

Omstart EDIT

1. Inledning

Detta dokument utgör slutrapport från projektet Omstart EDIT. Projektet, som utgör en fortsättning på den så kallade EDITZ-översynen, startade i april 2009 och har i olika aktiviteter engagerat ett stort antal lärare, studenter, andra Chalmersanställda och externa intressenter. Speciellt har ett fyrtiotal personer lagt ner ett omfattande och engagerat arbete under hösten på att i fyra olika arbetsgrupper utveckla och diskutera de konceptförslag som är projektets huvudresultat.

De två förslagen till utbildningsprogram har varit föremål för omfattande diskussioner i respektive arbetsgrupp och många programspecifika överväganden har gjorts. Förslagen med åtföljande motiveringar, diskussion och konsekvensanalyser presenteras i separata rapporter från de två arbetsgrupperna, med Samuel Bengmark respektive Jörgen Blennow som huvudförfattare. Resultaten från de övriga två arbetsgrupperna, som arbetat med undervisningen i matematik samt med rekryteringsfrågor, har inarbetats i huvudrapporten, som författats av Björn von Sydow i samråd med Samuel Bengmark, Jörgen Blennow, Sheila Galt, Sven Järner, Peter Lundin och Manne Stenberg.

Föreliggande dokument består av en sammanläggning av huvudrapport (22 sidor) och de två konceptförslagen (14 respektive 28 sidor). Ett stort bakgrunds- och arbetsmaterial finns på projektets webbplats

<http://document.chalmers.se/doc/1418061867>.

Här återfinns också E-förslagets samlade bilagedel, i form av dokumentet

<http://document.chalmers.se/doc/1094024399>.¹

2. Sammanfattning

Vi föreslår en utbildningsstruktur med ingenjörsutbildning i två steg; studenter antas till ett treårigt program på grundnivå som leder till högskoleingenjörsexamen. Samtidigt garanterar Chalmers de antagna en plats på ett masterprogram och därmed möjligheten att fortsätta till civilingenjörsexamen, förutsatt att studierna på grundnivå är framgångsrika. Inom EDIT-området föreslår vi en enkel struktur med två nybörjarprogram som ersätter de nuvarande fem: ett program inom elektroteknik och ett inom data- och informationsteknik.

Tillsammans innebär dessa förändringar att de sökandes val av nybörjarprogram förenklas och att deras beslut om en eventuell fortsättning till civilingenjörsexamen kan baseras på ett bättre underlag.

Programidéerna för de två nya programmen är likartade och är inspirerade av CDIO-modellen, men med större valfrihet under de första tre åren än vad som är vanligt. Detta möjliggör för studenten att välja bland olika karriärvägar, baserade på sina egna styrkor och intressen. Studenten ges stöd i sina val genom stärkt studievägledning och karriärplanering, som en del av ett tydligt fokus på individens personliga och professionella utveckling. Inslag av arbetsintegrerat lärande tydliggör yrkesrollen och ger ytterligare beslutsunderlag.

¹Dessa dokument är endast tillgängliga från domänen document.chalmers.se eller efter inloggning.

Programplaneskisser för de två programmen baseras på en ryggrad av ingenjörskurser under de första tre åren, med ett avslutande projekt i varje årskurs, samt en kärna av obligatoriska kurser. Tillsammans ger dessa en grundläggande ingenjörskompetens. Till detta lägger studenten efter eget val en profilering som kan variera i dimensionerna teori/praktik och djup/bredd, liksom i teknikinriktning. Masterprogram kan ställa särskilda behörighetskrav för tillträde som begränsar studentens val. Sådana krav kan förväntas innebära att en del stoff som traditionellt behandlats tidigt i ingenjörsutbildningar nu flyttas till sista året på grundnivån, eller till avancerad nivå.

Förslagen är för närvarande att betrakta som konceptförslag. Mycket arbete återstår innan färdiga programbeskrivningar föreligger, men det är tydligt att förslagen innebär en relativt radikal omläggning i jämförelse med dagens utbildningsstruktur. Det nya upplägget har egenskaper som efterfrågas av både gymnasister och utexaminerade ingenjörer, och bör därför kunna attrahera nya grupper av studenter. Omfattande diskussioner i projektets arbetsgrupper ger oss också anledning att tro att det föreslagna upplägget kan fungera väl. Samtidigt utmanas inarbetade varumärken, särskilt vad gäller gemensam ingång till olika examina. Det är därför nödvändigt att ge tillfälle till öppet meningsutbyte inom Chalmers kring dessa idéer innan beslut fattas. Vidare behövs betydligt djupare analys av rekryteringsegenskaper och planering av marknadsföring av den nya strukturen. Ett speciellt bekymmer ur rekryteringssynpunkt är att den nya strukturen hittills endast diskuteras för EDIT-området.

Det är ont om förebilder som genomfört en utbildningsstruktur av det slag som föreslås här. En huvudanledning kan vara att treåriga och femåriga ingenjörsutbildningar normalt ges av olika lärosäten, ofta också med olika struktur och status. Förutsättningarna vid Chalmers, med sedan länge etablerade utbildningar av bägge slagen och en lärarkår med erfarenheter från bägge typerna i samma organisation, erbjuder därför speciella möjligheter. Det är vår förhoppning att projektets rapporter och förslag ska kunna tjäna som underlag för en bred diskussion om hur ingenjörsutbildning bör bedrivas vid Chalmers i framtiden.

