

Högskoleverkets kvalitetsutvärderingar 2011 – 2014

Självvärdering

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

Inledning – Allmänt om utbildningen

Organisation och ledning

Civilingenjörsutbildningen i Teknisk fysik (F-programmet) ges av Lunds 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/F_Uplan_12-13.pdf

Läro- och timplanen för programmet som helhet finns på:

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

Enskilda kursplaner, med sexställiga kurskoder XXXXXX, finns på:

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

Utbildningens syfte

De teknologiska framsteg som varit avgörande för att forma dagens samhälle har ofta byggts på analys och lösning av problem med hjälp av matematik och fysik. Även för att bygga morgondagens samhälle behövs kvalificerade ingenjörer med en bred teoretisk och experimentell bakgrund. Utbildningen i teknisk fysik syftar till att möta behovet av civilingenjörer som

- är generella problemlösare utifrån breda och djupa kunskaper i matematik, fysik och teknikämnen
- söker lösningar i nya och okända, ofta tvärvetenskapliga, tekniska problemställningar i forsknings- och utvecklingsarbete.

Programmet präglas av teoretiskt utmanande studier inom främst matematik och fysik och en nära koppling till starka forskningsmiljöer vid Lunds universitet.

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 181 högskolepoäng. Grundblocket syftar till bland annat till att säkerställa brett kunnande inom det valda teknikområdet, inbegripet kunskaper i matematik och naturvetenskap.

Det fördjupande blocket 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.

Fördjupning inom teknikområdet – specialiseringar

På civilingenjörsutbildningen i teknisk fysik finns följande specialiseringar:

- Acceleratorer – fysik och teknik
- Beräkning och simulering
- Beräkningsmekanik
- Bilder och grafik

- Biologisk och medicinsk modellering
- Energisystem
- Finansiell modellering
- Fotonik
- Hörfrekvens- och nanoelektronik
- Medicinsk teknik
- Nanofysik
- Programvara
- System, signaler och reglering
- Teoretisk fysik

Kurserna inom respektive specialisering listas i läro- och timplanen under särskild rubrik.

Den LTH-gemensamma avslutningen Technology Management kan ingå i civilingenjörsutbildningen i teknisk fysik i enlighet med de krav som finns för avslutningen. TM är ett tvåårigt avslutande program vid LTH till vilket studenter från alla civilingenjörsutbildningar kan söka. TM är ett samarbete mellan LTH och Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet (EHL). Se vidare separat utbildningsplan för Technology Management.

http://www.student.lth.se/fileadmin/lth/utbildning/studiehandboken/12_13/TM_Uplan_12-13.pdf

Progression

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

Kurskrav

Enligt LTHs krav skall utbildningen innehålla:

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

Utbildningen i **Teknisk Fysik** innehåller:

- Ett grundblock med obligatoriska kurser om 181 hp varav 119,5 är på G2- eller A-nivå
- Minst 56.5 hp matematik (inräknat Numeriska metoder) varav 15.5 hp på A-nivå
- Minst 6 hp i hållbar utveckling (FMFF05, EEMF01)
- Minst 6 hp i ekonomi/entreprenörskap (EEMF01)
- En specialisering om minst 45 hp, varav minst 30 är på A-nivå
- Ett examensarbete om 30 hp på A-nivå
- Totalt 300 hp varav minst 75 hp är på A-nivå.

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

Kvalitetssäkring – CEQ-systemet

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

CEQ-systemet genererar mycket information både på kursnivå och på programnivå. LTH anser att CEQ-data har synnerligen hög trovärdighet eftersom systemet har stark förankring i högskolepedagogisk forskning samt för att studenter, lärare och programansvariga har erfarenhet av att tolka och använda CEQ-data sedan systemet infördes 2003.

Mer information, inklusive genomförda kursutvärderingar, finns på: <http://www.ceq.lth.se/>

Sammanfattande schematisk bild över utbildningen

ÅRSKURS 1	ÅRSKURS 2	ÅRSKURS 3	ÅRSKURS 4 & 5	
Fysik: Vågor och kvantfenomen	Fysik: Statistisk fysik och termodynamik, vektoranalys	Fysik: Kvantteori, atom- och kärnfysik, fasta tillståndets fysik	Specialiseringar inom: Fotonik Medicinsk teknik Finansiell matematik Nanofysik Miljöteknik Teoretisk fysik m.fl.	
Matematik: Grundläggande analys och linjär algebra	Matematik: Komplex analys, systemteori, partiella differentialekvationer	Matematik: Sannolikhetslära och statistik, vetenskapliga beräkningar		
Teknik: Mekanik och programmering	Teknik: Mekanik, elektroteknik, och mätteknik, reglerteknik, hållfast- hetslära, hållbar utveckling	Teknik: Ingenjörskunskap, elektromag- netiska fält, beräkningsteknik, ekonomi, hållbar utveckling	Valfria kurser	Examensarbete

Indelningen i 'matematik', 'fysik' och 'teknik' speglar institutionstillhörighet. Vid LTH undervisas mekanik, ellära och elektromagnetisk fältteori vid sina respektive institutioner, där fördjupningskurser, examensarbeten och forskning inom ämnet finns, och inte vid Fysiska institutionen - därav placeringen av t.ex. 'mekanik' under 'teknik'.

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.

För att uppnå examensmål 1 uppnår studenterna 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*

Sammanfattning: Vi bedömer att delmål 1A uppfylls genom grundblocket, att delmål 1B till stor del uppfylls genom grundblocket, men att fördjupningskurser krävs för mer specifik beprövad erfarenhet relaterad till studentens valda fördjupningsområde samt att delmål 1C uppfylls genom det fördjupande blocket samt genom det självständiga arbetet.

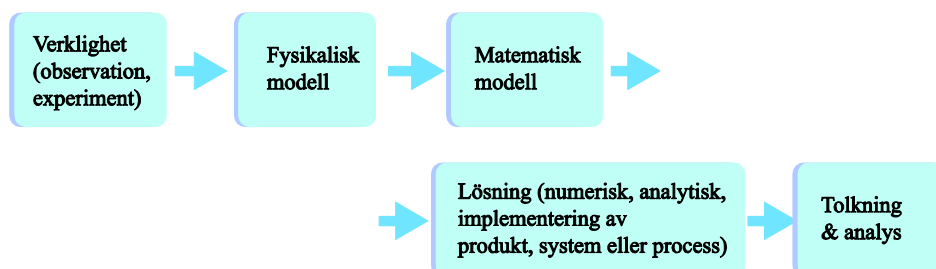
Examensmål 1A

Teknisk fysik (F-programmet) vid LTH har lokala mål utöver de nationella för civilingenjörsutbildningar. Ur de lokala målen:

- kunna hantera tekniska problem, i synnerhet sådana som lämpar sig för teoretisk analys
- genom att kombinera kunskaper i matematik, fysik och teknik kunna ta fram förslag till lösningar på nya och oförutsedda problemställningar inom flera olika teknikområden.

Dessa mål konkretiserar programmets teknikområde – att från en grund av matematik och fysik kunna tillägna sig, utveckla och vidareutveckla teknik samt ha insikt i att skilda tekniska och fysikaliska problemställningar kan modelleras med likartade metoder. ”Fysik” i meningen ”teknisk fysik” enligt ovan praktiseras vid många institutioner vid LTH, vilket avspeglas i de många valfria kurserna samt de många examensarbetsämnena på programmet. Programmet utbildar i stor utsträckning för vetenskap i vid mening, dvs forskning och utveckling inom akademi och näringsliv. F-ingenjörer har en väldigt diversifierad arbetsmarknad, vilket framgår av bland annat alumni-databasen vid Lunds Universitet. Av de alumner som uppgivit titel eller arbetsbeskrivning på ett sådant sätt att det går att dra slutsatser om karaktären på deras arbete, kan ca 30% karakteriseras som chefer (ex. VD, Head of Project Office), 30 % som generalister (ex projektledare, patentkonsult) och 40 % som specialister (ex. senior technical engineer, embedded software designer).

Teknikområdet utgörs i huvudsak av tillämpningar nära fysik och matematik. Vi har valt att beskriva programinnehållet i mer detalj under mål 2. Här fokuserar vi på den vetenskapliga grunden som en generell metodik för att formulera och hantera problem som lämpar sig för teoretisk analys. För teknisk fysik innebär detta ofta att baserat på fysikaliska observationer beskriva dessa i termer av modeller, formulera dem matematiskt samt ha insikt i och förmåga att hantera modellen och dess begränsningar i tillämpningar och kunna tolka och analysera resultatet (se fig 1.). Exempelen nedan är från obligatoriska kurser, då det är säkerställt att samtliga studenter tar del av kursen.



Figur 1: Illustration av den metodik som kurser inom F-programmet bidrar till att utveckla.

Årskurs 1 innehåller grundläggande matematik, programmering samt två fysikkurser. Första fysikkursen syftar till att ge en inblick i modern fysik och i kopplingen mellan fysik och teknik:

FAFA55 Kvantfysikaliska koncept. Årskurs 1

Kursen introducerar kvantfysiken och dess begreppsvärld och visar exempel på hur kvantfysik används i modern teknik. Avsikten är att visa på den centrala roll som grundläggande, ny fysik spelar i utvecklingen av modern teknik. Kursen ger möjlighet till reflektion över kvantmekanikens begreppsvärld. Kursinnehållet kopplas till tillämpningar (sveptunnelmikroskop, kvantdatorer). Centrala mål ur kursplanen:

- kunna analysera enkla problemställningar kring kvantmekaniska fenomen;
- kunna genomföra och tolka enkla beräkningar kring kvantfysikaliska problem;
- kunna beskriva och ge exempel på hur modern teknik använder sig av kvantfysikaliska koncept.

I kursen ingår en laboration ([www¹](http://www.ftf.lth.se)) om tunneleffekt, där elektriska egenskaper hos nanometerstrukturer; närmare bestämt enkel-och dubbelbarriärer definierade i halvledarheterostrukturer, studeras. Studenterna får i kursen tillräcklig insikt för att kunna göra enkla beräkningar som stämmer relativt väl överens med deras mätresultat och vissa avvikelser kan förstås. ■

¹ [www](http://www.ftf.lth.se/F-login) indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

Samtliga fysikkurser innebär att konstruera modeller av verkligheten, där man idealiserar verkligheten till en matematiskt hanterbar form som ändå inte är så förenklad att den inte ger användbara resultat. Här exemplifieras med FFFF05 Fasta tillståndets fysik.

FFFF05 Fasta tillståndets fysik. Årskurs 3

Kursen syntetiserar kunskaper i kvantmekanik, statistisk fysik, ellära m.m. vilket möjliggörs av dess position sent i årskurs 3. Inom kursen utvecklas en förståelse för modellbygge bl.a. genom att fasta material först betraktas som en klassisk elektrongas; en modell som sedan successivt förfinas tills den tillåter en beskrivning av uppkomsten av bandstruktur. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna beskriva de inom kursen använda modellerna samt deras förutsättningar, möjliga användningsområden och begränsningar.
- kunna välja relevanta modeller med inslag av kvantmekanik för att beskriva fasta materials elektronstruktur.

Ett exempel på konceptuell tentamensfråga relaterat till detta är:

Vi beskriver valenselektroner i metaller som en fri elektrongas, men att betrakta elektrongasen som klassisk leder snabbt till problem. Diskutera ett exempel på en materialegenskap hos metaller där en modell med inslag av kvantmekanik är nödvändig för att kunna beskriva de experimentella resultaten. (Tentamen 100819) ■

Beskrivningen av fysikaliska fenomen resulterar ofta i partiella differentialekvationer. Studenternas matematiska verktyg utvecklas vidare under årskurs 2, där kursen FMA021 Kontinuerliga system behandlar teorin för partiella differentialekvationer.

FMA021 Kontinuerliga system. Årskurs 2 (avancerad nivå)

Kontinuerliga system uppträder ofta i fysik och andra naturvetenskaper, inom mekanik-, elektro- och andra teknikvetenskaper, inom ekonomiska vetenskaper etc. Kontinuerliga system beskrivs i allmänhet med partiella differentialekvationer. Kursen syftar till att förmedla förståelse för partiella differentialekvationer, samt matematiska verktyg och förmåga att använda dessa, för hela kedjan *modellbygge - analys - tolkning av lösningar*. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna visa förmåga att formulera matematiska modeller för fenomen inom värmeledning, diffusion, vågutbredning och elektrostatik.
- kunna visa förmåga att fysikaliskt tolka matematiska modeller med olika randvillkor för de tre grundtyperna av partiella differentialekvationer: värmeledningsekvationen, vågekvationen och Laplace/Poissons ekvation, samt att förstå karaktären av deras lösningar.

- kunna visa förmåga att självständigt välja lämpliga metoder för att lösa de tre grundtyperna av partiella differentialekvationer och att genomföra lösningen av dessa i huvudsak korrekt.

Exempel på tentamensfråga med inslag av fysikalisk modellering:

Ett smalt vattenfyllt rör med längd 2 är slutet i vänstra änden ($x = 0$) medan högra änden är öppen och nedsänkt i en stor behållare med rent vatten. Vid tiden $t = 0$ brister en ampull vid $x = 1$ och massan M av ett ämne börjar diffundera ut i vattnet. Diffusionskonstanten är D . Bestäm koncentrationen av det diffunderande ämnet i röret. (Tentamen 2012-01-13) ■

Ibland är numeriska lösningar nödvändiga. Två kurser i grundblocket, båda i årskurs 3, har fokus på numerisk lösning av differentialekvationer; FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer samt FHLF01 Finita elementmetoden. Här exemplifieras med den tidigare:

FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer. Årskurs 3 (avancerad nivå)

Kursens syfte är att studenterna ska erhålla förståelse för och färdighet i att använda de vanligaste metoderna för att approximativt lösa ordinära och partiella differentialekvationer. Kursen behandlar bl.a. metoder för tidsintegration, explicita och implicita Runge-Kutta metoder, felanalys, stabilitet och konvergens, Poissons ekvation: elliptiska, paraboliska och hyperboliska problem samt metoder för tidsberoende PDEer. Introduktion till differensmetoder för konervationslagar. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna diskretisera ordinära och partiella differentialekvationer. Vidare skall studenten självständigt kunna implementera och använda dessa algoritmer.
- självständigt kunna bedöma resultatens relevans och noggrannhet.

Kursen examineras genom tentamen och genom tre inlämningsuppgifter (med individuella tekniska rapporter) där studenterna implementerar olika metoder för att lösa differentialekvationer ([www](http://www.högskoleverket.se)). Här exemplifieras med en av de tre uppgifterna:

Differential equations Graded project #2 Goals: *In this assignment, the goal is to modify your Matlab two point boundary value problem (2pBVP) solver that you developed in the second computer exercise. You will then use it to solve a stationary heat conduction problem. In the second part of this assignment, you will construct a Sturm–Liouville eigenvalue solver, and solve the Euler buckling problem, as well as the stationary Schrödinger equation for a quantum particle in a potential box, for any potential profile. A fair amount of work is involved, and the objective is to learn the basic finite difference methodology by implementing it in detail. As it is too complicated to make the solver adaptive (so that the grid varies along the solution), we only construct solvers for equidistant grids. ■*

Examensmål 1B

Begreppet ”beprövad erfarenhet” blir inom programmets kontext en färdighet i att använda och insikt i användbarheten för matematiska modeller samt för experiment och observationer som verktyg för att utvärdera relevansen, användbarheten och funktionen hos system och modeller. F-ingenjörers kompetens ska innefatta förmåga att gå utanför beprövad erfarenhet och på en bas av fundamentala insikter kunna utforma ny teknik och delta i kunskapsutvecklingen - dvs insikt i en metodik snarare än regelverk (tumregler) inom specifika underdiscipliner.

