

Högskoleverkets kvalitetsutvärderingar 2011 – 2014

Självvärdering

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

Inledning – Allmänt om utbildningen

Organisation och ledning

Civilingenjörsutbildningen i Kemiteknik 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/K_Uplan_12_13.pdf

Läro- och timplanen för programmet som helhet finns på:

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

Enskilda kursplaner, med sexställiga kurskoder XXXXXX, finns på:

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

Utbildningens syfte

Kemiteknik handlar om att förverkliga kemin i större skala och om att använda kemin som ett verktyg för att skapa morgondagens produkter. Kvalificerad kemiteknisk kompetens är särskilt avgörande för samhällets omställning till miljöanpassade processer som utnyttjar förnyelsebara råvaror.

Utbildningen i kemiteknik syftar till att möta behovet av civilingenjörer som

- utifrån kombinationen av molekylärt och tekniskt perspektiv kan analysera, utveckla och förverkliga kemitekniska processer och produkter inom kemirelaterad industri och forskning.
- tillämpar en kemisk laborativ kompetens både i laboratorieskala och i produktionsskala,

Programmet präglas av en helhetssyn på hur kemitekniken bidrar till en hållbar utveckling.

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 årskurs 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.

Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och är på avancerad nivå. Det utförs i slutet av utbildningen och följer en kursplan som är gemensam för samtliga civilingenjörsutbildningar vid LTH.

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

Fördjupning inom teknikområdet – specialiseringar

På civilingenjörsutbildningen i Kemiteknik finns följande specialiseringar:

- Processdesign
- Läkemedel
- Material

Den LTH-gemensamma avslutningen Technology Management kan ingå i civilingenjörsutbildningen i kemiteknik i enlighet med de krav som finns för avslutningen. Se separat utbildningsplan för Technology Management.

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-kurs. 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, 7,5hp)
- 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
- Ett examensarbete om 30 högskolepoäng på A-nivå
- Totalt 300 högskolepoäng varav minst 75 högskolepoäng är på A-nivå.

En betydande del av de examinerade har tillgodoräknade utbytesstudier. LTH gör inga som helst undantag från kurskraven för utresande utbytesstudenter. I samband med definitivt beslut om tillgodoräknade 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-data sedan systemet infördes 2003.

Man kan med visst fog hävda att studenterna är nöjda med Kemiteknikprogrammet. Andelen kurser i grundblocket som ges 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 71 % läsåret 2010/11. Skalorna sträcker sig från -100 till +100.

Sammanfattande schematisk bild över utbildningen

ÅRSKURS 1	ÅRSKURS 2	ÅRSKURS 3	ÅRSKURS 4 & 5	
Kemiteknik	Bioteknik	Kemi	Specialiseringar inom: Material Processdesign Läkemedel	
	Mekanik			
	Matematik			
Matematik	Kemi	Matematik	Projektarbete	
		Kemiteknik	Valfria kurser	Examensarbete
Kemi	Kemiteknik	Ekonomi		
		Valbart		

Del 1

I del 1 använda exempel

De olika exemplen består av framför allt av examinations-, laborations- och projektuppgifter och redovisas alla enligt samma struktur. Först anges kursens namn och var i utbildningen den ligger, därefter vilket examinationsmål enligt kursplanen uppgiften examinerar och sist själva uppgiften. De flesta exempel understödjer flera mål och som hjälp ges i nedanstående tabell de examensmål som vi menar att de stödjer.

	Mål 1	Mål 2	Mål 3	Mål 4	Mål 5	Mål 6	Sida
Exempel 1	X						8
Exempel 2	X			X			8
Exempel 3	X	X					9
Exempel 4	X		X				9
Exempel 5	X		X		X	X	11
Exempel 6	X				X		12
Exempel 7	X	X					16
Exempel 8		X	X	X	X		18
Exempel 9	X	X	X		X		18
Exempel 10		X		X	X		19
Exempel 11	X	X	X		X		21
Exempel 12	X	X	X		X	X	22
Exempel 13	X	X					23
Exempel 14		X	X	X	X	X	26
Exempel 15	X	X	X	X	X	X	27
Exempel 16	X	X	X		X		29
Exempel 17	X	X	X	X	X	X	31
Exempel 18	X	X	X	X	X	X	32
Exempel 19	X	X			X	X	35
Exempel 20	X	X	X	X	X	X	37
Exempel 21	X		X	X	X	X	38
Exempel 22	X	X	X	X	X	X	38

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*

Inom modern kemiteknik är en djup natur- och teknikvetenskapliga grund (mål 1) och bredd (2A och 2C) intimt sammanvävd och en förutsättning för förmågan att framgångsrikt tillämpa beprövad erfarenhet (1B) och matematik (2B). Detta gör att våra kurser sällan är renodlade mot ett enskilt examensmål. Läsaren av denna text bör därför attackera mål 1 och 2 som en helhet.

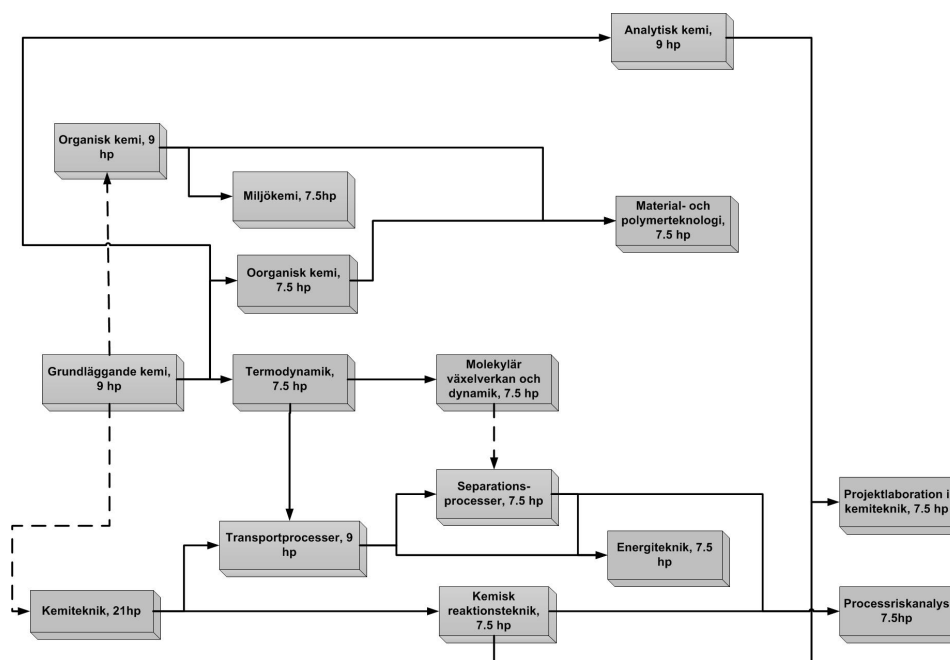
Examensmål 1A

Kemiteknikprogrammets vetenskapliga grund är kemi och kemiteknik. Programmet specialiserar alla kurser med bas både i kemiteknik och i kemi men har ganska olika fokus. Processdesignspecialiseringen är t.ex. betydligt tyngre vad avser kemiteknik än läkemedelsspecialiseringen. Det är därför viktigt att utbildningens vetenskapliga grund läggs redan under de tre första åren och därför fokuserar vi här diskussionen till grundblocket i utbildningen. Figur 1 visar hur några av kurserna i kedjorna inom kemi och kemiteknik i grundblocket understöder varandra.

Vi anser att den vetenskapliga grunden i kemi omfattar tre nyckelområden

1. Molekylkunskap (egenskaper och växelverkan)
2. Reaktivitet (jämvikt och syntes)
3. Analys (kvalitativ- och kvantitativ analys, karaktärisering, separation)

Tabell 1 visar vilka kurser i grundblocket som examinerar centralbegrepp inom vart och ett av dessa tre områden. I exempel 1 till 4 visas sedan hur några av dessa centrala begrepp examineras i kurskedjan. Kursen i grundläggande kemi (Exempel 1) börjar denna kunskapskedja kring basala begrepp inom termodynamik och reaktivitet som sedan fortsätter med kursen i termodynamik (Exempel 2). Kurskedjan avslutas sedan i grundblocket med kursen i molekylär växelverkan vilken i sin tur kopplar vidare till flera kurser inom specialiseringarna. LTH har valt att lägga mindre vikt vid grundläggande kvantmekanik till förmån för intermolekylär växelverkan som har mer direkt betydelse för tillämpningar som yt- och kolloidkemi samt transport- och separationsprocesser i kemiteknik. Intermolekylär växelverkan behandlas i kursen KFK090 i årskurs 2 och vi vågar påstå att dess innehåll är unikt för civilingenjörsutbildningar, både till innehåll och också till nivå (Exempel 3).



Figur 1. Kurskedjor inom grundblocket. Övre halvan av figuren är kurser i kemi och undre halvan kurser i kemiteknik. Streckad linje anger att det finns en kurskedja men kurserna ges samtidigt.

En ytterligare kurs som har stor betydelse för den molekylära förståelsen är kursen i organisk kemi (Exempel 4). Denna kurs tillsammans med den grundläggande kemin säkerställer att studenterna har den vetenskapliga grunden för att kunna gå vidare inom områden som miljökemi, biokemi (som ingår i kursen teknisk biologi) och kurser inom polymer och materialkemi. Kursen kopplar också naturligt vidare till läkemedels- och materialspecialiseringarna.

Tabell 1: Nyckelområden och centralbegrepp inom kemi i grundblocket. Kurs med kursiv stil är alternativ-obligatorisk.

Kurs	Molekylkunskap	Reaktivitet	Analys
KOO101 Grundläggande kemi	Periodiska systemet, atom- och molekyl-uppbyggnad, faser	Stökiometri, jämviktslära, fri energi, elektrokemi	
KOK012 Organisk kemi	Nomenklatur	Grundläggande syntesreaktioner, reaktivitet	
KFK080 Termodynamik	Gaslagar, värmekapacitet	Huvudsatserna, kemisk jämvikt	Fasjämvikter, kolligativa egenskaper
KOO022 Oorganisk kemi	Fasta material, nanomaterial, nomenklatur	Reaktivitet	Röntgen-diffraktion, mikroskopi
KBKA05 Teknisk biologi	Proteiners och DNA/RNAs struktur och egenskaper, proteintaxonomi	Enzymologi, metabolism	ELISA, proteinassay, aktivitetmätning
KFK090 Molekylär växelverkan och dynamik	Statistisk mekanik, elektrostatik, växelverkan, molekylär transport, vatten		Fördelningsjämvikter, molekylär transport, växelverkan
KAKF01 Analytisk kemi	Inledande kvantmekanik		Kvantitativ och kvalitativ analys, mätvärdes-behandling, spektrofotometri, kromatografi, potentiometri,

Kurs	Molekylkunskap	Reaktivitet	Analys
			masspektro-metri
KOK032 Miljö kemi	Kemiska grunderna för hur hälso- och miljöfarliga ämnen tas upp och omsätts av organismer	Samband mellan kemisk struktur, kemiska egenskaper och biologisk effekt	
KOO052 Material- och polymerteknologi		Framställning av legeringar, keramer och polymerer	Metoder för materialkaraktärisering

Exempel 1 KOO101 Grundläggande kemi (Årskurs 1)

- Förklara och använda termodynamiska storheter och sambanden dem emellan.