3. Uppdraget

De centrala formuleringarna i projektets uppdrag är följande:

Chalmers ledning har beslutat att genomföra en översyn av utbildningarna inom data-teknik, elektroteknik och IT, utbildningar som trots ett gynnsamt arbetsmarknadsläge har en svag rekrytering av studenter i allmänhet och av kvinnor i synnerhet. Under 2009 drivs ett delprojekt "Omstart EDIT", som syftar till att utveckla ett konceptförslag som skiljer sig från dagens utbildningsstruktur genom att den femåriga ingenjörsutbildningen ska bygga på den treåriga ingenjörsutbildningen i en tvåcykelmodell enligt Bologna. Progression i ingenjörskunnandet ska känneteckna utbildningarna. Målet är också att utbildningarna ska attrahera nya grupper av studenter som idag inte identifierar sig med den nuvarande bilden av ingenjörssrollen och den tekniska högskoleutbildningen.

Detta avsnitt utvecklar i mer detalj hur utredningen har uppfattat uppdraget och de krav som detta ställer på den nya utbildningsstrukturen.

Först kan man notera att rekryteringen av studenter till dessa utbildningar, liksom för Chalmers utbildningar i allmänhet, förbättrats betydligt inför 2009. Samtliga program har fyllt sina platser och lägsta meritvärde för antagning har höjts betydligt. Tyvärr är dock andelen kvinnliga antagna lika låg som tidigare, eller till och med lägre.

Vår slutsats av antagningssituationen är, för det första, att den positiva utvecklingen på totalen ger en respekt för förnyelsearbetet; det är sannolikt att vi de närmaste åren kommer att ha en fortsatt gynnsam rekryteringssituation. På litet längre sikt ter sig dock situationen fortsatt bekymmersam; konjunkturen kommer att vända, ungdomskullarna minskar med 25% på tio års sikt och vi har inga

tydliga indikationer på förbättrad attraktionskraft för ingenjörsutbildningar. För det andra är det tydligt att den mycket svaga rekryteringen av kvinnor är ett huvudbekymmer för EDIT-området och måste fortsätta att vara i fokus vid allt förändringsarbete.

Uppdragets formulering att ”den femåriga ingenjörsutbildningen ska bygga på den treåriga ingenjörsutbildningen i en tvåcykelmodell enligt Bologna” har föranlett mycket diskussion både inom utredningens arbetsgrupper och inom Chalmers i övrigt. Det är tydligt att vi här har att göra med en radikal omläggning, med betydande konsekvenser för såväl utbildningens innehåll och uppläggning som för marknadsföring och rekrytering. En första slutsats är att det blir ogörligt att se uppdraget som en instruktion att helt enkelt slå ihop dagens högskoleingenjör- och civilingenjörsprogram. En sådan tolkning skulle leda en till att försöka skapa ett program där man kan identifiera studievägar som mer eller mindre direkt motsvarar dagens program. Att bygga upp ett program på det sättet skulle med säkerhet innebära alltför många motstridiga krav.

I stället står vi inför utmaningen att utveckla en helt ny ingenjörsutbildning i två steg, som kan leda både till högskoleingenjörsexamen efter tre år och till civilingenjörsexamen efter fem. En sådan utbildning måste kunna hantera stor heterogenitet i studentgruppen, både vad gäller förkunskaper och personliga förutsättningar i övrigt, samt låta den enskilde studenten ta ansvar för och forma sin utbildning genom informerade, successiva val.

Vi har också diskuterat vad det betyder att ”progression i ingenjörskunnande ska känneteckna utbildningarna”. Det är uppenbart att ett ingenjörsprogram ska erbjuda såväl progression i ämneskunskaper inom det valda teknikområdet som en progression i vad som brukar kallas generella ingenjörsfärdigheter, såsom muntlig och skriftlig kommunikation, problemlösning och förmåga att arbeta i projekt. Sett tillsammans med tvåcykelmodellen blir det naturligt att redan tidigt i utbildningen låta utveckling av generella kompetenser spela en viktig roll, medan en del grundläggande teoretiskt stoff flyttas till ett senare skede och delvis görs valbart. För att underlätta val av studieinriktning tydliggörs ingenjörnsrollen genom kontakter med yrkeslivet i form av studiebesök, gästföreläsningar och industrirelaterade projekt. Studenten ges tid och stöd att reflektera över sin personliga och professionella utveckling.

Slutligen innehåller uppdraget det explicita målet att utbildningarna ”ska attrahera nya grupper av studenter som idag inte identifierar sig med den nuvarande bilden av ingenjörnsrollen och den tekniska högskoleutbildningen”. Att realisera de två föregående delmålen innebär förvisso utmaningar, men detta är ännu mer utmanande. Dels är vår kunskap om ungdomars bilder av ingenjörnsroller och teknikutbildning och hur dessa påverkar deras utbildningsval ofullständig, dels ska vi trots allt utbilda ingenjörer! Dessutom påverkas sannolikt ungdomars attityder till yrkesval från tidig ålder och i huvudsak av faktorer som vi inte kan påverka. Medan de två tidigare delmålen rör egenskaper hos förslagen i sig gäller detta mål hur förslagen uppfattas av olika målgrupper, något som är klart svårare att bedöma i förväg.

4. Bakgrund

I detta avsnitt diskuteras ytterligare ett par bakgrundsfaktorer av betydelse för hur en ny ingenjörsutbildning bör utformas.

4.1. Examenskrav

De lagfästa examenskraven för högskoleingenjör- och civilingenjörsexamen ges i högskoleförordningens bilaga 2. En version av examensbeskrivningarna som redigerats för att underlätta jämförelse ges i Bilaga 1. Även om den allmänna bilden av dessa två examina i hög grad formas av andra faktorer är det förstås viktigt att en ny utbildningsstruktur gör det möjligt att uppnå de mål som ges i förordningen.

Examensbeskrivningarna, som reviderades väsentligt i den nya examensordningen 2007, kommer också att spela en ökad roll i HSV:s nya utvärderingssystem [3], som införs från 2010. Ut-

formningen av nya ingenjörsprogram bör ta sin grund i förordningens examensbeskrivningar och komplettera och konkretisera dessa för de aktuella teknikområdena. Utgående från dessa mål för studenternas lärande kan så programmets uppläggning och examination planeras (dvs utvecklingsarbetet sker enligt principen lärcentrerad undervisningsplanering (eng. *constructive alignment*)).