Flera kurser i grundblocket, utöver de under föregående delmål, ger verktyg för detta – ex. EDA017 Programmering, FRT010 Reglerteknik, allmän kurs, FHL105 Hållfasthetslära, grundkurs, EEM007 Mätteknik, och FMS012 Matematisk statistik, allmän kurs.

Här exemplifierar vi först med EDA017 Programmeringsteknik, då formuleringar i kod är frekventa inslag, ibland dominerande, i många delar av utbildningen och i många ingenjörers arbete, och sedan med EEM007 Mätteknik.

EDA017 Programmeringsteknik. Årskurs 1

Grundkursen i programmeringsteknik ska ge studenterna grundläggande insikter i objektorienterad programmering och programspråket Java samt i att använda Matlab. Matlab återkommer i många kurser genom utbildningen, och programmeringsstrategi är viktigt, inte minst i kurserna för numeriska metoder i årskurs 3. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna förklara och ge exempel på användning av grundläggande algoritmer, till exempel för sökning och sortering
- kunna konstruera och implementera algoritmer för att lösa enkla uppgifter
- kunna strukturera program, både med hjälp av underprogram och med hjälp av klasser och metoder
- kunna använda enkla verktyg för att skriva in, testa och felsöka program

Kursen examineras genom en rad programmeringsuppgifter samt en slutlig tentamen. Denna är utformad så att studenten ska läsa och förstå en ramhistoria på 2-3 sidor, där ett system (t.ex. kösystem på sjukhus eller nätbaserat system för prisövervakning *www*) beskrivs. Studenten ska sedan implementera delar av den nödvändiga koden så att systemet fungerar enligt beskrivningen i ramhistorien. ■

EEM007 Mätteknik. Årskurs 2.

Kursen berör metoder för och aspekter på elektriska mätningar. Kursen har starka laborativa inslag, där man får färdighet i att hantera och kunskap om bl.a. oscilloskop, AD/DA-omvandlare, störningar och datorbaserade mätsystem. Centrala mål ur kursplanen:

- ha kunskap om olika mätmetoder och deras uppbyggnad för mätning av spänning, ström, impedans, tid, frekvens och frekvensspektra.
- ha förståelse för begränsningar hos mätmetoder och inverkan av störningar för att undvika mätfel.

- kunna välja lämplig mätmetod och instrument i en given mätuppgift samt utföra mätningar.
- ha förmåga att bedöma mätresultat för att minimera risken för mätfel och feltolkning.

En av laborationerna behandlar störningar och störningsbekämpning (*www*). Laborationen examineras genom förberedelseuppgifter, laborativa uppgifter och laborations-sammanfattning. I laborationen studeras hur kapacitivt, induktivt och resistivt kopplade störningar (som studenterna skapar själva samt från störkällor i labsalen) kan sprida sig in i mätuppställningar. Inverkan av dessa ska minimeras med hjälp av olika metoder som diskuterats i kursen. I anslutning till laborationen diskuteras också EMC-begreppet (electro-magnetic compatibility) och laborationen som helhet betonar att ostörda mätsituationer är en idealisering. ■

Examensmål 1C

En stor majoritet av lärarna inom programmet, i grund- såväl som fördjupningsblocket, är aktiva forskare och har insikt i sitt ämnes aktuella frågeställningar. LTH har aktiva forskargrupper inom alla ämnen på programmet och världsledande forskargrupper inom flera områden, t.ex. reglerteknik, bildanalys, nanovetenskap, laserfysik. Lärare från samtliga dessa senare grupper är aktiva i grundblocket.

Många lärare hänvisar till och exemplifierar med aktuell forskning där det är möjligt, men detta examineras sällan explicit i grundblocket. En del kurser, t.ex. FAFA55 och FHLF01 Finita elementmetoden, innehåller gästföreläsningar. I FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar ingår ett projekt som ger viss insikt i aktuellt forskningsarbete.

FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar. Årskurs 3

Inom kursen görs ett projekt om ca 1 vecka där studenterna får välja mellan ett antal ämnen (*www*) relaterade till kursens innehåll. Många av projektförslagen (14 av 26) innebär att studenterna får närmare kontakt med en lärare/forskare inom ett område relaterat till kursen, och får djupare insikt i dennes specialområde. Projekten redovisas (enbart muntligt) i tvärgrupper, och under åren 2008-2011 var minst hälften av projekten i varje redovisningsgrupp av sådan karaktär som beskrivs ovan. Exempel på sådana projekt är:

Kärnfysikaliska analysmetoder - kärnfysiken som tvärvetenskaplig analysmetod. I projekten tas tre olika typer av analyser upp, accelerator-masspektroskopi, jonstråleanalys och aktiveringsanalys. Alla tre metoderna används för att bestämma relativa små halter av isotoper och grundämnen i olika typer av material. I projektet, som är en litteraturstudie, skall metod och tillämpningsområde diskuteras.

Laseracceleration - När ljuspulser från en högeffektslaser växelverkar med en gas av fria atomer kan en rad spännande fenomen observeras. Bland annat kan elektroner accelereras till hundratals MeV kinetisk energi på ytterst kort sträcka (~1 mm). Principerna för sådan acceleration och möjliga tillämpningar studeras i detta projekt. ■

Examination som berör forsknings- och utvecklingsnära innehåll finns huvudsakligen i det fördjupande blocket och i examensarbetet. Programmets specialiseringar innehåller alla forskningsnära kurser på avancerad nivå vid institutioner med aktiva forskargrupper. Alla specialiseringar innehåller kurser från minst två institutioner, de flesta från fler än så, vilket ger studenterna insikt i olika sätt att bedriva forsknings- och utvecklingsverksamhet, t.ex. m.a.p. metodval.

I tabell 1 finns samtliga specialiseringar listade tillsammans med några nyckeltal som beskriver miljön och möjligheterna inom specialiseringen. Nyckeltalen är en sammanvägning av information från kursplaner, kurshemsidor, programledningens kunskap om kurserna samt diskussioner med institutioner. Språkbruk och vetenskapsmetodik skiljer sig mellan olika områden, varför vi har fått vara något flexibla i definitionen av ”projekt” och ”FoU-nära” för att ta hänsyn till olika sätt att bedriva undervisning och forskning. Projekt betyder här större uppgift om minst 40 timmar. FoU-nära innebär att man får insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete i annat än låg grad, i vissa fall i hög grad.

Specialisering	kurser (A) / eng	projekt	FoU-nära/projekt	Antal inst.
Acceleratorer – fysik och teknik*	12/12	8	10/7	4
Beräkningsmekanik	14/13	10	9/7	4
Beräkning och simulering	17/14	7	7/5	6
Bilder och grafik	11/10	6	8/6	5
Biologisk och medicinsk modellering	13/12	4	9/4	6
Energisystem	12/6	7	8/5	6
Fotonik	14/14	7	10/6	2
Finansiell modellering	12/12	4	9/3	5
Högfrekvens- och nanoelektronik	16/16	6	10/6	2
Nanofysik	15/15	9	10/8	2
Medicinsk teknik	12/9	9	9/7	7
Programvara	9/8	6	7/6	2
Signaler, system och reglering	16/15	10	10/8	4
Teoretisk fysik*	14/14	5	6/3	5

Tabell 1: Sammanställning över specialiseringar på F-programmet (- unik för F). Kolumnerna anger följande: antal kurser på A-nivå/hur många av dessa som ges på engelska, hur många som innehåller projekt, hur många som är forsknings- eller utvecklingsnära alt. ger insikt i aktuellt FoU-arbete i annat än ringa grad/ hur många ur denna kategori som innehåller projekt samt antal institutioner som ger kurser inom specialiseringen. Nyckeltalen gäller för läsåret 11/12.*

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.

För att uppnå examensmål 2 uppnår studenterna 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*

Sammanfattning: Delmål 2A-2C anser vi vara uppfyllda genom grundblocket, där programmet har stora inslag av matematik, fysik samt teknikämnen som bygger på dessa. Delmål 2D uppfylls genom det fördjupande blocket (specialiseringarna) samt genom det självständiga arbetet.

åk 1	Linjär algebra, 6hp	Kvantfysikaliska koncept, 9 hp	Flerdimensionell analys, 6hp	Våglära och optik, 9hp
	Endimensionell analys, 15 hp		Mekanik - statik och partikeldynamik, 6hp	
			Programmeringsteknik, 9 hp	
åk 2	Funktionsteori, 7 hp	System och transformeringar, 7 hp	Kontinuerliga system, 7,5 hp	
	Mekanik - dynamik 6hp	Hållfasthetslära, 4,5 hp	Vektoranalys, 3hp	Mätteknik, 4,5 hp
	Statistisk termodynamik med tillämpningar, 6 hp		Reglerteknik, 7,5 hp	Ellära och elektronik, 7,5 hp
åk 3	Elektromagnetisk fältteori, 6 hp	Numeriska metoder för differentialekvationer, 8 hp	Fasta tillståndets fysik, 7,5 hp	Finite elementmetoden, 6 hp
	Atom- och kärnfysik med tillämpningar, 15 hp		Företagande, entreprenörskap och miljö, 9 hp	
			Matematisk statistik, 9 hp	

Figur 2: Översikt över grundblocket. Kurser i rött är matematik, kurser i grönt fysik (inom Fysiska institutionen) och kurser i blått teknik- och ingenjörskurser.

Grundblocket inom Teknisk Fysik (F-programmet) består av kurser inom matematik, fysik och teknik- eller ingenjörssämen som förstärker och stödjer varandra. Notera att vid LTH undervisas mekanik, ellära och elektromagnetisk fältteori vid sina respektive institutioner där fördjupningskurser, examensarbeten och forskning inom ämnet finns och inte vid Fysiska institutionen.

Examensmål 1A

Teknikinnehållet på programmet utgörs av de blå områdena i figur 2. Genom kurserna breddas studenternas tillämpade kunnande och de exponeras för miljön och möjligheterna inom olika institutioner. Här exemplifieras med en kurs från varje årskurs; FMEA05 Mekanik

– statik och partikeldynamik, FRT010 Reglerteknik, allmän kurs samt ETE055 Elektromagnetisk fältteori. Flera av de övriga diskuteras under andra mål.

FMEA05 Mekanik – statik och partikeldynamik. Årskurs 1.

Kursen ger kunskaper om mekanikens grundläggande begrepp och samband för materiella system i jämvikt och partiklar i rörelse. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna förklara och använda grundbegreppen kraft, moment, rörelsemängd, rörelsemängdsmoment, impuls och impulsmoment, samt uttrycka dem skalärt och i vektorform
- kunna frilägga en materiell kropp och ställa upp jämviktsekvationer
- kunna redogöra för olika praktiska tillämpningar
- kunna beskriva hastigheter och accelerationer i cartesiska, naturliga och polära koordinatsystem, samt använda kraft- och momentekvationer för en partikel
- kunna utifrån verkliga situationer avgränsa en problemställning och utföra en jämviktsanalys

Kursen examineras genom tentamen och ett simuleringsprojekt, där studenterna använder kommersiell programvara för att studera ett dynamiskt system (Ballistiska banor men hänsyn tagen till gravitationskraft, luftmotstånd och Corioliskraft).^(www²) ■

FRT010 Reglerteknik, allmän kurs. Årskurs 2

Kursen bygger på matematiken från främst FMAF05 System och transformer och syftar till att ge kunskap om grundläggande principer inom reglerteknik. Kursen skall ge insikt om vad man kan åstadkomma med reglering och vilka möjligheter och begränsningar som finns. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna linjärisera olinjära dynamiska modeller.
- kunna beräkna samband mellan dynamiska modeller i form av transientsvar, överföringsfunktioner, differentialekvationer på tillståndsform samt frekvenssvar beskrivna med Bode- eller Nyquistdiagram.
- kunna analysera dynamiska system med avseende på stabilitet, robusthet, stationära egenskaper samt styrbarhet och observerbarhet.
- kunna beräkna implementerbara regulatorer genom diskretisering av analoga regulatorer.

Exempel på tentamensuppgift:

Överföringsfunktionen för en tankprocess är given enligt

² www indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

$$G(s) = \frac{5}{(s + 2)^2}$$

Designa en regulator för denna process så att följande specifikationer uppfylls vid enkel återkoppling:

- Skärffrekvensen är 6 rad/s
- Fasmarginalen är 50°
- Konstanta laststörningar ska fullständigt regleras bort i stationäritet

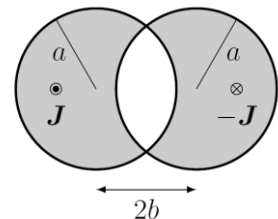
Välj själv vilken typ av regulator du vill använda. (Tentamen 120413) ■

ETE055 Elektromagnetisk fältteori. Årskurs 3

Kursen bygger på fysikkurserna FAFF30 Våglära och optik samt FMFF01 Vektoranalys såväl som på matematiken i årskurs 2 och ETE115 Ellära och elektronik. Kursens beskriver grundläggande teori och tillämpningar inom elektromagnetisk fältteori. Stor vikt läggs vid fysikalisk insikt kopplat med användandet av matematiska modeller. Kursen avser också att belysa de vitt spridda tillämpningarna av den elektromagnetiska fältteorin såsom optik, elektronik och kommunikationsteknik. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna tillämpa Maxwells ekvationer på enkla elektrostatiska, magnetostatiska och elektrodynamiska problem
- kunna förstå grundläggande utbredning och generering av elektromagnetiska vågor
- kunna visa förmåga att på ingenjörsmässiga grunder bedöma elektromagnetiska problem, göra relevanta approximationer och välja lämplig lösningsmetod
- kunna förklara styrkan och generaliteten i en fältteoretisk beskrivning av fysikaliska fenomen

Exempel på tentamensuppgift: En parledning har ett tvärsnitt, som ges av skärningen mellan två cirklar, vardera med radien a , vars centra är separerade med ett avstånd $2b$ ($b < a$), se figur. Den ledande delen av tvärsnittet är gråfärgad, och den linsformade ofärgade mittdelen är vakuum, och har strömtäthet noll, liksom utanför ledarna. Ledaren till vänster har en strömtäthet J upp ur pappret, medan den högra ledaren har motsvarande strömtäthet in i pappret. Båda ledarna består av ett omagnetiskt material, och strömtätheterna är jämnt fördelade över respektive tvärsnitt. Bestäm den magnetiska flödestätheten i det linsformade tomrummet mellan ledarna. ■



Examensmål 1B

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 analys 6hp. För F-programmet ingår vidare FMAF01 Funktionsteori, FMAF05 System och transformer samt FMA021 Kontinuerliga system. I

grundblocket ingår även FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer och FMS012 Matematisk statistik, allmän kurs.

FMA021 Kontinuerliga system samt FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer har diskuterats under Mål 1; här exemplifierar vi med FMAF05 System och transformer. Metoder från denna används senare i årskurs 2 i kurserna FRT010 Reglerteknik, allmän kurs samt ETE115 Ellära och elektronik.

