaktorsimulering	reaktioner och masstransport i tvåfassystem			
BLT015 Enhetsoperationer för bioteknik- och livsmedelsindustrin (7,5 hp)	kopplade differential-ekvationer för mass- och energibalanser	enhetsoperationer, experiment i pilotskala			
KBT115 Bioprocess-teknik (7,5 hp)	enzymreaktorer, massbalanser för bioreaktorer	bioprocesser från råvara till produkt,		mikrobiell tillväxt och produktbildning, biosäkerhet, odlingstekniker	enzymteknologi
KBK041 Genteknik (7,5 hp)					kloning, proteinexpression, genteknik och fysiologiska förändringar

Examensmål 1A

I Tabell 1 på sidan 7 och Tabell 2 på sidan 8 definieras teknikområdets vetenskapliga grund. Nedan följer några exempel på examinationsuppgifter på första kurserna inom kemi och biokemi. Dessa exempel illustrera det molekylära synsättet som dominerar utbildningen. En god grundläggande förståelse är sedan en förutsättning för att studenterna kan godkännas på de mer integrerande och fördjupande projektuppgifter som återfinns i specialiseringarna. Dessa redovisas senare.

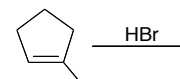
Exempel 1 KOK012 Organisk kemi, allmän kurs (Årskurs 1)

- kunna självständigt planera och utvärdera enklare organiska synteser

Prestationsbedömning. Godkänd inlämningsuppgift, godkända duggor eller tentamen samt godkända laborationer. För att få lov att laborera måste studenten närvarat vid den obligatoriska säkerhetsföreläsningen.

Exempel på tentamensuppgift

Före 1933 rådde stor förvirring kring addition av vätebromid till dubbelbindningar. Till synes samma reaktion kunde ge två helt olika resultat. Kharasch och Mayo löste problemet då de insåg att närvaron av peroxider påverkade reaktionsförloppet. När föreningen till höger behandlades med HBr erhöles *en enda* förening. Förklara med utförliga mekanismer om det fanns peroxider eller ej närvarande när reaktionen utfördes.



Uppgiften ligger nivå 4 "analys" i Bloomtaxonomin och klaras av 50-60% av studenterna.

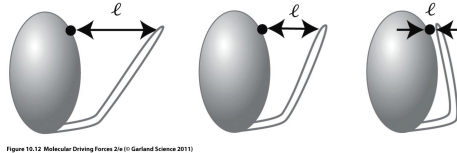
Exempel 2 KFKA05 Molekylära drivkrafter 1: Termodynamik (Årskurs 2)

- kunna ställa upp och utföra fördelningsberäkningar med hjälp av Boltzmanns fördelningslag.

Syfte med kursen. Att ge studenterna en insikt i klassisk och modern statistisk termodynamik. Att förmedla en förståelse för de termodynamiska begreppen och teorierna utifrån molekylära egenskaper och att öva upp förmågan att lösa problem utifrån denna insikt.

Exempel på tentamensuppgift

Betrakta nedanstående schematiska bild av en flexibel loop i ett protein.



De tre konformationerna kännetecknas av tre olika avstånd ℓ och har energierna

ℓ / Å	4	2	1
Energi / kJ mol ⁻¹	7.1	4	0

Degenerationsgraden är 1 för alla tre tillstånden. Beräkna, vid $T = 300$ K,

- tillståndssumman q över loopens konformationer,
- sannolikheten att loopen befinner sig i tillståndet $\ell = 4$ Å
- medelavståndet $\langle \ell \rangle$.

Exempel 3 KFKF01 Molekylära drivkrafter 1: Växelverkan och dynamik (Årskurs 2)

- kunna beskriva de viktigaste egenskaperna hos vatten så som vätebindningsstruktur, densitetens temperaturberoende, principen för den hydrofoba effekten och vattens betydelse för termodynamiken i biokemiska processer.

Syfte med kursen. Syftet med kursen är att ge studenterna en inblick i hur intermolekylära interaktioner styr makroskopiska systems statistiska och dynamiska egenskaper.

Exempel på tentamensuppgift

Ge en molekylär förklaring till den stora skillnaden mellan de partiella molära värmekapaciteterna för ett opolärt ämne i vattenfas och dess rena fas, $\Delta C_{p,m} = C_{p,m}(aq) - C_{p,m}(rent)$. Ett stort $\Delta C_{p,m}$ är ett kännemärke för den hydrofoba effekten. Förklaringen skall skrivas så att en person som inte läst KFKF01 (utan bara t.ex. grundläggande termodynamik) kan förstå den.

Exempel 4 KBKA01 Inledande biokemi (Årskurs 1)

Syfte med kursen. Bl.a. att beskriva den moderna genteknikens möjligheter.

Exempel på kursinnehåll. Flera moment av etiska diskussioner. Detta omfattar bland annat gen-etik kring behandling av olika sjukdomar och GMO. Genanalys är en viktig komponent. IVF (provörörsbefruktning) diskuteras. Vilka försök bör tillåtas, vilka inte?

Utveckling av den biotekniska industrin och vilka produkter som kan produceras. Kopplingen mellan bioteknik och energi- och kemisk produktion görs. Omställning till ett hållbart och grönt samhälle möjligt?

Exempel på tentamensuppgift

Fåret Dolly har blivit en klassiker inom gentekniken.

- Hur kan det komma sig att Dolly har blivit så pass välkänd?
- Hur gjorde forskarna för att tillverka Dolly?
- Vilka olika etiska aspekter kan man lägga på dessa försök? Kommentera kortfattat?

Examensmål 1B

Den beprövade erfarenheten genomströmmar utbildningen. Detta är speciellt tydligt i de laborativa momenten i t.ex. biokemi, mikrobiologi, analytisk kemi (se Exempel 6 på sidan 16) och bioteknik. Som exempel inleds laborationskursen i KMB060 Mikrobiologi med en laboration som i detalj går igenom och examinerar god teknik för mikroskopering och sterilarbete. I specialiseringarna knyter många kurser an till industriella erfarenheter och där det också förekommer gästföreläsare från industrin. Ett bra exempel på detta är kursen KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet som innehåller föreläsningar om HACCP, hygienkrav vid produktdesign, GMP, validering och kvalitetssystem. Dessa kunskaper implementeras och fördjupas sedan i de projektuppgifter som genomförs under kursen (se Exempel 5 nedan). Dessa rör kvalitetssäkring av befintliga industriella processer, t.ex. produktion av rekombinant chymosin eller vattenrening (projekt utförda 2012).

Vi vill i detta avsnitt särskilt understryka att många lärare har flerårig erfarenhet av tillämpat ingenjörsarbete i industrin. Detta gäller speciellt inom områdena livsmedel och bioteknik men även inom t.ex. läkemedelsdesign och formulering. Flera av de obligatoriska projekt- och projekteringskurserna utförs i samarbete med industrin, där beprövad erfarenhet är en av grundförutsättningarna för lyckad produktutveckling.

Exempel 5 KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet (Specialiseringskurs)

- kunna skriftligt och muntligt presentera en risk- och kvalitetsbedömning av en process i enlighet med riktlinjerna för ett kvalitetssystem.

Syfte med kursen. Kursen syftar till att introducera studenterna i kvalitetssäkringsverktyg, HACCP, cGMP, hygienisk processdesign, ISO 9000 samt ISO 14000.

Projektbeskrivning

Små grupper (3-4 personer) analyserar en etablerad process med hjälp av ett av de tre kvalitetsverktyg som är fokus i kursen:

1. HACCP
2. Hygienisk processdesign
3. GMP och validering

Stor vikt läggs vid att inte beskriva verktyget generellt utan att det faktiskt implementeras på processen eller på delar utav processen. Studenterna skall tänka sig in i en situation där de är ytterst ansvariga för säkerhet och kvalitet för ett livs- eller läkemedel och agera som om de vore "food/pharmaceutical business operators" där produktionen av valt livs- eller läkemedel sker. Till hjälp för att detta har de olika föreläsningar från personer från livs- och läkemedelsindustrin som jobbar med detta dagligen och ofta har lång erfarenhet inom området. Projektet skall slutligen redovisas både skriftligt (ca 10 sidor) och muntligt (20 minuter) och en annan grupp (som jobbat med en annan process och ett annat verktyg) utses att opponera (10 minuter) på arbetet.

Examensmål 1C

Samtliga specialiseringar på utbildningen är knutna till den forskning som finns vid LTH. Många specialiseringskurser innehåller därför områden knutna till aktuell forskning. Än tydligare blir detta i de projektkurser som utförs i specialiseringarna (se särskilt under examensmål 3). Dessa arbeten sker undantagslöst i aktuella forsknings- och utvecklingsområden. Vi vill också, utöver det som syns i examensarbetena och förhållandena som redovisas i Del 2, peka på följande omständigheter:

- På ett flertal kurser i specialiseringarna möter studenter metoder, modeller och teorier som används i modernt forsknings- och utvecklingsarbete. Några exempel är kurserna

KLGN01 Probiotika baseras på modern forskning inom functional foods och syftar bl.a. till att ge kunskap om hur probiotiska livsmedel kan designas (Exempel 10 sidan 21).

KBK031 Enzymteknologi beskriver hur enzymmolekyler kan modifieras för teknisk användning. (Exempel 12 sidan 22).

KFKN01 Magnetisk resonans – spektroskopi och avbildning. Denna kurs behandlar modern NMR spektroskopi med tillämpningar inom t.ex. biovetenskaper.

KOK085 Läkemedelskemi behandlar modern läkemedelsutveckling och modern datorstödd screening och modellering.

KFK032 Biofysikalisk kemi ger en modern förståelse av den fysikaliska grunden för proteiners struktur, stabilitet, växelverkan och dynamik (Exempel 13 sidan 22).

FMS210 Kemometri bidrar med en verktygslåda i moderna statistiska metoder, såsom multivariata metoder, klusteranalys och principalkomponentanalys.

KAK050 Kromatografisk analys behandlar avancerade analytiska separationstekniker som används inom forskning och utveckling i industri och akademien.

KETN01 Processimulering använder moderna matematiska modeller för att simulera kemiska projekt, framför allt med hjälp av Matlab (Exempel 8 sidan 17).

Samtliga dessa kurser innehåller bärande moment i form av mindre projektarbeten och/eller muntlig och skriftlig examinerande presentation ofta i konferensform eller med opposition.

- Inom specialiseringarna finns också möjlighet att göra en KKK000 Fördjupningskurs i ett eller flera ämnen (se vidare under Examensmål 3). Dessa utförs nästan alltid som ett arbete i en forskargrupp tillsammans med doktorander.

Del 1

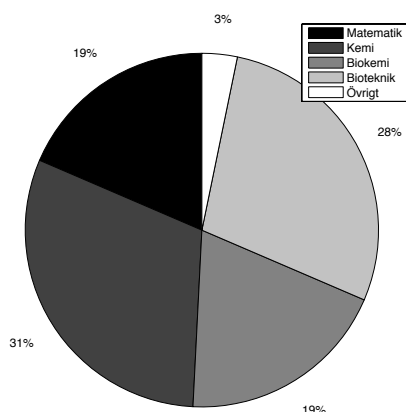
Examensmål 2

För civilingenjörsexamen skall studenten visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap, som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området.