Syfte med kursen. Att ge en grundläggande förståelse och kunskap om kemiska processer och förlopp samt ge en grund för vidare kemistudier. Att ge nödvändig kunskap för det kemiska fackspråket på såväl engelska som svenska.

Prestationsbedömning. Godkänt nomenklaturprov och godkända laborationer. Kontinuerlig examination genom inlämningsuppgifter.

Exempel på inlämningsuppgift

- a. Beräkna ett värde på ångtrycket hos oktan vid 25 °C med hjälp av Clausius - Clapeyron's ekvation.
- a. För att laxfiskar skall överleva krävs en minimihalt på 5.0 mg l⁻¹ löst syrgas i vattnet. Beräkna den undre gränsen på partialtrycket av syre i luft för att detta villkor skall vara uppfyllt vid 25 °C. Antag att vattendensiteten är 1.00 g cm⁻³. Data ur SICD.
 b. Uppskatta med beräkningar den vattentemperatur vid vilken "plötslig fiskdöd" på grund av syrebrist kan förväntas ske om vi antar normal luftsammansättning och bortser från andra komplikationer.

Exempel 2 KFK080 Termodynamik (Årskurs 2)

- Ha verktyg för att kunna diskutera vardagsfenomen utifrån grundläggande termodynamiska resonemang.

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

Prestationsbedömning. Examination sker genom en skriftlig tentamen. För slutbetyg krävs också att kursens fyra obligatoriska laborationer är godkända.

Exempel på tentamensuppgift

Apropå sommarens extremregn skrev meteorologen på DMI: "Den kraftiga nederbörden är ett resultat av ökade temperaturer. När klimatet blir en grad varmare, kan luften innehålla ca 7 % mera vattenånga, och det förstärker intensiteten av nederbörden." Stämmer det med 7 %?

Exempel 3 KFK090 Molekylär växelverkan och dynamik (Årskurs 2)

- Kunna ställa upp och utföra fördelningsberäkningar med hjälp av Boltzmanns fördelningslag

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

Prestationsbedömning. Examination sker genom en skriftlig tentamen. För slutbetyg krävs också att kursens fyra obligatoriska laborationer är godkända.

Exempel på tentamensuppgift

En kolloidal vattenlösning innehållande sfäriska partiklar med diametern 650 Ångström lagras under lång tid i en väl försluten glasflaska. Temperaturen är under hela lagringen 283.15 K. Vid denna temperatur är lösningens densitet 999.6 kg/m³ och de sfäriska partiklarnas densitet är 890 kg/m³. Till följd av jordens gravitation (tyngdaccelerationen, g , kan sättas till 9.81 m/s²) kommer partiklarnas koncentration att variera som funktion av avståndet till vätskeytan i glasflaskan. Beräkna förhållandet mellan partikelkoncentrationen 1 cm under vätskeytan och 11 cm under vätskeytan efter lagringen (alltså $c_{\text{partikel}}(1 \text{ cm}) / c_{\text{partikel}}(11 \text{ cm})$). Försumma interaktionen mellan partiklarna och ansätt att ingen konvektiv omrörning har skett under lagringen.

Exempel 4 KOK012 Organisk kemi, allmän kurs (Årskurs 1)

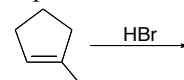
- kunna självständigt planera och utvärdera enklare organiska synteser

Syfte med kursen. Kursens syfte är att ge grundläggande kunskaper i organisk kemi.

Prestationsbedömning. För godkänd läskurs krävs godkänd inlämningsuppgift samt godkänd examination via 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 nedanstående förening behandlades med HBr erhöles *en* enda förening. Förklara med utförliga mekanismer om det fanns peroxider eller ej närvarande när reaktionen utfördes.



Vid LTH har vi lagt lika vikt på kemin och kemitekniken som vetenskaplig grund för utbildningen. Kemitekniken kommer därför in tidigt i utbildningen. Vi anser att den vetenskapliga grunden i kemitekniken innefattar följande nyckelområden

1. Material- och energibalanser
2. Transportprocesser
3. Energiteknik
4. Separationsteknik
5. Reaktionsteknik

Kurser i grundblocket som är viktiga för dessa nyckelområden visas i Tabell 2. Nyckelområdet processreglering ingår inte i grundblocket utan läsas som en alternativobligatorisk kurs på specialiseringen process design och som valfri kurs för övriga specialiseringar.

Tabell 2: Nyckelområden i kemiteknik i grundblocket. Kurs med kursiv stil är alternativobligatorisk.

Kurs	1	2	3	4	5	Exempel
KETA01 Kemiteknik	X					Exempel 18 Exempel 19
KETF01 Transportprocesser	X	X				Exempel 6
KETF10 Separationsprocesser	X	X		X		
KET045 Kemisk reaktionsteknik	X	X			X	Exempel 7
KET030 Energiteknik		X	X			
<i>KTE131 Processriskanalys</i>		X		X	X	Exempel 22

Här ges inga direkta examinationsexempel men Tabell 2 hänvisar även till relevanta sådana från flera av dessa kurser under andra mål. De obligatoriska kurserna KETF01 Transportprocesser, KETF10 Separationsprocesser, KET045 Kemisk reaktionsteknik och KET030 Energiteknik är centrala för att sammanlänka den naturvetenskapliga grunden (mål 1A och Tabell 1) med det breda kunnandet i kemiteknik (2A) men examinerar även moment som ger brett naturvetenskapligt kunnande (2C). Tillsammans examinerar dessa fyra kurser mål som att studenten skall kunna

- förklara kraft och tryck inom hydrostatiken utifrån fysikens grundbegrepp.
- definiera och förklara begreppen impuls-, värme- och masstransport.
- identifiera hastighetsbestämmande steg och vad som är den drivande kraften för respektive process.
- tillämpa impuls-, värme- och diffusionstransport på problem genom teoretisk och praktisk problemlösning.
- kunna bedöma vilka metoder som är rimliga för separation av blandningar utifrån fysikalisk-kemiska data för ämnena i blandningen samt förstå hur olika parametrar påverkar processens kapacitet, separationsgrad och energieffektivitet.
- utföra material- och energibalanser kombinerat med jämviktsdata för design av några olika separationsprocesser.
- självständigt problematisera och analysera olika energiomvandlingsprocesser.
- tillämpa värmeöverföringsteori på värmeväxlingsproblem med och utan fasomvandling.
- tillämpa teknisk termodynamik på viktiga kyl- och värmeprocesser.
- beskriva tillståndet i kemiska och biokemiska reaktorer utifrån blandningsmodell, hastighetsuttryck, material- och energibalanser.
- förklara samspelet mellan kemisk reaktion och masstransport i tvåfassystem.

Examensmål 1B

Den beprövade erfarenheten genomströmmar utbildningens kemitekniska delar men också i kurser så som analytisk kemi. Detta mål blir ännu tydligare i de tre specialiseringarna där många kurser anknyter till industriella erfarenheter och där det också förekommer gästföreläsare från industrin. Vi vill här understryka att många lärare har flerårig erfarenhet av tillämpat ingenjörsarbete i industrin, återigen speciellt inom områdena kemiteknik och läkemedelsformulering. Flera av de obligatoriska projekt- och projekteringskurserna utförs i samarbete med industrin, där beprövad

erfarenhet är en av grundförutsättningarna för lyckad produktutveckling. I flera kurser finns det gästföreläsare från industrin, se t.ex. kurs i Kvalitet och produktsäkerhet, Exempel 5.

Studenterna tränas också i att angripa problem på ett ingenjörsmässigt sätt, d.v.s. genom en kombination av den vetenskapliga grunden med rimliga förenklingar av problemet. Exempel på detta finns i kursen transportprocesser (Se Exempel 6 på sidan 12). En annan central kurs här är KET045 Kemisk reaktionsteknik med mål att studenten skall kunna

- dimensionera reaktorer för genomförande av kemiska processer med givna produktionskrav.
- välja lämplig typ av reaktor eller reaktorkonfiguration med hänsyn till reaktormodell, kinetik och produktionsnivå.
- simulera stationära och instationära en- och flerreaktionssystem i olika reaktortyper.

Ett mer avancerat exempel på är kursen industriella separationsprocesser (Se Exempel 11 på sidan 21) där resultaten dessutom redovisas för en industriell partner så att studenterna får feedback kring industrins förväntningar och en uppfattning av vad beprövad erfarenhet inom området innebär.

Exempel 5 KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet (Specialisering Läkemedel)

- 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.

Prestationsbedömning. Skriftlig examination, muntlig och skriftliga rapport.

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 hur dessa verktyg 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. 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.

Exempel 6 KETF01 Transportprocesser (Årskurs 2)

- Tillämpa impulstransport på strömningsproblem genom teoretisk och praktisk problemlösning
- Redovisa lösningen av transportproblem i ett tekniskt PM avsett för intern teknisk företagsdokumentation

Syfte med kursen. Syftet med kursen är att utifrån en naturvetenskaplig bas överföra molekylära processer till makroskopiska processer, som på ett ingenjörsmässigt sätt, tillämpas på storskaliga fenomen hämtade från kemitekniska, biotekniska och ekologiska system.

Prestationsbedömning. Examinationen sker genom skriftlig tentamen, tre projektuppgifter som redovisas i tekniska PM samt genom obligatoriskt deltagande i övningar i praktisk problemlösning och två laborationer.

Exempel på övning i praktisk problemlösning: Hydraulisk vädur

Denna vattenpump lyfter vatten från en lägre nivå till en högre nivå utan någon yttre energitillförsel!

- Perpetuum mobile? Gäller energiprincipen? Hur fungerar den?
- Hur startas den?
- Hur stoppas den?

Varför fungerar den?

- Hur kan man förändra uppföringshöjden?
- Hur kan man förändra vattenflödet som pumpas?

Undersök experimentellt:

- 1 Hur beror det uppförade flödet q av uppföringshöjden h ?
- 2 Ge förslag på hur man experimentellt kan kontrollera att energiprincipen gäller. Vad behöver man mäta?

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).

Vi vill också, utöver det som syns i examensarbetena och förhållandena som redovisas i Del 2, peka på följande:

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

KOO065 Mikroskopisk karaktärisering av material behandlar t.ex. spridningsmetoder, elektronmikroskop och röntgenspektroskopi för materialstudier.

KFFN01 Magnetisk resonans – spektroskopi och avbildning behandlar modern NMR spektroskopi med tillämpningar inom material-, bio-, och medicinvetenskaperna.

KTE056 Katalys. I denna lärs ut metoder för att karakterisera katalysatorer med avseende på bulkens respektive ytans sammansättning och struktur. Detta är viktigt för utveckling av nya katalysatorer.

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

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 så väl industrin som akademien.

KETN01 Processimulering använder moderna kemiteknisk modeller för att simulera preparativ kromatografi, framför allt med hjälp av Matlab (Exempel 8 sidan 18).