Vår tolkning av examensbeskrivningarna är att de mycket väl låter sig förenas med en utbildning i två cykler. De tre första åren ska då leda till att kraven för högskoleingenjörsexamen uppfylls. Masterprogrammen ska sedan ge studenten

- breddade kunskaper i matematik och naturvetenskap och väsentligt fördjupade kunskaper inom en del av teknikområdet.
- förmåga att delta i forsknings- och utvecklingsarbete.
- stärkt förmåga att, också i internationella sammanhang, redogöra för och argumentera för sina slutsatser.
- generellt ökad skicklighet som ingenjör.

Som en optimering bör man troligen göra olika kursval i slutet av den första cykeln beroende på planerad fortsättning.

4.2. Utexaminerade ingenjörers syn på sin utbildning

Sveriges Ingenjörer har helt nyligen publicerat rapporten *Nya ingenjörer om utbildning och arbete* [6], som baseras på en enkätundersökning riktad till högskole- och civilingenjörer utexaminerade 2005 och 2006. Rapporten ger en fyllig bild av nya ingenjörers syn på sin utbildning. Här citerar vi endast ur början av sammanfattningen:

De flesta ingenjörerna var ganska eller mycket nöjda med både utbildningen i sin helhet och arbetet. När frågorna kommer till enskildheter blir bilden dock betydligt mer varierad, och i vissa fall starkt negativ. Det tydligaste beskedet från de som svarat, är att utbildningarna i långt större utsträckning måste kopplas till det yrkesliv för vilket de är ämnade. Framför allt följande lyftes fram:

- Större möjligheter till praktik.
- En karriär- och studievägledning som kan ge besked om vad arbetsmarknaden kräver.
- Ökade kontakter med företag och näringsliv.
- Mer verklighetsanpassade tillämpningsövningar.
- Klarare sammanhang mellan kurser och utbildningen som helhet.

Denna bild överensstämmer i mycket med resultat från alumniundersökningar genomförda vid Chalmers, till exempel vid D-programmet 2007 och E-programmet 2008.

Det är tydligt att en utbildningsstruktur med program som kännetecknas av progression i ingenjörskunnande, så som det tolkas i föregående avsnitt, innebär en klar förändring i riktning mot att tillmötesgå dessa önskemål.

5. Förslag till utbildningsstruktur

Chalmers utbildningar på grundnivå inom EDIT-området i dag ges under rubrikerna elektroteknik, datateknik och informationsteknik. Inom de två förstnämnda områdena erbjuds både högskole- och civilingenjörsutbildning, medan vi inom informationsteknik endast erbjuder civilingenjörsutbildning. Det totala antalet nybörjare 2009 uppgår till drygt 300 studenter.

I projektet har kortfattat diskuterats möjligheten att i stället erbjuda tillämpnings- eller branschriktade utbildningsprogram, som exempelvis medicinsk teknik eller fordonselektronik, men vi tror att de etablerade varumärkena trots allt är att föredra på grundnivån. Det står också klart att hela teknikområdet är av fortsatt stor samhällselig betydelse, så Chalmers bör fortsätta att erbjuda utbildning inom hela området. En kortfattad analys av samhällets behov av EDIT-ingenjörer återfinns i Bilaga 2.

Däremot anser vi att gränsdragningen mellan D- och IT-områdena är otydlig och svår att motivera. Förvisso finns också överlappande teknikområden i gränslandet mellan D och E, till exempel inom kommunikation och inbyggda system, men vi tror ändå att en uppdelning i E och D/IT är ändamålsenlig.

Vi har därför valt att utforma förslag till två utbildningsprogram, för närvarande kallade DIT och E. Dessa två förslag diskuteras utförligt i bifogade dokument. Vi vill dock poängtera att förslagen är just konceptförslag; mycket arbete återstår innan fullständiga programbeskrivningar är färdiga. Fokus i arbetet har varit en iteration mellan utveckling av syfte och mål för programmen och utveckling av programidén, dvs programmens övergripande uppläggning.

I bägge förslagen återfinns en ”ryggrad” av ingenjörskurser i progression som startar redan i första läspeperioden och som rymmer bland annat en projektkurs i slutet av alla tre årskurserna på grundnivån. Vidare har en kärna av obligatoriska ämneskurser identifierats; styrande har här varit att identifiera kunskaper som är nödvändiga för att projekten ska kunna genomföras. Kärnan har hållits till ett minimum för att lämna utrymme för studentens val av inriktning på sina studier. I bägge förslagen lämnas närmare ett års studier på grundnivån valfria. Det är dock troligt att studenten, för att uppnå högskoleingenjörsexamen, måste välja ytterligare några kurser inom huvudområdet, liksom att den som vill fortsätta på ett masterprogram och bli civilingenjör begränsas i sina val av förkunskapskraven för det valda masterprogrammet och krav för civilingenjörsexamen. Ett antal rekommenderade spår stödjer val som leder till olika masterprogram eller yrkesroller som högskoleingenjör.

Den friare strukturen i de föreslagna programmen ställer krav på studenten att ta ansvar för sin personliga och professionella utveckling; individen kommer i fokus i högre utsträckning än i dagens typiska programupplägg. Många olika profileringar blir möjliga, såväl traditionella val i utbildningarnas huvudspår som djärva kombinationer för att möta nya behov. Som stöd för studentens val måste Chalmers erbjuda kvalificerad studievägledning samt stöd vid karriärplanering och reflektion över egna styrkor och svagheter. Sannolikt behövs förstärkta resurser i form av vägledare och rådgivare, men också relationen mellan lärare och student skulle behöva förändras för att effektivare stödja studentens lärande. Det är en stor utmaning att finna former för en sådan förändring inom ramen för utbildningsprogram av stor volym (100 – 200 studenter per program) och med oförändrade ekonomiska resurser.