Studenterna uppnår examensmål 2 genom följande delmål:

- Examensmål 2A: *visa brett kunnande inom det valda teknikområdet*
- Examensmål 2B: *visa brett kunnande i matematik*
- Examensmål 2C: *visa brett kunnande i naturvetenskap*
- Examensmål 2D: *visa väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området*

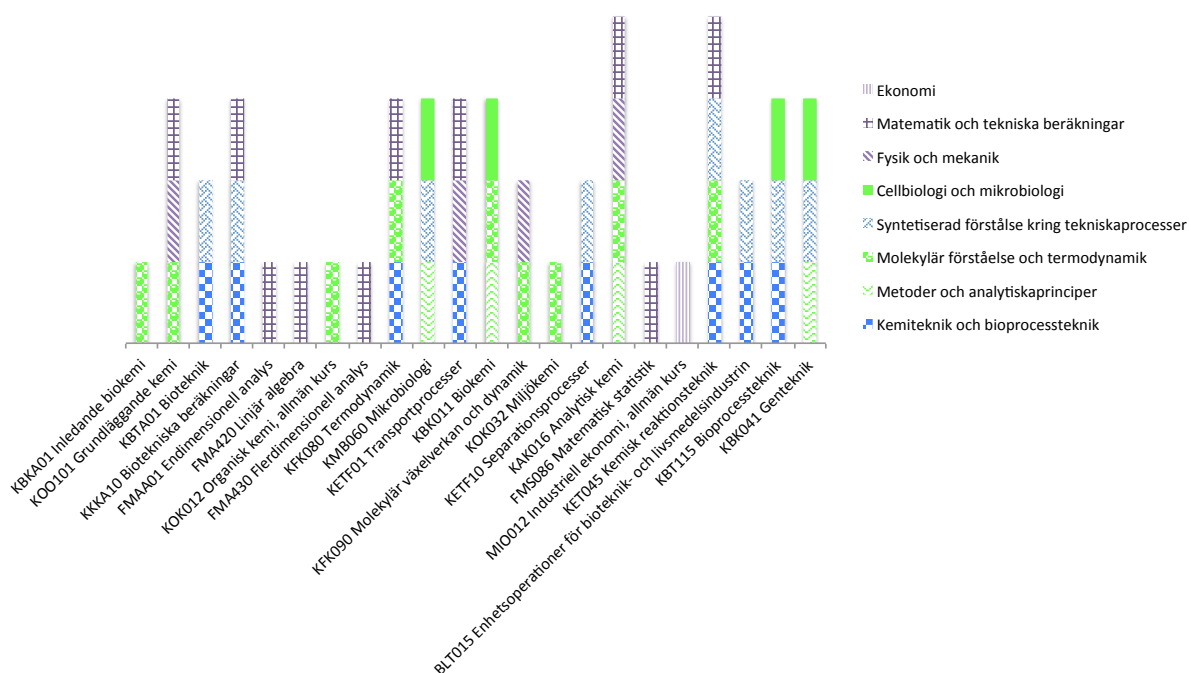
Under examensmål 1 definierades teknikområdet. Figur 2 visar fördelningen mellan olika områden i grundblocket. Uppdelningen följer i stort nyckelområdena som redovisades under examensmål 1, med skillnaden att biokemi behandlas separat. Återigen syns tydligt hur bio- och kemitekniken har en tämligen framträdande plats på utbildningen. I framställningen nedan avser ”valda teknikområdet” bioteknik, inklusive den relaterade kemitekniken och biokemin.



Figur 2. Fördelningen mellan matematik, (bio)kemi och bioteknik i grundblocket (3 år, 180 hp) på bioteknikprogrammet. Kursen i gruppen övrigt är MIO012 Industriell ekonomi och en alternativ-obligatorisk kurs. Bioteknikblocket innehåller i sin tur ca 40% ren kemiteknik, dvs kurser som samläses med Kemiteknikprogrammet.

Examensmål 2A

För det breda kunnandet inom teknikområdet bioteknik vill vi särskilt peka på att vi eftersträvar en stark koppling mellan de molekylära och biotekniska tankesätten. Vi tror att detta är essentiellt så väl inom framtida storskalig bioprosessteknik som inom läkemedelsdesign. Detta är en av huvudanledningarna till att kemiteknikkurserna i tvåan läses i stort sett parallellt med de unika kurserna i fysikalisk kemi (se Examensmål 1). I grundblocket uppnår studenterna ett avsevärt djup och bredd inom ämnet bioteknik. Djupet syns t.ex. i deras beräkningstekniska färdigheter (se Examensmål 2B nedan) medan bredden tydligt framgår ur tabellerna som återfinns under Examensmål 1. Studenterna möter allt från grundläggande biokemi, cellbiologi och enzymologi till hur mikroorganismer modifieras och används för produktion i industriell skala. I Figur 3 har vi illustrerat i vilka kurser det breda kunnandet inom natur- och teknikvetenskap examineras under utbildningens första 3 år. Den visar hur flera ämnesområden dyker upp i ett brett spektrum av kurser.



Figur 3. Figuren visar schematiskt vilka kurser i grundblocket som examinerar brett kunnande i teknik- och naturvetenskap (mål 2A och 2C).

Länken mellan biokemin, kemin och de industriella (bio)processerna ligger i framför allt fem kurser. KMB060 Mikrobiologi har redan behandlats under Examensmål 1 och vi möter den igen under mål 5. De två kurserna KETF01 Transportprocesser och KETF10 Separationsprocesser etablerar länkarna mellan fysiken, fysikaliska kemin och industriella processer. Till sist möts den storskaliga processtekniken och biotekniken i BLT015 Enhetsoperationer för Bioteknik- och Livsmedelsindustrin samt i KBT115 Bioprocесsteknik. Kunskapsmålen för Bioprocесstekniken är att studenten skall

- förstå samspelet mellan mikrobiell tillväxt, produktbildning, masstransport och den omgivande miljön.
- förstå olika "mode of operation" för odling av mikroorganismer och deras för- och nackdelar.
- ha övergripande kunskap om bioprocessen från råvara till produkt.
- ha grundläggande kunskap i användning av enzymer.

Kursmålen examineras dels via skriftlig tentamen dels via godkänd laboration. Den obligatoriska laborationen innebär att studenterna genomför och analyserar fermentering av genetiskt modifierade e-coli bakterier. Den skriftliga examen inkluderar både beräkningsuppgifter och teoriuppgifter. BLT015 sätter de sju kemitekniska enhetsoperationerna (filtrering, frystorkning, centrifugering, blandning, pumpning, spraytorkning och pastörisering) i ett biotekniskt sammanhang genom att studenterna utför ett laborativt projekt, redovisar det muntligt och skriftligt samt genomför en opposition. Denna kurs återkommer under Examensmål 3, 5 och 6 (se Exempel 14 på sidan 24).

Examensmål 2B

För LTH:s civilingenjörsutbildningar finns en gemensam miniminivå i matematik. Denna omfattar kurserna FMAA05 Endimensionell analys 15 hp, FMA420 Linjär algebra 6 hp samt FMA430 Flerdimensionell 6 hp. Förutom detta ingår en obligatorisk kurs i matematisk statistik. Däremot ingår tillämpningar i senare kurser, samt ytterligare kurser i matematik i vissa specialiseringar. Poänggivande repetition av gymnasiematematik ingår inte i programmet.

Inför omläggningen av samtliga utbildningar 2007 genomförde LTH en stor satsning på den obligatoriska, gemensamma matematiken. Omfattningen ökades från 24 till 27 hp, med nya inslag av kommunikativ träning, med individuell återkoppling och uppmuntran av samarbetslärande, färdighets- och logisk träning, samt en innehållsmässig förstärkning av geometri. Förändringarna återspeglas i delvis nya examinationsformer innefattande korta enskilda, muntliga redovisningar som examinerande moment. För att förstärka relevansen för teknikområdet sammanställdes ett antal övningsuppgifter med specifik programanknytning.

På bioteknikprogrammet finns ett antal kurser som stödjer studenternas användande av matematik som verktyg och vetenskapligt språk. Här kan nämnas Molekylära drivkrafter 1 (KFKA05) där begrepp som partiella derivator och differentialer får en direkt tillämpning och beräkningsfärdigheten utvecklas sedan ytterligare i kurser, såsom Transportprocesser (KETF01), Separationsprocesser (KETF10), Kemisk reaktionsteknik (KET045) samt en mängd kurser i specialiseringarna, såsom Biofysikalisk kemi (KFK032), Kemometri (FMS210), Yt- och kolloidkemi (KFKN05), Processreglering (FRTN25), Magnetisk resonans (KFKN01) och Processimulering (KETN01).

Då bioteknikprogrammet skapades 2001 infördes Matlab som genomgående beräkningshjälpmedel i programmet. Detta har fått till följd att flertalet studenter självmant använder Matlab i andra kurser där det inte är något krav samt att lärare i allt högre utsträckning kan införa mer krävande beräkningsuppgifter. Detta omvitnats av flera lärare i beräkningstunga ämnen. Tabell 3 visar vilka kurser i grundblocket som innehåller obligatoriska datorlaborationer i Matlab. Inom specialiseringarna blir studenterna sedan ännu mer flyhänta. Att studenterna når långt idag illustreras med kurserna KETN01 Processimulering (Exempel 8 på sidan 17) och KTE071 Biokemisk reaktionsteknik (Exempel 9 sidan 21).

Tabell 3. Kurser i grundblocket med obligatoriska datorlaborationer där Matlab används

KKKA10 Biotekniska beräkningar	Introduktion till Matlab. Lösning av linjära ekvationssystem från materialbalanser. Lösning av olinjär ekvation från energibalans.
KFKA05 Molekylära drivkrafter 1	Obligatorisk inlämningsuppgift för att illustrera värmeflöden, värmekapacitet och termisk jämvikt utifrån Boltzmannfördelningen
KFKF01 Molekylära drivkrafter 2	Obligatorisk inlämningsuppgift där ett kokpunktsdiagram för ett tvåfasssystem beräknas med hjälp teorin för regulära lösningar
KETF01 Transportprocesser	Lösning av differentialekvationer inom transportprocesser
KETF10 Separationsprocesser	Lösning av system av olinjära ekvationer vid beräkning av indunstning
FMS086 Matematisk statistik	Laborationer och projekt där statistical toolbox används.
KET045 Kemisk reaktionsteknik	Lösning av system av differentialekvationer som beskriver kemiska reaktorer.

Inom all naturvetenskap och teknik är korrekt datahantering av största vikt. På B läses därför kursen Matematisk statistik (FMS086) parallellt med kursen i Analytisk kemi (KAKF01) så att de tillsammans kan belysa begrepp som statistisk slutledning och försöksplanering. Exempelen nedan är särskilt valda för att belysa användning av beräkningsteknik, statistik och matematik. I kursen FMS210 Kemometri används Matlab som ett verktyg för kvalificerad mätvärdesbehandling (se Examensmål 3B).

Exempel 6 KAKF01 Analytisk kemi (Årskurs 3)

- kunna kvalitetsbedöma utförda analysresultat med hjälp av mätvärdesbehandling och tillämpad statistik

Syfte med kursen. Kursen skall ge förutsättningar för yrkesverksamma bio- och kemiteknikcivilingenjörer att förstå analytisk kemi och dess möjligheter. Detta skall understödja nödvändiga bedömningar vid beställning av analyser samt vid tolkning av mottagna analysresultat. [...]

Exempel på laboration (spektrofotometri/statistik)

Målbeskrivning: Att ge studenterna möjlighet att

- möta olika principer, metoder och instrument för spektrofotometriska mätningar
- göra kvantitativa analyser och koppla statistiska verktyg för utvärdering av vald metods precision
- koppla olika felkällors påverkan till ett mätresultats riktighet och precision

Innehåll:

- Bestämning av natrium i en Treotablett med flamemissionsspektrofotometri.
- Bestämning av tiocyanat i saliv med VIS-spektrofotometri.
- Bestämning av koppar med atomabsorbansspektrofotometri med grafitugn.
- Bestämning av koppar i vin med 95 % konfidensintervall.

Examination: Skriftliga rapporter innefattande en kort inledning, en metodbeskrivning samt resultatet av den kvantitativa bestämningen. Diskussion kring möjliga felkällor, parametrars inverkan på känslighet och selektivitet samt statistisk utvärdering av metodens precision.

Exempel 7 KBT115 Bioprosessteknik (Årskurs 3)

- förstå samspelet mellan mikrobiell tillväxt och produktbildning och masstransport.
- förstå samspelet mellan mikrobiell tillväxt och produktbildning och den omgivande miljön.

Syfte med kursen. Kursen syftar till att ge en grundläggande förståelse för hur biokatalysatorer kan användas i processtekniska sammanhang.