- Inom utbildningen finns också möjlighet att göra en fördjupningskurs i ett eller flera ämnen (Se Exempel 16 på sidan 29). Dessa utförs nästan alltid som ett arbete i en forskargrupp tillsammans med doktorander.

Del 1

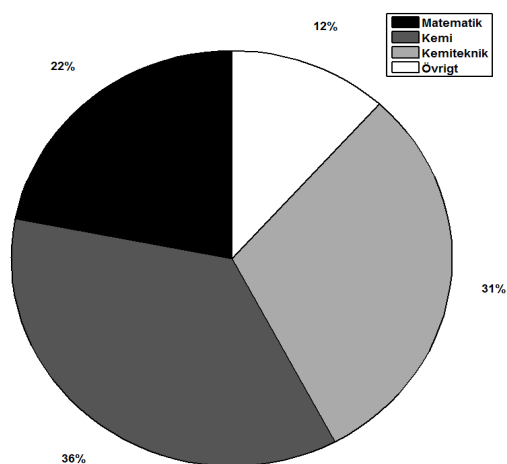
Examensmål 2

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 för bredden i utbildningen krävs också kunskaper som ger en förståelse för teknikområdets praktiska tillämpning. För att uppnå en sådan bredd innehåller grundblocket en översiktiskurs i biokemi och mikrobiologi (KBKA05 Teknisk biologi), en kurs i Teknisk mekanik (FHL055), en kurs i Industriell ekonomi (MIO012) samt en alternativobligatorisk kurs (Miljökemi KOK032 eller Processriskanalys KTE131). Figur 2 visar fördelningen mellan olika områden i grundblocket.



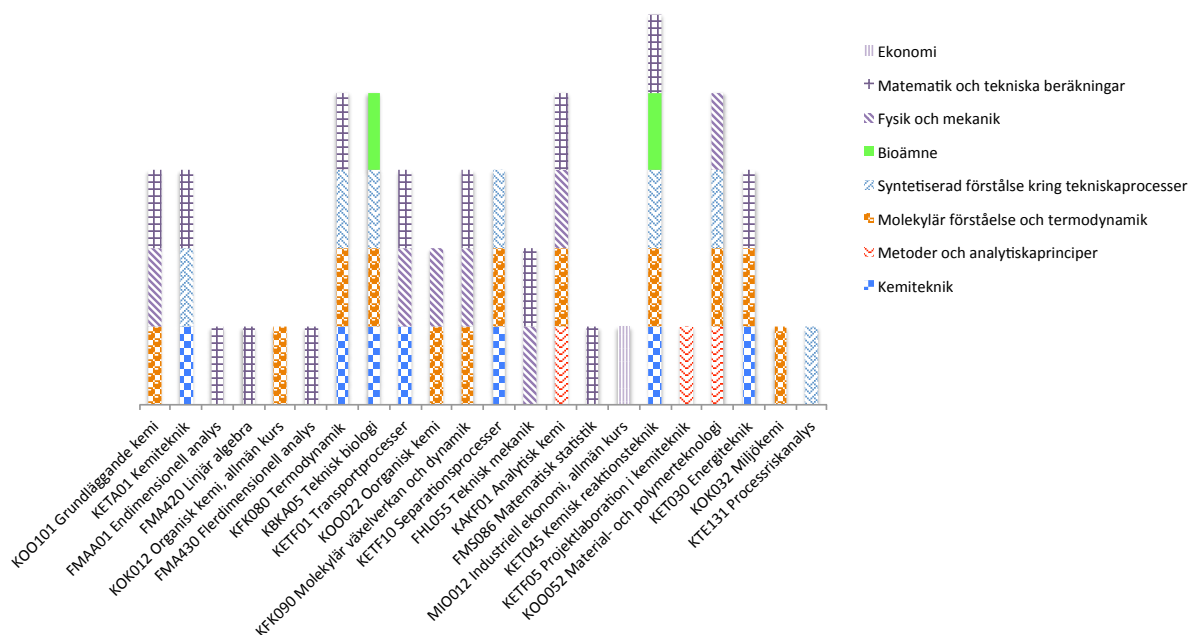
Figur 2. Fördelningen mellan matematik, kemi och kemiteknik i grundblocket (3 år) på kemiteknikprogrammet. I kemi ingår också en översiktiskurs i biokemi och mikrobiologi (KBKA05 Teknisk biologi). Kurserna i gruppen övrigt är FHL055 Teknisk mekanik, MIO012 Industriell ekonomi och en alternativobligatorisk kurs.

Examensmål 2A

Det breda kunnandet inom teknikområdet kemiteknik utgår från den vetenskapliga grunden i kemiteknik och kemi som beskrivets under mål 1. Utöver det vill vi här särskilt peka på att vi eftersträvar en stark koppling mellan de molekylära och kemitekniska tankesätten. Detta är en av huvudanledningarna till att kemiteknikkurserna i tvåan läses i stort sett parallellt med kurserna i fysikalisk kemi, samt det unika upplägget av kurserna i fysikalisk kemi (se Examensmål 1). Förutom områdets vetenskapliga grund kräver ett brett kunnande förståelse också för fysik,

mekanik, bioämnen (mikrobiologi, biokemi, bioteknik), ekonomi och en god förmåga inom beräkningsteknik. Mekanik och hållfasthetslära ges t.ex. i kursen i FHL055 Teknisk mekanik.

I Figur 3 har vi för utbildningens tre första år illustrerat i vilka kurser dessa olika ämnesområden examineras för att säkra en bred och relevant utbildning. De obligatoriska kurserna KETF01 Transportprocesser, KETF10 Separationsprocesser och KET030 Energiteknik är som tidigare nämnts centrala även för mål 2A (se listade kursmål under mål 1A). En kurs som förenar många olika ämnesområden och därmed ger ett perspektiv på hur dessa kombineras för att ge ett ingenjörskunnande är kursen i Kemisk reaktionsteknik (se Exempel 7).



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

Redan i grundblocket uppnår studenterna ett avsevärt djup inom ämnet kemiteknik. Detta syns särskilt i deras beräkningstekniska färdigheter (se Examensmål 2B nedan). I en undersökning av progressionen inom utbildningen som inkluderade djupintervjuer med lärare, avnämare och studenter framhäver lärare inom processdesignspecialiseringen att studenternas förmåga att genomföra avancerade simuleringar av tekniska processer är betydligt bättre idag än för 10 år sedan.

Exempel 7 KET045 Kemisk reaktionsteknik (Årskurs 3)

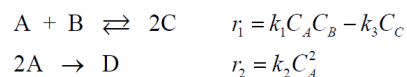
- kunna beskriva tillståndet i kemiska och biokemiska reaktorer utifrån blandningsmodell, hastighetsuttryck, material- och energibalanser

Syfte med kursen. En viktig arbetsuppgift för kemi- och biotekniker är att medverka vid förverkligandet av kemiska reaktioner i såväl stor som liten skala. Detta arbete fordrar färdigheter i dimensionering, simulering och val av kemiska reaktorer utifrån reaktionskinetiska och processtekniska förutsättningar. Kursen ger de färdigheter som krävs på grundnivå och är en förutsättning för vidare utveckling och kunskapsuppbyggnad inom ämnet.

Prestationsbedömning. Skriftlig tentamen och datoruppgifter

Tentamensuppgift

Modellera nedanstående reaktionssystem i vätskefas som skall genomföras adiabatiskt i en ideal reaktor.



Man önskar producera produkten C, medan produkten D är en oönskad biprodukt. För att gynna huvudreaktionen skall du använda en satsreaktor som körs semisatsvis under 30 minuter, då du kontinuerligt tillför en av komponenterna till en vattenlösning av den andra.

Efter 30 minuter stoppas tillflödet och reaktionen får fortgå i ytterligare 30 minuter.

- Avgör och motivera vilken reaktant som skall satsas först och vilken som successivt skall tillföras.
- Ställ upp de balanser och övriga samband som behövs för att beskriva hur koncentrationerna av reaktanter och produkter samt temperaturen varierar under de första 30 minuterna då processen körs semisatsvis. För själv in nödvändiga beteckningar, och förklara dessa endast om de avviker från de i kursen gängse använda. Alla antaganden och förenklingar som du eventuellt gör måste motiveras.

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 6hp. Förutom detta ingår en obligatorisk kurs i matematisk statistik. Ytterligare obligatoriska kurser ingår inte i Kemiteknik-programmet. 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 Kemiteknikprogrammet finns ett antal kurser som stödjer studenternas användande av matematik som verktyg och vetenskapligt språk. Här kan nämnas Termodynamik (KFK080) där begrepp som partiella derivator och differentialer får en direkt tillämpning och beräkningsfärdigheten utvecklas sedan ytterligare i kurser såsom Transportprocesser (KETF01),

Separationsprocesser (KETF10), Teknisk mekanik (FHL055), Kemisk reaktionsteknik (KET045) samt en mängd kurser i specialiseringarna, såsom Biofysikalisk kemi (KFK032), Yt- och kolloidkemi (KFKN05), Processreglering (FRTN25), Polymerfysik (KPO010) och Processimulering (KETN01).

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. Den färdighet som studenterna förr uppnådde efter specialiseringen får idag alla studenter inom grundblocket (vilket omvittnats 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. Ett exempel på hur långt studenterna når idag finns i kursen Processimulering (Se Exempel 8).

Tabell 3. Kurser med obligatoriska datorlaborationer där Matlab används

KETA01 Kemiteknik	Introduktion till Matlab. Lösning av linjära ekvationssystem från materialbalanser. Lösning av olinjär ekvation från energibalans.
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 K läses därför kursen Matematisk statistik (FMS086) parallellt med kursen i Analytisk kemi (KAKF01, Exempel 9) så att de tillsammans kan belysa begrepp som slumpmässighet, sannolikhetsfördelningar, oberoende, varians, statistisk slutledning och försöksplanering. Exempelen nedan är särskilt valda för att belysa användningen av beräkningsteknik, statistik och matematik. I kursen FMS210 Kemometri används Matlab som ett verktyg för kvalificerad mätvärdesbehandling.

Exempel 8 KETN01 Processimulering (specialisering Processdesign)

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

Syfte med kursen. Simuleringsteknik är en viktig teknik inom processindustrin för avancerade studier, såsom analys av driftsättsbyte och design av nya processer. Kursen förmedlar en fördjupad färdighet och förståelse för datorbaserad analys och design av kemiska processer. Syftet med kursen är att skapas förutsättningar för att studenten blir en kompetent användare och beställare av simuleringsteknik genom att belysa teknikens möjligheter, begränsningar samt dess komplexitet.

Prestationsbedömning. Examinationen sker genom ett antal delprojekt, redovisade skriftligt och muntligt, samt en kompletterande tentamen.

Exempel på delprojekt

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. A peptide is modified in an acylation reaction step. The acylation can happen on two sites on the peptide where only site B gives an active product. The peptide can also be di-acylated which is inactive. After the reaction step, the impurities created have to be removed. This will be done with ion exchange chromatography. The first step in the project is therefore 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

Exempel 9 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.