FMAF05 System och transformer. Årskurs 2

Kursen syftar till att ge matematiska begrepp och metoder från linjär algebra och analys som är viktiga för systemteori (kontinuerlig och diskret), och för vidare studier inom till exempel matematik, ekonomi, fysik, matematisk statistik, mekanik, reglerteknik, signalteori samt för framtida yrkesverksamhet. Centrala mål ur kursplanen:

- ha kunskap om egenvärdens betydelse i stabilitets- och resonanssammanhang, för såväl tidskontinuerliga som tidsdiskreta linjära system.
- kunna beskriva och använda begreppen linjaritet, tids- och rumsinvarians, stabilitet, kausalitet, impulssvar och överföringsfunktion, såväl i kontinuerlig som diskret tid.
- kunna definiera begreppet faltning, diskret och kontinuerlig, och kunna använda det både för att beskriva linjära tidsinvarianta insignal-utsignalssystem, och för beskrivning av vissa typer av integralekvationer.
- kunna visa förmåga att självständigt välja lämpliga metoder för att lösa system av linjära differentialekvationer och system av linjära differensekvationer, och för att genomföra lösningen i huvudsak korrekt.
- kunna visa förmåga att använda egenvärdesteknik, elementär distributionsteori, funktionsteori, Fourier- och Laplacetransformationer och faltningar vid problemlösning inom teorin för linjära system.

Exempel på tentamensuppgifter:

Exempel 1: *I ett lineärt, tidsinvariant och kausalt system ges sambandet mellan insignalen w och utsignalen y av differentialekvationen*

$$y''(t) + 4y'(t) + 5y(t) = w'(t) + w(t), \quad t \in \mathbb{R}$$

a) *Bestäm systemets överföringsfunktion och impulssvar.*

b) *Är systemet insignal-utsignalstabil?*

c) *Finns det någon begränsad insignal, som ger upphov till utsignalen $\theta(t)$?*

Exempel 2: Sätt $f(t) = \frac{\sin t}{t} e^{-|t|}$

a) *Bestäm Fouriertransformen av $t \cdot f(t)$.*

b) *Bestäm Fouriertransformen av $f(t)$.*

c) *Beräkna integralen*

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t) dt \quad \blacksquare$$

Examensmål 1C

Naturvetenskapsinnehållet på programmet utgörs i stor utsträckning av fysik. Fysiken i årskurs 1 utgörs av FAFA55 Kvantfysikaliska koncept (se mål 1) och FAFF30 Vågor och optik. På detta följer i årskurs 2 FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämpningar samt FMFF01 Vektoranalys. Efter årskurs 2, där FMA021 Kontinuerliga system ger en djupare förståelse för partiella differentialekvationer, fortsätter spåret på hösten i årskurs 3 med mer kvantmekanik samt atom- och kärnfysik inom FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar och sedan FFFF05 Fasta tillståndets fysik. Här exemplifieras med några kurser:

FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämpningar. Årskurs 2.

Syftet med kursen är att ge såväl tillämpningar som en bas för fortsatta studier inom bl a atom-, förbrännings- och fasta tillståndets fysik. Utgående från termodynamiken får studenten tillämpa och fördjupa sina kunskaper i ett projekt (se mål 6). Centrala mål ur kursplanen:

- kunna redogöra för den statistiska termodynamikens grundantaganden
- förstå och kunna redogöra för termodynamikens huvudsatser.
- kunna beskriva principerna för värmemotorer, kylmaskiner och värmepumpar
- förklara sambanden mellan centrala begrepp som entropiproduktion och effektiviteten hos termodynamiska system
- kunna analysera och göra beräkningar på enkla termodynamiska system

Kursen examineras genom tentamen, projekt och två laborationer. Den ena (*www*) utförs vid avdelningen för förbränningsfysik inom Fysiska institutionen och har som mål att bl.a.

- träna termodynamiska begrepp så att ökad insikt erhålls om temperatur, entalpi, entropi, och värmekapacitet, och sambanden dem emellan. Detta görs bl.a. genom beräkningar av reaktionsentalpier och flamtemperaturer.
- få insikt i de processer som sker vid förbränning.
- reflektera över mätteknikers möjligheter och begränsningar. ■

FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar. Årskurs 3.

Kvantmekaniken från FAFA55 Kvantfysikaliska koncept fördjupas med stöd av FMA021 Kontinuerliga system. Kursen går vidare med att behandla grundläggande atom- och kärnfysik samt tillämpningar, t.ex. laserteknik och miljömätteknik. Genom att lyfta fram viktiga tekniska tillämpningar skall kursen visa på det ömsesidiga beroendet mellan teknik och vetenskap. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna beskriva atomens och atomkärnans uppbyggnad och struktur
- kunna genomföra vissa kvantmekaniska beräkningar på system med sfärisk symmetri
- kunna beskriva strålning och dess växelverkan med materia
- kunna applicera kvantmekanikens metoder för analys och beräkning av fysikaliska problemställningar inom området

- ha erhållit insikt i hur olika fenomen inom atom- och kärnfysik kan ha samma kvantmekaniska bakgrund men av olika storleksordningar, t.ex. energinivåstrukturer samt emission och absorption av strålning

Kursen examineras genom tentamen, laborationer och projekt. Exempel på kärnfysiklaboration och tentamensuppgift finns under Mål 4 och 6, medan exempel på projektuppgifter finns under Mål 1, 4 och 6. Atomfysikdelen innehåller bl.a. en laboration ”Diodlaserspektroskopi”, där man bland annat studerar begreppet linjebredd och om tid finns bestämmer koncentrationen av atomer i en gas mha laserspektroskopi (www). Exempel på tentamensuppgifter inom kursen:

Exempel 1: Vid en viss tidpunkt ges elektronvågfunktionen för väteatomen av

$$\phi(r, \theta, \varphi) = Cr^2 e^{-r/(3a_0)} Y_2^{-2}(\theta, \varphi) \quad \text{där } C \text{ och } a_0 \text{ är konstanter.}$$

- a) Visa genom beräkning att $\phi(r, \theta, \varphi)$ är ett egentillstånd till väteatomens Hamiltonoperator. Bestäm även energin från dessa beräkningar. (2 p)

Det gäller att
$$\nabla^2 = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} r - \frac{1}{r^2 \hbar^2} L^2$$

$$V(r) = -\frac{Ze_0^2}{r} \quad e_0 = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0}} \quad a_0 = \frac{\hbar^2}{me_0^2}$$

- b) Vilka kvanttal svarar detta tillstånd mot? (1 p)

Exempel 2: Laserkylning belönades med Nobelpriset i fysik 1997. I fallet med Na-atomer utnyttjar man hyperfinstrukturövergångar i $3s^2S_{1/2} - 3p^2P_{3/2}$. ^{23}Na har kärnspinnet $I = 3/2$.

- a. Rita ett termsystem som visar hyperfinstrukturen i $3s^2S_{1/2}$ och $3p^2P_{3/2}$. Ange alla tillåtna övergångar mellan hfs-nivåerna. (2p)
- b. Antag att Na-atomerna skapas i en ugn med temperaturen 500 K. Vad är den relativa populationen av de 2 hfs-nivåerna i $3s$ om deras energiskillnad är 1772 MHz ? ■

FFFF05 Fasta tillståndets fysik. Årskurs 3.

Kursens syftet är att syntetisera insikter från tidigare kurser och nå fram till en beskrivning av bandstrukturen inom nästan-frielektronmodellen. Stort fokus läggs sedan på halvledarfysik; dopning, pn-övergångar med tillämpningar som lysdioder och solceller samt en introduktion till MOS-transistorer. Ur kursplanen:

- kunna diskutera möjligheter och begränsningar hos halvledarmaterial.
- kunna beskriva pn-övergången och några elektroniska komponenter baserade på halvledare.
- kunna beskriva några elektriska och optiska egenskaper hos fasta material och diskutera dessa egenskaper utifrån de modeller som ingår i kursen.

- kunna välja relevanta modeller med inslag av kvantmekanik för att beskriva fasta materials elektronstruktur.

Exempel på tentamensuppgifter:

Exempel 1: *I moderna lysdioder har man ofta kvantbrunnar i utarmningsområdet. Dessa kvantbrunnar är tunna skikt i vilka elektroner och hål rör sig enbart i två dimensioner. Precis som för ett tredimensionellt system kan en sådan lysdiods emissionsspektrum (intensitet som funktion av fotonenergi) beskrivas som produkten av Fermifördelningen och tillståndstätheten. Skissa hur du tror att emissionsspektrat från brunnarna ser ut givet att Ferminivån ligger långt från bandkanterna. Markera bandgapsenergin i din skiss. Hur ändras skissen när vi höjer temperaturen?* (Tentamen 120414)

Exempel 2: *Uppskatta den högsta koncentration av dopatomer som kan tillåtas i ämnena kisel respektive germanium för att den intrinsiska ledningsförmågan ska dominera vid rumstemperatur. Är sådana dop- eller stör-koncentrationer överhuvudtaget möjliga att realisera för kisel eller germanium? (De renaste halvledarkristallerna man kan tillverka innehåller 1 störatom på ungefär 10^{12} värdkristallatomer.)* (Tentamen 110309)

En av de två laborationerna i kursen behandlar pn-övergångar. Studenter gör en av tre laborationsdelar och förklarar för varandra i tvärgrupper. Alla tre delar poängterar att den aktiva strukturen i dioder, solceller och lysdioder är principiellt densamma. Delarna handlar om absorption och emission i lysdioder, ström-spänningskaraktistik samt hur effektutvecklingen beror på belastningen när lysdioden används som solcell (*www*). ■

Examensmål 2D

Med ”teknikområdet” menar LTH programbeteckningen, medan ”del av området” är liktydigt med en specialisering inom programmet. En fullgjord specialisering om 45 hp säkerställer väsentligt fördjupade kunskaper dels genom att kurserna inom specialiseringen tillsammans utgör en avgränsad, relevant och genomtänkt helhet, dels genom kraven på 30 hp kurser på avancerad nivå inom en specialisering. LTH har explicita och högt ställda krav för att en kurs ska klassas som A-nivå, vilket garanterar att varje kurs på A-nivå inom en specialisering bidrar till att studenterna uppnår examensmål 2D. Examen måste innehålla minst 75 hp A-nivå kurser. För de F-studenter som tagit en 300-hp examen är snittet (2011-2012) 101 hp.

Grundblockets karaktär och innehåll är sådant att F-studenterna kan läsa fördjupningskurser vid många olika institutioner och därför har programmet många specialiseringar (se tabell under Mål 1), varav vi delar alla utom två med ett eller flera andra program. Kurserna inom specialiseringarna samläses alltså med studenter från flera andra program samt med internationella studenter och i vissa fall med studenter från naturvetenskaplig fakultet.

Här beskrivs kortfattat varje specialisering och ca hälften exemplifieras med en beskrivning av någon **kurs** inom specialiseringen som många F-studenter läser. För var och en av dessa kurser finns exempel på studentarbeten (*www*). Tabellen under mål 1 sammanställer förekomsten av projekt- och FoU-nära kurser inom varje specialisering.

Acceleratorer – fysik och teknik: Specialiseringen är unik för F och tillkom inför läsåret 11/12 p.g.a. det ökade intresset hos studenter och p.g.a. etableringen av MAX IV och ESS. Specialiseringen förenar subatomär fysik, både med fokus på partikelfysik och med mer tillämpat fokus, t.ex. medicinsk strålningsfysik, med kurser orienterade mot synkrotronljus från brukar- och instrumenteringsperspektiv. Några kurser är delvis förlagda till nuvarande MAX-lab.

Beräkning och simulering: Här finns en bred bas av generella verktyg för modellering av vanligt förekommande komplexa system och fenomen. Man kan från den matematisk-beräkningstekniska sidan profilera sig inom flera teknikområden, t.ex. elektroteknik, maskinteknik, kemi, strömning, fysik, byggnadsteknik. Specialiseringen ger en fördjupning av matematiska kunskaper via t.ex. kursen Funktionalanalys och harmonisk analys. Tillämpningar av avancerad matematik är en stor del av specialiseringen; exempelvis kurserna Numerisk linjär algebra och Simuleringsverktyg.

FMNN05 Simuleringsverktyg: Kursen syftar till att förbereda övergången från universitetsutbildning till utvecklings- och konsultverksamhet i beräkningsintensiva områden. Studenterna arbetar i små arbetslag med industrinära beräkningsproblem inom modellering av komplexa mekaniska system. Kursen samundervisas med kollegor från DASSAULT SYSTEMES och MODELON. Studenterna skriver en rapport omfattande tre olika problem, som behandlar mekaniska system med vissa specifikationer. Studenterna jämför resultaten av sin egen kod i Python med de resultat industrirelevant programvara som t.ex. MSC Adams och DYMOLA ger och de olika lösningarna diskuteras med avseende på t.ex. stabilitet.

Beräkningsmekanik: Beräkningsmekanik utgör grunden för produktutveckling inom stora delar av modern industri. Kurserna inom specialiseringen ges av ett kluster av avdelningar; fluidmekanik, mekanik, hållfasthetslära, byggnadsmekanik samt konstruktionsmaterial. Stor vikt läggs på förståelse och bakomliggande teorier. Implementering av metoder och algoritmer ingår i flertalet av kurserna. Ett exempel på det teoretiska innehållet är kursen Beräkningsbaserad materialmodellering där teori för konstitutiv modellering diskuteras. Det generella angreppssättet som antas ger studenterna verktyg för att modellera nya material.

FHL066 Finita elementmetoden – olinjära system: Kursen bygger på flera kurser från grundblocket; t.ex. Numeriska metoder för differentialekvationer, Kontinuerliga system och Finita elementmetoden. Fokus ligger på förståelse av algoritmer och metoder och alla studenter implementerar metoderna i ett eget finita elementprogram. Dessa algoritmer finns ofta inte tillgängliga i kommersiell programvara, t.ex. algoritmer som automatiskt bevarar energin i de system som studeras – sådana metoder är ett aktivt forskningsfält. Projekten omfattar ca 2 veckors arbete och behandlar något tekniskt intressant problem – exempelvis mekaniska egenskaper hos grafen och nanotuber.

Bilder och grafik: Specialiseringen ger ett brett kunnande med många kurser i nära kontakt med forskningsfronten. Inom datorgrafik finns kurser som fokuserar på fotorealistisk

rendering och grafik för mobila enheter. Inom bildanalys ges kurser som behandlar metoder att operera på datorrepresenterade bilder. Flera kurser ges av bildanalysgruppen vid Matematiska institutionen som med stor framgång skapat tillämpningar av avancerad matematik; t.ex. inom flera spinoff företag (ex. Decuma AB, Cognimatics AB, Ange Optimization ApS, Polar Rose AB, Nocturnal Vision).

FMA170+FMA175 Bildanalys: Kursen bygger på kurser i matematik, matematisk statistik och programmering och undervisas inom bildanalysgruppen vid Matematikcentrum. Studenterna lär sig grunderna i bildanalys och datorseende. Fokus ligger på förståelse av algoritmerna och teorierna bakom dessa, samt på hur man sätter samman dessa till system som löser riktiga bildanalysproblem. Kursen följs av en projektdel på 3 högskolepoäng, där studenterna ges möjlighet att ytterligare fördjupa sina kunskaper. Det finns starka kopplingar bl.a. till kurserna i datorseende, spatial statistik med bildanalys, datorgrafik, digital signalbehandling m.fl.