Arbetet hittills har fokuserat på programmens utformning på grundnivån. Det är uppenbart att i det fortsatta arbetet måste kopplingen till Chalmers masterprogram inom området analyseras i detalj. Det gäller då förkunskapskrav, behovet av valfria kurser på grundnivån för att tillgodose dessa krav samt masterprogrammets synlighet på grundnivån för att ge underlag för studenters motiverade val. Det bör dock noteras att vi då talar om de masterprogram som ges cirka 2015; under det fortsatta arbetet kommer utbudet av masterprogram med säkerhet att ses över.

Förslagen är tydligt inspirerade av CDIO-modellen; också det fortsatta utvecklingsarbetet förväntas ske i denna anda. Med detta menar vi den grundläggande inställningen att programmets syfte är att utbilda ingenjörer som kan delta i eller driva utveckling och underhåll av system och produkter inom respektive teknikområde, liksom vikten av att utveckla studentens ingenjörskunskande i ett brett perspektiv. Huruvida programmen explicit ska deklarerat sig som CDIO-program i meningen att man följer den nomenklatur, de processer och de styrformer som beskrivs i olika dokument inom CDIO-initiativet är en öppen fråga; ett sådant beslut kräver bred förankring bland programmets intressenter.

6. Förslagens egenskaper och konsekvenser

6.1. Ingenjörsutbildning i två cykler

Heterogeniteten vad gäller förkunskaper i de studentgrupper som antas till ingenjörsutbildning har ökat på senare år; detta gäller såväl högskoleingenjör- som civilingenjörsutbildningar. Detta beror dels på att ett minskat söktryck har lett till större spridning i meritpoäng bland de antagna, men också på att spridningen i kunskaper, färdigheter och attityder bland gymnasister med ett givet meritvärde har ökat. En av de vanligaste farhågorna vad gäller den form av ingenjörsutbildningar som diskuteras här är att dessa kommer att behöva hantera ytterligare ökad spridning jämfört med dagens utbildningar. I en rapport från HSV våren 2009 [2] konstateras också att heterogeniteten har kommit för att stanna och att den ger delvis nya förutsättningar för lärande och undervisning. Vi delar den uppfattningen och tror att oberoende av frågan om en ny utbildningsstruktur behöver Chalmers utveckla nya sätt att ta emot och stödja studenter med olika förkunskaper. I detta sammanhang är matematiken ett nyckelämne; projektet har i en särskild arbetsgrupp diskuterat matematikens uppläggning. Denna diskussion redovisas i avsnitt 6.3 nedan.

En ingenjörsutbildning i två steg leder förstås också till frågan om hur antagningen organiseras. I ett renodlat tvåcykelsystem är det klart att studenter bör antas till ett treårigt program på grundnivå för att senare, i ett andra steg, eventuellt söka till ett masterprogram. På sikt bör en sådan utveckling också leda till högre kvalitet på masternivån. I en situation där Chalmers går före i Sverige med genomförandet av Bolognamodellen tror vi dock att vi måste kunna erbjuda studenter någon form av platsgaranti på ett masterprogram redan då de söker till det första steget.

I den föreslagna strukturen antas alltså studenter till ett treårigt ingenjörsprogram som leder fram till högskoleingenjörsexamen. Studenten gör därmed endast ett treårigt åtagande och det är ett fullgott alternativ att lämna högskolan efter tre år och söka sig till yrkeslivet. Samtidigt ges de antagna studenterna platsgaranti på något associerat masterprogram och har därmed rätt att utbilda sig hela vägen till civilingenjör, förutsatt att studierna på grundnivån är framgångsrika. Alltså finns från Chalmers sida en plan för hela den femåriga civilingenjörsutbildningen, trots att det inte finns något sådant program att söka till.

Ett grundläggande argument för uppdelningen i cykler i Bolognamodellen är att underlätta mobilitet. Det är därmed viktigt att säkerställa att det föreslagna systemet inte ger försämrade förutsättningar i detta avseende jämfört med dagsläget. Examen på grundnivå i de föreslagna programmen måste kunna ge tillträde till masterprogram vid framstående universitet i Sverige och internationellt, och omvänt måste Chalmers masterprogram ses som attraktiva i ett internationellt perspektiv.

Vad gäller det första kravet, att grundexamen från våra program ska ge den behörighet som krävs för att antas till masterprogram vid andra universitet, är det vår bedömning att det relativt stora valfria utrymme som finns gör det möjligt att uppnå en internationellt gångbar behörighet. Återigen blir det avgörande att studenten planerar sina studier för att på bästa sätt förbereda för den framtida verksamhet man siktar mot.

För att tillmötesgå det omvända kravet måste Chalmers masterprogram verka på en internationellt gångbar kvalitetsnivå, ett krav som förstås gäller redan för dagens masterprogram. Det verkar därför rimligt att jämföra de särskilda behörighetskrav som ställs av dagens masterprogram och den obligatoriska kärnan i konceptförslagen. En sådan jämförelse ger all anledning att tro att det utrymme som finns för valfria kurser är tillräckligt för att behörighetskraven ska kunna uppfyllas. Det blir dock ännu mer nödvändigt att Chalmers masterprogram fastställer sina särskilda behörighetskrav tydligt; det kommer att bli vanligare än i dag att ställa krav på kursval i grundprogrammet för behörighet till masternivån.