Examensmål 2C

Var, och i vilka kurser, man undervisar naturvetenskap varierar kraftigt från högskola till högskola. T.ex. är rågången mellan kemi och fysik ofta mest semantisk. Fysik som är nödvändig för utbildningen undervisas framför allt på kurserna i fysikalisk, analytisk och oorganisk kemi samt i kemiteknik. Inom grundblocket behandlas till exempel elementär kvantmekanik och spektroskopi (i kurserna Grundläggande kemi KOO101 och Analytisk kemi KAKF01), termodynamik (Termodynamik KFK080), molekylär växelverkan (Molekylär växelverkan och dynamik KFK090), statistisk mekanik (KFK090), flöden och kinetisk gasteori samt självdiffusion (KFK090 och Transportprocesser KETF01). De obligatoriska kurserna KETF01 Transportprocesser, KETF10 Separationsprocesser och KET030 Energiteknik är som tidigare nämnts centrala även för mål 2C (se listade kursmål under mål 1A). En schematisk bild av i vilka kurser grundläggande naturvetenskap examineras finns i Figur 3.

En modern kemiteknikutbildning kan inte bara ge en naturvetenskaplig grund inom kemi utan studenterna måste ha en grund inom biokemi och mikrobiologi. Därför infördes 2007 en obligatorisk kurs i Teknisk biologi (Se Exempel 10). Denna är särskilt viktig för specialiseringen Läkemedel där det finns ett behov av att studenterna har grundläggande kunskaper inom biokemi och mikrobiologi.

Kursen öppnar också upp en möjlighet för ett bioprocessspår inom specialiseringen Processdesign (se Tabell 4 nedan). Väsentlig fördjupning inom biområdet kan därför nås inom Processdesign- och Läkemedelsspecialiseringarna (se Examensmål 2D) via kurser i t.ex. Biofysikalisk kemi KFK032, Fysiologi KNL026, Läkemedelskemi KOK085, Biokemisk reaktionsteknik KTE071, Bioprosessteknik KBT115 och Biotekniska separationsprocesser KBT060.

Tabell 4. Bioprocessspåret i Processdesignspecialiseringen

KBT115 Bioprosessteknik
KTE071 Biokemisk reaktionsteknik
KBT060 Biotekniska separationsprocesser

Exempel 10 KBKA05 Teknisk biologi (Årskurs 2)

- kunna beskriva den moderna bioteknikens möjligheter

Syfte. Kursens syfte är att ge grundläggande kunskaper i biokemi och mikrobiologi samt en orientering om den moderna bioteknikens möjligheter.

Prestationsbedömning. Litteraturuppgift och laborationsrapporter.

Exempel på litteraturuppgift

Apart from gaining knowledge in a specific area (addressing biochemical/microbial processes in chemical engineering), the aim of these reports is to train students in report presentations and scientific scrutiny.

Topics: Biosensors, Biogas, Bioremediation Processes, Biopolymers and Bioplastics, Pharmaceutical Biologics, Enzymes for Pulp & Paper, Antibiotic Production, Bio-Diesel, Biorefinery.

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. I snitt är 76% av programmets kurser på A-nivå inom specialiseringarna vilket garanterar att ingen student undgår att uppnå examensmål 2D.

I detta avsnitt beskriver vi först specialiseringarna i Kemiteknik och därefter följer två exempel. Bägge visar på den integrerande nivå studenterna förväntas hålla i specialiseringarna. Tämigen avancerade kemi- och teknikkunskaper sammanförs med noggrann försöksplanering och rapportskrivning.

Processdesign

En effektiv tillverkningsprocess är en förutsättning för framställning av alla konkurrenskraftiga produkter. Detta gäller alla produkter; från färger, specialkemikalier och läkemedel, som framställs i relativt små kvantiteter, till mer storskalig produktion av baskemikalier. Med en effektiv process menas att den skall vara ekonomiskt optimal samtidigt som den ger minimal miljöbelastning. För att uppnå dessa krav måste därför processen vara resurssnål med avseende på råvaror och energi, d.v.s. den skall ge ett minimum av biprodukter och utnyttja effektiv reaktions- och separationsteknik.

De kurser som erbjuds inom specialiseringen Processdesign (se tabellen nedan för de karaktärgivande kurserna) ger goda möjligheter till de insikter och färdigheter som krävs av en kemitekniker 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, eller vill fördjupa sig ytterligare genom forskarstudier. Exempel 12 visar på hur djupet inom specialiseringen åstadkoms i kursen KEFT10 industriella processer genom avancerade praktiska uppgifter där studenterna skall identifiera sitt eget kunskapsbehov. 8 av 12 kurser (67%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 5. Karaktärskurser för specialiseringen Processdesign

KETN05 Industriella separationsprocesser
KET040 Kemisk processteknologi
KET010 Energi och miljö
KTE061 Kemisk reaktionsteknik, fortsättningskurs
KETN01 Processimulering
FRTN25 Processreglering
KET050 Projektering

Exempel 11 KETF10 Industriella Separationsprocesser (Specialisering Processdesign)

- kunna värdera hur olika parametrar påverkar separationsprocessers kapacitet, energieffektivitet, produktkvalitet samt möjligheter att integrera dessa med andra processsteg.

Syfte med kursen. Syftet med kursen är att ge studenten ingenjörsmässiga verktyg för att kunna designa industriella separationsprocesser för produktion av kemiska, biologiska och tekniska produkter med hänsyn till produktivitet, produktkvalitet och energieffektivitet.

Prestationsbedömning. Examination sker genom skriftlig tentamen vid kursens slut samt genom skriftlig och muntlig redovisning av ett antal beräkningsuppgifter och industrilaborationer.

Industrilaboration i indunstning

- Beskriv fabrikationsprocessen i stort och visa var indunstningen kommer in i sammanhanget!
- Gör ett översiktligt schema över indunstningsanläggningen!
- Gör ett enkelt energiflödesdiagram över anläggningen!
- Vilka typer av indunstare består anläggningen av?
- Vilken kunskap saknar du för att kunna lösa uppgiften eller för att ytterligare fördjupa förståelsen av processen?

Laborationen redovisas i en rapport på max 10 sidor och presenteras muntligt på Alfa-Laval.

Material

Den framtida teknologiska utvecklingen inom så vitt skilda områden som nanoteknologi, polymerteknologi, bioteknologi, biomedicin, energiteknologi och mikroelektronik beror till stor del på vår förmåga att syntetisera och funktionalisera oorganiska och polymera material. Elektroaktiva material, katalysatorer, polymerer för frisättning av läkemedel, tunna filmer, bränsleceller, membran, kompositer och polymerblandningar är alla exempel på avancerade material som kräver multidisciplinära kunskaper och arbetssätt. Framgångsrikt arbete inom detta inspirerande område bygger på djupa kunskaper i syntes och karakterisering av olika typer av material. Specialiseringens kurser är inriktade mot förståelse och fördjupning i syntes, karakterisering, egenskaper och tillämpningar hos moderna funktionella oorganiska och polymera material, se Exempel 12 för en kurs av många inom specialiseringen som har detta moderna perspektiv på material området. 11 av 12 kurser (92%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 6. Karaktärskurser för material

KOO045 Materialkemi
KPO010 Polymerfysik
KTE080 Polymerkemi
KOO105 Analys på nanoskalan
KFKN05 Yt- och kolloidkemi
KPO065 Projekt i polymer- och materialteknologi

Exempel 12 KTE090 Polymerkemi (specialisering Material)

- kunna utvärdera enkla metoder för polymerisation och karakterisering av polymerer utifrån beskrivningar, tillämpa dessa praktiskt och sammanställa resultaten i skriftliga rapporter på engelska

Syfte med kursen. Kursen skall ge de specialkunskaper som fordras för att kunna:

- tillgodogöra sig modern polymerkemisk litteratur
- delta i kemiskt inriktat forsknings- och utvecklingsarbete inom polymerframställande och polymeranvändande industri.

Examinationsformer. Skriftlig tentamen. Godkända laborationsrapporter och inlämningsuppgifter, samt deltagande på obligatoriska studiebesök hos industrin.

Labinstruktion

In connection with the compulsory lab course you will be divided into groups of 4-5 students.

Each group will be assigned a laboratory project involving polymer synthesis and characterization to be carried out in the labs of the Division of Polymer & Materials Chemistry. You will be assigned an advisor and have access to a number of experimental setups and descriptions of experimental procedures, as well as the chemicals, etc, that are likely to be needed. It is important that you thoroughly study the experimental setups and descriptions, as well as relevant parts of the textbook, in order to fully understand the theoretical and practical aspects of the experiments.

Your first task will be to define and design the experiments that you have to carry out. Thus, you should prepare a detailed written experimental plan where you briefly present relevant theories and equations, and specify the experiments including the different parameters (temperatures, volumes, concentrations, etc.) you will use to prepare and analyze your samples. The groups should be prepared to motivate their choices by showing calculations, etc. Special attention will be paid to the safety and risk assessment, involving careful study of, e.g. Material Safety Data Sheets of the chemicals (available at the lab). You will complete a risk assessment sheet which has to be approved by your advisor. The experimental plan should be handed in one week before you start the experimental work. You will then discuss the plan with your advisor. The plan has to be approved before you may start the experimental work. Contact your advisor before you start to work on your assignment. If any problems arise in your group during the course of the project, please contact the organizer of the course.

Projects

- The reaction kinetics for the formation of an unsaturated linear aliphatic polyester by condensation polymerization.
- The effect of the initiator concentration on the rate of polymerization and on the molecular chain lengths.
- The influence of the concentration of the chain transfer agent octadecyl mercaptan on the rate of polymerization and on the molecular chain lengths of the resulting polymers.
- Study of the radical copolymerization of styrene and butyl methacrylate and evaluate their copolymerization parameters.

Läkemedel

Specialiseringen skall ge en fördjupad kunskap om arbete med framställning av läkemedel, och därmed jämställd verksamhet. Att utveckla ett nytt läkemedel är en komplicerad och tvärvetenskaplig process, som kräver stor kompetens i såväl kemi som kemiteknik och bioteknik. Denna specialisering börjar med två obligatoriska kurser KOK085 läkemedelskemi (se Exempel 13) och KLG027 läkemedelsformulering (se Exempel 20 sidan 37) som har i syfte att ge studenterna insikt om de olika stegen i läkemedelsutvecklingskedjan från upptäckt till en färdig produkt som kan produceras i en rationell process. I dessa kurser ges också en introduktion till läkemedelsindustrins kvalitetskrav och till kliniska studier. De övriga kurserna inom specialiseringen ger studenterna möjlighet att fördjupa sig inom ett eller flera områden som är viktiga för utvecklingen av läkemedel. 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 utveckling av läkemedelsformuleringar och processutveckling. 9 av 13 kurser (69%) på specialiseringen är på A-nivå.

Tabell 7. Karaktärskurser för läkemedel

027 Läkemedelsformulering (obligatorisk)
KOK085 Läkemedelskemi (obligatorisk)
KMB031 Kvalitet och produktsäkerhet
FMS210 Kemometri
KOK090 Läkemedelssyntes
KOK100 Projektkurs i läkemedelskemi
KLGN05 Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi

Exempel 13 KOK085 Läkemedelskemi (Specialisering Läkemedel)

- kunna analysera och värdera en given molekylstruktur som lämplig läkemedelsmolekyl

Syfte med kursen. Kursens syfte är att ge grundläggande kunskaper och bred förståelse för läkemedelskemi och farmakologiska principer ur det molekylärt perspektiv.