Biologisk och medicinsk modellering: Inom specialiseringen ges kurser inom matematisk modellering och simulering och beräkning inom biovetenskaperna; av intresse för bland annat läkemedels- och medicinsk industri samt sjukvård. Ett aktuellt område är bioinformatik, där det idag finns ett stort behov av nya matematiska metoder för att söka och känna igen mönster i stora informationsmängder, t ex databaser av gener. Medicinsk modellering är en annan växande sektor, som inkluderar bland annat utveckling av hjälpmedel för medicinska diagnoser med hjälp av bilder och signaler.

Energisystem: Inom specialisering får studenterna kompetens inom specifika miljötekniska områden och övergripande kunskap om hur miljöproblem definieras i samhället samt vilka strategier som kan tillämpas för att lösa dem. Specialiseringen tillåter en fokusering mot fysik (ex. Miljömätteknik), energisystem (ex. Energisystemanalys: Förnybara energikällor) eller energiteknik (Vindkraftsystem eller Energianvändning).

FMI040 Energisystemanalys: Förnybara energikällor Kursen behandlar tekniska och miljömässiga egenskaper hos system för förnybar energitillförsel, med tonvikt på bioenergi, vindkraft, solenergi, vattenkraft. Kursen behandlar även förnybar energi i samhället: relevanta styrmedel, något om lagstiftning, internationella frågor (handel m m) samt en kritisk diskussion av framtida potentialer. Minst ett studiebesök samt en heldags studieresa ingår vilket ger tillfälle till direktkontakt med vissa branschaktörer. En större inlämningsuppgift (ca 1 vecka) syftar till en fördjupning av något energislags/projekts miljöegenskaper i ett livscykelperspektiv. Kursen har stor relevans för de teknologer som söker sig till t.ex. funktioner i större (energi)företag eller inom offentlig förvaltning/myndigheter.

Finansiell modellering: Inom specialiseringen finns en bred bas inom ekonomiska områden åtkomliga för kvantitativ modellering och analys, t.ex. inom kurserna Finansiell ekonomi och Värdering och hantering av finansiell risk. Statistiska och matematiska metoder har en avgörande roll t.ex. inom riskbeskrivning och prissättning av finansiella instrument som

optioner. Specialiseringen innehåller därför också en fördjupning inom matematisk statistik, t.ex. genom kurserna Tidsserieanalys och Statistisk modellering av extremvärden.

FMS051 Tidsserieanalys: Kursen bygger på t.ex. flerdimensionell analys, statistik och stokastiska processer. Fokus ligger på förståelse för hur man praktiskt modellerar linjära tidsserier, hur modeller kan skattas och testas, på begränsningar i estimeringsnoggrannhet och på modellvalidering. Under föreläsningarna diskuteras exempel från ämnen som talkodning, ekosläckning, skattning av blodflöden, radar och detektion av dolda sprängämnen. I projektet som genomförs under senare delen av kursen får studenterna tillämpa sina kunskaper på riktig data. Projektet examineras i en rapport och i ett seminarium för samtliga studenter.

Fotonik: Fotonik kombinerar modern elektronik och optik. Kurserna ges huvudsakligen vid Fysiska institutionen, med koppling till Lunds Lasercentrum (LLC), men även på institutionen för elektro- och informationsteknik. Specialiseringen täcker huvudområdena inom fotonik: optik och lasrar (generering och manipulation av ljus), kommunikation (inom de synliga-, infraröda- och mikrovågsområdena) och diagnostik (tillämpningar av ljus-materia växelverkan, särskilt inom miljö och medicin). Institutionerna har goda kontakter med fotonikrelaterade företag, ex: Epsilon, SpectraCure, FlatFrog Laboratories, Gambro m.fl.

FAF150 Medicinsk optik: Detta är en projektorienterad kurs med öppna frågeställningar som berör relevanta utmaningar i klinisk användning av laserljus. Studenterna tränas i att hämta in information, specificera problemställningar samt att applicera kunskaper från tidigare kurser, framförallt matematik och numeriska beräkningar. Kursen innehåller bl.a. två laborationer om hur ljus växelverkar med vävnad samt datorövningar om Monte Carlo simuleringar och finita elementlösning av diffusionsekvationen i komplicerade geometrier. Examination sker i form av en skriftlig rapport och en muntlig framställning.

Högfrekvens- och nanoelektronik: Specialiseringen kombinerar kurser från Fysiska institutionen med kurser från Elektro-och informationsteknik. Det finns ett spår mot analog elektronik/radioteknik samt ett spår som går mot digital elektronik, samt kurser om grundläggande halvledarfysik och höghastighetskomponenter där vissa ges av Fysiska institutionen.

ETEN01 Mikrovågsteori: Kursen behandlar kommunikation och effektöverföring via optiska fibrer, transmissionsledningar och vågledare samt den mikrovågsteknik som används i acceleratorer. Många tillämpningar är hämtade från de acceleratorer som kommer att användas i MAX IV och ESS. Inom projektet (ca 2 veckor) måste studenterna göra en matematisk modell av ett problem, analysera problemet med både matematiska och numeriska metoder och slutligen göra en kritisk analys av resultaten. I kursen ingår en eller två föreläsningar av inbjudna föreläsare från MAX-lab och ESS och ett studiebesök på MAX-lab.

Medicinsk teknik: Specialiseringen ger kurser inom ett brett spektrum av området från givarteknologier och bakomliggande fysik, till modellering och signal- och bildbehandling. Flera kurser ger också den medicinska bakgrunden inom fält som biologi, fysiologi och

anatomi. Målsättningen med specialiseringen är att ge en stark kunskapsgrund för den som i framtiden vill arbeta på företag inom medicinsk teknik, som sjukhusingenjör och/eller med forskning inom medicinsk teknik. Specialiseringen är även en utmärkt bas för arbete inom andra arbetsområden som t ex läkemedel, bioteknik, rehabilitering etc.

Nanofysik: Nano- och materialvetenskap är ett starkt forskningsområde i Lund och många kurser ges av institutioner inom nanometerkonsortiet (www.nano.lth.se). Specialiseringen innefattar halvledarfysik, kvantfysik samt viss materialvetenskap och mikrobiofysik. Halvledar- och kvantfysikdelarna innebär kurser om halvledare och halvledarprocessning samt om moderna (opto-)komponenter (där samarbete finns med inst. för elektro- och informationsteknik) och transport/optik i nanostrukturer. Kurser inom nano/mikrobiofysik inkluderar kurser från avd. för Elektrisk mätteknik (t.ex. Mikrofluidik).

Programvara: Specialiseringen innehåller kurser om olika typer av programmering, t.ex. Realtidsprogrammering, och även kurser som Databasteknik och Kompilator teknik vilka ger en bred teknikprofil. En uppsättning kurser pekar mot förståelse för större programsystem och situationer med många utvecklare, t.ex. Programvaruutveckling i grupp och Konfigurationshantering som ger nyckeln till hur man arbetar även mellan grupper i ett stort, kanske distribuerat, projekt.

Signaler, system och reglering: Inom denna specialisering byggs en bred bas av matematiskt-systemvetenskapliga verktyg, där teori kompletteras av mätmetodik och sensorteknik. Dessa verktyg har användningsområden inom system uppträdande inom industri och forskning, och har kontaktytor även mot de andra specialiseringarna inom teknisk fysik. Profilerings-möjligheter finns mot till exempel reglerteknik eller signalbehandling.

FRTN01 Realtidssystem: I realtidssystem är såväl beräkningens resultat som tidpunkten när resultatet produceras viktiga. Systemen måste arbeta i en tidskala anpassad till den reglerade processens tidskala och kunna reagera på yttre händelser. Kursen presenterar metoder för konstruktion och implementering av reglertekniska realtidssystem och innefattar programmering av realtidssystem och design av tidsdiskreta regulatorer. Kursen innehåller ett 2-3 veckors projekt där studenterna utvecklar ett realtidssystem. Exempel på projekt är: ”Adaptiv reglering av en inverterad pendel” och ”Reglering med Android smartphone”.

Teoretisk fysik: Specialiseringen innehåller kurser i t.ex. matematik och kvantmekanik som ger en grund till de fördjupningskurser relaterade till forskning i Lund (ex. atomfysik och kärnstrukturteori) som erbjuds inom specialiseringen. Denna forskning är ofta experimentellt motiverad och till stor del inom modern fysik, men även mer matematiskt orienterade teman som Kaos finns inom specialiseringen. Verktyg inom teoretisk fysik är generella och är även användbara inom ämnen som biologi och ekonomi; inom specialiseringen finns kurserna Komplex ekonomi och Teoretisk biofysik.

Del 1

Examensmål 3

För att uppnå examensmål 3 uppnår studenterna 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*

Sammanfattning: Vi anser att delmål 3A delvis uppfylls genom kurserna FMFF01, EEMF01, FHLF01 samt FMNN01, men att kurser från fördjupningsblocket samt det självständiga arbetet behövs för att mål 3A ska uppfyllas helt samt för uppfyllandet av mål 3B.

Examensmål 3A

Detta mål behandlas huvudsakligen i det fördjupande blocket och i examensarbetet. Vi hänvisar till tabellen under Mål 1 som beskriver förekomsten av kurser med självständig arbeten (projekt), och även forsknings- och/eller utvecklingsnära sådana, inom specialiseringarna. Exempel på sådana kurser finns under delmål 2D.

Större självständiga uppgifter förekommer i flera kurser inom grundblocket. Uppgifterna inom två av dessa, FHLF01 Finita elementmetoden och FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer kan karakteriseras som relativt komplexa i teknisk mening, medan komplexiteten i två andra (FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämnningar och EEMF01 Företagande - entreprenörskap och miljö) snarare består i att frågeställningarna innefattar såväl naturvetenskaplig/tekniska aspekter som miljöfrågor, ekonomiska överväganden och annat. Dessa senare kurser återkommer under mål 6 respektive 4. Exempel på uppgift inom FMNN01 finns under Mål 1. Här exemplifierar vi med FHLF01 Finita elementmetoden.

FHLF01 Finita elementmetoden. Årskurs 3.

Kursens syfte är att ge verktyg för lösning av problem inom fysik och teknik som beskrivs av partiella differentialekvationer. Studenten skall ges en fysikalisk insikt och kunna använda denna för att matematiskt formulera fysikaliska problem. Kursens fokus är riktat mot en teoretisk förståelse av finita elementmetoden. Centrala mål ur kursplanen:

- förstå hur finita elementmetoden tillämpas på linjära problem.
- förstå olika typer av randvillkor och hur dessa implementeras.
- kunna skriva ett finita elementprogram.
- ha förmåga att analysera, modellera och simulera linjära strukturer med hjälp av finita elementmetoden, samt tolka och värdera resultaten.
- ha insikt om att till synes skilda tekniska och fysikaliska problem kan modelleras och simuleras med samma metoder.

I kursen ingår ett projekt (ca 1 vecka) där studenterna hanterar en problemställning som innebär att de måste kombinera kunskaper från tidigare kurser, ex. programmering, analys, algebra, mekanik, hållfasthetslära m fl. Problemställningen är alltid multifysikalisk vilket innebär att t ex värmeledning eller diffusion studeras samtidigt som det solidmekaniska problemet. Inom projektet implementerar studenterna sin egen finita elementkod. Noggrannheten i lösningen blir olika för alla studenter då den beror på den valda diskretiseringen. Denna osäkerhet i lösningen kräver kritisk granskning av resultaten. Vidare får studenterna insikt i att den producerade lösningen är behäftad med fel. Projektuppgiften varierar från år till år; våren 2012 handlade den om värmeutveckling och spänningar i en bromsmekanism. (*www*³)■

Examensmål 3B

Denna förmåga tränas och examineras i det fördjupande blocket och i det självständiga arbetet och vi vill även hänvisa till tabellen under mål 1, där vi redogör för förekomsten av FoU-nära kurser inom specialiseringarna, och även för hur många av dessa som innehåller projektarbeten. För mer detaljerade exempel på sådana kurser, se de kurser som är beskrivna under mål 2D. Tabellen under mål 1 avser visa att dessa kurser inte förekommer endast sparsamt, utan att miljön inom varje specialisering är sådan att ett antal sådana kurser erbjuds (se exempel under mål 2D).

Intrycket från utbildningen och studenterna är att en stor utveckling sker de sista två åren, när varje student får följa sina intressen. Grundblockets viktigaste uppgift är att ge studenterna kunskap och förmåga till fördjupning inom hela teknisk fysik-området, vilket är brett. Kursernas, i åk 4 och 5, minskade studentvolym tillsammans med studenternas starkare förkunskaper, ökar möjligheten på fördjupningsnivå för större och mer komplexa projektuppgifter, t.ex. på forskningsutrustning eller med tätare industriväxelverkan.

³ *www* indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

Del 1

Examensmål 4

För civilingenjörsexamen skall studenten visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system⁴ med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling.

För att uppnå examensmål 4 uppnår studenterna följande delmål:

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

Sammanfattning: Vi anser att grundblocket bidrar mycket till att uppfylla delmål 4A, även om expertkunskaper utvecklas först inom fördjupningsblocket. Delmål 4B anser vi vara uppfyllt genom de obligatoriska kurserna FMFF05 samt EEMF01, som erbjuder två olika perspektiv på hållbarhet.

Examensmål 4A

Av examensarbetena på Teknisk fysik (F-programmet) görs ca hälften inom näringslivet (50% av de registrerade examensarbetena 2011 och 2012 [upp till 121031]). Detta är en indikation på att utbildningen är relevant och användbar från ett näringslivsperspektiv, där verksamheten ju alltid går ut på att utforma produkter, processer och system som det finns en marknad för.

För att nå fram till en ingenjörsmässig färdighet med avseende på detta mål behövs naturligtvis fördjupningskurser. Inom grundblocket finns en rad kurser som ibland samlas under rubriken ”teknik” (se figur 2) och som i praktiken innebär alla kurser vid institutioner andra än Matematik och Fysik. Dessa är inriktade på att föra grundläggande insikter från matematik och fysik närmare praktiska implementeringar eller för att ge verktyg för detta. Här exemplifierar vi med några kurser som bidrar till färdigheten målet avser.

FRT010 Reglerteknik allmän kurs, Årskurs 2

Kursen syftar till att ge kunskap om de grundläggande principerna inom reglerteknik. Kursen skall ge insikt om vad man kan åstadkomma med reglering, vilka möjligheter och begränsningar som finns. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna designa regulatorer utgående från givna specifikationer på robusthet och snabbhet utgående från modeller i form av tillståndsbeskrivning, överföringsfunktion, Bodediagram eller Nyquistdiagram.

⁴ Vid bedömningen läggs tyngdpunkten på det första delmålet. ”förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system.”