6.2. Progression i ingenjörskunnande

En schabloniserad bild av ingenjörsutbildning, särskilt civilingenjörsdito, är att man första året

lägger grunden i form av kurser i matematik och fysik utan mycket antydan om varför detta är nyttigt att lära sig, sedan fortsätter man med grundläggande teknikkurser i andra och kanske tredje året och först på slutet anses studenten kunna tillräckligt för att angripa industrinära tillämpningsområden och kanske själv få konstruera något realistiskt. Detta är förstås något karikerat och på senare år har ingenjörsmetodik, tillämpningar och projekt flyttat nedåt i årskurserna. Men fortfarande upplever många studenter att det är för teoretiskt i början, att man inte får någon förståelse för vad detta ska användas till eller vilka arbetsuppgifter man kan få eller klara av. En följd är bristande motivation och arbetsinsats.

De förslag som utvecklas här tar ytterligare steg mot att tidigt tydliggöra ingenjörnsrollen genom en följd projektkurser med tydlig progression inte bara i tekniskt ämnesinnehåll utan också i komplexitet vad gäller gruppstorlek, rollfördelning, projektmodell och dokumentation. Kontakten med yrkeslivet förstärks genom till exempel alumniträffar, gästföreläsningar, studiebesök och industrinära projektuppgifter. Inte bara färdiga ingenjörer efterfrågar en förändring i denna riktning, vilket diskuteras i avsnitt 4.2 ovan; den attitydundersökning bland gymnasister som genomförts på vårt uppdrag visar att dessa också ser god kontakt med yrkeslivet som viktig i sin utbildning.

En utveckling av EDIT-programmen i den riktning som här beskrivs kräver utökade kontakter mellan Chalmers lärare och näringslivet. Bert Luvö har helt nyligen avrapporterat projektet *Arbetsintegrerat lärande vid Chalmers* [4]. I slutrapporten ges en utförlig diskussion av de problem och möjligheter som en sådan utveckling innebär, samt ett förslag till handlingsplan. I ett fortsatt arbete med utveckling av EDIT-programmen bör man vidareutveckla de förslag som ges där.

6.3. Matematiken i ingenjörsutbildningen

Som nämnts tidigare spelar matematiken en nyckelroll i en ny utbildningsstruktur. Matematik är ett grundläggande och nödvändigt verktyg i naturvetenskap och teknik och den blivande ingenjören måste lära sig att effektivt utnyttja detta verktyg. Samtidigt finns ett antal frågor som återkommande diskuteras i samband med matematikens roll i ingenjörsutbildning:

- Ska matematiken presenteras som en egen sammanhängande teoribyggnad eller ska matematiska verktyg ges "just in time" när de behövs i tillämpade ämnen?
- Hur viktig är matematisk teoribildning och bevisföring för ingenjörstudenter?
- I hur stor utsträckning kan/bör motiverande tillämpningar från ingenjörämnen diskuteras i matematikkurserna?
- Hur ska manuella färdigheter i manipulation av matematiska uttryck vägas mot användning av matematisk programvara?

Till dessa frågor läggs nu också frågan hur mycket matematik som ska ingå i den obligatoriska kärnan och vilka ytterligare kurser som ska erbjudas, eller krävas av, de studenter som fortsätter till civilingenjörsexamen.

Matematikgruppen har diskuterat dessa frågor och rekommenderar att ett matematikblock om cirka 30 hp ingår i den obligatoriska kärnan och fördelas under de första två åren. De två programmen DIT och E kommer att ha olika krav på dessa kurser. För DIT är en kurs i diskret matematik och logik nödvändig, medan analysdelen kan göras ganska liten. E-studenter behöver i stället betydligt bredare analyskunskaper och också grunder i transformteori.

Vi föreslår att lärandet i matematik i huvudsak sker i särskilda matematikkurser. Erfarenheterna av olika försök att skapa kombinationskurser, där en matematiklärare och en lärare från ett tillämpat ingenjörämne delar kursansvar, är att sådana konstruktioner är svåra att få långsiktigt hållbara. Efter något år tenderar sådana kurser att falla sönder i två disjunkta delar; man har de facto fått två små kurser under gemensamt namn. En modell som visat sig fungera bättre är att lägga ner möda på att finna en lämplig tillämpad kurs att placera parallellt med varje matematikkurs, och låta det

ingå i uppdragen att kurserna ska samverka kring några gemensamma uppgifter. I dessa uppgifter kan ofta användning av matematisk programvara ingå som en naturlig komponent.

Gruppen har också diskuterat skillnaderna mellan dagens kursupplägg i matematik för högskoleingenjörsprogram och civilingenjörsprogram inom EDIT-området. Det är tydligt att det finns en skillnad, och att en ny utbildningsstruktur måste kunna hantera ytterligare större heterogenitet bland studenterna. Gruppens bedömning att det är möjligt att skapa sekvenser av matematikkurser som kan möta studenters olika förutsättningar och behov med gott resultat. Som exempel på en pedagogisk modell som kan utvecklas har vi diskuterat "gräddbakelsemodellen" för kurser. I denna modell beskrivs lärandemål för olika betygsgrader detaljerat och en del av undervisningen i kursen differentieras, så att studenten kan välja mellan en undervisningsgrupp som befäster de färdigheter som krävs för godkänt och en annan grupp där de mer krävande moment som ingår i lärandemålen för högre betyg diskuteras. Tät examination med duggor under pågående kurs i kombination med att man faktiskt kräver att lärandemålen för godkänt uppnås i hög grad för att ge betyget godkänt kan bidra till att säkerställa en rimligt hög lägstanivå – kanske i vissa fall högre än i dag.

I detta sammanhang är det värt att påpeka att dessa grepp förstås inte är nya. Detsamma gäller många aspekter av vad vi föreslår. Vi kombinerar väl beprövade idéer i olika avseenden, som sammantagna innebär en radikal förnyelse av programmen.