Tentamensfråga

Assume that the compound shown here is a novel “lead” drug. There are a few major functional groups on this drug that may be responsible for activity.

- a) What individual chemical alterations would you perform to specifically determine the necessity of each group? Show the resulting products.

Technology Management

Technology Management, TM, är en tvärvetenskaplig inriktning vid LTH. Studenter från alla civilingenjörsutbildningar på LTH kan söka och antas till TM under sina två sista år 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 samspillet 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 ekonomistudenter. 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 modersprogram 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 på LU; en från LTH (teknisk handledare) och en från EHL (ekonomisk handledare), samt granskas av två examinatorer; en från LTH (teknisk examinator) och en från EHL (ekonomisk examinator).

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*

Detta examensmål uppfylls framför allt i specialiseringarna. Dessa beskrivs i större detalj under examensmål 2D där även relevanta exempel finns. Vi vill här även 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 hantera komplexa frågeställningar tränar studenterna framför allt inom den kedja av projekt och projekteringskurser som ingår i utbildningen. Redan i årskurs 1 används projektformen i kursen KET01 Kemiteknik. I kursen genomförs 2 projekt (Se Exempel 18 på sidan 32 och Exempel 19 på sidan 35). I årskurs 3 genomförs en obligatorisk projektlaboration (se Exempel 15 på sidan 27). Detta examensmål säkerställs dock framför allt med de obligatoriska projekt- eller projekteringskurserna på avancerad nivå (se t.ex. KET050 Projektering i Exempel 14 på sidan 26). Tabell 8 visar vilka projektkurser som finns på programmet och de två därpå följande exemplen visar en projektlaboration i årskurs 3 samt en projekteringskurs i Process-designspecialiseringen. Det finns också ett flertal mindre projekt i de vanliga kurserna inte minst inom specialiseringarnas, vilket kan t.ex. exemplifieras av projektet i KLG027

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

läkemedelsformulering (Exempel 20 på sidan 37) som ger god träning i att attackera öppna frågeställningar.

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

KPON01 Projekt i polymer- och materialteknologi	Material
KET050 Projektering (Se Exempel 14 på sidan 26)	Processdesign
KAKN05 Projektkurs i kromatografisk analys	Läkemedel
KOK100 Projektkurs i läkemedelskemi	Läkemedel
KLGN05 Projekt i livsmedel eller läkemedelsteknologi	Läkemedel

Exempel 14 KET050 Projektering (Specialisering Processdesign)

- I en projektgrupp genomföra en industriellt relaterad förprojektering.

Syfte med kursen. Kursen förmedlar tekniken för projektering av kemiska processanläggningar samt praktisk tillämpning av anläggningsteknisk förprojektering.

Examinationsformer. Projekteringsuppgift, grupparbeten och närvaro vid schemalagda lektioner.

Exempel på projekteringsuppgift: Produktion av biodiesel från alger

Genomförs i projektgrupper på ca 5 studenter.

Företag: StatoilHydro ASA, Oslo

Bakgrund: StatoilHydro genomför förstudier för produktion av biobaserade drivmedel och energibärare. Ett sätt att framställa biodiesel baseras på algodlingar. Vissa alger producerar en oljeprodukt som kan utvinnas och vidareaffineras till biodiesel. Produktion av alger kräver tillgång till ett antal betingelser som måste sammanvägas. Detta inkluderar ett lämpligt klimat, tillgång till koldioxid och värme, samt vatten av god kvalitet och gödningsämnen. Lokaliseringen av anläggningen är således en av nyckelfrågorna. Hänsyn måste tas till klimat och geografi likväl som tillgång till spillvärme, koldioxid och vatten, exempelvis inom ett industrikombinat. Tänkbara lokaliseringar kan vara i mellanöstern, exempelvis Qatar, där lämpligt klimat föreligger och överskott av koldioxid finns tillgängligt i anslutning till Hydros aktiviteter.

Projekttuppgift: Målsättningen är att genomföra en förprojektering av en anläggning för framställning av biodiesel från alger. Denna anläggning skall inkludera odlingsfaciliteter, process för utvinning av råolja från algerna, samt eventuellt process för raffinering till biodiesel. Målsättningen är att designa en process med en årskapacitet motsvarande 100 000 ton rå algolja.

Studien kan omfatta följande moment:

1. Framtagning av bakgrundsmaterial genom litteraturstudier.
2. Analys och preliminärt val av lokalisering, samt val produktionsvolym.
3. Framtagning av processkoncept för algodling och utvinning av rå algolja. Analys av erforderliga metoder för raffinering till biodiesel.
4. Processdesign, inklusive processflödesschema och apparatstorlekar.
5. Analys av biproduktsituationen. Förslag till nyttiggörande av biprodukterna.
6. Kostnadsuppskattning, inklusive drift- och anläggningskostnad.
7. Projektvärdering inklusive en ekonomisk analys och beräkning av produktionskostnad.

Exempel 15 KETF05 Projektlaboration i Kemiteknik (Årskurs 3)

- genomföra en kemiteknisk studie inkluderande informationsinhämtning, försöksplanering, framtagning och utvärdering av experimentella resultat, samt redovisning i form av tekniska rapporter och muntlig föredragning.

Syfte med kursen. En viktig arbetsuppgift för kemitekniker är att medverka vid förverkligandet av kemiska reaktioner i såväl stor som liten skala. Detta arbete fordrar färdigheter i

- att ta fram kemiteknisk information
- att genomföra en kemiteknisk undersökning och utvärdera experimentella resultat
- att sammanställa och redovisa erhållna resultat inom såväl löpande projekt som i ett slutdokument
- att samverka i grupp kring ett kemitekniskt projekts olika faser med förberedelse, planering, praktiskt utförande och redovisning/kommunikation

Prestationsbedömning. Muntlig och skriftlig redovisning av litteraturstudie med försöksplan och slutrapport.

Exempel på laborationsuppgift: Framställning av biodiesel

Biodiesel är benämningen på en produkt som förbränningsmässigt har ungefär samma egenskaper som dieselbränsle framställt från fossila råvaror. Man kan framställa biodiesel genom att låta en vegetabilisk eller animalisk olja reagera med en alkohol i en trans-esterifieringsreaktion. Genom att låta tri-glyceriderna i fett reagera med en alkohol får man till exempel etylestrar och glycerol om man använder etanol. Reaktionen förlöper ganska långsamt och man kan genom att tillföra antingen en syra eller bas väsentligt öka hastigheten. Moderat förhöjda temperaturer snabbar också på reaktionen. Valet av katalysator är inte självklart; alkalisk miljö ger ofta relativt snabb reaktion, men nackdelen är känsligheten för vatten, som kan ge upphov till tvålreaktioner, medan sur miljö ger möjlighet att använda oljor av skiftande kvalitet.

Uppgiften utförs i 3 etapper:

1. Sammanställning av litteraturrapport och utarbetande av en försöksplan. Denna del ska utformas så att en kurskamrat med hjälp av sammanställd information och försöksplan ska kunna genomföra undersökningen.
2. Genomförande av försök och utvärdering av resultat med avstämning mot försöksplanen.
3. Sammanställning av utfört arbete och resultat i en slutrapport.

Litteraturundersökningen ska innehålla data, metodbeskrivningar och bakgrundsinformation som fordras för att kunna förstå försöksplanen samt som fordras för försökens genomförande.

Försöksplanen ska omfatta:

- Övergripande målsättning med laborationen
- Försöksupplägg med planerade försök
- Beskrivning av planerat utrustningsbehov
- Riskbedömning av försöken
- Sammanställning av beräkningsgång och utvärderingsmetodik
- Tidsplanering

Litteraturrapporten ska omfatta:

- En kort översikt över olika framställningsmetoder av biodiesel (sur och alkalisk)
- För- och nackdelar med respektive metod
- En redogörelse över tänkbara reaktioner i de olika fallen
- Eventuellt intressanta termodynamiska data för reaktionerna
- Kinetikmodeller
- Analysmetoder för att kunna följa förloppet
- Sammanställning av aktuella föreningars egenskaper avseende hälso- och olycksrisk

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 innehåller något eller några av dessa moment. För kursmål rörande gruppdynamik hänvisas till Examensmål 6. Exempel från hela utbildningen som understödjer dessa färdigheter visas under Examensmål 2, 4, 5 och 6.

Verktögen 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), KBKA05 Teknisk biologi i årskurs 2 samt t.ex. KAK050 Kromatografisk analys. Den senare har t.ex. kursmålen att studenten skall

- kunna beskriva, värdera valet av och optimera vald separationsteknik för analys av olika lågmolekylära och makromolekylära analyter.
- förstå vikten av adekvat provbehandling inför instrumentell analys.
- förstå innebörden av begrepp som används i analyskvalitetssammanhang.
- inse hur valet av analysteknik och metod påverkar analysresultatets kvalitet.

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).

I viss mån är det 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 därför att kurser med färre än 30 studenter inte regelmässigt utvärderas i systemet. Detta är den huvudsakliga anledningen till att Materialspecialiseringen inte har någon kurs representerad i tabellen.

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
FMAA01 Endimensionell analys	Obl	83					
FHL055 Teknisk mekanik	Obl	78	52		62		
KET030 Energiteknik	Obl	69					
FMA430 Flerdimensionell analys	Obl		62				
KAKF01 Analytisk kemi	Obl		53			28	17
KOO101 Grundläggande kemi	Obl			42			
KETA01 Kemiteknik	Obl			28			

Kurs	Spec /obl*	Problem-lösning	Analyt. tänkande	Arb i grupp	Arb m obekanta problem	Skriftl komm	Planera arbete
FMA420 Linjär algebra	Obl				38		
KBKA05 Teknisk biologi	Obl					21	
KOK012 Organisk kemi, allmän kurs	Obl						18
FMS210 Kemometri	L/P	75	75	61	60	23	53
KETN05 Industriella separationsprocesser	P	70	70				
KMB031 Kvalitet och produkt-säkerhet	L			64		36	31
KLGO27 Läkemedels-formulering	L			50	42		50

* L = Läkemedel, P = Processdesign

På programmet är det möjligt att göra en fördjupningskurs i ett eller flera ämnen (så kallade KKK-kurs). En individuell kursplan upprättas och skall godkännas av programansvarig. Kursen innehåller följande moment:

- 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

Nedan finns några exempel på fördjupningskurser som genomförts vid programmet.

Exempel 16 KKK000 Fördjupningskurs i ett eller flera ämnen

Syfte med kursen. Att ge fördjupade kunskaper och färdigheter i valt/valda vetenskapsområde(n).