- kunna designa regulatorer baserade på kaskadkoppling, framkoppling och dödtidskompensering.
- kunna utvärdera regulatorer via analys av transient- och frekvenssvar, samt via laborationer på verkliga processer.
- förstå samband och begränsningar då enkla modeller används för att beskriva komplexa dynamiska system

Kursen examineras genom tentamen samt tre laborationer. I laborationerna får studenterna bekanta sig med PID-regulatorn, systematiskt ta fram lämpliga regulatorparametrar och i sista laborationen reglera ett system för vilket en enkel PID-regulator inte är tillräcklig, utan man måste använda en regulator baserad på tillståndåterkoppling. ([www⁵](#)). ■

FHLF01 Finita elementmetoden. Årskurs 3:

Kursen har tidigare berörts under Mål 3. Programvara baserad på finita elementmetoden är mycket spridd inom produktutveckling, då den är ett verktyg för att modellera egenskaper (mekaniska, värmeledningsmässiga, annat) för komplicerade geometrier. Som berörts tidigare (Mål 3, [www](#)) innehåller kursen ett projekt som 2010 gick ut på att studera spänningsnivåer i ett formningsverktyg för polymerer. Problemställningen är direkt hämtad från förpackningsindustrin, där kapsyler på dryckesförpackningar tillverkas på detta sätt. Kursen innehåller varje år ett modelleringsprojekt av denna typ, där man undersöker funktionaliteten hos någon struktur eller process. För att ytterligare peka på den industriella tillämpningen finns det alltid en gästföreläsning (av t.ex. någon från Tetra Pak) som ger sin syn på simuleringsverktyg i kursen. 2012 var gästföreläsaren en teamleader vid ÅF som diskuterade tekniska aspekter av finita elementmetoden och om simuleringsexpertens roll i industrin. ■

Examensmål 4B

EEMF01 Företagande – entreprenörskap och miljö behandlar ingenjörnsrollen från ett företagandeperspektiv, och integrerar detta med ett hållbarhetsperspektiv. Även kursen FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämpningar behandlar hållbar utveckling, detta diskuteras under Mål 6.

EEMF01 Företagande - entreprenörskap och miljö. Årskurs 3

Syftet med kursen är att ge en introduktion till ingenjörnsrollens entreprenöriella möjligheter och förmedla ett aktivt förhållningssätt till egenföretagandet som en möjlig karriärväg. Centrala begrepp inom företagsetablering belyses. En målsättning är även att belysa vikten av att modern teknologiutveckling måste följa dagens allt mer uttalade krav på ett miljömässigt tänkande för att därmed kunna lägga grunden för framtidens hållbara samhällsutveckling. Kursen skall därför även förmedla ett utvecklat, aktivt och kritiskt granskande förhållningssätt till hur vi inför och nyttjar ny teknik i syfte att utveckla ett hållbart samhälle. Arbetet med och

⁵ [www](#) indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

möjligheten att via den kommersiella processen ta ny och miljömässigt hållbar teknik till marknaden diskuteras. Centrala mål ur kursplanen:

- översiktligt kunna beskriva väsentliga miljö- och resursproblem i relation till samhällets krav
- kunna diskutera hur miljöarbete kan genomföras i företag och organisationer
- ha en god kännedom om hur en affärplan utformas samt förstå betydelsen av detta dokument som ett affärsutvecklingsinstrument
- kunna redogöra för grundläggande begrepp inom entreprenörskap och företagsetablering
- kunna formulera en problemställning som följs upp i en analys som redovisas i en välstrukturerad uppsats med korrekt käll- och språkhantering, samt kunna opponera muntligt.
- kunna tillämpa teorier och modeller gällande affärsplanering

En föreläsningsserie, som inkluderar gästföreläsningar bl.a. av en framgångsrik entreprenör, går igenom de olika delkomponenterna som bör ingå i en affärsplan. Studenterna skriver en affärsplan på gruppvis valda affärsidéer. Arbetet sker i grupper om fem. Varje grupp har två handledare, varav en är knuten till Ekonomihögskolan. Där så är möjligt och rimligt skall ett förhållningssätt till hållbar utveckling redovisas i den slutgiltiga affärsplanen. Affärsplanerna omfattar 15-20 sidor och innehåller en analys om marknaden för affärsidén, genomgång av kostnader och nödvändiga investeringar samt vinstprognos och riskanalys (*www*).

Vidare innehåller kursen föreläsningar som illustrerar viktiga och aktuella miljöfrågor från ett företagsperspektiv (en kursbok: Gröndahl, F. & Svanström, M., *Hållbar utveckling - en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare* (Liber, 2011).). Några föreläsningar adresserar vissa miljöproblem resp. LCA (livscykelanalys) som metod.

I kursen görs ett andra projekt som ska integrera miljö/hållbarhet och affärsmässighet och t.ex. analysera ett eller flera företags policys för och hantering av sin verksamhet relativt faktorer som är viktiga för hållbarhet ur olika perspektiv. I ett PM (*www*) beskrivs vilka krav som ställs på projektets utformning och innehåll. I en formaliserad handledningsprocess sker personlig feedback vid två tillfällen. Varje grupp har två handledare, varav en är från institutionen för Teknik och samhälle. Här exemplifieras med två abstract från projekt (*www*):

Vad händer med uttjänta mobiltelefoner, och vilken roll spelar tillverkarna i deras öde?

The purpose of this report is to investigate cell phone makers' policy and work regarding cell phone recycling, and how well the recycling works in practice. The report is divided into four parts. In the first we investigate the incentives for companies to care about recycling; the second covers recycling policies of a few mobile phone manufacturers; in the third we take a closer look at the content of an average phone, and its potential harm; and in the fourth we find out what happens to discarded phones in reality. In conclusion, all the major manufacturers surveyed do seem to take responsibility for their products throughout their

entire lifetime, both because of laws and regulations, and goodwill. However, in practice the recycling figures are far from satisfying.

Batterier i elbilar – en miljöanalys: This report aims to highlight the pros and cons for the most commonly used batteries in electric vehicles. Aspects such as environmental affection, life cycle analysis and cost benefits will all be brought to attention. The focus will be on the two most popular batteries, nickel metal hydride and lithium-ion battery, and how they compare to each other, but a few alternatives to these two types will be mentioned. The discussion of the gathered facts will lead up to an assessment of their environmental impact. ■

FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar. Årskurs 3

Kursen FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar innehåller förutom många tekniska tillämpningar inom ramen för kursinnehållet (laserteknik[se laboration under mål 2], miljömätteknik, medicinska tillämpningar av kärnfysik[laboration under mål 6]) även ett fördjupningsprojekt (1,5 hp), där vissa projekt behandlar medicinska- eller miljötillämpningar (www). Projekten redovisas enbart muntligt och varje redovisningsgrupp innehåller 6-7 projekt. 2008-2011 innehöll samtliga redovisningspooler 1-3 projekt av ovanstående karaktär.

Fluorescens- och Ramanspektroskopi med medicinska tillämpningar: Optisk spektroskopi utvecklas nu för biomedicinska tillämpningar. Forskningen inom detta område inriktar sig framför allt på att identifiera tidiga stadier av cancertumörer i olika organ, samt blodkärlsförändringar som kan ge upphov till bl.a. hjärtinfarkt. Tekniken bygger på att identifiera koncentrationen av vissa molekyler i vävnaden som man funnit förekommer i större utsträckning i malign(cancer)-vävnad. Detta projekt kan ses som en introduktion till en medicinsk tillämpning som bygger på atom- och molekylfysik såväl som optik.

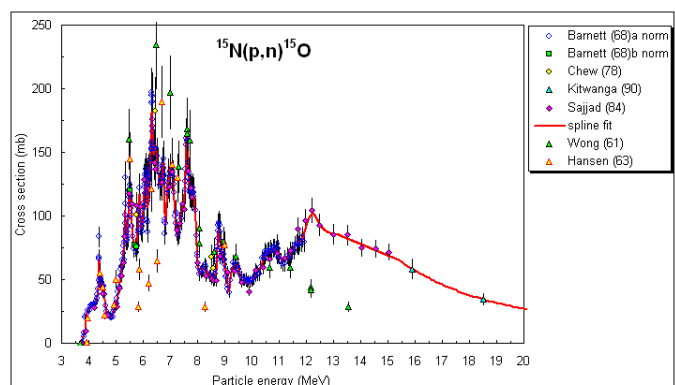
Medicinska tillämpningar av kärnfysiken: Några av de mer framgångsrika tillämpningarna av kärnfysiken är inom det medicinska området. I detta projekt väljs en av två speciella tekniker (PET eller BNCT) som används och beskrivs både "kärnfysikaliskt" och medicinskt.

Exempel på en tentamensuppgift som knyter an till medicinska tillämpningar av kärnfysik:

Produktion av positronstrålare

Isotopen ^{15}O har en halveringstid på 122 s och används bl.a. för positronemissionstomografi. Den kan produceras genom att bestråla ^{15}N med protoner från en cyklotron.

I ett försök väljs protonenergin 12,3 MeV, och man bestrålar en gasblandning av 5% ^{15}N (resten ^{14}N) med en protonströmtäthet på 100 mA/cm^2 .



- a) Hur många ^{15}O -kärnor produceras/s i 1 g av gasblandningen? Förutsätt att mängden ^{15}N inte förändras.

b) Bestrålningen pågår i 300 s. Vilken aktivitet kan man uppmäta i gasblandningen 6 min senare?

c) Beräkna neutronens minimala energi i reaktionen ovan?

d) Hur stor blir positronens maximala energi?

Massorna är i (u): ^{15}N : 15,000109 ^{15}O : 15,003065 ^1H : 1,007276 n : 1,008665 ■

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

För att uppnå examensmål 5 uppnår studenterna 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*

Sammanfattning: Vi anser att mål 5A, 5B samt 5C är uppfylls till stor del genom grundblocket, men att fördjupningsblocket behövs för full uppfyllelse av främst mål 5C.

Examensmål 5A och 5B

Tabellen nedan sammanställer förekomsten av skriftlig och muntlig framställning samt granskning av andras arbeten inom grundblocket. Granskning i form av opponering på ett annat examensarbete är ett krav för godkänt examensarbete.

Kurs	Skriftlig framställning			Muntlig framställning		Granskning
	Labrapport/mindre inlämning	Projekt (mindre)	Projekt (större)	Diskussion	Presentation	
FAFF30	x	x			x	
FAFA55	x	x		x(>4)	x	
FMAA05				x		
FMEA05		x				
FMFF05	x(2)		x	x	x	
EEM007	x			x		x
FRT010	x					
FAFF10	x(4)			x(2)	x	
FMNN10		x(3)				
FFFF05	x			x		x
EEMF01			x(2)		x(2)	x
FHLF01			x			

Obligatoriet innehåller en kurs som läses på engelska (FMNN01 Numeriska metoder för differentialekvationer). Här får studenterna välja om de vill använda engelska i sina inlämningsuppgifter, och ca hälften gör det. Detsamma gäller projektrapporten i FHLEF01 Finita elementmetoden. Vi vill även hänvisa till tabellen över specialiseringarna under mål 1, där det framgår att inom 11 av 14 specialiseringar är maximalt en kurs på A-nivå *inte* på engelska. Studenterna får alltså i stor utsträckning god träning i att förstå, läsa och uttrycka sig på engelska.

Inom grundblocket finns en sekvens inslag av skriftlig framställning som innehåller laborationsrapporter, inledande projekttexter i projekt som delvis syftar till inspiration inför fortsatta studier och teambuilding samt senare i utbildningen projektrapporter med större komplexitet med avseende på tekniskt innehåll eller på syntes av olika infallsvinklar till en helhet.

Det finns flera inslag av organiserad granskning, t.ex. i kursen EEM007 Mätteknik där studenter lämnar en skriftlig granskning på någon annan laborationsgrupps labrapport ([www](#)⁶).

Vad gäller muntlig framställning har vi valt att skilja på presentation och diskussion, där det senare innebär förklaring/debatt/presentation i en mindre grupp, vilket ökar förekomsten av dialog. Sådana inslag finns som t.ex. som alternativ till skriftlig laborationsrapport (FAFF10, FFFF05, EEM007) eller som förberedelse till lab och uppföljning av inlämningsuppgifter (FAFA55, FMAA05). I dessa inslag blir det, jämfört med presentationer inför stora grupper, mycket mer uppenbart för studenterna om deras förklaring och diskussion är tydlig nog och de ifrågasätter varandras argument i större utsträckning. Denna typ av inslag är därför ett viktigt komplement till större föredrag. I någon eller ett par (varierar lite mellan läsåren) av kurserna i åk 1 erbjuds studenterna SI (Supplementary Instruction) - en diskussionsintensiv undervisningsform som bidrar till att utveckla kommunikationsförmågan.

Här exemplifieras med några kurser:

FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämpningar. Årskurs 2

Kursen innehåller ett projektarbete om 3hp (om hållbar utveckling; mer om innehållet under Mål 6). Som instruktion till arbetet finns ett dokument ([www](#)) där målen med och kraven på projekten, tillsammans med tips för skriftlig och muntlig framställning finns samlade. Både den skriftliga och muntliga framställningen betygsätts. Ur dokumentet:

För att den muntliga presentationen ska ha en kvalitet motsvarande betyg 5 ska den

- ha ett innehåll baserat på naturvetenskaplig grund
- ha ett språk som är tydligt avseende sitt tekniska innehåll

⁶ [www](#) indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

- i möjligaste mån anknyta till kursen avseende termodynamik
- belysa anknytningen till hållbar utveckling
- kunna skilja på vad som är återgivet från referenser och vad som är egna åsikter
- ha en bra struktur avseende innehåll, bl.a. en inledning med frågeställningar/syften, och sammanfattning/slutsatser
- ha ett bildmaterial av god kvalitet

Då den muntliga presentationen inte uppfyller dessa kvalitetskriterier erhålls ett lägre betyg; 3, 4 eller underkänd.

Den muntliga presentationen av projektarbetena sker vid ett seminarium där varje presentation följs av en diskussion där studenterna ställer frågor/ger kommentarer till den som presenterar sitt projekt. Det brukar vara livfulla diskussioner med engagerade och intresserade studenter. Den skriftliga rapporten (referat av sådana finns under mål 6) betygsätts (*www*) också enligt en lista på kriterier. ■

EEMF01 Företagande – entreprenörskap och miljö. Årskurs 3

Centrala mål ur kursplanen:

- Kunna formulera en problemställning som följs upp i en analys som redovisas i en välstrukturerad uppsats med korrekt käll- och språkhantering, samt kunna opponera muntligt.
- Självständigt och objektivt, kunna inhämta, selektera, analysera, kritiskt granska, syntetisera och sammanställa ett eget ställningstagande rörande teknik/samhällsrelaterade frågeställningar.

Det andra av projektarbetena i kursen, som bidrar tydligt till målen ovan, regleras i ett kurs-PM (*www*), där det finns instruktioner om rapportens utformning, källhantering samt checklista för opposition, vilken vi citerar här:

Checklista för läsare/opponenter (och författare):

- Är *titeln* rättvisande?
- Har rapporten en logisk och ”komplett” *struktur*?
- Finns det en ”*röd tråd*”, dvs ett flyt och ett samband mellan olika delar?
- Bygger delarna på varandra?
- Har alla delar av texten *relevans*?
- Bör stoff skäras bort eller läggas till?
- Saknas något i resonemanget – är rapporten *komplett*?
- Är den *korrekt* med avseende på språk och layout?
- Är rapporten *analytisk* till sin karaktär, dvs *ställs och besvaras frågor*, snarare än bara upprepning av stoff från källor?
- Är *referenssystemet* korrekt och tillräckligt, dvs kan man se *vad* som kommer *varifrån*, och kan det urskiljas vad som är författarnas egna bidrag? ’

Exempel på färdiga projekten finns under mål 4, där även affärsplanerna som studenterna också skriver i kursen finns omtalade. ■

FFFF05 Fasta tillståndets fysik. Årskurs 3

Centrala mål ur kursplanen:

- kunna presentera och förklara fysikaliska frågeställningar och experimentella resultat skriftligt och muntligt.