Utgående från matematikkurserna i obligatoriet får sedan varje masterprogram fastställa de särskilda behörighetskrav som ska uppfyllas för tillträde; detta kan innebära att studenter måste läsa ytterligare en eller ett par matematikkurser. Med utgångspunkt i examensordningens beskrivning att det för civilingenjörsexamen krävs brett kunnande i matematik och naturvetenskap, blir det också naturligt att fastställa poängkrav i dessa ämnen för civilingenjörsexamen, oavsett det valda masterprogrammets förkunskapskrav.

6.4. Behörighetskrav för antagning

I dag skiljer sig behörighetskraven för högskoleingenjör- och civilingenjörsprogram åt genom att de senare kräver Matematik E. Projektet har inte i någon större utsträckning diskuterat behörighetskrav för de nya programmen. Matematik E är en liten kurs och utbildningarnas uppläggning påverkas obetydligt av om denna utgör ett förkunskapskrav eller inte. Vidare kommer redan från 2010 de nya reglerna med meritkurser sannolikt att medföra att antalet gymnasister som väljer Matematik E ökar. Slutligen står vi inför införandet av en ny gymnasieskola från 2011 med helt nya kurser. Förstås blir det nödvändigt att fastställa behörighetskrav, men vår bedömning är att detta kan göras i ett senare skede.

7. Rekrytering

7.1. Rekrytering av kvinnliga studenter

Ett av huvudmålen för detta projekt är att de föreslagna utbildningarna ska vara attraktiva för nya grupper av studenter. Inga specifika grupper nämns, men det är uppenbart att den mycket svaga rekryteringen av kvinnor är ett stort problem för EDIT-området. Detta förhållande leder naturligtvis också till en låg andel kvinnor bland verksamma ingenjörer inom området, vilket gör utbildningarnas rekryteringsproblem till ett samhällsproblem.

Problemet är inte unikt för Chalmers; samma situation råder i hela västvärlden. Många projekt med syfte att öka andelen kvinnor har genomförts, oftast med liten eller endast tillfällig effekt. En översikt och en analys av anledningar till dessa uteblivna framgångar ges i en delrapport [7] till EDITZ-översynen för ett knappt år sedan. Dessutom ger rapporten ett antal förslag inför fortsatt utvecklingsarbete, vilka här återges i förkortad form.

- engagera fler olika aktörer i rekryteringsarbete till teknisk utbildning.
- se rekryteringsarbete som en del av förändringsarbete.
- låta rekryteringsarbete präglas av en lyssnande inställning till ungdomar.
- ge större utrymme i utbildningarna åt att anlägga tvärvetenskapliga perspektiv på teknik.
- diskutera mer vad det innebär att vara ingenjör.
- inlemma reflekterande inslag i utbildningarna, där ett metaperspektiv anläggs på teknik som disciplin.
- rikta ett större intresse mot de egna studenterna.
- diskutera och debattera de kulturella formerna på Chalmers.
- sträva efter att pluralisera kulturen och den sociala miljön på Chalmers.

Dessa förslag är av olika natur. Några har redan påverkat de förslag som lämnas här, några är långsiktiga och kräver förändring av djupt rotade attityder hos både lärare, studenter och organisationen i övrigt.

Rekryteringsgruppen inom denna utredning gör några observationer kring faktorer som påverkar möjligheten att nå framgång med breddad rekrytering. En sådan förefaller vara att radikala omläggningar lyckas bättre. En förklaring kan vara att mer begränsade förändringar ger en lättare uppgift för de återförande krafter som tenderar att driva utbildningen tillbaka till ursprungstillståndet. En annan, relaterad, styrkefaktor för att vidmakthålla en ny struktur eller programidé är att skapa och stärka grupper, till exempel i form av stabila lärarlag, som värnar om och utvecklar de vinningar som gjorts.

Andra egenskaper hos utbildningar som ofta anses uppskattas speciellt av kvinnliga studenter är en tidig helhetsbild av utbildningen och yrket, möjligheter att göra successiva val samt studieformer som uppmuntrar till deltagande, i uppgifter, relationer och nätverk.

De konceptförslag som utvecklats har i flera avseenden egenskaper som skulle kunna vara positiva för en förstärkt rekrytering av kvinnor. Visa av erfarenheter vill vi dock vara mycket försiktiga här; det vore förmätet att tro att de trots allt relativt små förändringar som föreslås skulle kunna få stora effekter på ett problem som uppmärksammas i decennier.

Slutligen noterar vi att könsobalansen inte bara gäller grundutbildningen; samma problem finns inom forskarutbildningen samt bland lärare och forskare på alla nivåer. Dessa obalanser hänger samman och förstärker troligen varandra. Arbete med att rekrytera en större andel kvinnor bör därför ses som en gemensam uppgift på alla nivåer, från grundnivån till professorer.

7.2. Källor till kunskaper om ungdomars val

Chalmers som organisation har mycket ofullständig kunskap om vad som styr ungdomars val av utbildning. Det finns ett stort material av enkätundersökningar som försöker ge en bild av ungdomars attityder i dessa avseenden, på såväl internationell som nationell och regional nivå. En mycket förenklad sammanfattning av den ganska samstämmiga bild dessa ger är att ungdomar tycker att teknik är viktigt och vill gärna utnyttja teknikens möjligheter men de vill inte själva utbilda sig och vara yrkesverksamma inom naturvetenskap och teknik. Detta gäller särskilt flickor. I ett internationellt perspektiv är det också så att ointresset för teknikutbildning ökar med landets ekonomiska utvecklingsnivå. Orsakerna till detta är mångfacetterade; de har att göra med självuppfattning och hur man vill bli sedd, behov av grupptillhörighet, stereotypa uppfattningar om ingenjörer och attityder till behörighetsgrundande ämnen under skoltiden. Det är uppenbart att

för att vi ska förstå hur rekrytering till våra utbildningar ska kunna förbättras behöver vi ytterligare kunskap.