Exempel på kurser

- Fördjupade kunskaper om tryckdrivna membranprocesser och att omsätta dessa i en praktisk, industriell miljö (Kemiteknik)
- Fördjupade kunskaper och färdigheter i NMR-spektroskopi, särskilt heteronuklära NMR-experiment med tillämpningar på proteiners ligandbindning (Biofysikalisk kemi)
- Fördjupade kunskaper i katalys för förnybara kemikalier (Kemiteknik)
- Fördjupade kunskaper och färdigheter i fosfolipidmembran (Läkemedelsteknologi)
- Fördjupade kunskaper och färdigheter i metalljonrening med kromatografi (Kemiteknik)
- Fördjupade kunskaper och färdigheter i joniska polymerer för vattenrening (Polymerteknologi)
- Fördjupade kunskaper och färdigheter i syreöverföringsprocesser i omrörda reaktorer, speciellt i högviskösa medier (Kemiteknik)

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. Som exempel är det omöjligt att bedriva modern processdesign utan hållbarhetsperspektiv och läkemedelsutveckling utan hänsyn till människors behov saknar mening.

Examensmål 4A

Utbildningen har ett mycket tydligt fokus på att utveckla processer och produkter. Tydligast är detta i projekt- och projekteringskurserna.

Ett tydligt exempel på hur skickliga studenterna blir inom detta område kommer från kursen KET050 Projektering som är obligatorisk på Processdesignspecialiseringen (Se Exempel 14 på sidan 26). Här har man sedan 2009 aktivt deltagit med fyra projekt i en så kallat "University Collaborative Competition" (UCC). Dessa projekt går ut på att olika universitet försöker lösa samma problem genom både samarbete och konkurrens. Alla grupper träffas för en gemensam brainstorming och man har även en gemensam "mid-term-review" under vilken man utbyter åsikter. Den slutliga projektredovisningen sker gemensamt och en vinnare koras efter att man bedömt resultatet efter en detaljerad mall. LTHs deltagande i dessa projekt har varit mycket framgångsrika med flera segrar och har bland annat lett till att studenterna kunnat vara delaktiga i patentansökningar som genererats till en följd av projektet. I Exempel 17 nedan ges information om vilka projekt som har genomförts och vad dessa har genererat för produkter och produktidéer. Det är viktigt att påpeka att grupperna som genomför dessa projekt är blandade och att exemplet därför indikerar att Processdesignspecialiseringen som helhet ger en hög kompetens på detta område för alla studenter.

Ett annat exempel är KLG027 Läkemedelsformulering (Se Exempel 20 på sidan 37) där studenterna skall föreslå hur man väljer och utformar en läkemedelsprodukt för en given patientgrupp.

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

Exempel 17 KET050 Projektering (University Collaborative Competition)**Ammonia Emission Abatement, 2009 Stamicarbon, Holland**

Stamicarbon är en av världens största konstgödseltillverkare. Syftet var att designa en process som minskar luftföroreningarna vid tillverkning av UREA. Projektgruppen från LTH vann sluttävlingen. Ett patent på den nya processen ansöktes med teknologerna som uppfinnare och författare.

The Carbon Strip Challenge, 2010 Bombardier, Belgien

Bombardier är en av världens största tillverkare av flygplan, tåg och spårvagnar. Syftet med projektet var att utveckla en produkt eller metod för att minska slitaget på och flash-over från ledskenorna på tåg och spårvagnar. Denna gång kom projektgruppen från LTH sist i tävlingen, men den av LTH utvecklade metoden visade sig i slutändan vara den enda som fungerar. I dag tillämpas metoden på några hundratal spårvagnar i Bryssel.

The NoVOC Challenge, 2012 AkzoNobel, England

AkzoNobel är en multinationell färgtillverkare. Även vattenbaserade färger innehåller lite organsikt lösningsmedel. Syftet med projektet var att utveckla en ny färgbas utan organsikt lösningsmedel. Projektgrupper från universitet i Kina, Italien och Holland deltog förutom LTH. Projektgruppen från LTH kom tvåa med minsta möjliga marginal. Projektet vid LTH upptäckte en helt ny effekt i färg och som resultat av detta drivs nu undersökningar vidare vid LTH med stöd av AkzoNobel.

The Scintillator Challenge, 2012 Philips, Holland

Philips tillverkar scintillatorinstrument för medicinskt bruk. Själva hjärtat i instrumentet, scintillatoren, innehåller sällsynta och dyra metaller som snabbt stiger i pris. Syftet med projektet var att ta fram en ny scintillator baserat på en billigare råvara. Projektgruppen från LTH vann tävlingen, tätt följd av en projektgrupp från ett Polskt universitet.

Examensmål 4B

Detta mål är också intimt förknippat med examensmål 6 där ytterligare exempel finns.

Examenskraven vid LTH innebär att alla måste studenten läsa minst 6 hp inom området hållbar utveckling. Tyngdpunkten för en kemitekniker när det gäller att ta hänsyn till hållbar utveckling ligger på miljöfrågor, säkerhetsaspekter vad avser kemiteknikens användning och omställning till förnybara råvaror. Dessa aspekter examineras redan i kursen KETA01 Kemiteknik i årskurs 1. I denna kurs läser studenterna boken Hållbar utveckling av Gröndahl & Svanström och skall sedan skriva en reflektion kring kopplingen mellan kemiteknik och hållbar utveckling. Förutom detta deltar studenterna i obligatoriska föreläsningar rörande t.ex. livscykelanalyser. Tyngdpunkten ligger dock genomförandet av ett projekt med en tydlig frågeställning kring hållbar produktutveckling. Se Exempel 18 sidan 32. Övriga kurser som med huvudfokus inom området hållbar utveckling är

- KOK032 Miljökemi (se Exempel 21 sidan 38)
- KTE131 Processriskanalys (se Exempel 22 på sidan 38)

Kursen i miljökemi 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, försurning, fotokemiska oxidanter, övergödning, påverkan genom metaller, organiska miljögifter samt brutna kretslopp och miljöfarliga restprodukter.

Även om det inte direkt framgår av lärandemål eller syfte för en kurs så finns det aspekter och examinerande moment i många kurser som är relevanta för hållbar utveckling. Två sådana exempel på uppgifter och tentamens frågor ges från kursen KOO101 Grundläggande kemi (Se Exempel 1 på sidan 8) och KFK080 Termodynamik (Se Exempel 2 på sidan 8).

Exempel 18 KETA01 Kemiteknik (Årskurs 1)

- Kunna relatera en given och välkänd process till samhällets mål avseende miljömässig hållbar utveckling

Syfte med kursen

- Ge insyn i den framtida yrkesrollen och i industriell miljö
- Ge en förståelse för hållbar utveckling
- Introducera beräkningsteknik i ett ingenjörsmässigt sammanhang
- Introducera projektarbete och gruppbaserat lärande

Prestationsbedömning. Skriftliga och muntliga framställningar, posterredovisning. Inlämningsuppgifter och datorövningar. Närvaro vid minst 75 % av föreläsningar om hållbar utveckling. Tentamen.

Projekt genomförs i självstyrande grupper om ca 7 studenter.

Exempel på projektuppgift: Våren årskurs 1

Ecobränsle i Karlshamn framställer biodiesel, RME, baserad på rapsolja. Den 1 februari 2008 fick anläggningen läggas i malpåse beroende ogynnsam prisutveckling på råvaran. I mars 2009 kunde anläggningen återstartas. Perstorp Oxo i Stenugnsund har en anläggning som också framställer RME men med hjälp av Esterfip-H processen från Axens. En ny kund till vårt konsultföretag önskar en kartläggning av produktionen av RME baserat på Esterfip-H processen. De vill även att en livscykelanalys för RME görs så att de får en uppfattning om emissionen av koldioxid och kväveoxider från bränslet. Momenten som vår kund vill att uppdraget ska innefatta är listade nedan.

- En beskrivning av processen och ett processflödesschema
- En undersökning av vilka råvaror som används och hur de framställs
- Användningsområden för biprodukten
- En materialbalans över processen
- En livscykelanalys för RME

Eftersom biprodukterna från tillverkningen kan användas på olika sätt och eftersom transporter av råvaror och produkter kan ske med olika typer av fordon vill vår kund att livscykelanalyserna behandlar följande fall

- Grupp Prandtl skall göra en livscykelanalys i vilken de fördelar emissionerna på RME och biprodukterna efter deras energiinnehåll. I livscykelanalysen skall transporter av raps och RME ske med lastbilar som drivs av fossilt bränsle.

Vid ett obligatoriskt studiebesök den 19 april på Perstorp Oxo i Stenungsund kommer det att finnas möjlighet att se en anläggning samt att ställa kompletterande frågor.

Projektet ska redovisas i en skriftlig rapport som skall omfatta cirka 12 sidor och i form av en muntlig presentation på 20 minuter.

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 uppnå examensmål 5 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.*

I examensarbetet ingår moment som stöder dessa mål (se Del 3).

Eftersom muntlig och skriftlig presentation ofta tas som självklart och därför inte anges i kursplanerna kartlades i en rapport³ 2010 i vilken utsträckning detta förekom på programmet. Tabell 10 visar att det är omöjligt att undvika dessa moment i specialiseringarna. 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.

	Processdesign	Läkemedel	Material
Skriftlig teknisk rapportering	10	10	9
Muntlig kommunikation	6	9	9
Totalt antal kurser (2010)	12	12	12

Examensmål 5A

Muntlig presentation introduceras redan i KETA01 Kemiteknik (se Exempel 19 på sidan 35) i årskurs 1. I grundblocket förekommer muntlig redovisning sedan i t.ex. KOO052 Polymer- och materialteknologi i årskurs 3 och KETF05 Projektlaboration i Kemiteknik (Exempel 15 på sidan 27). Inom specialiseringarna genomför sedan alla studenter flera muntliga redovisningar av varierande natur. En majoritet av dessa sker på engelska. Ett exempel där muntlig redovisning förekommer är kursen KETN01 Processimulering (Se Exempel 8 på sidan 18). Många muntliga presentationer innehåller moment av diskussion och opposition, som ibland 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.

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

Examensmål 5B

Skriftliga redovisningar förekommer återkommande redan från första terminen. I specialiseringarna sker den övervägande delen av rapporteringen på engelska. Studenterna utsätts för flera olika typer 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 28).

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

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

Några exempel på skriftlig rapportering är KETA01 Kemiteknik (Se Exempel 19 på sidan 35) i årskurs 1, KBKA05 Teknisk biologi (Se Exempel 10 på sidan 19) i årskurs 2 och KAKF01 Analytisk kemi (Se Exempel 9 på sidan 18).

Examensmål 5C

Tyngdpunkten i utbildningen ligger på förmågan att kunna kommunicera på ett internationellt korrekt vetenskapligt sätt och på effektiv intern företagskommunikation. Det senare tränas flera gånger under utbildningen. Alla de obligatoriska kurserna KETF01 Transportprocesser, KETF10 Separationsprocesser och KET030 Energiteknik har t.ex. färdighetsmålet ”att kunna redovisa lösningen av ett [...] -problem i ett tekniskt PM avsett för intern teknisk företagsdokumentation” (se Exempel 6 sidan 12). Ett annat exempel är kursen KETF10 Industriella separationsprocesser där resultatet av en industrilaboration presenteras muntligt för personal på AlfaLaval (Exempel 11 sidan 21).