Tentamensuppgift

You are going to produce a recombinant protein, a β -glucosidase, by running a 2 L batch cultivation using the *E. coli* strain BL21(DE3) as the host organism. The gene encoding the recombinant protein, with a molecular weight of 53 kDa, is cloned into the expression vector pET22b, and is under control of the T7/*lac* promotor. The growth medium used is a defined salt medium containing glucose (MW 180 g/mol) as the substrate. The production phase, which proceeded for two hours, was initiated when the optical density, measured at 620 nm, had reached a value of 3 ($t=218$ min). Samples (1.5 mL), for later protein analysis, were taken at induction and every hour until the cultivation was terminated. After the cultivation the cells were harvested and the final volume was estimated to 1.8 L. Below, in table 1, some cultivation parameters for the entire cultivation are listed, and in table 2, protein analysis data from samples taken after induction, can be found. [Tabellerna ej inkluderade här]

- When taking a sample from the reactor, why is it important to put it on ice immediately, and why is it important to vortex the tube prior to analyses like OD- and dry weight measurements?
- During the cultivation, why do you have to dilute the samples more and more for the OD measurements, but less and less for the glucose analysis?
- What is the purpose of adding ampicillin to the growth medium?
- What is the function of IPTG (isopropyl-thio- β -D-galactoside)?
- Which part of the cultivation should be used for calculation of the maximum specific growth rate (μ_{\max})? Also determine μ_{\max} for this cultivation.
- Calculate the following different yield coefficients for the entire cultivation: $Y_{X/S}$, $Y_{P/S}$ and $Y_{P/X}$. (X = cell mass, S = substrate, P = product).
- How do you treat the samples in order to get fractions containing soluble and insoluble protein? Explain the choice in method/methods and why it/they should be used.

Exempel 8 KETN01 Processimulering (specialisering Bioprosessteknik)

- Kunna formulera beräkningstekniska problem och lösa dessa med beräkningsverktyg
- Kunna presentera simuleringstekniska projekt i rapportform, på internet samt på en intern konferens

Exempel på delförprojekt
OBJECTIVE

Develop a simulator for studies of chromatographic processes for industrial separation of biopharmaceuticals. In a second phase of the project do a deeper study of a specific topic. [... beskrivning av processen ...] The first step in the project is to create a simulator that can produce concentration profiles out of the column for varying loadings and gradients. The simulator should also be able to calculate the productivity, yield and purity for a set of cut points.

DELIVERABLES

- A chromatography simulator with a user's guide.
- Article with results and analysis from your special study.
- Poster presentation at the workshop

Examensmål 2C

Inom biotekniken är det svårt att skilja teknikområdets vetenskapliga grund (mål 1A) och dess naturvetenskapliga grunder inom ämnen som kemi, fysik och biologi. Självklart ger därför många av utbildningens kurser en grund och breddning även inom dessa tre områden. Som illustration av detta kan vi hänvisa till Figur 3 på sidan 14, som bl.a. visar i vilka kurser grundläggande naturvetenskap examineras. Fysik som är nödvändig för utbildningen undervisas framför allt på kurserna i fysikalisk, analytisk och oorganisk kemi samt kemiteknik. Inom grundblocket behandlas till exempel elementär kvantmekanik och spektroskopi (i kurserna Grundläggande kemi KOO101 och Analytisk kemi KAKF01), statistisk termodynamik (KFKA05 Molekylära drivkrafter 1: Termodynamik), molekylär växelverkan (KFKF01 Molekylära drivkrafter 1: Växelverkan och dynamik), flöden och kinetisk gasteori samt självdiffusion (KFKF01 och Transportprocesser KETF01). Studenter som vill fördjupa sig i fysikalisk kemi kan t.ex. läsa Biofysikalisk kemi (KFK032) och Magnetisk resonans (KFKN01). Kurser som KBK070 cellbiologi och KNL026 fysiologi ger studenterna en god grund inom biologin.

Examensmål 2D

Med "teknikområdet" menar LTH programbeteckningen, medan "del av området" är liktydigt med en specialisering inom programmet. En fullgjord specialisering om 45 hp säkerställer väsentligt fördjupade kunskaper dels genom att kurserna inom specialiseringen tillsammans utgör en avgränsad, relevant och genomtänkt helhet, dels genom kraven på 30 hp kurser på avancerad nivå inom en specialisering. LTH har explicita och högt ställda krav för att en kurs ska klassas som A-nivå, vilket garanterar att varje kurs på A-nivå inom en specialisering bidrar till att studenterna uppnår examensmål 2D. På tre av de fyra specialiseringarna på bioteknikprogrammet är närmare 80% av kurserna klassade på A-nivå.

I detta avsnitt beskriver vi först specialiseringarna och därefter följer några exempel. De visar på den integrerande nivå studenterna förväntas hålla i specialiseringarna. Tämligen avancerade kemi- och teknikkunskaper sammanförs med noggrann försöksplanering och rapportering. Dessa exempel används också för att styrka Examensmål 5.

Bioprosessteknik

Inom denna specialisering kombineras kunskaper och färdigheter inom områdena biokemi och teknik för att bygga upp en specialisering mot bioprosessteknik. Denna processteknik handlar om att med biokatalysatorer omvandla råvaror till produkter. Kunskap om bioreaktorn och hur man ska mäta denna för att styra processen är viktig. Studier av biokemisk reaktionsteknik ingår liksom kurser i hur man renar fram de produkter som tillverkats. I projekteringskursen skissar man och kostnadsberäknar olika tekniska lösningar.

Tabell 4 nedan visar de karaktärsgivande kurserna på specialiseringen Bioprosessteknik som skapar goda möjligheter till de insikter och färdigheter som krävs av en biotekniker som vill arbeta med t.ex. processfrågor inom drift, produktutveckling eller design av nya processer. De ger också en grund för den som vill utvecklas vidare mot t.ex. marknadsföring eller försäljning, alternativt nå ytterligare fördjupning genom forskarstudier. Kurser i Separationsprocesser (KBT060 och KETN01), Processimulering (KETN01) och Processreglering (FRTN25) gör också

att dessa studenter blir attraktiva även för den traditionella processindustrin. 11 av 14 kurser på specialiseringen (78%) är på A-nivå.

Tabell 4. Karaktärskurser för specialiseringen *Bioprosessteknik*

KTE071 Biokemisk reaktionsteknik (obl)
KBT060 Biotekniska separationsprocesser (obl)
KBTN01 Bioanalys
KBK050 Enzymteknologi
KBT080 Miljöbioteknik
KETN01 Processimulering
FRTN25 Processreglering
KBT042 Bioteknik, projektering

Livsmedel

Denna specialisering, unik för landet, baseras på mycket aktiv forskning vid LTH. Specialiseringen ger en bred introduktion till livsmedelsområdet från produktutveckling till livsmedelssäkerhet och näringslära. Utbildningen innehåller också flera specialkurser inom ämnen som till exempel human nutrition och functional foods samt probiotika. Utbildningen har en nära anknytning till livsmedelsindustrin. Denna specialisering erbjuder även en väsentlig fördjupning inom processtekniken via t.ex FRTN25 Processreglering. 10 av 16 kurser (63%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 5. Karaktärskurser för *Livsmedel*

KMB023 Livsmedelsmikrobiologi (obl)
KLG080 Livsmedelsvetenskap: Komplexa livsmedel (obl)
KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet
KLGN01 Probiotika
KFKN05 Yt- och kolloidkemi
KNLN01 Human nutrition
FRTN25 Processreglering
KLG085 Livsmedelsvetenskap: produktionssystem
KLGN05 Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi

Läkemedel

Specialiseringen skall ge en fördjupad kunskap om arbete med framställning av och forskning kring läkemedel. Att utveckla ett nytt läkemedel är en komplicerad och tvärvetenskaplig process, som kräver stor kompetens i såväl kemi som kemiteknik och bioteknik. Den vetenskapliga bredd som finns vid LTH medför att vi kan utbilda civilingenjörer med gedigna kunskaper i både design, syntes och analys av aktiva substanser samt i läkemedelsformulering och processutveckling. Utbildningen innehåller flera projektkurser med många studiebesök och arbete med frågor som ligger nära läkemedelsindustrins forsknings- och utvecklingsproblem.

Denna specialisering är gemensam med kemiteknikprogrammet och BIOTeknologerna kan bredda sig mot biologiska läkemedel genom att även läsa karaktärskurser från specialiseringen i Molekylär bioteknik. Breddning mot processteknik eller formulering är också möjlig genom valbara kurser från de andra specialiseringarna. 10 av 13 kurser (77%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 6. Karaktärskurser för läkemedel

KL027 Läkemedelsformulering
KOK85 Läkemedelskemi
KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet
FMS210 Kemometri
KOK090 Läkemedelssyntes
KOK100 Projektkurs i läkemedelskemi
KLGN05 Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi
KAKN05 Projektkurs i kromatografisk analys

Molekylär bioteknik

Grundblocket har redan gett studenterna både bredd och ett visst djup inom molekylär biokemi. Därför erbjuder denna specialisering ett brett spektrum av kurser som ger studenterna goda möjligheter till fördjupning inom det dynamiska gränsområdet mellan kemi, biologi och medicin. Kurserna behandlar såväl grundläggande teori som moderna analytiska, molekylärbiologiska och enzymologiska tekniker. 11 av 14 kurser (79%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 7. Karaktärskurser för Molekylär bioteknik

KBTN01 Bioanalys
KBK050 Protein engineering
KFK032 Biofysikalisk kemi
KBT060 Biotekniska separationsprocesser
KMB040 Metabolic engineering
KBK075 Bioinformatik
KIM015 Immunteknologi
KMBN01 Projekt i molekylär bioteknik

Technology Management

Technology Management, TM, är ett tvärvetenskapligt avslutande specialisering vid LTH. Studenter från alla civilingenjörsutbildningar på LTH kan söka och antas till TM under sina två sista två på civilingenjörsutbildningen. TM är ett samarbete mellan Lunds Tekniska Högskola (LTH) och Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet (EHL). Målsättningen med TM är att studenterna framgångsrikt skall lära sig samspelet mellan ekonomi och teknik och därigenom kunna delta i och utveckla framtidens alltmer komplexa och konkurrensintensiva industriella verksamheter.

Varje år antas 20 civ.ing studenter och 20 ekonomie-studenter. Inom det avslutande programmet ligger 50 hp TM-specifika kurser samt ett TM-exjobb på 30 hp. Utöver detta läser TM-studenterna ifrån LTH 15 hp ekonomi vid EHL samt 30 hp specialiseringskurser på sitt moderprogram vid LTH.

TM-exjobbet utförs alltid i grupp om 2 (eller i undantagsfall 3) studenter där en har en teknikbakgrund (civ.ing utbildning) och en har en ekonomisk bakgrund. Exjobben utförs i regel i samverkan med ett företag och en extern handledare utses därifrån. Exjobbet handleds även av två handledare vid LU; en ifrån LTH (teknisk handledare) och en ifrån EHL (ekonomisk handledare), samt granskas av två examinatorer; en ifrån LTH (teknisk examinator) och en ifrån EHL (ekonomisk examinator).

Exempel 9 KTE071 Biokemisk reaktionsteknik (specialisering Bioprosessteknik)

Kursen har bland annat som mål att studenten skall

- kvantitativt kunna analysera biotekniska försöksresultat på makronivå, t.ex. genom att utföra kol- och reduktionsgradsbalanser.
- kunna sätta upp modeller för stökiometrisk analys av metabola nätverk.
- kunna modellera kinetik i mikrobiella reaktionssystem.
- kunna utföra reaktionstekniska beräkningar för dimensionering av bioreaktorer m.a.p. storlek, omrörareffekt, massöverföringskapacitet och kylbehov.

Förutom en skriftlig tentamen måste studenterna också godkännas på tre simuleringsövningar:

- Metabolflödesanalys
- Fermentationskinetik
- En första design av fermentationsprocessen

I uppgiften som rör fermentationskinetik skall studenterna bland annat undersöka olika modeller för kinetik. De börjar med att sätta upp en black-box Monod modell som sedan utvärderas gentemot experimentella data. Studenterna skall sedan förbättra modellen stegvis och testat slutligen både sin enklaste och sin mest avancerade modell på en omrörd kontinuerlig reaktor. Resultaten redovisas i form av korta memon och diskuteras med läraren.