Den ovannämnda genusanalysen [7] är ett bidrag till ökad kunskap om rekryteringsmönster. Under denna fas av projektet har ytterligare två aktiviteter genomförts och redovisas här.

Webbenkät till gymnasister

Under september-oktober genomfördes på vårt uppdrag en webbenkät riktad till gymnasister på naturvetenskapligt och tekniskt program. Drygt 700 gymnasister svarade på enkäten. En kort sammanfattning av resultaten är följande:

- Kännedomen om Chalmers är god; på frågan "Vilket är det första universitetet/den första högskola du kommer att tänka på?" är det vanligaste svaret Chalmers, med 17% av de svarande. När man i en uppföljande fråga får komplettera med ytterligare lärosäten man känner till, så hamnar Lund, Chalmers och KTH i en tydlig tätgrupp (40–43% av de svarande). På en följande direkt fråga om man känner till Chalmers svarar 77% ja. Av dessa känner 77% till att Chalmers utbildar civilingenjörer och 53% att vi utbildar högskoleingenjörer. Dessa yrken nämndes i frågan som två alternativ bland flera. Andra alternativ och andelen som trodde att Chalmers erbjuder sådan utbildning var arkitekt (44%), ekonom (28%), sjökapten (19%), lärare (12%) och sjuksköterska (8%).

När man bland ett antal begrepp får välja vilka man kommer att tänka på när man hör Chalmers ligger "hög status" i topp (56%), följt av "forskning", "svårt" och "långa utbildningar" (41–43%). I botten återfinns "lätt" (3%), "tråkigt" (10%) samt "nördigt" och "fest" (16%).

På frågan "Skulle du kunna tänka dig att läsa vid Chalmers?" svarar 57% ja och 13% nej, medan 30% inte vet.

- Nästa grupp av frågor berör de svarandes bild av olika yrken. Först ska de avgöra om 14 olika aktiviteter passar in eller inte på ingenjörer från tre olika teknikområden. Resultatet är att data/IT-ingenjören i första hand sitter på kontor (90%) och arbetar vid datorer (75%), elektroingenjören drar ledningar (73%) och sköter service av maskiner (62%) medan kemi/bioteknikingenjören arbetar i laboratorium (87%) och förbättrar miljön (80%). För alla dessa sex aktiviteter får den angivna ingenjören mycket högre procenttal än de övriga två, dvs relativt få tror att elektro- eller kemiingenjören sitter på kontor osv. Skillnaderna mellan de olika typerna av ingenjör är mycket mindre för övriga aktiviteter (vara chef, utveckla produkter, göra uppfinningar, resa mycket, jobba utomlands, arbeta med människor, röra sig i olika miljöer samt rita diagram och konstruktionsritningar). Här ligger procenttalen mellan 30 och 60% för alla tre yrkena, fransett att drygt 60% tror att dataingenjören utvecklar nya produkter, medan bara knappt 20% tror att kemi/bioteknikingenjören ritar diagram och ritningar.

Därefter ska man associera kring de fyra yrkena ingenjör, läkare, ekonom och jurist. Här hamnar ingenjören i topp när det gäller "roligt", "många valmöjligheter" och "internationell" samt delar förstaplatsen med läkaren vad gäller "intressant" och "lätt att få arbete". Mindre hedrande är att ingenjören också får de flesta rösterna vad gäller "miljöförstörande", men procentsatsen är då bara 10%, avsevärt lägre än de tidigare nämnda associationerna, som ligger i intervallet 55–70%. Läkaren toppar i ytterligare ett antal positiva avseenden, som "framgångsrik", "krävande", "viktigt för samhället", "hög lön" och "hög status". Ekonomen ligger tydligt lägst i nästan alla de nämnda avseendena; den enda topplatsen kommer i stället i associationen "tråkigt". Juristen har en profil som i mycket påminner om läkarens, men ligger genomgående litet lägre – utom i fråga om "tråkigt". Slutligen ska man för samma associationer indikera på en femgradig skala hur viktiga dessa är för det framtida arbetet. Här hamnar "intressant" och "roligt" i topp, bägge med 87% som väljer vikt 4 eller 5, följda av "många valmöjligheter" och "hög lön", bägge med 70%.

En könsuppdelning av svaren på dessa frågor visar på en viss skillnad; pojkar har en mer positiv bild av ingenjören, medan flickor tydligt värderar läkarrollen högre.

- Den sista gruppen av frågor rör egna studieplaner. 54% av de svarande tror att de inom tre år efter gymnasiet kommer att studera vidare på en lång högskoleutbildning (mer än tre år), medan 25% tror att de kommer att välja en kortare högskoleutbildning. Andra alternativ får endast små tal; exempelvis tror 3% att de kommer att välja en KY-utbildning. Slutligen ska man bland ett antal attribut för en utbildning gradera deras vikt på en femgradig skala. Viktigast, med 56% som sätter vikt 4 eller 5, är ”projekt från verkligheten” följt av ”praktik i näringslivet” (48%) och ”individuella studier” (45%). I botten hamnar ”hög antagningspoäng” (23%) och ”kombination teknik + ekonomi” (26%).

Ett sammanfattande intryck av dessa svar är att de svarandes kännedom om Chalmers är ganska god och deras attityd positiv, även om man också tycker att det verkar svårt att studera vid Chalmers. Bilden av olika ingenjörers aktiviteter förefaller starkt schabloniserad; i fråga om elektroingenjören anar man en sammanblandning med elektriker. Trots detta kommer ingenjörsyrket väl ut i jämförelse med andra yrken; det är både roligt och intressant, vilka är de viktigaste kriterierna för det egna yrkesvalet. Att läkarrollen uppfattas positivt i många avseenden är inte förvånande, medan den negativa synen på ekonom- och i viss utsträckning juristyrket väl avspeglar svarsgruppens gymnasieval. I fråga om studieplaner förefaller många kunna komma att överväga ingenjörsutbildning. Vi noterar också att när man ser vad de anser vara viktigt i en utbildning de vill gå, så förefaller de programförslag som utvecklas i detta projekt utgöra en förändring i rätt riktning.