Den andra av kursens två laborationer, pn-övergången, består av tre olika moment varav laboranterna i par genomför en. Under två timmars diskussionspass i grupper om tre par och en handledare, förklarar sedan studenterna sina experiment, resultat och tolkningar för varandra. Tonvikten ligger på diskussion och förklaring och alla ska efter passet ha tillgodogjort sig innehållet från alla tre delarna.

From läsåret 12/13 tenteras kursen med en skriftlig tentamen (för godkänt), och en muntlig tentamen (för högre betyg). Den muntliga tentamen är således frivillig, men de studenter som väljer att genomföra densamma examineras mot examensmål 5 genom att inför examinator "... klart redogöra för och diskutera sina slutsatser och den kunskap och de argument som ligger till grund för dessa." ■

Examensmål 5C

F-programmet är uppbyggt av kurser från ett stort antal institutioner inom LTH, ibland också från andra fakulteter. I kursen EEMF01 Företagande – entreprenörskap och miljö har varje projektgrupp två handledare, varav en från ekonomihögskolan. Under sin utbildning har studenterna lärare från flera vetenskaps- och ingenjörskulturer, där vissa är mer tillämpade och industrinära än andra, men även där själva ämnena har olika karaktär. Detta leder till en erfarenhet av och förmåga att växelverka med flera olika grupper av experter, som alla har olika bakgrund och verkar i olika miljöer, där vissa t.ex. ligger närmare grundforskning och vissa är mer direkt industrirelaterade. Ett ofta diskuterat tema i samband med kursutvärderingar är matematik vs. ingenjörssämnena, där matematiken ibland ger studenterna intryck av att vara "välordnad" medan tillämpade ämnen som fysik och ingenjörssämnena i högre utsträckning innebär att man själv måste bedöma vilka effekter (det är inte "lika exakt" som studenter ibland uttrycker det) man behöver ta hänsyn till och vad som är en rimlig lösningsprocess.

Inom grundblocker samläser F-studenter kurser tillsammans med främst teknisk mateamitik, men även med teknisk nanovetenskap och maskinteknik. När studenterna lämnat grundblocket blandas de med andra studenter i större utsträckning inom fördjupningskurserna – det finns inga fördjupningskurser som läses enbart av F-teknologer. Av de *registrerade* examensarbetena under 2011-2012 utförs hälften inom näringsliv/industri. Ca 25% av F-teknologerna har kurser från utlandsstudier i sin examen. Sammantaget får studenterna träning i att kommunicera med många olika grupper inom många olika miljöer under sin utbildning. Examensarbetet innehåller som obligatoriskt moment att skriva en

populärvetenskaplig artikel eller en vetenskaplig artikel (avsedd för publikation eller som konferensbidrag) – båda dessa innebär en träning i att kommunicera med grupper andra än studenter på samma nivå.

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.

För att uppnå examensmål 6 uppnår studenterna 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*

Sammanfattning: Målen uppfylls genom grundblocket, i praktisk tolkning (se nedan) av flera kurser inom grundblocket, inom fördjupningsblocket samt i det självständiga arbetet och i samhällelig tolkning framförallt av FMFF05, FAFF10 samt EEMF01. Aspekten kommer att vara framträdande inom vissa teknologers fördjupningsblock och självständiga arbeten.

Examensmål 6A och 6B

Vi tolkar målet på följande sätt: ”*insikt i teknikens möjligheter och begränsningar*” kan ha en mycket praktisk betydelse, t.ex. inom mätteknik eller modellering med finita elementmetoden, men det kan också ha en betydelse som innebär det som specificeras i resten av målet, dvs relaterat till konsekvenser av teknikens användande och inom vilka ramar teknikutvecklingen kan ske inom ett samhälleligt perspektiv. Flera exempel under mål 4 (ex EEMF01 relaterat till samhälleliga perspektiv och FRT010 relaterat till praktiska perspektiv) hade kunnat lyftas även här med en något annorlunda vinkling, men här har vi alltså valt en andra exempel:

FAFF10 Atom- och kärnfysik med tillämpningar. Årskurs 3

I kursen diskuteras inom ramen för kärnfysik begreppet strålskydd; närmare bestämt begrepp för att bestämma biologiska effekter av strålning samt vilka åtgärder som krävs för att skydda sig. Strålskyddsläran ([www⁷](http://www.ftf.lth.se)) presenteras på en föreläsning tidigt i kursen och är tillsammans med laborationsinstruktionerna en del av den obligatoriska förberedelsen till laborationerna. Förkunskaperna testas muntligt eller skriftligt och nöjaktiga svar är en förutsättning för att få utföra laborationen. Strålskyddsreglerna är viktiga dels för laboranternas egen säkerhet under laborationerna men ska dessutom skildra samhällets syn på både hur en bred allmänhet ska skyddas och hur risker hanteras i arbetsliv.

⁷ [www](http://www.ftf.lth.se/F-login) indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

I laborationen *alfa- och betastrålning*, (*www*) undersöks och kvantifieras produktionen av radondöttrar genom insamling på filter med åtföljande analys. De uppmätta värdena jämförs med rådande gränsvärden i bostäder och på arbetsplatser. Till laborationen hör en förberedelseuppgift för att beräkna årsdosen hos en renätande person pga ytkontaminering av ^{137}Cs . Denna dos sätts i relation till den naturliga bakgrundsstrålningen.

Under det avslutande projektet i FAFF10 erbjuds projekt relaterade till kursens innehåll. Dessa är som tidigare nämnts av olika karaktär (se Mål 1 och Mål 4). I relation till det aktuella examensmålet finns projektrubriken "Samhällsrelaterad kärnfysik", under vilken ett antal projektförslag finns:

- Kärnkraft som energikälla i ett svenskt/europeiskt/globalt perspektiv.
- Vad har fusionen för framtidsutsikter?
- Tjernobyl - varför hände olyckan och vilka konsekvenser fick den?
- Atombomben - hur fungerar en atombomb och hur har den utvecklats under åren? Hur har de stora satsningar som gjordes för att utveckla atombomben påverkat dagens atom- och kärnfysik?

Projekten redovisas enbart muntligt och varje redovisningsgrupp innehåller 6-7 projekt. 2008-2011 innehöll 15 av de 21 redovisningsgrupperna ett eller två projekt av ovanstående karaktär. ■

FMFF05 Statistisk termodynamik med tillämpningar. Årskurs 2

Projekten (3 hp) inom kursen är kopplade till forskningsområden (klimatprocesser, molnbildning, aerosoler, värmepumpar, bergvärme, solenergi, solceller, bränslen, fordon, utsläpp) som starkt bidrar till kunskapsutvecklingen inom området hållbar utveckling, och anknyter till ett urval av Statistiska Centralbyråns indikatorer: "Hållbar konsumtion och produktion", "Miljö och klimat" och "Global utveckling". Projekten handleds av lärare från Fysiska institutionen men många av projekten innebär att studenterna måste söka upp experter inom relevanta områden. Centrala mål ur kursplanen:

- med utgångspunkt från ett naturvetenskapligt perspektiv kunna analysera givna problemställningar inom området hållbar utveckling.
- kunna genomföra ett projekt där kunskaper inom termodynamik tillämpas på en konkret problemställning.
- kunna göra en vid bedömning av projektets resultat berörande även andra områden än fysik, t ex ekonomi, miljö, klimat eller global utveckling
- ha förståelse för och se behovet av att värdera en problemställning inom området hållbar utveckling från olika aspekter
- ha förståelse för samspelet mellan olika aktörer och se sin egen roll i utvecklingen av det hållbara samhället.

Projekten examineras genom skriftliga rapporter och ett obligatoriskt seminarium med tvärgruppsredovisningar. De flesta projekt berör teknikens möjligheter och begränsningar i

olika mening. Studenterna får en uppfattning om komplexiteten i verkliga frågeställningar, då man måste ta hänsyn till många olika faktorer och att den tekniskt "bästa" (med avseende på någon parameter) lösningen kan ha stora praktiska hinder eller nackdelar sett från ett annat perspektiv.

Vidare handlar projektarbetena ofta om frågor som berör människors liv ur olika aspekter, t.ex. energifrågor i utvecklingsländer (kan solenergin utnyttjas i fattiga länder med mycket sol? ska man göra etanol av livsmedel?), arbetsmiljön i fattiga länder (etanol från sockerrör i Brasilien), klimatmodellens påverkan på det globala klimatet, etc.

Här exemplifieras med korta referat av några projekt (*www*) ur olika kategorier (ht 2011):

- 1) Ett antal projekt berörde framtidens bränslen generellt och flera etanol specifikt:
 - a) Projekt 1a går igenom ett antal olika förslag på alternativa bränslen (ex. etanol, metanol, vätgas) och jämför dem med fossila med avseende på produktion (energiåtgång, restprodukter), användning/förbränning (energiinnehåll/restprodukter) samt övergångsprocess (politiska/ekonomiska/ infrastrukturmässiga möjligheter och svårigheter vid en eventuell övergång till nya bränsletyper).
 - b) Projekt 1b och 1c diskuterar etanol specifikt och tar upp fler detaljer runt energiinnehåll, produktion (etanol från t.ex. sockerrör och majs och andra generationens etanol, cellulosäetanol, där man kan använda växtrester från t.ex. jordbruk), totalt utsläpp av koldioxid (jämförelse bensin och etanol från olika källor) samt även problematiken kopplad till att odling av ex. sockerrör kan konkurrera med livsmedelsodling.
- 2) Ett antal projekt berörde klimatmodeller, strålningsbalans, gaser i atmosfären och molnbildning:
 - a) Projekt 2a diskuterar komplexiteten i klimatdebatten och hur kunskap skapas inom området. Rapporten diskuterar IPCCs uppbyggnad och arbete samt hur klimatdebatten fortgår och framställs i media; frågor som är minst lika komplexa och växelverkande som de tekniska aspekterna på problemet. Klimatsystemet som en känslig balans exemplifieras med processer som har fördelar och nackdelar relativt temperaturhöjning och miljö (ex. molnbildning inducerad av aerosoler som absorberar inkommande solenergi och verkar avkylande, men där aerosolerna kan vara hälsovådliga), samt effekter som leder till positiva feedbackmekanismer (issmältning och påföljande minskad reflektion av solljus).
 - b) Projekt 2b och 2c diskuterar aerosoler och molnbildning. Rapporterna beskriver processer för hur molndroppar bildas och dess beroende på huruvida kondensationskärnor i form av aerosolpartiklar finns i atmosfären. Vidare används modeller för hur koncentrationen aerosolerna påverkar molns förmåga att reflektera solljus, deras stabilitet över tid och olika molnbildningsfaktorer.
- 3) Projekt som berör olika typer av energiförsörjning:

- a) Projekt 3a diskuterar bergvärme som ett uppvärmnings- och nedkylningsalternativ. Rapporten diskuterar hur en värmepump fungerar samt hur system för bergvärme praktiskt är implementerade. Faktorer som avgör effektiviteten hos ett bergvärme-system, t.ex. lokala variationer i temperaturer i berggrunden, jordlagrets tjocklek och berggrundens sammansättning (t.ex. har gnejs och granit högre värmeledningsförmåga än skiffer och kalksten), diskuteras. I rapporten görs jämförelser med andra tekniker för uppvärmning med avseende på total kostnad för uppvärmning och koldioxidutsläpp.
- b) Projekt 3b och 3c om solfångare och solceller. Tekniker (halvledarsolceller, reflektorer i solfångare) diskuteras samt deras effektivitet och kostnader för installation och drift. Geografiska skillnader är en viktig aspekt av dessa tekniker. ■

Teknikens möjligheter och begränsningar i praktisk mening förekommer i många kurser både inom grundblocket och fördjupningsblocket, samt ofta inom det självständiga arbetet. Som exempel lyfter vi följande kurser:

FAFF30 Våglära och optik. Årskurs 1

Kursen bygger på matematiken t.o.m Flerdimensionell analys. Centrala moment i kursen är elektromagnetiska vågor, interferens, Fermats princip, Huygens princip, avbildning med linser och speglar (datorstödd stråloptik) och diffraktion (Fraunhofer, Fresnel), polarisation, koherens och introduktion till lasrar. Stor vikt läggs vid begreppsförståelse samt vid hur kursens olika delar relaterar till varandra och till aktuell teknikutveckling och forskning. Kursens laborativa del används för att visualisera viktiga fysikaliska begrepp. Centrala mål ur kursplanen:

- kunna de grundläggande fysikaliska principerna för vågutbredning,
- förstå hur ett abstrakt modelltänkande i form av matematiska modeller, analogier och bilder relaterar till experiment och den fysikaliska verkligheten,
- visa insikt i den naturvetenskapliga metoden och fysikens möjligheter och begränsningar,
- kunna värdera utfall av olika experimentella metoder

Kursen examineras genom flera moment, bl.a. tre obligatoriska laborationer. Den tredje av dessa är 'Ljusets böjning och diffraktion'([www](http://www.hogskoleverket.se)). Diffraktion begränsar upplösningen i optiska instrument och är en viktig faktor att hantera i många tekniska system och i många instrument. Kursen görs om inför läsåret 12/13 och går för första gången i sitt nya utförande under senare delen av vårterminen 2013. Laborationen kommer att revideras inför detta, men fortfarande behandla i stort sett samma fenomen.

EEM007 Mätteknik. Årskurs 2

Centrala mål ur kursplanen:

- ha förståelse för begränsningar hos mätmetoder och inverkan av störningar för att undvika mätfel.
- kunna välja lämplig mätmetod och instrument i en given mätuppgift samt utföra mätningar.
- ha förmåga att bedöma mätresultat för att minimera risken för mätfel och feltolkning.