Exempel 10 KLG01 Probiotika (specialisering Livsmedel)

Kursen baseras på att studenterna har kunskaper inom området mikrobiologi och har som mål är att ge kursdeltagarna en grundläggande förståelse för hur bakterier associerade till människan kan påverka hälsan och hur man genom administration av vissa specifika bakterier kan påverka sjukdomar och hälsostatus. Kursen syftar också till att ge kunskap om hur probiotiska livsmedel kan designas.

Kursen behandlar bl.a.: Klassificering och identifiering av bakterier; Bakterier i maten; Traditionella mjölksyrafermenterade livsmedel; Sjukdomstillstånd som kan påverkas av bakterierterapi; Fysiologiska effekter av olika komponenter i tarmfloran; Fysiologiska effekter av probiotiska stammar; Immunologiska och genomiska aspekter på probiotika; Design av probiotiska livsmedel; Säkerhetsaspekter på användningen av probiotika.

Kursen innehåller en serie av föreläsningar, en laboration som sträcker sig under huvuddelen av kurs tiden och PBL-moment. Den problembaserade inläringen (PBL-problem, basgruppsmöten och gruppredovisningar) utgör tillsammans med föreläsningarna kursens pedagogiska stomme. För godkänt på kursen skall studenterna genomföra en gruppdiskussion som sedan följs av en skriftlig tentamen. Vidare krävs godkända laborations rapporter vilket inkluderar skriftliga så väl som muntliga redovisningar.

Exempel 11 KBK050 Protein engineering (specialisering Molekylär bioteknik och Bioprosessteknik)

Kursen kräver förkunskaper i genteknik och har som syfte att ge fördjupad kunskap i proteiners struktur och funktion. Kursen examineras via en skriftlig och problemorienterad hemtentamen samt muntlig presentation i grupp av rapporter från den vetenskapliga litteraturen. Godkänd rapport från övningarna och laborationerna krävs.

Denna kurs är ett av många exempel i utbildningen där litteraturuppgifter ger studenterna en insyn i pågående forskning. Kursen innehåller också en större laborationsuppgift där eleven självständigt får designa ett modifierat protein. Därvid får studenterna också kunskap om forskningsfronten via laborationer där den senaste tekniken på områdena används.

Exempel 12 KBK031 Enzymteknologi (specialisering Molekylär bioteknik och Bioprosessteknik)

Här beskrivs hur enzymmolekyler kan modifieras och få förbättrade egenskaper för teknisk användning genom t.ex. genetisk förändring, kemisk modifiering och immobilisering. Immobilisering behandlas ingående. Likaså poängteras immobiliserade enzyms kinetiska egenskaper och olika sätt att kvantifiera dessa egenskaper. Även användning av enzymer i icke-konventionella lösningsmedel behandlas också ingående i kursen.

Laborationerna innehåller dels grundläggande tekniker om immobilisering övas och dels oprövade experiment i nära forskningsanknytning där enzymer i organiska lösningsmedel designas och genomförs.

I kursen ingår även en lärarledd litteratordiskussion. Där väljs en artikel som uppvisar både en del starka och en del svaga sidor. Diskussionen rör sig sedan kring i varför bristerna finns. Syftet är att studenterna skall inse att vetenskapliga rapporter kanske inte alltid är tillförlitliga och de är ofta påverkade av många faktorer som inte är uppenbara för läsaren. Uppgiften leder också till en etikdiskussion med studenterna och i denna dras paralleller mellan deras eget sätt att rapportera resultat och den diskuterade artikeln.

Exempel 13 KFK032 Biofysikalisk kemi (specialiseringar Läkemedel, Molekylär bioteknik och Bioprosessteknik)

Några av kursens mål är att studenten skall kunna

- beskriva och på molekylär nivå förklara och modellera proteiners viktigaste fysikalisk-kemiska egenskaper, såsom struktur, stabilitet, växelverkan och dynamik.
- tillämpa sina teoretiska kunskaper på biotekniska och biomedicinska problemställningar.
- utföra spektroskopiska mätningar på proteiner.
- ta del av och kritiskt bedöma den vetenskapliga litteraturen inom proteinvetenskap.
- kommunicera effektivt med forskare inom proteinvetenskap.

Detta examineras bl.a. med inlämningsuppgifter, laborationer i NMR-spektroskopi och fluorescensspektroskopi, tentamen samt redovisning av en litteraturuppgift där det krävs att studenten visar förmåga att integrera kunskap från kursen. För godkänt måste varje student både presentera och opponera i konferensform.

Del 1

Examensmål 3

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar samt att delta i forsknings- och utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen.

Studenterna uppnår examensmål 3 genom följande delmål:

- Examensmål 3A: *visa förmåga att med helhetssyn kritiskt, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera komplexa frågeställningar*
- Examensmål 3B: *visa förmåga att delta i forsknings- och utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen*

Vi vill här särskilt peka på att den helt dominerande majoriteten av våra lärare också är forskare (se Del 3). Detta gäller grundblocket så väl som, och i synnerhet, specialiseringarna. Projekt och examensarbeten utförs med framgång i våra starka forskningsmiljöer och ofta i samarbete med, eller helt förlagda till, industrin.

Detta examensmål har nyligen undersökts systematiskt för bio- och kemiteknikprogrammen genom en studie där progressionen i studenters förmåga att arbeta med en professionell frågeställning utforskades. Studenter från gymnasiet, åk 1, 3 och 4/5 fick arbeta övervakat med samma fall.¹ Studien visar en kraftfull progression i förmågan att attackera problem, kemisk och teknisk språk användning, kemisk och ingenjörsmässig kunskap samt förmåga att tolka statistik.

Vi har även utfört en mindre enkätundersökning i avsikt att finna hur många av våra examensarbeten som publiceras. Av de 115 undersökta examensarbetena under de senaste tre åren kommer eller har 48 att publiceras som vetenskaplig artikel, konferensproceeding eller som peer-granskat konferensbidrag. Detta tyder på en akademisk höjd på våra examensarbeten. Fler resultatet av denna enkät finns i Del 3 - anställningsbarhet.

Examensmål 3A

Förmågan att identifiera och formulera frågeställningar utvecklas framför allt i kortare och längre projektuppgifter. Vidare ger kurser som innehåller PBL-moment, t.ex. kurserna i immunteknologi och probiotika, träning på förmågan att formulera olika frågeställningar. Viktigast är dock projekt- och projekteringskurserna samt förstås examensarbetena. Redan i årskurs 1 används projektformen i kursen KBTA01 Bioteknik projekt, där ett projekt genomförs. Ett flertal mindre projekt genomförs sedan både inom grundblocket och specialiseringarna. I årskurs 3 ligger ett större obligatoriskt projekt i kursen BLT015 Enhetsoperationer. Denna kurs har redan nämnts under Examensmål 1 och återkommer under Examensmål 5 och 6. Exempel 14 visar hur kursen är uppbyggd och ger exempel på genomförda projekt. På avancerad nivå säkerställs mål 3A framför allt med de obligatoriska projekt- eller projekteringskurserna. En kursplan för en sådan kurs redovisas i Exempel 15. Tabell 8 visar vilka projektkurser som finns på programmets specialiseringar. Samtliga dessa kurser är uppbyggda på ett snarlikt vis, med föreläsningar och

¹ Monitoring and stimulating development of integrated professional skills in university study programmes. Wahlgren och Ahlberg (to be published).

seminarier kring projektledning och gruppdynamik samt ett större projekt som utförs i en projektgrupp. Detta kan vara både laborativt och teoretiskt.

Tabell 8. Projekt- och projekteringskurser på bioteknikprogrammet och dess specialiseringar

KMBN01 Projekt i molekylär bioteknik	Molekylär bioteknik
KBT042 Bioteknik, projektering	Bioprosessteknik
KAKN05 Projektkurs i kromatografisk analys	Livsmedel, Läkemedel, Molekylär bioteknik
KOK100 Projektkurs i läkemedelskemi	Läkemedel
KLGN05 Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi	Livsmedel, Läkemedel

I projekt- och projekteringskurserna skall studenterna beskriva och tidsplanera sina projekt med hjälp av t.ex. Gantt-scheman. Projekten skall även analyseras utifrån olika aspekter, t.ex.

- teknikvärdering: flödesbalanser, samt utformning och dimensionering av processer.
- ekonomisk analys: uppskattning av kapital- och driftkostnader samt investerings- och betalningsflödeskalkyler.
- projektvärdering. Projekt genomförs vanligen i samarbete med bioteknisk, kemisk eller livsmedelsteknisk industri som utnyttjar biotekniska processteg.
- projektledning.
- affärsmässiga bedömningskriterier, utarbetande av marknadsplan.

Exempel 14 BLT015 Enhetsoperationer för bioteknik- och livsmedelsindustrin (Årskurs 3)

- kunna genomföra ett enklare projekt i arbetsgruppform.
- kunna planera och genomföra experiment för en relevant enhetsoperation i pilotskala.
- kunna utnyttja relevanta arbetsmetoder för att lösa ingenjörsmässiga frågeställningar för enhetsoperationer relevanta för bioteknik- och livsmedelsindustri.

Huvuddelen av denna kurs genomförs i form av en projektlaboration i grupp där en processteknisk problemställning bearbetas. Projektet innefattar bl.a. litteraturstudie, försöksplanering, laborativt arbete på industriell utrustning i pilotskala, studier av processernas teori, dynamik och framtagning av egna nödvändiga experimentella data. Inom projektet bedrivs också ett teoretiskt arbete i form av processsimulering för aktuell enhetsoperation med data från det egna experimentella arbetet, från den vetenskapliga litteraturen och, om möjligt, från industrin. Utvärdering och granskning av studentkollegers arbete ingår som ett viktigt moment. För godkänd i kurs krävs godkänd tentamen, projektarbete och opposition. Kursen innehåller även obligatoriska studiebesök i industrier som implementerar enhetsoperationerna.

Exempel på projekt utförda 2012

- Frystorkning av äpplen för maximering av smak och konsistens.
- Test av effekten membrantypsbyte vid ultrafiltrering av vassleprotein.
- Design och experimentell validering av ett verktyg för att beräkna tryckfall vid pumpning av förtjockningsmedel.
- Spraytorkning av tylakoidmembran.

Följande krävs för godkännande av projektarbetet

- Noggrann projektplan, inklusive tidplan, budget, arbetsfördelning, manual och riskbedömning.
- Mötesprotokoll, uppföljningsprotokoll samt individuella reflektioner kring gruppdynamiken.
- Skriftlig projektrapport, med beskrivning av tillämpning i industrin, alternativa metoder, uppskattning av processens kapacitet samt metod för kvantitativ och kvalitativ validering.
- Muntlig presentation (15 minuter) samt opposition.
- Muntlig och skriftlig kamratgranskning enligt noggrant fastställda kriterier.

Exempel 15 KMBN01 Projekt i molekylär bioteknik (de övriga är snarlika)

Mål. För godkänd kurs skall studenten

- förstå och kunna diskutera olika steg i en utvecklingsprocess.
- förstå vilka krav som ställs på produkt eller processutveckling ur tekniska, ekonomiska och samhälleliga perspektiv.
- ha full insikt i hur en projektgrupp arbetar inklusive kunskap kring vanliga verktyg som används vid projektledning.
- kunna förklara och tillämpa sambanden mellan grundläggande teknisk teori och de frågeställningar som uppkommer i det valda utvecklingsprojektet.
- ha förmåga att individuellt kunna utföra projektuppgifter samt kunna samarbeta i en internationell miljö.
- utifrån universitetets biblioteksresurser och öppna elektroniska källor söka, värdera och bearbeta för projektet relevant information.
- kunna dokumentera sitt arbete på engelska och presentera arbetet muntligt.
- kunna reflektera kring den egna rollen i en projektgrupp.
- kunna arbeta i linje med etablerad vetenskaplig och industriell standard samt ha en förståelse för eventuella etiska krav som ställs på projektet.
- ha förmåga att kunna göra relevanta bedömningar i projektet rörande såväl risker som ekonomiska och miljömässiga faktorer.
- ha förmåga att kunna identifiera behov av ytterligare kunskap.