Inom samtliga specialiseringar finns det utbytesstudenter vilket innebär att både skriftlig och muntlig kommunikation på engelska tränas. 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 ytterligare exempel på kommunikation med 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 KETN01 Processimulering skall studenterna producera en användarmanual (Se Exempel 8 på sidan 18).

- På kursen KETA01 Kemiteknik skall studenterna ta fram ett material som riktar sig till myndigheter och allmänhet (Se Exempel 19 på sidan 35).
- I kursen KLG027 skall studenterna ta fram en detaljerad process instruktion för tablett tillverkning som kan användas av produktionspersonal utan någon högskoleutbildning.
- 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 och med korta muntliga sammanfattningar för en annan studentgrupp i direkt anslutning till laborativa moment.

Exempel 19 KETA01 Kemiteknik (Årskurs 1)

- Kunna planera, genomföra samt rapportera en enklare projektuppgift

Syfte med kursen

- Ge insyn i den framtida yrkesrollen och i industriell miljö
- Ge en förståelse för hållbar utveckling
- Introducera beräkningsteknik i ett ingenjörsmässigt sammanhang
- Introducera projektarbete och gruppbaserat lärande

Prestationsbedömning. Skriftliga och muntliga framställningar, posterredovisning. Inlämningsuppgifter och datorövningar. Närvaro vid minst 75 % av föreläsningar om hållbar utveckling. Tentamen.

Projekt genomförs i självstyrande grupper om ca 7 studenter.

Exempel på projektuppgift: Hösten årskurs 1

Företaget Kemira Kemi AB som ligger i Helsingborg är ett av Sveriges största kemiföretag. En av företagets produkter är svavelsyra. Kemira har länge och medvetet arbetat med att minska sina utsläpp. Det är viktigt för företaget att kunna förse både myndigheter och allmänhet med översiktlig, lättförståelig information. Därför har de anlitat er som konsulter. Företaget vill nu att ni sammanställer en rapport om deras svavelsyratillverkning. De vill framförallt att rapporten innehåller följande:

- Bakgrundsinformation om företaget och speciellt dess tillverkning av svavelsyra.
- En översiktlig beskrivning av miljökonsekvenser och risker vid Kemiras anläggningar i Helsingborg.
- Hur man hanterar råvaror och produkter.
- En processbeskrivning och ett flödesschema över svavelsyrprocessen.
- Beräkning av processens teoretiska utbyte och utsläpp av svaveldioxid (ton per år)
- Beräkning av hur stor teoretisk mängd energi som frigörs i processen och hur energin används, samt hur stor effekt den frigjorda energin motsvarar vid normal årsproduktion.

Projektet skall redovisas genom en skriftlig rapport som bör omfatta 10-12 paginerade sidor Dessutom skall en muntlig presentation av projektet på cirka 20 min. Projektet redovisas också som en poster.

Projektet ska redovisas i en skriftlig rapport som skall omfatta cirka 12 sidor och i form av en muntlig presentation på 20 minuter.

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 6 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

Vi har valt att inte diskutera naturvetenskapliga begränsningar (såsom termodynamikens huvudsatser, massbalanser, mätnoggrannhet, biprodukter och utbyte vid syntes osv) här eftersom vi anser att sådana elementa hör till examensmål 1 och 2. Kurser i grundblocket där sådana frågeställningar naturligt dyker upp är t.ex. KETA01 Kemiteknik, KFK080 Termodynamik, KOK012 Organisk kemi, KETF01 Transportprocesser och KAKF01 Analytisk kemi.

Kemiindustrin står inför en stor utmaning då det gäller att ställa om industrin till förnybara råvaror. Redan i årskurs 1 introduceras hållbar utveckling och studenterna får göra ett projekt inom området (Se Exempel 19 på sidan 32). I kursen KOK032 Miljökemi (Se Exempel 21 på sidan 38) examineras studenterna i grupper om två eller tre studenter genom 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 fördelar och nackdelar med viss teknik och kemikalieanvändning, samt kemiingenjörens roll och ansvar i sammanhanget etcetera. 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 projektlaborationen i årskurs 3 finns ett projekt som rör framställning av biodiesel (Se Exempel 15 på sidan 27). Ett annat exempel på hur studenterna arbetar med effektiv hantering av miljövänliga råvaror finns i KET050 Projektering (Se Exempel 14 på sidan 26).

Sociala aspekter kommer främst in i specialiseringen läkemedel (Se Exempel 20 på sidan 37) där man t.ex. examinerar diskussion kring frågeställningar som rör patientens behov kontra vilka försäkringssystem som finns och frågor som rör utveckling av läkemedel för sjukdomar som framför allt drabbar fattigare länder.

Inom detta examensmål kan även rymmas psykosocial kunskap kring framför allt gruppdynamik. Detta har stor betydelse för förståelsen för hur en arbetsplats fungerar och hur man skapar en produktiv arbetsmiljö. Även detta täcks in av våra projektkurser som i sina kursplaner har kunskapsmål som ”ha full insikt i hur en projektgrupp arbetar” samt färdighetsmål som att ”kunna reflektera kring den egna rollen i en projektgrupp”. Dessa mål understödjs med föreläsningar och seminarier och examinerande självreflektioner.

Exempel 20 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 läkemedelsformulering 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

För kemiteknikprogrammet är det viktigt att våra studenter blir specialister på att bedöma, kommunicera och ta ansvar för kemikaliers påverkan på yttre och inre miljö. Redan i den första kemikursen (KOO101 Grundläggande kemi) kommer säkerhetsaspekter in och studenterna utför självständiga riskbedömningar som examineras med duggor. Riskbedömningar görs sedan regelmässigt på samtliga laborationsintensiva kurser. Alla studenter genomför också en obligatorisk brandskyddsutbildning.

I avsnittet Hållbar utveckling i kursen KETA01 finns två obligatoriska lektionspass som avser samhällets mål avseende hållbar utveckling såsom de manifesteras i Miljöbalken och de nationella miljökvalitetsmålen. Under två timmar arbetar studenterna med en konkret ansökan till Miljödomstolen från ett lokalt företag. Studenterna bedömer ansökan utifrån miljöbalkens hänsynsregler, diskuterar beslutsprocessen och analyserar Miljödomstolens dom. Sammantaget ger detta undervisningsmoment en stor förståelse för samhällets roll och ingenjörens ansvar för teknikens användning, särskilt miljö- och arbetsmiljöaspekter.

I årskurs 3 krävs att studenterna själva skall kunna göra en riskbedömning av försök med kemikalier (se Exempel 15 på sidan 27). I årskurs 3 skall också studenterna välja mellan att KOK032 Miljö kemi (Se Exempel 21 på sidan 38) eller KTE131 Processriskanalys (Se Exempel 22 på sidan 38). Bägge dessa kurser examinerar större riskbedömningar och konsekvensanalyser både med avseende på den undersökta processen och omgivande miljö.

Exempel 21 KOK032 Miljökemi (Årskurs 3)

Syfte med kursen. Kursens syfte är att ge grundläggande kunskaper i att förstå, bedöma och förutsäga kemikaliers effekter på hälsa och miljö.

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 försätsblad, sammanfattning och innehållsförteckning.

Ni skall inte göra en doktorsavhandling utan en sammanhängande analys av en frågeställning baserad på relativt lättillgängliga källor.

Exempel på uppgifter 2011/12

- Use of Hg in gold production in the Amazonas – environmental impact and health effects
- Azo colours in food
- Brominated flame retardants

Exempel 22 KTE131 Processriskanalys (Årskurs 3)

- I riskhanteringsgrupp genomföra, dokumentera och redovisa en säkerhetsgranskning av en industriell processanläggning.

Syfte med kursen. Kursen ger erforderliga kunskaper om moderna arbetsmetoder och beräkningsprocedurer för identifiering, analys och minimering av risker, samt mekanismer och beräkningsmetoder för skadeförlopp inom kemisk processindustri.

Prestationsbedömning. Skriftlig tentamen, projektuppgift och grupparbeten.

Projektuppgift

Förutsättningar. Som bakgrundsmaterial erhålles ett underlag i form av en teknisk beskrivning av en process. Genomförandet av uppgiften skall ske på den nivå som ges av noggrannhetsnivån av den tekniska beskrivningen.

Varje grupp planerar självständigt hur man baserat på bakgrundsmaterialet vill utnyttja sina resurser för genomförandet av uppgiften. Den definierade resursen är 160 mantimmar fördelat på 40 timmars arbete per gruppdeltagare.

Uppgift. Resurserna skall fördelas på ett lämpligt sätt för att genomföra följande delmoment.

- 1 Genomför identifiering och analys av risker för den aktuella processen.
- 2 Genomför eventuellt konsekvensanalyser av valda processsteg.
- 3 Föreslå åtgärder för minimering av risker.
- 4 Avrapportera projektet.

Gruppen skall själv planera och prioritera sina arbetsinsatser samt själv välja metoder för genomförandet.

Redovisning. Projektarbetet slutredovisas skriftligen samt vid ett seminarium.

Del 2

Lärarkompetens och lärarkapacitet

Anställningsordningen vid Lunds universitet säger att tillsvidareanställda professorer, universitetslektorer och universitetsadjunkter vid Lunds universitet ska, för att vara behöriga för sin anställning, bland annat 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. LTHs egna högskolepedagogiska kurser ges av LTHs gemensamma pedagogiska stöd- och utvecklingsenhet, Genombrottet.

LTH inbjuder sina lärare (ej doktorander) att ansöka om att få sina pedagogiska meriter bedömda och bli antagna till LTHs Pedagogiska Akademi. Alla antagna lärare 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 lärarna kompetens vid kemiteknikprogrammet anges i bilagan på sidan 45.

Lärarna kommer i huvudsak från Kemiska institutionen, Institutionen för kemiteknik samt institutionen för livsmedelsteknik. Samtliga dessa institutioner är involverade i grundblocket, medan specialiseringarna Processdesign och Material av naturliga skäl har sin huvudsakliga hemvist vid en av institutionerna.

76% av de kursansvariga lärarna på kemiteknikprogrammet är professorer eller docenter. Totalt är 95% av de kursansvariga lärarna forskarutbildade och 95% är antingen professorer, docenter, lektorer eller innehar ETP, så att de har minst 5 veckors (ofta 10) pedagogisk utbildning. Endast forskarutbildade lärare får vara examinator för examensarbeten.

Del 2

Antal helårsstudenter

Antal helårsstudenter i aktuell utbildning läsåret 2011/2012.

	Antal
Helårsstudenter	200

Del 2

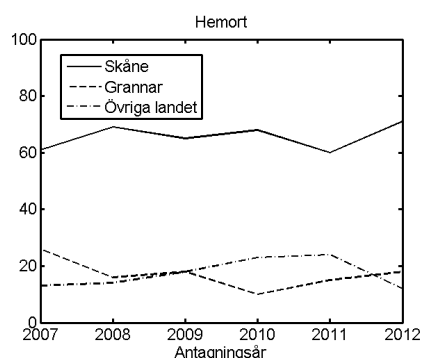
Studenternas förutsättningar

Informationen kring studenternas förutsättningar kommer från EWS enkät. Lunds tekniska högskola har sedan 1997 arbetat med Early Warning System (EWS) i syfte att tidigt kunna identifiera och rikta sina insatser till studenter med behov av hjälp och stöd i sina studier.