Alla fem laborationer i kursen (laborationen ”Störningar” är beskriven under mål 1) är exempel på möjligheter och begränsningar och poängterar att man inte kan få allt i sitt system. Ett exempel där begränsningar och möjliga fel blir explicita är i laborationen AD/DA-omvandlare (*www*), där man bl.a. diskuterar effekter av sampling och hur höga frekvenser en AD-omvandlare klarar av att hantera och vilka olika fel som kan uppkomma vid AD/DA-omvandling. ■

FRT010 Reglerteknik, allmän kurs. Årskurs 2

Centralt mål ur kursplanen:

- förstå samband och begränsningar då enkla modeller används för att beskriva komplexa dynamiska system

Kursen handlar om kompromisser i teknisk mening – ett visst reglersystem med vissa parametrar kan fungera bra i en viss situation, men sämre i en annan. En önskvärd egenskap kan samtidigt orsaka problem som andra parametrar inte riktigt kan kompensera för. Detta behandlas i många uppgifter i kursen och i alla tre laborationer (*www*) som samtliga går ut på att förstå vad man kan åstadkomma och inte med olika reglersystem och reglerprinciper, samt i vissa tentamensuppgifter. Exempel:

Betrakta systemet

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 3 \\ 0 & -4 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 2 & 0 \end{bmatrix} x$$

med den generella styrlagen $u = -Lx + l_r r$, där $r = 0$ i just detta fall.

a. Efter analys har man kommit fram till att systemet inte är tillräckligt snabbt. Beräkna en tillståndsåterkoppling L så att det slutna systemets poler placeras i -4 .

b. Om vi vill göra systemet ännu snabbare, t.ex. placera båda polerna i -6 skulle vi stöta på problem. Varför?

c. Låt oss anta att vi bara kan mäta y och inte x . För att kunna använda en tillståndsåterkoppling måste vi då först konstruera ett Kalmanfilter så att vi kan återkoppla med de skattade tillstånden istället. Beräkna K i ett Kalmanfilter så att skattningsfelets poler placeras i -8 . (Tentamen 121025) ■

Del 2

Lärarkompetens och lärarkapacitet

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

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

Enligt Plan för kompetensförsörjning vid Lunds universitet finns som övergripande mål för kompetensutveckling att alla lärare ska ha genomgått högskolepedagogisk utbildning om tio veckor till år 2015. Forskarutbildning är ett krav för att få examinera examensarbeten.

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 Genombrottet
<http://www.lth.se/genombrottet/>

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

De kursansvariga lärarnas kompetens vid programmet Teknisk fysik anges i lärartabellen. Lärarkåren domineras av professorer och universitetslektorer. Tabellen anger även antalet forskarutbildade lärare vid den del av respektive institution som tillhör LTH (ett fåtal institutioner som ger kurser inom programmet är delade mellan t.ex. LTH och Naturvetenskaplig fakultet).

Del 2

Antal helårsstudenter

Antal helårsstudenter i aktuell utbildning läsåret 2011/2012.

	Antal
Helårsstudenter	414

Studenternas förutsättningar

Informationen kring studenternas förutsättningar kommer från LTH:s enkät EWS (Early Warning System) vilken fyllts i av samtliga nybörjare på alla utbildningsprogram sedan 1997. EWS används för att kunna identifiera och rikta insatser till studenter med behov av hjälp och stöd i tidigt under studietiden.

I enkäten svarar studenterna 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.

Tabellen nedan ger en bild av studenternas språkbakgrund och intresse. Årets EWS-resultat finns som bilaga⁸.

Antagningsår	Andel studenter med annat modersmål än svenska (%)	Andel studenter som är förstahandssökande (%)
2006	5	88
2007	6	88
2008	2	81
2009	5	75
2010	5	84
2011	3	91
2012	4	88

⁸ www indikerar referensmaterial (uppgifter, instruktioner, studentarbeten). Adress: www.ftf.lth.se/F-login
Användarnamn 'Futvärderare', lösenordet 'Fhsv1213'.

Del 3

Examensarbetenas mål, ingående moment och förläggning

Syftet med ett examensarbete är att studenten ska "... utveckla och visa sådan kunskap och förmåga som krävs för att självständigt arbeta som civilingenjör." Under den undersökta perioden (2011/2012) har totalt 52 examensarbeten examinerats på utbildningen (Teknisk fysik), varav 28 (54%) har registrerats som industriförlagda och 6 (13%) har registrerats som utlandsförlagda.

På LTH som helhet genomförs ett relativt stort antal examensarbeten i samarbete med industrin. Procentandelarna för Teknisk fysik är något över genomsnittet för LTH, enligt tillgängliga uppgifter. LTH har tagit beslutet att ingen del av examensarbetsrapporten får sekretessbeläggas. Detta gäller oavsett var examensarbetet genomförts.

För examensarbete utser prefekten vid en institution en eller flera forskarutbildade lärare vid Lunds Universitet som examinerator. Examinerator ansvarar för att studenten har relevant handledning under arbetet. Handledare och examinerator är inte samma person. Handledare behöver inte vara anställd vid LTH.

Studenterna är behöriga att påbörja examensarbetet när de har maximalt 60 hp kvar till examen inom aktuellt program. Examensarbetet, som är på 30 hp, görs normalt inom området studenten specialiserat sig mot, men kan också inom ett annat område förutsatt att studenten har tillräckliga förkunskaper. Dessa bedöms av examinerator. Normalt görs examensarbetet enskilt, men studenterna kan göra arbetet i grupper om högst två. I det senare fallet skall det framgå tydligt vad var och en av studenterna har gjort. Examensarbeten inom Technology Management (TM) utförs alltid av två studenter tillsammans – en från LTH och en från Ekonomihögskolan vid Lunds Universitet, EHL.

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

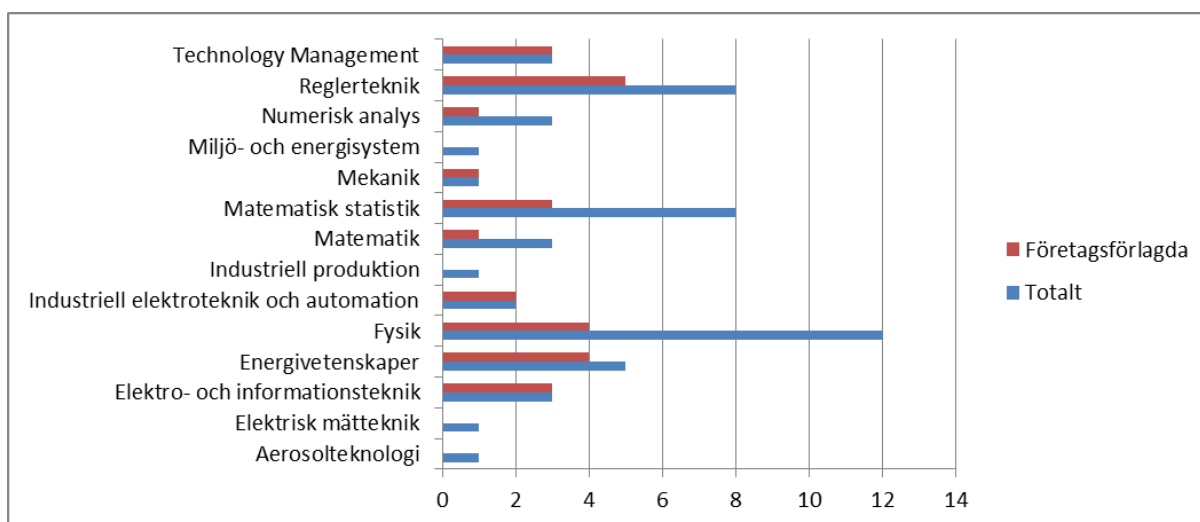
Examinerator betygssätter den skriftliga rapporten och den muntliga presentationen. Den (populär)vetenskapliga artikeln godkänns av handledare eller examinerator medan opponeringen godkänns av examinerator för det examensarbete som opponeras på.

Fördelningen på olika examensarbetsämnen inom programmet under den undersökta perioden framgår av diagrammet under Del 3.

Del 3

Det övergripande målet för utbildningen – anställningsbarhet

Ungefär 50% av studenterna på Teknisk Fysik gör examensarbeten utanför akademien, vilket är ett tecken på att deras kunskaper, färdigheter och intressen är användbara i näringslivet. Resterande examensarbetar inom LU eller andra universitet. På LTH finns många starka forskargrupper som är aktiva i grundblocket och förstås i fördjupningsblocket, där de kan utforma kurser som erbjuder studenterna den specialistkompetens som är institutionens/avdelningens speciella kunskapsområde. Förutom dessa finns många andra men stark forskning och industrikontakt- och relevans, vilket avspeglas i att företagsförlagda examensarbeten förekommer inom många examensarbetsämnen (se diagram nedan över examensarbeten 2011/2012).



Alumnenheten vid Lunds Universitet har tillgång till register över de som utexaminerats från programmet. Alla alumner finns med i databasen, men mycket av innehållet är angivet av alumnerna själva, varför det är svårt att dra slutsatser om positioner inom näringsliv eller akademi. För ca 70% av alumnerna saknas all information om arbetsgivare.

Ungefär 1950 personer har tagit ut en civilingenjörsexamen i Teknisk Fysik sedan 1965, när de första examinerades. Av dessa har minst 20% någon form av forskarexamen enligt databasen, men här finns ett mörkertal (nyligen påbörjade forskarutbildningar, forskarutbildningar vid andra lärosäten). Av de ca 1950 som finns med i databasen har ca 550 uppgivit någon information om arbetsgivare/titel/arbetsbeskrivning. 191 personer har uppgivit någon titel/arbetsbeskrivning sådan att det går att uttyda något om karaktären på deras arbete. Av dessa kan 53 karakteriseras som 'chef' (ex. VD, Head of Project Office), 80 är 'specialister' (ex. senior technical engineer, embedded software designer) och 58 är 'generalister' (ex projektledare, patentkonsult).

Bilaga – Lärarkompetens och lärarkapacitet

Denna tabell avser de lärare som var kursansvariga/examinatorer på Civlingenjörsutbildningen i Teknisk fysik 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	EDA017	Programmeringsteknik	G1	Christian Söderberg	univadj		JA	26
	FAFA10	Fysik - Kvantfenomen och nanoteknologi	G1	Gillis Carlsson	univlekt			55
	FAFA10	Fysik - Kvantfenomen och nanoteknologi	G1	Dan Hessman	univlekt			55
	FAFA25	Vågutbredning och introduktion till teknisk fysik	G1	Dan Hessman	univlekt			55
	FMA420	Linjär algebra	G1	Kasper Andersen	univlekt			46

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMA430	Flerdimensionell analys	G1	Tomas Persson	univlekt			46
	FMAA05	Endimensionell analys	G1	Tomas Persson	univlekt			46
	FMEA05	Mekanik - Statik och partikeldynamik	G1	Solveig Melin	professor	JA		19
Årskurs 2	EEM007	Mätteknik	G2	Hans W Persson	professor	JA		14
	ETE115	Ellära och elektronik	G2	Richard Lundin	univlekt		JA	43
	FHL105	Hållfasthetslära, grundkurs	G1	Per Ståhle	professor			19
	FMA021	Kontinuerliga system	A	Pelle Pettersson	univlekt			46
	FMAF01	Matematik - Funktionsteori	G2	Fredrik Andersson	univlekt	JA		46
	FMAF05	Matematik - System och transformer	G2	Mario Natiello	professor	JA	JA	46
	FMEA20	Mekanik - Dynamik	G1	Solveig Melin	professor	JA		19
	FMFF01	Vektoranalys	G2	Jonas Cremon	forskarassistent			55
	FMFF05	Statistisk termodynamik med tillämpningar	G2	Per-Erik Bengtsson	professor	JA	JA	55

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMFF05	Statistisk termodynamik med tillämpningar	G2	Gunnar Ohlén	univlekt			55
	FRT010	Reglerteknik, allmän kurs	G2	Bo Bernhardsson	professor	JA		16
Årskurs 3	EEMF01	Företagande - entreprenörskap och miljö	G2	Thomas Laurell	professor	JA	JA	14
	ETE055	Elektromagnetisk fältteori	G2	Christian Sohl	postdoktor			43
	FAFF10	Atom- och kärnfysik med tillämpningar	G2	Claes-Göran Wahlström	professor	JA		55
	FFFF05	Fasta tillståndets fysik	G2	Carina Fasth	univlekt			55
	FHLF01	Finita elementmetoden	G2	Mathias Wallin	univlekt	JA		19
	FMNN10	Numeriska metoder för differentialekvationer	A	Gustaf Söderlind	professor			46
	FMS012	Matematisk statistik, allmän kurs	G2	Joakim Lübeck	univadj			46
Kurser inom specialiseringar	ETEN01	Mikrovågsteori	A	Anders Karlsson	professor	JA		43
	ETEN15	Acceleratorer, partiklar och fält	A	Richard Lundin	univlekt		JA	43

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	ETEN15	Acceleratorer, partiklar och fält	A	Anders Karlsson	professor	JA		43
	EXTF85	Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer	G2	Else Lytken	univlekt, biträdan			-
	EXTF90	Produktion av fotoner och neutroner för vetenskap	G2	Erik Wallén	univlekt			-
	EXTF90	Produktion av fotoner och neutroner för vetenskap	G2	Rami Sankari	univlekt, biträdan			-
	EXTN85	Spridningsmetoder	A	Ulf Olsson	professor			-
	EXTN90	Experimentella metoder och instrumentering för synkrotronljusforskning	A	Rami Sankari	univlekt, biträdan			-
	EXTN90	Experimentella metoder och instrumentering för synkrotronljusforskning	A	Erik Wallén	univlekt			-
	EXTN95	Acceleratorer och frielektronlasrar	A	Francesca Curbis	univlekt, biträdan			-
	EXTN95	Acceleratorer och frielektronlasrar	A	Sverker Werin	professor			-

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FAFF01	Optik och optisk design	G2	Sven-Göran Pettersson	univlekt			55
	FAFF01	Optik och optisk design	G2	Anne L'Huillier	professor	JA		55
	FKF021	Kärnfysik, fördjupningskurs	G2	Dirk Rudolph	professor			-
	FKF070	Modern subatomär fysik	A	Joakim Cederkäll	professor			-
	FKFN01	Tillämpad subatomär fysik	A	Jan Pallon	univlekt	JA		55
	FKFN01	Tillämpad subatomär fysik	A	Mikael Elfman	forskare			55
	FKFN05	Experimentella verktyg i subatomär fysik	A	Anders Oskarsson	univlekt			-
	FKFN05	Experimentella verktyg i subatomär fysik	A	Per Kristiansson	professor	JA		55
	FKFN10	Reaktorfysik	A	Kevin Fissum	univlekt			-
	FKFN10	Reaktorfysik	A	Jan Pallon	univlekt	JA		55
	FMFN01	Kvantmekanik, fortsättningskurs	A	Stephanie Reimann	professor	JA		55
	FMFN01	Kvantmekanik, fortsättningskurs	A	Andreas Wacker	professor			-
	TEK177	Ytfysik	A	Joachim Schnadt	professor			-

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	TEK177	Ytfysik	A	Anders Mikkelsen	professor			-
	FHL066	Finita elementmetoden - olinjära system	A	Matti Ristinmaa	professor	JA		19
	FHL110	Biomekanik	A	Ingrid Svensson	univlekt		JA	19
	FHLN01	Strukturoptimering	A	Mathias Wallin	univlekt	JA		19
	FHLN05	Beräkningsbaserad materialmodellering	A	Matti Ristinmaa	professor	JA		19
	FKM070	Avancerad materialteknologi	A	Srinivasan Iyengar	univlekt	JA	JA	19
	FMEN01	Flerkroppsdynamik	A	Per Lidström	univlekt	JA		19
	FMEN10	Mekaniska vibrationer	A	Kristina Nilsson	univlekt			19
	FMEN20	Kontinuumsmekanik	A	Aylin Ahadi	univlekt			19
	FMN110	Numeriska metoder i flerkroppsdynamik	A	Claus Führer	professor	JA		46
	MMV031	Värmeöverföring	G2	Bengt Sundén	professor	JA		20
	MMV211	Strömningslära	G2	Christoffer Norberg	univlekt	JA	JA	20