Kursinnehåll. Projektet utgörs av arbete i en grupp under en längre period. Arbetet genomförs i stegen innovationsprocess-planering-litteratursökning-utvärdering-och rapportering. Om det är relevant kan även laborativt arbete utföras. Viktiga koncept framförallt rörande projektledning understöds via föreläsningar omkring projekt management, riskvärdering, process design och statistisk utvärdering. Undervisningsformen omfattar föreläsningar, skriftliga rapporter, muntliga presentationer, laborationer, studiebesök och egen reflektion.

Examination. För betyg godkänd fordras aktivt deltagande i alla delar av projektkursen, samarbetsförmåga, muntlig och skriftlig presentation.

Examensmål 3B

Till förmågan att delta i forsknings- och utvecklingsarbete hör, förutom rent laborativa och kunskapsmässiga färdigheter, också förmåga att utföra litteraturstudier, försöksplanering, databearbetning, kritisk granskning, skriftlig och muntlig presentation (på engelska) och arbete i grupp. Allt detta tränas och examineras i projektkurserna men varje kurs på A-nivå inom specialiseringarna examinerar något eller några av dessa moment. För kursmål rörande gruppddynamik hänvisas till Examensmål 6. Exempel från hela utbildningen som understödjer dessa färdigheter visas under Examensmål 2, 4, 5 och 6.

Verktygen för projektplanering examineras som tidigare beskrivits i projekt- och projekteringskurserna (examensmål 3A). Den absoluta majoriteten av kurserna inom både grundblock och specialisering innehåller laborationer. Särskilt viktiga för den laborativa färdigheten och förmågan till skriftlig rapportering är KAKF01 Analytisk kemi i årskurs 3 (se examensmål 2B), KMB060 Mikrobiologi i årskurs 2 (se examensmål 1 och 5) samt t.ex. kurserna KBTN01 Bioanalys och KAK050 Kromatografisk analys. T.ex. har kursen i Bioanalys mål att studenterna skall

- förstå vikten av att på ett riktigt sätt ta ett prov och att behandla det på ett adekvat och reproducerbart sätt.
- på ett rationellt sätt kunna välja analysmetod, för att lösa ett givet analytiskt problem.
- ha förståelse för de i kursen ingående analysmetodernas styrkor och svagheter.

Det är också viktigt att kritiskt kunna värdera resultat och utvärdera det egna och andras arbete. Detta mål genomsyrar utbildningen och torde synas ganska väl i många av de givna exemplen, t.ex. genom frekvent förekomst av opposition, kamratgranskning, litteraturstudier och självreflektion kring gruppdynamik (i projektkurserna). Ett gott konkret exempel är litteraturuppgiften i KBK031 Enzymteknologi (se Exempel 12 sidan 22).

Det är även möjligt att med hjälp av CEQ-systemet identifiera kurser som *enligt studenterna* ger färdigheter som krävs för att kunna delta i forsknings- och utvecklingsarbete. Detta görs i Tabell 9, som dock är ofullständig pga att de flesta kurser i specialiseringarna inte regelmässigt utvärderas i systemet då de har färre än 30 deltagare. I tabellen sticker FMS210 Kemometri ut som extremt nyttig för nästan samtliga dessa färdighetsmål.

På programmet är det möjligt att göra en Fördjupningskurs i ett eller flera ämnen (KKK000-kurser). En individuell kursplan upprättas och skall godkännas av programansvarig. Kursen, som är på 15 hp, genomförs sedan i en befintlig forskargrupp i ett pågående forskningsprojekt. Kursen innehåller momenten

- självständiga litteraturstudier via databaser och bibliotek.
- självständigt arbete i nära anslutning till pågående forskningsprojekt.
- skriftlig rapportering på svenska eller engelska enligt standard från internationellt granskade tidskrifter samt muntlig rapportering vid offentligt annonserat seminarium på svenska eller engelska.

Under perioden januari 2011 till oktober 2012 har minst 20 fördjupningskurser genomförts på bioteknikprogrammet. Ca 30% av studenterna genomför alltså sådana arbeten.

Tabell 9. Kurser i CEQ-enkäten som tränar färdigheter som är nödvändiga för forsknings- och utvecklingsarbete. Tabellen listar de två eller tre mest värdefulla kurserna i grundblocket respektive specialiseringarna och deras CEQ-poäng under läsåret 2010/11. Skalorna är graderade från -100 till +100.

Kurs	Spec /obl*	Problem-lösning	Analyt. tänkande	Arb i grupp	Arb m obekanta problem	Skriftl komm	Planera arbete
FMA430 Flerdimensionell analys	Obl	74	52		45		
KETF01 Transportprocesser	Obl	67			43		
KETF10 Separationsprocesser	Obl	67					
FMAA01 Endimensionell analys	Obl		54				
KAKF01 Molekylära drivkrafter 1: Termodynamik	Obl		52				
BLT015 Enhetsoperationer för bioteknik- och livsmedelsindustrin	Obl			81	41	64	47
KBK041 Genteknik	Obl			54			42
KOO101 Grundläggande kemi	Obl			43			
KMB060 Mikrobiologi	Obl					44	
KAKF01 Analytisk kemi	Obl					37	41

Kurs	Spec /obl*	Problem- lösning	Analyt. tänkande	Arb i grupp	Arb m obekanta problem	Skriftl komm	Planera arbete
FMS210 Kemometri	l/lm/ mb	77	75	61	60		53
KETN05 Industriella separationsprocesser	pt	70	70				
KLGO27 Läkemedels- formulering	l		50				50
KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet	l/lm/ mb			64			
KBTN01 Bioanalys	mb/ pt				48		
KLGO85 Livsmedelsvetenskap: Produktionssystem	lm					50	

* l = Läkemedel, pt = Bioprosessteknik, mb = Molekylär bioteknik, lm = Livsmedel

Del 1

Examensmål 4

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system² med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling.

Studenterna uppnår examensmål 4 genom följande delmål:

- Examensmål 4A: *visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system*
- Examensmål 4B: *visa förmåga att ta hänsyn till samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling*

Detta mål speglar själva andemeningen med samtliga specialiseringar på programmet. Det är omöjligt att bedriva modern bioprosessteknik utan hållbarhetsperspektiv. Läkemedelsutveckling utan hänsyn till människors och samhällets behov saknar mening.

Examensmål 4A

Utbildningen har ett mycket tydligt fokus på att utveckla processer och produkter. Tydligast är detta i projekt- och projekteringskurserna (Exempel 15 sidan 25) men även många andra kurser, inte minst inom specialiseringarna, är viktiga. Några få exempel: På KLG027

Läkemedelsformulering skall studenterna föreslå hur man väljer och utformar en läkemedelsprodukt för en given patientgrupp (se Exempel 18 på sidan 34). Under KLG080 Komplexa livsmedel skall studenterna utvärdera ett livsmedel och dess produktion utifrån aspekter som råvaror, processschema, näringsvärde, mikrobiell säkerhet, allergener osv. Av relevans är även t.ex. KETN01 Processsimulering (se Exempel 8 på sidan 17). Kursen i Bioanalys (Exempel 20 på sidan 35) är ett annat trevligt exempel.

Examensmål 4B

Detta mål är intimt förknippat med Examensmål 6 där ytterligare exempel finns. För examen måste studenten läsa minst 6 hp inom området hållbar utveckling. De kurser som är godkända för det kravet är

- KBT080 Miljöbioteknik (se Exempel 21 sidan 36)
- KOK032 Miljökemi (se Exempel 19 sidan 35)
- FMIF15 Teknisk miljövetenskap
- KTE131 Processriskanalys
- KLG085 Livsmedelsvetenskap: Produktionssystem

På bioteknikprogrammet väljer de flesta studenter att läsa den alternativobligatoriska kursen i Miljökemi i årskurs 2. Denna kurs (se även Exempel 19 sidan 35) lägger stor vikt på att uppmärksamma studenterna på sambanden mellan kemisk struktur, kemiska egenskaper och biologisk effekt. Avsnittet om den yttre miljön behandlar kemiska och ekologiska aspekter av viktiga hot mot miljön: klimatpåverkan, ozonskiktet, förorening, fotokemiska oxidanter,

² Vid bedömningen läggs tyngdpunkten på det första delmålet. ”förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system.”

övergödning, påverkan genom metaller, organiska miljögifter samt brutna kretslopp och miljöfarliga restprodukter. Hållbar utveckling behandlas som en integrerad del också i projektet KBTA01 Bioteknik i årskurs 1. Detta har som mål att studenten skall ”kunna formulera och diskutera frågor om en hållbar utveckling för produktion av biotekniska produkter som livsmedel, läkemedel och andra bioprodukter” och studenterna argumenterar där för och emot en viss produkt (t.ex. ett enzym) samt utför en livscykelanalys av produkten.

Specialiseringarna livsmedel och läkemedel har av naturliga skäl en stark koppling till ekonomiskt, socialt hållbart samhälle. Det rör både aspekter kring hälsa och resursanvändning. Kursen i KLG085 Livsmedelsvetenskap: Produktionssystem tar genom uppsatser, gruppdiskussioner och paneldebatter (se Exempel 17 sidan 32) upp frågor i gränsområdet hållbar utveckling och etik kring produktutveckling och produktanvändning.

Del 1

Examensmål 5

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt i dialog med olika grupper klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa.

Studenterna uppnår examensmål 2 genom följande delmål:

- Examensmål 5A: *visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa*
- Examensmål 5B: *visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa*
- Examensmål 5C: *visa förmåga till dialog med olika grupper*

Eftersom moment av muntlig och skriftlig presentation gärna tas som självklart kan de ofta inte utläsas i kursplanerna. Därför kartlades i en rapport 2010 i vilken utsträckning detta förekom på programmet.³ Tabell 10 visar att det är omöjligt att undvika dessa moment i specialiseringarna även om man aktivt försöker. Undersökningen visade även att progressionen vad gäller detta examensmål är mycket kraftig i specialiseringarna.

Tabell 10. Antal kurser med moment av muntlig och skriftlig kommunikation i specialiseringarna 2010. Siffror inom parentes är rapportering på engelska.

	Bioprocess- teknik	Läkemedel	Food	Molecular biotechnology
Skriftlig teknisk rapportering	9	10	12	8
Muntlig kommunikation	9	9	11	7
Totalt antal kurser (2010)	13	12	14	13

Examensmål 5A

Muntlig presentation introduceras redan i KBTA01 Bioteknik projekt i årskurs 1. En tämligen avancerad redovisning med opposition är obligatorisk i kursen BLT015 som redan nämnts flera gånger (se Exempel 14 på sidan 24). Inom specialiseringarna genomför alla studenter flera muntliga redovisningar (se Tabell 10 ovan). En majoritet av dessa sker på engelska. Några exempel är KETN01 Processimulering (se Exempel 8 på sidan 17) och KFK032 Biofysikalisk kemi (Exempel 13 sidan 22). Många muntliga presentationer innehåller moment av diskussion och opposition, som ofta examineras. I något fall ligger kvaliteten på den muntliga återkopplingen till kurskamraterna till grund för betyget. Så är fallet i kursen KFKN01 Magnetisk resonans: spektroskopi och avbildning.

Examensmål 5B

Skriftliga redovisningar förekommer återkommande redan från första terminen. I specialiseringarna sker majoriteten av rapporteringen på engelska. Studenterna utsätts för flera olika typer

³ M Wahlgren, M Grimsberg & O Holst, Progression inom K- och B-programmen vid LTH (2010)

av skriftlig rapportering, vilka ha sammanställts i 2010 års programrapport³ (se Tabell 11). Även frågan ”Kursen har förbättrat min förmåga att kommunicera skriftligt” på CEQ-enkäten kan användas som evidens här (se Tabell 9 på sidan 26).

Tabell 11. Antal kurser med olika typer av skriftlig rapportering 2010. Tabellen är ej uttömmande. Undersökningen gjordes gemensamt för Bio- och Kemiteknik-programmen men bilden är tämligen samstämmig på bägge.