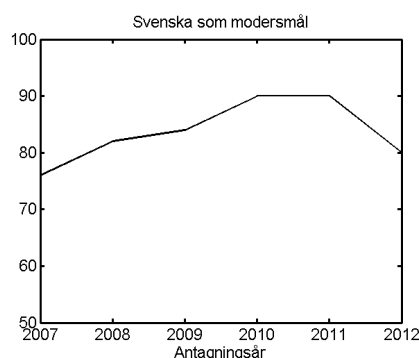
EWS bygger på en enkät som delas ut till alla nya studenter. De får svara på frågor om sin studiebakgrund och den egna synen på sin studiekapacitet, anledning till att de sökte till en utbildning vid LTH och frågor om vad de förväntar sig av sin utbildning.

Rekryteringen till programmet har förbättrats vilket framgår av Figur 8 där antalet kvarstående reserver visas. Andel kvinnor bland nybörjarna är ca 40 % (Se Figur 9). Mellan 80 och 90 % av nybörjarna har svenska som modersmål (Se Figur 5). 2/3 av nybörjarna kommer från Skåne (Se Figur 4) och ca 80 % av nybörjarna har en högst 2 år gammal studentexamen.

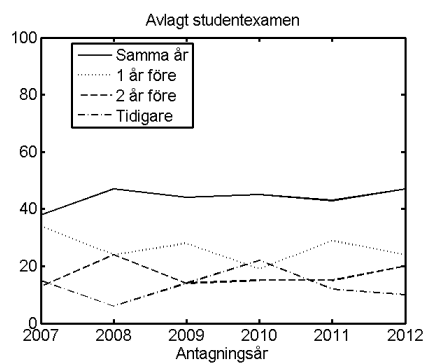
Trots att rekryteringen har förbättrats under perioden så minskar andelen som har valt programmet i första hand (Se Figur 7). Vid rekryteringen finns det en konkurrenssituation främst mot bioteknik- och ekosystemteknikprogrammet på LTH.



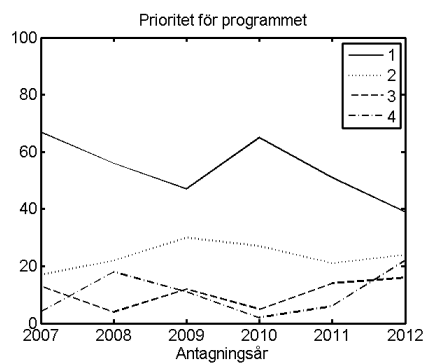
Figur 4. Hemort för nybörjare på kemiteknikprogrammet under åren 2007-2012.



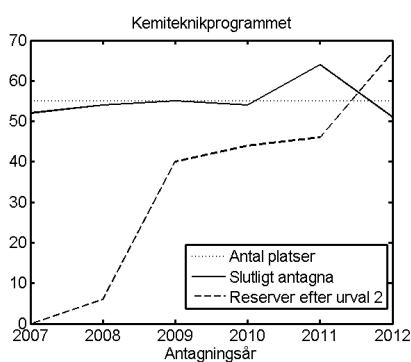
Figur 5. Andel av nybörjarna på kemiteknikprogrammet under åren 2007-2012 som har svenska som modersmål.



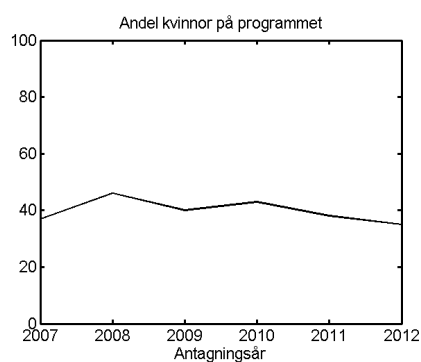
Figur 6. Andel av nybörjarna på kemiteknikprogrammet 2007-2012.



Figur 7. Prioriteten för kemiteknikprogrammet för nybörjare under åren 2007-2012.



Figur 8. Antal antagna och kvarstående reserver till kemiteknikprogrammet under åren 2007-2012.



Figur 9. Andel kvinnor bland nybörjarna på kemiteknikprogrammet under åren 2007-2012.

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 210 hp inom aktuellt program. Examensarbetet som är på 30 hp görs normalt inom den specialiseringen 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. Normalt görs examensarbetet enskilt men studenterna kan göra arbetet i grupper om 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 företag eller organisationer. LTH har dock tagit beslutet att examensarbetsrapporten inte får sekretessbeläggas. Däremot publiceras inte alla rapporter i elektronisk form utan somliga trycks endast i begränsad upplaga. Studenterna har också möjlighet att genomföra examensarbetet utomlands. LTH noterar om examensarbetet är företagsförlagt (gäller inte samarbetsprojekt som i huvudsak görs på institution) samt om de är utlandsförlagda. Under den undersökta perioden har 22 arbeten gjorts på utbildningen varav 15 företagsförlagda och inga var utlandsförlagda.

Av de 22 examensarbeten var 3 examensarbeten inom inriktningen technology management där studenterna alltid gör examensarbete tillsammans med en student som har ekonomisk bakgrund. Ett examensarbete av de resterande 19 har utförts av 2 studenter tillsammans dvs. 17 av 19 studenter har gjort examensarbetet enskilt.

Varje student erbjuds efter avslutat examensarbete att fylla i en utvärderingsenkät. För läsåren 2009-2012 var svarsfrekvensen 73 % för kemiteknikprogrammet. Enkäten visar att 64 % av examensarbetena utförs i samarbete med företag, organisation, kommun, landsting eller stat, en andel som mycket riktigt är högre än graden formellt företagsförlagda. 94 % ansåg att arbetet var relevant eller mycket relevant för utbildningen och 84 % ansåg att det utvecklat analys- och problemlösningsförmågan mycket. 50 % av studenterna fick betalt utöver studiemedlen. Detta ganska nära den genomsnittliga siffran för LTH.

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 avklarade hp 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.

Att närmare 65% av examensarbetena sker i samarbete med någon avnärmare tyder på att kemiteknikteknologerna 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 examinatorena/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 kemiteknik är mycket attraktiva som forskarstuderande, såväl inom kemiteknikområdet som naturvetenskap och medicin. Detta beror framförallt på deras goda beräkningsfärdigheter, kemiska insikter och förmåga att snabbt tackla nya obekanta problem.

Den senaste stora alumniundersökningen gjordes av Lunds universitet 2009. Undersökningen baseras på studenter som tagit examen 2004. De studenter som tog examen i kemiteknik skulle idag antingen tagit examen i kemiteknik eller bioteknik varför undersökningen är dåligt reprensativ för kemiteknikprogrammet. 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.

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 läkemedel- och materialspecialiseringarna 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 Kemiteknik 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	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	FMAA01	Endimensionell analys	G1	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	KETA01	Kemiteknik	G1	Michaël Grimsberg	univadj		JA	17
	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	FHL055	Teknisk mekanik	G1	Hanna Isaksson	univlekt, biträdan			19
	FMA430	Flerdimensionell analys	G1	Patrik Nordbeck	univlekt			46
	KBKA05	Teknisk biologi	G1	Peter Rådström	professor	JA	JA	30
	KBKA05	Teknisk biologi	G1	Lei Ye	forskare	JA		30
	KETF01	Transportprocesser	G2	Bernt Nilsson	professor	JA	JA	17
	KETF10	Separationsprocesser	G2	Mattias Alveteg	univlekt	JA	JA	17
	KETF10	Separationsprocesser	G2	Guido Zacchi	professor	JA		17

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
	KFK080	Termodynamik	G1	Bengt Jönsson	professor	JA		30
	KFK090	Molekylär växelverkan och dynamik	G2	Bengt Jönsson	professor	JA		30
	KOO022	Oorganisk kemi	G1	Staffan Hansen	professor	JA		30
Årskurs 3	FMS086	Matematisk statistik	G2	Anna Lindgren	univlekt			46
	KAKF01	Analytisk kemi	G2	Margareta Sandahl	univlekt			30
	KET030	Energiteknik	G2	Ola Wallberg	univlekt, biträdan	JA		17
	KET045	Kemisk reaktionsteknik	G2	Arne Andersson	professor	JA		17
	KETF05	Projektlaboration i kemiteknik	G2	Mats Galbe	univlekt	JA		17
	KETF05	Projektlaboration i kemiteknik	G2	Lars A H Andersson	univadj			17
	KOO052	Material- och polymerteknologi	G2	Patric Jannasch	professor	JA		30
	KOO052	Material- och polymerteknologi	G2	Staffan Hansen	professor	JA		30
	MIO012	Industriell ekonomi, allmän kurs	G1	Mona Becker	univadj			7
	KOK032	Miljökemi	G2	Ulf Nilsson	professor	JA	JA	30
	KTE131	Processriskanalys	G2	Hans Karlsson	professor	JA		17
Kurser inom specialiseringar	KLK027	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
	KOO045	Materialkemi	A	Staffan Hansen	professor	JA		30
	KPO010	Polymerfysik	A	Frans Maurer	professor			30
	FAFN15	Kristalltillväxt och halvledarepitaxi	A	Jonas Johansson	univlekt	JA		55
	FFFN05	Nanomaterial - Termodynamik och kinetik	A	Kimberly Dick Thelander	univlekt, biträdan	JA		55
	KFKN01	Magnetisk resonans - spektroskopi och avbildning	A	Kristofer Modig	univlekt		JA	30
	KFKN01	Magnetisk resonans - spektroskopi och avbildning	A	Mikael Akke	professor	JA		30

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar-kapacitet
	KOO065	Mikroskopisk karaktärisering av material	A	Reine Wallenberg	professor	JA		30
	KOO105	Analys på nanoskalan	G2	Anders Mikkelsen	professor			-
	KOO105	Analys på nanoskalan	G2	Reine Wallenberg	professor	JA		30
	KPON01	Projekt i polymer- och materialteknologi	A	Sven Lidin	professor			30
	KPON01	Projekt i polymer- och materialteknologi	A	Patric Jannasch	professor	JA		30
	KTE055	Katalys, utvidgad kurs	A	Ingemar Odenbrand	professor			-
	KTE055	Katalys, utvidgad kurs	A	Arne Andersson	professor	JA		17
	KTE080	Polymerkemi	A	Patric Jannasch	professor	JA		30
	KET050	Projektering	A	Hans Karlsson	professor	JA		17
	KAT051	Separationsprocesser, fortsättningskurs	A	Stig Stenström	professor	JA		17
	KBT060	Biotekniska separationsprocesser	G2	Harald Kirsebom	postdoktor			30
	KBT115	Bioprosessteknik	G2	Olle Holst	professor	JA	JA	30
	KET010	Energi och miljö	A	Stig Stenström	professor	JA		17
	KETN01	Processimulering	A	Bernt Nilsson	professor	JA	JA	17
	KTE061	Kemisk reaktionsteknik, fortsättningskurs	A	Gunnar Lidén	professor			17
	KTE071	Biokemisk reaktionsteknik	A	Gunnar Lidén	professor			17