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	MVK150	Tillämpad numerisk strömningsmekanik	A	Johan Revstedt	professor	JA		20
	VSMN10	Strukturdynamiska beräkningar	A	Göran Sandberg	professor	JA		14
	VSMN10	Strukturdynamiska beräkningar	A	Per Erik Austrell	univlekt			14
	MMV042	Numerisk värmeöverföring	A	Bengt Sundén	professor	JA		20
	MVK140	Turbulens - teori och modellering	A	Johan Revstedt	professor	JA		20
	EDA221	Datorgrafik	G2	Lennart Ohlsson	univlekt			26
	EDAN30	Fotorealistisk datorgrafik	A	Michael Doggett	univlekt	JA		26
	EDAN35	Högpresterande datorgrafik	A	Michael Doggett	univlekt	JA		26
	EITF01	Digitala bilder - kompression	G2	Irina Bocharova	forskare			-
	ESS040	Digital signalbehandling	G2	Nedelko Grbic	univlekt			43
	ETIF01	Signalbehandling - design och implementering	G2	Leif Sörnmo	professor	JA		43
	FAFF20	Multispektral avbildning	G2	Stefan Andersson-Engels	professor	JA		55

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMA120	Matristeori	A	Andrey Ghulchak	univlekt	JA		46
	FMA135	Geometri	G1	Anna Torstensson	univlekt			46
	FMA170	Bildanalys	A	Magnus Oskarsson	univlekt			46
	FMA175	Bildanalys, projektdel	A	Magnus Oskarsson	univlekt			46
	FMA270	Datorseende	A	Carl Olsson	univlekt, biträdan			46
	FMA272	Datorseende, projektdel	A	Carl Olsson	univlekt, biträdan			46
	FMS045	Stationära stokastiska processer	G2	Andreas Jakobsson	professor			46
	MAM061	Människa - datorinteraktion	G1	Mattias Wallergård	univlekt, biträdan		JA	33
	MAM101	Virtual Reality i teori och praktik	G2	Joakim Eriksson	forskningsingenjör			-
	FMN100	Numeriska metoder för datorgrafik	A	Carmen Arévalo	univlekt	JA		46
	FMN100	Numeriska metoder för datorgrafik	A	Claus Führer	professor	JA		46
	FMSN20	Spatial statistik med bildanalys	A	Johan Lindström	univlekt, biträdan			46
	ETI160	Medicinsk signalbehandling	G2	Leif Sörnmo	professor	JA		43

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMA051	Optimering	A	Andrey Ghulchak	univlekt	JA		46
	FMA140	Olinjära dynamiska system	A	Mario Natiello	professor	JA	JA	46
	FMAN01	Biomatematik	A	Anders Heyden	professor	JA		46
	FMS051	Matematisk statistik, tidsserieanalys	A	Andreas Jakobsson	professor			46
	FMS072	Försöksplanering	G2	Oskar Hagberg	univlekt			-
	FMS091	Monte Carlo-baserade statistiska metoder	A	Jimmy Olsson	univlekt			-
	FMSF10	Stationära stokastiska processer	G2	Naveed Butt	postdoktor			46
	FMSF15	Markovprocesser	G2	Nader Tajvidi	univlekt	JA		46
	FMSN10	Analys av överlevnadsdata	A	Dragi Anevski	univlekt			46
	GEMA55	Medicin för tekniker	G1	Per Wollmer	professor/överläka			-
	GEMA55	Medicin för tekniker	G1	Tomas Jansson	univlekt	JA		14
	TEK171	Kvantitativ humanfysiologi	A	Einar Heiberg	forskarassistent			-
	TEK171	Kvantitativ humanfysiologi	A	Håkan Arheden	professor/överläka			-

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	TEK267	Teoretisk biofysik	A	Stefan Wallin	forskare			-
	FMS110	Olinjära tidsserier	A	Erik Lindström	univlekt			46
	EDAF15	Algoritmimplementering	G2	Jonas Skeppstedt	univlekt			26
	FMA111	Matematiska strukturer	A	Pelle Pettersson	univlekt			46
	FMA111	Matematiska strukturer	A	Anders Holst	univlekt			46
	FMA200	Variationskalkyl	A	Niels Christian Overgaard	univlekt			46
	FMA240	Linjär och kombinatorisk optimering	G2	Anders Holst	univlekt			46
	FMA240	Linjär och kombinatorisk optimering	G2	Anders Heyden	professor	JA		46
	FMNN01	Numerisk linjär algebra	A	Johan Helsing	professor	JA		46
	FMNN05	Simuleringsverktyg	A	Claus Führer	professor	JA		46
	FMNN25	Avancerad kurs i numeriska algoritmer med Python/SciPy	A	Claus Führer	professor	JA		46
	FRT095	Matematisk modellering, fortsättningskurs	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FRT095	Matematisk modellering, fortsättningskurs	A	Anders Rantzer	professor	JA		16
	VSMN20	Programutveckling för tekniska tillämpningar	A	Ola Dahlblom	professor	JA		14
	VSMN20	Programutveckling för tekniska tillämpningar	A	Jonas Lindemann	systemingenjör			14
	FMA260	Funktionalanalys och harmonisk analys	A	Pelle Pettersson	univlekt			46
	FMNN20	Numerisk analys för elliptiska och paraboliska differentialekvationer	A	Anders Holst	univlekt			46
	FMNN20	Numerisk analys för elliptiska och paraboliska differentialekvationer	A	Eskil Hansen	univlekt	JA		46
	AEB010	Solenergi - grundkurs i solvärmeteknik	G2	Elisabeth Kjellsson	univlekt			40
	AEB020	Solcell - grundkurs i solcellsteknik	G2	Elisabeth Kjellsson	univlekt			40
	EIEN10	Vindkraftsystem	A	Jörgen Svensson	univlekt			10

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FAF080	Atom- och molekylspektroskopi	A	Claes-Göran Wahlström	professor	JA		55
	FBR012	Grundläggande förbränning	G2	Alexander Konnov	professor			55
	FKF100	Miljömätteknik	A	Birgitta Svenningsson	forskare			-
	FKFF01	Atmosfärskemi och -fysik	G2	Bengt Martinsson	professor	JA		55
	FMI040	Energisystemanalys: Förnybara energikällor	A	Per Svenningsson	forskningsass			24
	FMI050	Energisystemanalys: energi, miljö och naturresurser	A	Per Svenningsson	forskningsass			24
	FMI055	Miljösystemanalys, livscykelanalys	A	Pål Börjesson	professor	JA		24
	FMI070	Internationell miljövard, tematisk kurs	A	Lorenzo Di Lucia	doktorand			24
	FMI070	Internationell miljövard, tematisk kurs	A	Per Svenningsson	forskningsass			24
	FMIN05	Miljösystemanalys: Klimat som vetenskap och politik	A	Christian Stenqvist	doktorand			24

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMIN05	Miljösystemanalys: Klimat som vetenskap och politik	A	Lars J Nilsson	professor	JA		24
	MAM242	Aerosolteknologi	G2	Christina Isaxon	doktorand			33
	MAMN20	Aerosolteknologi, projekt	A	Aneta Wierzbicka	forskarassistent			33
	MVKN10	Energitransporter	A	Svend Frederiksen	professor	JA		20
	MVKN15	Energiförsörjning	A	Jurek Pyrko	professor	JA	JA	20
	MVKN20	Energianvändning	A	Jurek Pyrko	professor	JA	JA	20
	ETEN05	Elektromagnetisk vågutbredning	A	Daniel Sjöberg	professor	JA		43
	ETEN10	Antennteknik	A	Mats Gustafsson	professor	JA		43
	ETI031	Radio	G2	Göran Jönsson	univadj		JA	43
	ETT051	Digital kommunikation	G2	Göran Lindell	univlekt			43
	FAF095	Fotonik och optisk kommunikation	A	Stefan Andersson-Engels	professor	JA		55
	FAF095	Fotonik och optisk kommunikation	A	Dmitry Khoptyar	forskarassistent			55

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FAF150	Medicinsk optik	A	Stefan Andersson-Engels	professor	JA		55
	FAFN01	Lasrar	A	Jörgen Larsson	professor	JA		55
	FAFN05	Ljus - materia växelverkan	A	Anne L'Huillier	professor	JA		55
	FAFN10	Avancerade laser- och optiksystem	A	Anne L'Huillier	professor	JA		55
	FAFN10	Avancerade laser- och optiksystem	A	Jörgen Larsson	professor	JA		55
	FBR024	Laserbaserad förbränningsdiagnostik	A	Mattias Richter	univlekt	JA		55
	FFF021	Halvledarfysik	A	Carina Fasth	univlekt			55
	FFF042	Fysiken för låg-dimensionella strukturer och kvantkomponenter	A	Mats-Erik Pistol	professor	JA		55
	FFF110	Process- och komponentteknologi	G2	Claes Thelander	univlekt, biträdan	JA		55
	FFFN15	Optoelektronik	A	Dan Hessman	univlekt			55
	EXTF50	Mikroekonomisk analys	G2	Kristian Bolin	professor			-

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	EXTN80	Ekonomiskt och finansiellt beslutsfattande	A	Erik Wengström	univlekt			-
	FMF170	Komplex ekonomi	G2	Sven Åberg	professor	JA		55
	FMS155	Statistisk modellering av extremvärden	A	Nader Tajvidi	univlekt	JA		46
	FMSF05	Sannolikhetsteori	G2	Anna Lindgren	univlekt			46
	FRTN20	Marknadsstyrda system	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16
	FRTN20	Marknadsstyrda system	A	Charlotta Johnsson	univlekt		JA	16
	MIO012	Industriell ekonomi, allmän kurs	G1	Mona Becker	univadj			7
	TEK180	Värdering och hantering av finansiell risk	A	Björn Hansson	professor			-
	FMS161	Finansiell statistik	A	Erik Lindström	univlekt			46
	FMSN25	Prissättning av derivattillgångar	A	Magnus Wiktorsson	univlekt	JA		46
	TEK103	Finansiell ekonomi, avancerad kurs	A	Björn Hansson	professor			-
	TEK110	Empirisk finansiell ekonomi	A	Hossein Asgharian	professor			-

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	ETI032	Radioelektronik	A	Göran Jönsson	univadj		JA	43
	ETI041	Radioprojekt	A	Göran Jönsson	univadj		JA	43
	ETI135	Avancerad digital IC-konstruktion	A	Peter Nilsson	professor	JA		43
	ETI170	Integrerad radioelektronik	A	Henrik Sjöland	professor	JA		43
	ETI290	Avancerad analog design	A	Bertil Larsson	univadj		JA	43
	ETIN20	Digital IC-konstruktion	A	Peter Nilsson	professor	JA		43
	ETIN25	Analog IC-konstruktion	A	Markus Törmänen	univlekt, biträdan			43
	FFF115	Höghastighetselektronik	A	Erik Lind	univlekt	JA		43
	FFF160	Nanoelektronik	A	Lars-Erik Wernersson	professor	JA		43
	FFFN01	Avancerad framställning av nanostrukturer	A	Ivan Maximov	forskningsingenjör			55
	EEM031	Sensorteknik	G2	Hans W Persson	professor	JA		14
	EEM040	Medicinsk mätteknik	G2	Tomas Jansson	univlekt	JA		14
	EEM040	Medicinsk mätteknik	G2	Magnus Cinthio	forskare	JA		14

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	EEM055	Mikrofluidik	A	Johan Nilsson	univlekt	JA		14
	EEM060	EMC, störningar och störningsbegränsning	A	Johan Nilsson	univlekt	JA		14
	EEM070	Datorbaserade mätsystem	A	Tomas Jansson	univlekt	JA		14
	EEM080	Ultraljudsfysik och teknik	A	Monica Almqvist	univlekt	JA	JA	14
	EEM080	Ultraljudsfysik och teknik	A	Hans W Persson	professor	JA		14
	TEK290	Biologisk översiktscurs	G2	Anders Brodin	professor			-
	TNX097	Rehabiliteringsteknik	G2	Håkan Neveryd	univadj			33
	EEMN01	Mikrosensorer	A	Martin Bengtsson	gästlärare			14
	FAFN15	Kristalltillväxt och halvledarepitaxi	A	Jonas Johansson	univlekt	JA		55
	FFF051	Fasta tillståndets teori	A	Andreas Wacker	professor			-
	TEK265	Experimentell biofysik	A	Jonas Tegenfeldt	forskare	JA		55
	EDA031	C++ - programmering	G2	Per Holm	univlekt		JA	26
	EDA040	Realtidsprogrammering	G2	Klas Nilsson	univlekt	JA		26

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	EDA061	Objektorienterad modellering och design	G2	Lennart Andersson	univlekt			26
	EDA180	Kompilator teknik	G2	Lennart Andersson	univlekt			26
	EDA216	Databasteknik	G2	Per Holm	univlekt		JA	26
	EDA260	Programvaruutveckling i grupp - projekt	G2	Görel Hedin	professor	JA		26
	EDA260	Programvaruutveckling i grupp - projekt	G2	Boris Magnusson	professor	JA		26
	EDAF05	Algoritmer, datastrukturer och komplexitet	G2	Thore Husfeldt	professor	JA		26
	EDAN01	Constraint-programmering	A	Krzysztof Kuchcinski	professor	JA		26
	EDAN10	Konfigurationshantering	A	Lars Bendix	univlekt		JA	26
	EDAN40	Funktionsprogrammering	A	Jacek Malec	professor	JA		26
	ETS170	Kravhantering	A	Björn Regnell	professor	JA		26
	ETS200	Programvarutestning	A	Per Runeson	professor	JA	JA	26

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	ETSN05	Programvaruutveckling för stora system	A	Martin Höst	professor	JA		26
	EDA270	Coachning av programvaruteam	A	Görel Hedin	professor	JA		26
	FRT041	Systemidentifiering	A	Rolf Johansson	professor	JA		16
	FRT090	Projekt i reglerteknik	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16
	FRTN01	Realtidssystem	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16
	FRTN05	Olinjär reglering och servosystem	A	Anders Robertsson	professor	JA	JA	16
	FRTN05	Olinjär reglering och servosystem	A	Anders Rantzer	professor	JA		16
	FRTN10	Flervariabel reglering	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16
	FRTN10	Flervariabel reglering	A	Anders Robertsson	professor	JA	JA	16
	FRTN15	Prediktiv reglering	A	Karl-Erik Årzén	professor	JA		16
	FRTN15	Prediktiv reglering	A	Rolf Johansson	professor	JA		16
	ETT042	Adaptiv signalbehandling	A	Martin Stridh	univlekt	JA		43
	ETT074	Optimal signalbehandling	A	Bengt Mandersson	univlekt			43

	Kurskod	Kursnamn	Nivå	Kursansvarig/examinator	Tjänstetitel	Docent	ETP	Lärar- kapacitet
	FMAN05	Kvantberäkningar	A	Victor Ufnarovski	professor	JA		46
	FMEN15	Analytisk mekanik	A	Per Lidström	univlekt	JA		19
	FMF061	Relativitetsteori	G2	Ingemar Ragnarsson	professor			55
	FMF121	Kärnstrukturteori	A	Ragnar Bengtsson	professor	JA		55
	FMF150	Termodynamik och statistisk fysik	A	Ragnar Bengtsson	professor	JA		55
	FMFN05	Kaos	A	Ingemar Ragnarsson	professor			55
	FMFN10	Kvantmekanik, fortsättningskurs 2	A	Ferdi Aryasetiawan	professor			-