	Examinerande	Ej obligatoriska
Labbjournal	6	3
Enkel laborationsrapport (utförande och resultat)	11	0
Full laborationsrapport	11	0
Teknisk rapport	3	0
Projektrapport	16	1
Litteraturredovisning	13	2

Några exempel på kurser i grundblocket med av stor betydelse för progressionen inom skriftlig kommunikation är KAKF01 Analytisk kemi (se Exempel 6 sidan 16), BLT015 (se Exempel 14 på sidan 24) och KMB060 Mikrobiologi (se Exemplet nedan).

Exempel 16 KMB060 Mikrobiologi (årskurs 2)

Instruktioner för laborationsrapport

Studenterna får noggranna skriftliga instruktioner för hur laborationsrapporten skall skrivas. Instruktionen beskriver t.ex. hur resultat skall presenteras och vad en ordentlig diskussion bör innehålla. Om rapporterna är väl genomförda enligt i förväg fastställda kriterier tilldelas bonuspoäng till tentamen. Några kriterier för extrapoäng är att

- det framgår av diskussionen att studenten väl har förstått meningen med laborationen.
- studenten har diskuterat rimligheten i resultaten på ett bra sätt och kan relatera dem till teorin.

Examensmål 5C

Tyngdpunkten i utbildningen är att kunna kommunicera på ett internationellt korrekt tekniskt och vetenskapligt sätt både med forskare och näringslivet. Exempel 14 visar hur det senare examineras i den obligatoriska kursen BLT015 Enhetsoperationer genom så väl projektplan som skriftlig slutredovisning. Inom samtliga specialiseringar blandas civilingenjörstudenterna med utländska master- och Erasmusstudenter vilket gör att målgruppen andra studenter är synnerligen blandad och att merparten av presentationerna är på engelska. Variationen i den muntliga och skriftliga (Tabell 11) kommunikationen gör också att studenterna tränar sig att använda olika typer av kommunikationsstrategier.

På programmet finns sedan flera redovisningar mot ytterligare andra grupper. Några exempel:

- I examensarbetet skall studenterna förutom projektrapporten också skriva en artikel, utformad som en vetenskaplig eller som en populärvetenskaplig artikel.
- I kursen KLGN01 Probiotika träffar studenterna ett forskningsföretag för att diskutera med dessa kring probiotiska frågeställningar.

- Studenterna gör ett antal studiebesök där det krävs att man diskuterar med industrin och presenterar resultat för dem. Detta sker t.ex. i KBTA01 Bioteknik projekt och KTE071 Biokemisk reaktionsteknik.
- På kursen KETN01 Processimulering skall studenterna producera en användarmanual (se Exempel 8 på sidan 17). Även i KLG027 Läkemedelsteknologi skall studenterna ta fram instruktionsmaterial för en produktion av tabletter som är tydliga nog för att kunna användas av produktionspersonal.
- Kursen KLG085 Livsmedelsvetenskap examineras både med skriftliga essäer riktade till konsumenter och producenter och med ett rollspel i form av en paneldebatt (se Exempel 17 nedan).
- Kursen MIO012 Industriell ekonomi examinerar att studenterna kan ”förklara och förstå den företagsekonomiska begreppsapparaten”, ”formulera kapitalbehovsberäkningar på detaljnivå i tillverkande företag” samt kan ”tillämpa löpande extern redovisning, göra bokslut samt med hjälp av nyckeltal utvärdera ett företags årsredovisning”. Kort sagt, efter denna kurs kan våra studenter kommunicera med gruppen ekonomer.
- Det är också vanligt med tentamensuppgifter där studenterna ombeds rikta sig till någon grupp, som i Exempel 3 på sidan 10, och med korta muntliga sammanfattningar för en annan studentgrupp i direkt anslutning till laborativa moment.

Exempel 17 Paneldebatt på KLG085 Livsmedelsvetenskap: Produktionssystem

Syftet med debatten är att deltagarna ska få möjlighet att visa sin förmåga att delta i en diskussion om en kontroversiell livsmedelsfråga.

Tillvägagångssätt

Diskussionen utgår från en film av provocerande karaktär som visats en dag före debatten. Exempel på en sådan film kan tex vara *Super Size Me*. Studenterna delas upp på tre olika roller: 1) Industri, 2) Konsument och 3) Myndighet. Industrin ska representera branschen i allmänhet och inta en position som kan vara representativ för denna. Konsumenten ska representera den position som konsumentföreträdare kan tänkas inta för att försvara sin grupps intressen. Myndigheten ska representera den nationella livsmedelsmyndigheten och inta en position som överensstämmer med nationens politiska målsättningar.

I kursen skrivs också essäer som behandlar olika ämnen. Exempel på essäer och debattämnen är

- Energikostnaden för förpackningar – en väsentlig fråga för livsmedelsprocessen?
- Vatten i livsmedelsproduktion. Är förbrukningen av vatten i livsmedelsprocessen ett problem?
- Spårbarhet för konsumentinformation eller säkerhet?
- Transporter – en avgörande miljöbelastning i livsmedelsproduktion?
- Livsmedelsproduktionens klimatpåverkan.

Studenterna kan välja att relatera sina åsikter till ett visst kulturellt eller socialt sammanhang. Debatten leds av en debattledare som fördelar ordet mellan deltagarna. Betygsättningen bygger på hur väl deltagarna använder sina kunskaper när de formulerar sina inlägg och på deras förmåga att bemöta andras argument.

Del 1

Examensmål 6

För civilingenjörsexamen skall studenten visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter.

Studenterna uppnår examensmål 2 genom följande delmål:

- Examensmål 6A: *visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter*
- Examensmål 6B: *visa insikt i teknikens roll i samhället och människans ansvar för hur den används, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter*

Examensmål 6A

Redan i årskurs ett behandlas sociala aspekter av (bio)processindustrin. Under KBTA01 Bioteknik projekt diskuteras t.ex. situationen för brasilianska sockerrörsarbetare. Är det etiskt försvarbart att flytta arbetsmiljöproblem dit i relation till vinsten i reduktion av växthusgaser? Vid studiebesök visas hur även stora industrier aktivt verkar för att arbetsmiljön skall bli mer tillfredsställande vilket också höjer kvalitén på företagets produkter.

I kursen KOK032 Miljökemi (som även behandlats under Examensmål 4B samt i Exempel 19 på sidan 35) genomför studenterna i grupper om två eller tre studenter ett mindre projektarbete kring en relevant toxikologisk eller miljökemisk frågeställning. Exempel på uppgifter läsåret 2011/2012 var ”Use of Hg in gold production in the Amazonas – environmental impact and health effects”, ”Azo colours in food” och ”Brominated flame retardants”. Undantagslöst landar studenterna i frågeställningar om vetenskaplig källkritik, samhällets regleringar som avser att balansera för- och nackdelar med viss teknik och kemikalieanvändning, samt civilingenjörens roll och ansvar i sammanhanget etc. I samband med de muntliga presentationerna säkerställer lärarna att dessa frågor diskuteras. I kursen examineras även både svensk och europeisk miljölagstiftning samt hur dessa samverkar med och problematiserar principen om produkters och personers rörlighet inom EU.

I kursen KBT080 Miljöbioteknik gör studenten ett projekt där han/hon på ett rationellt sätt och med bas i kursens teoretiska del ska välja metod för att lösa ett givet miljöproblem. Detta kan göras antingen genom laborationsövningar, då problemet presenteras i form av förorenat vatten eller markprov, eller genom att studenten erhåller uppgifter om ett faktiskt miljöproblem, och presenterar ett förslag till renings/saneringsmetod.

Inom detta examensmål ryms även psykosocial kunskap kring framför allt gruppdynamik. Sådant har stor betydelse för förståelsen för hur en arbetsplats fungerar och hur man skapar en produktiv arbetsmiljö och täcks in av våra projektkurser i både åk 1 och specialiseringarna men även av t.ex. BLT015 Enhetsoperationer (se Exempel 14 sidan 24). Typiskt har dessa mål som att ”ha full insikt i hur en projektgrupp arbetar” samt att ”kunna reflektera kring den egna rollen i en projektgrupp”. Dessa mål understöds med föreläsningar, seminarier och examinerande självreflektioner.

Exempel 18 KLG027 Läkemedelsformulering (Specialisering läkemedel)

- kunna designa olika läkemedelsberedningar inkluderande val av ingredienser, kvalitetskrav, produktionsmetoder
- inse samspelet mellan patienters behov och vilken typ av läkemedelsprodukt man utvecklar

Syfte med kursen. Syftet med kursen är baserad på grundläggande kunskaper i kemi och kemiteknik samt ge en fördjupning med inriktning på utveckling av läkemedelsformulering och produktion av läkemedel.

Prestationsbedömning. Muntliga tentamen. Godkänt på övningar och laborationer.

Exempel på projekt kring förslag på läkemedelformulering för en given substans.

Följande instruktion är given till kursen. Frågor som rör patient perspektivet har markerats med kursiv stil.

The purpose of this exercise is to describe a drug formulation and the production of this drug product and it will be performed in groups of four to five students. The group will be given an article describing a drug substance. You should decide what indication and patient group you intend to develop a drug formulation for. On the basis of this and the properties of drug substance, you should suggest a type of formulation for your product. *Based on the article you should describe the type of patient that you aim to develop the drug for (adult, child elderly etc.) and the type of disease. You should identify and discuss ethical concerns considering developing drugs for this type of patients.*

Examensmål 6B

Som bioteknikstudent måste man kunna bedöma, kommunicera och ta ansvar för bl.a. kemikaliers, processers, GMO-produkters och mikroorganismers påverkan på yttre och inre miljö. I den första kemikursen (KOO101 Grundläggande kemi) utför studenterna självständiga riskbedömningar som examineras med duggor. Riskbedömningar görs sedan regelmässigt på samtliga laborationsintensiva kurser. Alla studenter genomför också en obligatorisk brandskyddsutbildning. Kursen KBTA01 Bioteknik projekt har som mål att ”kunna bedöma och diskutera miljöaspekter för en studerad process”. I årskurs 2 väljer de flesta studenter att läsa KOK032 Miljökemi (Exempel 19 på sidan 35 samt kursmålen under Examensmål 4B). På specialiseringsnivå ligger t.ex. kursen KBT080 Miljöbioteknik (se Exempel 21 på sidan 36) där man jobbar med tekniska lösningar av miljöproblem. Grundläggande biosäkerhetsfrågor behandlas (även laborativt) i KBT115 Bioprosessteknik med progression in i projekteringskurserna.

Etikfrågor kring t.ex. GMO och produktsäkerhet dyker upp redan i årskurs 1 (se Exempel 4 sidan 10) och fortsätter sedan genom utbildningen. I KBK011 Biokemi och KBK041 Genteknik granskas olika dieter som förekommer i media utifrån cellmetabolismen. Den vetenskapliga basen för reklam diskuteras. Perspektivet utvecklingsländer uppträder naturligt i samband med GMO och dess betydelse för jordbruksproduktionen. Ofta bjuds en präst eller annan ”etisk expert” in i diskussionerna. Diskussionen fördjupas och blir mer specifik och konkret i specialiseringarna, se t.ex. KLG027 Läkemedelsformulering (Exempel 18 på sidan 34), KLG085 Livsmedelsvetenskap (Exempel 17 på sidan 32), KBK031 Enzymteknologi (Exempel 12 sidan 22) och, inte minst, KMB031 Kvalitet- och produktsäkerhet (Exempel 5 sidan 11).

En student i åk fem sammanfattar hur detta perspektiv är inbyggt i utbildningen: ”från trean och uppåt diskuterar vi mycket kring hur produkter uppfattas i samhället och hur vi som kan GMO kan förklara det så att folk förstår”.

Några roliga exempel på hur man på vissa kurser tränar detta examensmål i form av små konkreta projekt finns från kursen KBT050 Bioanalys (Exempel 20). Kursläraren kommenterar resultaten av uppgiften i exemplet med att ”studenterna hade inte bara identifierat analysmetod och designat ett flödesbaserat system utan också funderat över hur de skulle kunna modifiera toalettstolarna för att ta rätt typ av prov” och ”det märks att de är civilingenjörsstudenter och det är kul att se hur innovativa de kan bli”.

Exempel 19 KOK032 Miljökemi (Årskurs 3)

- förstå hur samhällsfaktorer och sociala faktorer påverkar attityder till giftighet och miljöfarlighet.
- kunna bedöma och förutsäga kemiska föreningars farlighet.
- kunna föreslå utbyte av mer farliga kemiska föreningar mot mindre farliga.
- kunna kommunicera och diskutera risker och miljöeffekter förknippade med kemiska föreningar.
- kunna värdera möjliga lösningar till toxikologiska problem och miljöproblem ur etisk synpunkt och ur ett hållbarhetsperspektiv.
- kunna kritiskt värdera kemiska föreningars giftighet och miljöeffekter och relatera dessa till riskattityder och samhällsbehov.

Examinationsformer. Tentamen och rapport med utförlig redogörelse om ett ämne eller process som påverkar människa och/eller miljö

Projektarbetet är en mycket viktig del av kursen, och målen är

1. att du skall få tillfälle att fördjupa dig i en frågeställning som du själv valt och är speciellt intresserad av.
2. att träna dig i att söka, kritiskt granska och sammanställa kvalificerad information från olika källor.
3. att utveckla din förmåga att skriva en vetenskaplig rapport.
4. att träna dig i att planera ditt arbete så att det blir klart till en viss tidpunkt.

Rapporten skall omfatta 6-8 sidor utöver försättsblad, sammanfattning och innehållsförteckning och vara en sammanhängande analys av en frågeställning baserad på relativt lättillgängliga källor.

Exempel 20 KBT050 Bioanalys (Specialisering Molekylär bioteknik och Bioprosessteknik)

Exempel på projektuppgift

The Olympic committee IOC has decided to take stronger measures against cheating athletes using illegal substances. Therefore your company Drugsenz has been asked to develop an analytical method for detecting steroids directly in all the toilets at the Olympic games in London 2012. The test should be sufficiently sensitive and robust as well as specific for the most commonly used illegal drugs associated with doping.

Exempel 21 KBT080 Miljöbioteknik (specialisering Bioprocesssteknik)

Syfte med kursen. Syftet med kursen är att ge en överblick över hur man med biotekniska medel kan få oönskade ämnen ur cirkulation i miljön, samt hur man kan ersätta fossila råvaror med mer miljöanpassade alternativ. I kursen ska praktiska och teoretiska aspekter komplettera varandra och ge en fördjupad förståelse för hur cellulära/molekylära processer kan utnyttjas i tekniska tillämpningar.

Prestationsbedömning. Godkänt skriftligt prov samt godkänd skriftlig projektrapport.

Mål- och innehållsbeskrivning

Kursen har bland annat som mål att studenten skall genomföra ett projekt där hon/han på ett rationellt sätt och med bas i kursens teoretiska del ska välja metod för att lösa ett givet miljöproblem. Detta kan göras antingen genom laborationsövningar, då problemet presenteras i form av förorenat vatten eller markprov, eller genom att studenten erhåller uppgifter om ett faktiskt miljöproblem, och presenterar ett förslag till renings/saneringsmetod.

Kursen belyser praktiska och teoretiska aspekter på biologisk nedbrytning/borttagning av föroreningar i vatten och mark. Dessutom beskrivs hur man med biotekniska metoder kan ersätta fossila råvaror med förnybara i produktion både av kemikalier och energibärare. Analys och detektering är jämte en god förståelse för processerna viktiga inslag för att kunna skapa effektiva saneringsprocesser. I kursens föreläsningsdel ingår bl.a. följande delar:

- aerob och anaerob vattenrening med speciell tonvikt på biologiskt syreförbrukande substanser och näringsämnen.
- mikrobiell nedbrytning av industriella problemkemikalier.
- produktion av energibärare från avloppsvatten, fasta avfall samt grödor och växtodlingsrester.
- produktion av biologiskt nedbrytbara ersättningskemikalier t.ex. ytaktiva ämnen, jonbytare, plast m.fl.

Som föreläsare på kursen engageras både forskare som representerar den miljöbiotekniska forskning som bedrivs vid Lunds Universitet samt representanter från miljöbiotekniska företag i regionen. Kommersiella miljöbiotekniska tillämpningar presenteras genom studiebesök på företag i regionen.

Del 2

Lärarkompetens och lärarkapacitet

Nedanstående analys baserar sig på situationen vid utgången av läsåret 2011/2012.

Enligt anställningsordningen vid Lunds universitet ska tillsvidareanställda professorer, universitetslektorer och universitetsadjunkter vid Lunds universitet, vid anställning, ha genomgått högskolepedagogisk utbildning om minst fem veckor eller på annat sätt inhämtat motsvarande kunskaper.

Enligt Plan för kompetensförsörjning vid Lunds universitet finns som övergripande mål för kompetensutveckling att alla lärare ska ha genomgått högskolepedagogisk utbildning om tio veckor till 2015.

Alla doktorander skall erbjudas högskolepedagogisk utbildning omfattande minst två veckor. Doktorander som undervisar inom utbildningen på grundnivå eller avancerad nivå ska ha genomgått inledande högskolepedagogisk utbildning eller på annat sätt förvärvat motsvarande kunskaper. LTH:s egna högskolepedagogiska kurser ges av dess pedagogiska stödenhet Genombrottet.

LTH:s lärare (ej doktorander) kan ansöka om att få sina pedagogiska meriter bedömda och bli antagna till LTH:s Pedagogiska Akademi varvid man erhåller den pedagogiska kompetensgraden Excellent Teaching Practitioner (ETP) och en omedelbar löneökning. Den sökande läraren skall i sin ansökan redovisa hur han eller hon över tid, medvetet och systematiskt, strävat efter att utveckla studenternas lärande i det egna ämnet samt hur han eller hon verkat för att göra de egna erfarenheterna av detta pedagogiska arbete tillgängliga för andra.

De kursansvariga lärarnas kompetens vid bioteknikprogrammet anges i lärartabellen. Tabellen anger även antalet forskarutbildade lärare vid institutionen. Endast disputerade lärare/forskare får examinera examensarbeten.

Lärarna på bioteknikprogrammet kommer i huvudsak från Kemiska institutionen, Institutionen för kemiteknik samt institutionen för livsmedelsteknik. Samtliga dessa institutioner är involverade i obligatoriet, medan specialiseringarna av naturliga skäl har sin huvudsakliga hemvist vid en av institutionerna. För speciellt examensmål 1, 3 och 4 är det också viktigt att beakta att

- i stort sett samtliga lärare och kursansvariga i grundblocket bidrar aktivt i de olika institutionernas forskning.
- de lärare som står som kursansvariga är det också i praktiken, dvs de är undervisande med helhetsansvar för kursernas innehåll, struktur och examination.
- inom specialiseringarna undervisar forskare från miljöer som är världsledande inom sina områden och att många examens-, projekt- och fördjupningsarbeten utförs i dessa miljöer. Våra forskare är väl representerade i medelstillsdelningen från t.ex. Vetenskapsrådet, Vinnova, Formas, ERC, etc, och publicerar regelbundet i världens ledande tidskrifter. Resultaten från många examensarbeten, och t.o.m. ibland projektarbeten, publiceras också i dessa tidskrifter eller leder till patent.
- 68% av de kursansvariga lärarna är professorer eller docenter, 42% universitetslektorer eller biträdande lektorer och 25% innehar ETP. 97% av de kursansvariga lärarna är disputerade och 93% är antingen professorer, docenter, lektorer eller innehar ETP, så att de har minst 5 veckors (ofta 10) pedagogisk utbildning.

Del 2

Antal helårsstudenter

Antal helårsstudenter i aktuell utbildning läsåret 2011/2012.

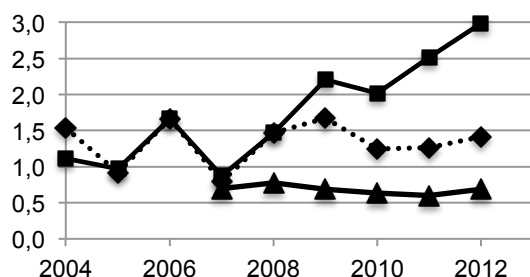
	Antal
Helårsstudenter	259

Del 2

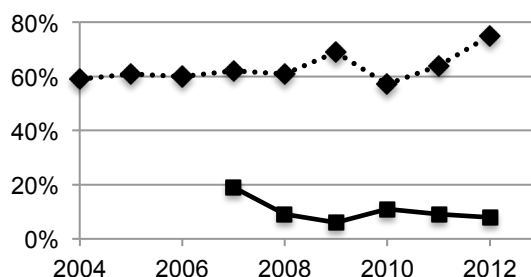
Studenternas förutsättningar

Informationen kring studenternas förutsättningar kommer från LTH:s enkät EWS (Early Warning System) vilken fyllts i av samtliga nybörjare på alla utbildningsprogram sedan 1997 samt antagningsstatistik från VHS. Den bygger på en enkät som delas ut till alla nya studenter som får svara på frågor om sin studiebakgrund, den egna synen på sin studiekapacitet, anledning till att de sökte till en utbildning vid LTH och vad de förväntar sig av sin utbildning.

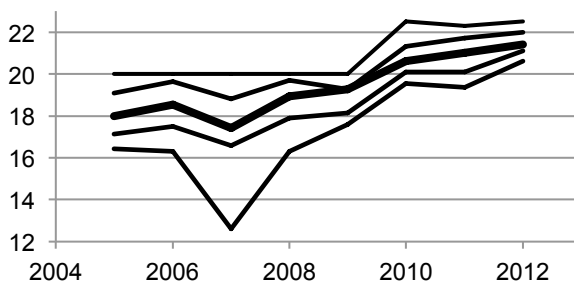
Figurerna nedan ger en bild av studenternas språkbakgrund, intresse samt förutsättningar, mätt som betyg.



Figur 4. Antagningsstatistik för bioteknikprogrammet. Antal förstahandssökande per plats (streckad ◆), antalet slutligt antagna plus antalet reserver per plats (hellerad ■) och andelen antagna som hade B som förstahandsval (hellerad ▲).



Figur 5. Andel kvinnor antagna på bioteknikprogrammet (streckad ◆) samt andelen som inte har svenska som modersmål (hellerad ■).



Figur 6. Betygsstatistik för antagna till bioteknikprogrammet. Linjerna markerar, överst till underst: högsta betyg, övre kvartil, median (tjock linje), nedre kvartil, lägsta betyg.

Del 3

Examensarbetenas mål, ingående moment och förläggning

För examensarbete utser prefekten en eller flera forskarutbildade lärare vid Lunds Universitet som examinator. Examinator beslutar om betyg på arbetet och ansvarar för att studenten har relevant handledning under arbetet. Handledare och examinator är inte samma person. Handledare behöver inte vara anställd vid LTH.

Studenterna är behöriga att påbörja examensarbetet när de har klarat av minst 240 hp inom aktuellt program. Examensarbetet som är på 30 hp görs normalt inom den specialisering studenten valt. Det kan dock göras utanför den valda specialiseringen förutsatt att studenten har tillräckliga förkunskaper för att kunna utföra arbetet väl, vilket bedöms av examinator. Arbetet följer en kursplan som är gemensam för samtliga civilingenjörsutbildningar vid LTH.

Normalt görs examensarbetet enskilt men studenterna kan göra arbetet i grupper om högst två. I det senare fallet skall det framgå tydligt vad var och en av studenterna har gjort. Examensarbetet examineras via:

- Skriftlig rapport på svenska eller engelska
- Muntlig presentation
- Opponering på annan students arbete
- Sammanfattning som har formen av en populärvetenskaplig eller en vetenskaplig artikel

Ett stort antal av examensarbetena inom LTH görs i samarbete med industrin. LTH har dock tagit beslutet att examensarbetsrapporten inte får sekretessbeläggas. LTH noterar om examensarbetet är industriförlagt och/eller utlandsförlagda. Under den utvärderade perioden har totalt 34 arbeten gjorts på utbildningen, varav 12 (35%) har registrerats som industriförlagda och 6 har registrerats som utlandsförlagda. Ett icke industriförlagt examensarbete kan dock mycket väl vara utfört i nära samarbete med ett företag eller kring en näringslivsrelaterad frågeställning. 30 arbeten (88%) utfördes enskilt och 4 (12%) av två personer. Dessa gjordes framför allt inom specialiseringen Technology Management.

Varje student erbjuds efter avslutat examensarbete att fylla i en utvärderingsenkät. För läsåren 2009-2012 var svarsfrekvensen 71% för bioteknikprogrammet. Enkäten visar att 48% av examensarbetena utförs i samarbete med företag, organisation, kommun, landsting eller stat, en andel som mycket riktigt är högre än graden formellt företagsförlagda. 95% ansåg att arbetet var relevant eller mycket relevant för utbildningen och 86% ansåg att det utvecklat analys- och problemlösningsförmågan mycket.

Del 3

Det övergripande målet för utbildningen – anställningsbarhet

Obligatorisk praktik förekommer inte längre då högskolan inte får kräva något som inte är poängsatt. Därför har LTH inrättat en kurs i *Ingenjörsinriktad yrkesträning*. I samarbete med näringsliv och samhälle får studenterna chansen att under utbildningen lära känna sin framtida yrkesroll. Detta sker genom åtta veckors sammanhängande arbete på företaget. Behörighetskravet är minst 150 hp avklarad av grundblockets 180 hp. Den poänggivande (15 högskolepoäng) kursen kan genomföras tidigast efter årskurs 3 och ska följa en på förhand godkänd projektplan. Denna fastställs genom en överenskommelse om praktikprojekt mellan studenten, företagshandledaren samt LTH-handledaren.

Den senaste stora alumniundersökningen gjordes av LTH 2009. I den bakades tyvärr bioteknikprogrammet ihop med det då också nya ekosystemteknikprogrammet. Generellt etablerar sig de flesta på arbetsmarknaden inom ett halvår efter examen. Alumnerna framhåller att utbildningen ger en god teoretisk grund, adekvata baskunskaper och ger ett gott självförtroende kring förmågan att lära.

Att närmare 50% av examensarbetena sker i samarbete med någon avnämare tyder på att bioteknikteknologerna har ganska lätt för att finna arbete. Detta understöds av den enkla kartläggning av examensarbetena på bio- och kemiteknikprogrammen som nämns under examensmål 3. Av de 28 svarande examinatorerna/handledarna hade 13 *återkommande* handlett examensarbeten som utförts vid *ett och samma* företag. Bland de företag som gärna använder sig av våra examensarbetare finns Tetra Pak, Alfa laval, Novozymes A/S, Oatly och Perstorp. Vi vet av erfarenhet att CI i bioteknik är mycket attraktiva som forskarstuderande, såväl inom bioteknikområdet som naturvetenskap och medicin. Detta beror framförallt på bioteknikcivilingenjörernas goda beräkningsfärdigheter, kemiska insikter och förmåga att snabbt tackla nya obekanta problem.

Tyvärr har flera större läkemedelsbolag försvunnit från regionen de senaste tio åren. Dock råder en betydande dynamik mellan förhållandena i Sverige och Danmark och vi ser att våra ingenjörer just nu anställs i Köpenhamnsområdet i stor utsträckning. Vidare sker, särskilt i Lund med satsningen på Medicon Village, en överföring av arbetstillfällen inom Life Science från större bolag till betydligt mindre utvecklingsbolag av ofta konsultativ karaktär. En ny arbetsmarknad är alltså under uppsegling.

Slutligen pekar flera prognoser på mycket stort arbetsmarknadsbehov inom relevanta områden. Till år 2020 indikerar en av dessa en brist på ca 310 skånska civilingenjörer inom bio-, kemi- och materialområdet och en brist om ca 210 skånska kemister.⁴ Särskilt de ingenjörer som gått läkemedelsspecialiseringen har hög anställningsbarhet även som kemister. Eftersom situationen är likartad i hela landet skulle utbildningarna i Lund behöva anta ca 100 studenter mer per år de kommande åren för att klara samhällets behov.

⁴ Utbildnings- och arbetsmarknadsprognos för Skåne – med sikte på 2020, Region Skåne/Näringsliv Skåne, Malmö 2012.

Bilaga – Lärarkompetens och lärarkapacitet

Denna tabell avser de lärare som var kursansvariga/examinatorer på Civlingenjörsutbildningen i Bioteknik läsåret 2011/2012.

Förklaringar:

- Docent avser lärare som innehar oavlönad docentur på LTH.
- ETP avser lärare som innehar den högskolepedagogiska kompetensgraden ETP, Excellent Teaching Practitioner. Denna kompetensgrad erhålls efter en prövning motsvarande docentkompetens. Lärare med ETP ska ha en högskolepedagogisk kompetens minst motsvarande SUHF norm om 10 veckors högskolepedagogisk utbildning.
- Lärarkapacitet avser antalet tillsvidareanställda lärare vid lärarens institution på LTH. I de fall uppgift saknas är läraren anställd vid en avdelning/institution vid Lunds universitet som inte tillhör LTH.

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
Årskurs 1	FMA420	Linjär algebra	G1	Anders Holst	univlekt			46
	FMA420	Linjär algebra	G1	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	FMAA01	Endimensionell analys	G1	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	FMAA01	Endimensionell analys	G1	Anders Holst	univlekt			46
	KBKA01	Inledande biokemi	G1	Leif Bülow	professor	JA		30
	KBTA01	Bioteknik, projekt	G1	Olle Holst	professor	JA	JA	30
	KKKA10	Biotekniska beräkningar	G1	Carmen Arévalo	univlekt	JA		46
	KKKA10	Biotekniska beräkningar	G1	Ingegerd Sjöholm	univadj	JA		21
	KOK012	Organisk kemi, allmän kurs	G1	Ulf Ellervik	professor	JA	JA	30
	KOO101	Grundläggande kemi	G1	Jan-Olle Malm	professor	JA	JA	30
Årskurs 2	FMA430	Flerdimensionell analys	G1	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	FMA430	Flerdimensionell analys	G1	Anders Holst	univlekt			46
	KBK011	Biokemi	G1	Leif Bülow	professor	JA		30
	KETF01	Transportprocesser	G2	Bernt Nilsson	professor	JA	JA	17
	KETF10	Separationsprocesser	G2	Mattias Alveteg	univlekt	JA	JA	17

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
	KETF10	Separationsprocesser	G2	Guido Zacchi	professor	JA		-
	KFKA05	Molekylära drivkrafter 1: Termodynamik	G1	Kristofer Modig	univlekt		JA	30
	KKFK01	Molekylära drivkrafter 2: Växlarverkan och dynamik	G2	Kristofer Modig	univlekt		JA	30
	KMB060	Mikrobiologi	G1	Peter Rådström	professor	JA	JA	30
	KOK032	Miljö kemi	G2	Ulf Nilsson	professor	JA	JA	30
	KOO022	Oorganisk kemi	G1	Staffan Hansen	professor	JA		30
Årskurs 3	BLT015	Enhetsoperationer för bioteknik- och livsmedelsindustrin	G2	Marilyn Rayner	univlekt	JA		21
	FMS086	Matematisk statistik	G2	Anna Lindgren	univlekt			46
	KAKF01	Analytisk kemi	G2	Margareta Sandahl	univlekt			30
	KBK041	Genteknik	G2	Magnus Carlquist	postdoktor			30
	KBK041	Genteknik	G2	Olof Olsson	professor	JA		30
	KBT115	Bioprossteknik	G2	Olle Holst	professor	JA	JA	30
	KET045	Kemisk reaktionsteknik	G2	Arne Andersson	professor	JA		17
	MIO012	Industriell ekonomi, allmän kurs	G1	Mona Becker	univadj			7
	FMS210	Kemometri	G2	Malin Sjöo	univlekt	JA		21
	KBK070	Cellbiologi	G2	Olof Olsson	professor	JA		30
Kurser inom specialiseringar	KLGO27	Läkemedelsformulering	A	Marie Wahlgren	professor	JA	JA	21
	KOK085	Läkemedelskemi	G2	Ulf Nilsson	professor	JA	JA	30
	FMS210	Kemometri	G2	Malin Sjöo	univlekt	JA		21
	FRT081	Processreglering	G2	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
	FRT081	Processreglering	G2	Anton Cervin	univlekt	JA		16
	KAK050	Kromatografisk analys	A	Margareta Sandahl	univlekt			30
	KAKN05	Projektkurs i kromatografisk analys	A	Margareta Sandahl	univlekt			30
	KFK025	Yt- och kolloidkemi	G2	Lars Nilsson	univlekt, biträdan	JA		21
	KFK032	Biofysikalisk kemi	A	Bertil Halle	professor	JA		30
	KMB031	Kvalitet och produktsäkerhet	G2	Jenny Schelin	univlekt, biträdan			30
	KNL026	Fysiologi	G2	Anne Nilsson	univlekt, biträdan			21
	KOK090	Läkemedelssyntes	A	Kenneth Wärnmark	professor			-
	KOK100	Projektkurs i läkemedelskemi	A	Ulf Ellervik	professor	JA	JA	30
	KLGN05	Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi	A	Marie Wahlgren	professor	JA	JA	21
	KLGN05	Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi	A	Federico Gomez	forskarassistent	JA		21
	KLG080	Livsmedelsvetenskap: Komplexa livsmedel	A	Malin Sjöo	univlekt	JA		21
	KMB023	Livsmedelsmikrobiologi	G2	Peter Rådström	professor	JA	JA	30
	KLG060	Livsmedelskemi för produktformulering	A	Lina Haskå	univlekt			21
	KLG060	Livsmedelskemi för produktformulering	A	Björn Bergenståhl	professor	JA		21
	KLG085	Livsmedelsvetenskap: Produktionssystem	A	Björn Bergenståhl	professor	JA		21
	KLGN01	Probiotika	A	Göran Molin	professor	JA		21
	KLGN01	Probiotika	A	Siv Ahrné	professor	JA		21

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
	KLT051	Mejeriteknologi	G2	Marie Paulsson	professor	JA		21
	KNLN01	Human nutrition	A	Elin Östman	univlekt	JA		21
	KLT065	Mejeriprocesser	G2	Marie Paulsson	professor	JA		21
	KBK031	Enzymteknologi	A	Per-Olof Larsson	professor			-
	KBK050	Protein Engineering	A	Leif Bülow	professor	JA		30
	KBK075	Bioinformatik	A	Johan Svensson Bonde	postdoktor			30
	KBT050	Bioanalys	G2	Maria Andersson	teknikentreprenör			-
	KBT060	Biotechniska separationsprocesser	G2	Harald Kirsebom	postdoktor			30
	KFKN01	Magnetisk resonans - spektroskopi och avbildning	A	Kristofer Modig	univlekt		JA	30
	KFKN01	Magnetisk resonans - spektroskopi och avbildning	A	Mikael Akke	professor	JA		30
	KIM015	Immunteknologi	A	Malin Lindstedt	univlekt	JA		11
	KMB040	Metabolic engineering	A	Marie-Francoise Gorwa-Grauslund	professor	JA		30
	KMBN01	Projekt i molekylär bioteknik	A	Ed van Niel	univlekt	JA		30
	KMBN01	Projekt i molekylär bioteknik	A	Christer Wingren	univlekt	JA		11
	KTE071	Biokemisk reaktionsteknik	A	Gunnar Lidén	professor			17
	KAT051	Separationsprocesser, fortsättningskurs	A	Stig Stenström	professor	JA		17
	KBT042	Bioteknik, projektering	A	Olle Holst	professor	JA	JA	30
	KBT080	Miljöbioteknik	G2	Marika Murto	univlekt			-
	KBT080	Miljöbioteknik	G2	Lovisa Björnsson	univlekt	JA		24
	KETN01	Processimulering	A	Bernt Nilsson	professor	JA	JA	17

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	KTE131	Processriskanalys	G2	Hans Karlsson	professor	JA		17