Fokusgruppintervjuer med nya studenter

Under oktober har vi genomfört fem samtal i fokusgrupper med studenter på de nuvarande fem programmen inom EDIT-området. Flertalet deltagare varit nya studenter som börjat på respektive program i höst, men också några äldre studenter har medverkat. 6–10 studenter från vart och ett av de fem programmen har medverkat. Samtalen har letts av studievägledare och utbildningssekreterare inom EDIT-området. Anteckningar från samtalen återfinns på projektets webbplats; här ges endast en kort sammanfattning.

Studenterna på högskoleingenjörsprogrammen har oftast valt en treårig ingenjörsutbildning just för att den inte är så lång, samtidigt som man är medveten om att möjligheter finns till vidare studier. Mot den bakgrunden är det inte förvånande att de flesta tror att de gärna skulle sökt till ett program där valet av examensmål görs senare. Strukturen blir enklare och tydligare, vilket uppfattas som positivt. Däremot pekar flera också på att en anledning till att man valt det program man går på är att studentgruppen är ganska liten. Man ser med oro på stora utbildningsprogram med kanske uppåt 200 studenter. Flera nämner också placeringen på campus Lindholmen som en viktig aspekt. Den fysiska miljön uppfattas som god och närheten till företag i närliggande branscher som en fördel.

Civilingenjörsstudenterna ger en mer splittrad bild. Man har valt en krävande utbildning som har gott rykte på arbetsmarknaden. Många framför oro för att de skissade utbildningarna skulle locka fler omotiverade och oambitiösa studenter, leda till lägre kvalitet på utbildningen och på sikt också sämre ställning på arbetsmarknaden. Samtidigt ser man fördelar med att kunna skjuta upp vissa val. Också här är campusfrågan viktig för en del, men med omvända preferenser – det är Johanneberg som är det riktiga Chalmers, här finns puls och aktiviteter. En utbildning på Lindholmen hade inte varit aktuell. Sammanfattningsvis säger knappt hälften av studenterna att de tror att de hade sökt till ett sådant här program om det varit aktuellt när det sökte; lika många är tydligt negativa och hade sökt sig till en annan utbildning eller högskola, medan en liten grupp är osäker. Flera av de negativa säger att det skulle vara annorlunda om fler program än EDIT-programmen var utformade på detta sätt.

7.3. Marknadsföring av ny utbildningsstruktur

Vi föreslår här en ny ingenjörsutbildning, med flera egenskaper som borde vara attraktiva för många sökande:

- Ingenjörsutbildning i två steg, som innebär att gymnasisten inte i förhand behöver välja om examensmålet ska vara civilingenjör eller högskoleingenjör.
- En programidé med fokus på studentens personliga och professionella utveckling, med stora möjligheter att forma utbildningen efter personliga intressen.
- En utbildning med tidiga starka inslag av ingenjörsmetodik och projektarbeten, medan delar av teoretiska grunder läggs senare eller görs valbart.

Samtidigt är detta en struktur som utmanar inarbetade varumärken och som skiljer sig från hur ingenjörsutbildning hittills organiserats. Detta innebär att stora resurser måste läggas på att förklara det nya upplägget och argumentera för dess fördelar. Det finns goda möjligheter att peka på sådana, som antyds ovan, men det är inte alls klart hur budskapet ska kommuniceras.

Vi tror också att bilden kompliceras om en ny utbildningsstruktur införs enbart inom EDIT-området. Om större delen av Chalmers fortsätter med en struktur där högskoleingenjör- och civilingenjörsutbildning är åtskilda blir det mycket svårare att kraftfullt argumentera för den nya strukturens fördelar.

Den stora osäkerheten om effekterna på rekryteringssidan är ett mycket stort bekymmer. De små bidrag som gjorts i detta projekt för att öka vår kunskap är otillräckliga och delvis svårtolkade. Vad betyder det exempelvis att ungdomar associerar ”hög status” och ”svårt” med Chalmers? Är det något som attraherar eller ses det som hotfullt, en värld det är svårt att komma in i? Varför befärar civilingenjörsstudenterna att de utbildningar vi föreslår kommer att befläckas av oambitiösa studenter? Många medverkande inom projektet oroas av dessa frågor och vår bristande kunskap. Även de som har en stark tro på möjligheterna att skapa mycket bra utbildningsprogram enligt dessa riktlinjer, är samtidigt mycket tveksamma av rekryteringsskäl. En nödvändig förutsättning för att kunna få en bred uppslutning bakom arbetet med att utveckla och sätta en ny utbildningsstruktur är att lärare och övrig personal har förtroende för att vi kan bedöma rekryteringseffekterna. Professionell kompetens måste troligen engageras inom detta område, till exempel för att göra ytterligare undersökningar av målgruppens attityder som grund för en kommunikationsstrategi.

8. Jämförelse med andra lärosäten och länder

En sammanhållen ingenjörsutbildning där studenten först under utbildningens gång väljer vilken examen han/hon siktar mot föreslogs redan av projektet NyIng i slutet på 1990-talet [5]. Vi citerar ur dess slutrapport:

Som ovan konstaterats finns det numera i Sverige både högskoleingenjör- och civilingenjörsutbildningar, med ett stort antal program inom båda kategorierna. Redan vid ansökan måste den studerande välja att inrikta sig på antingen en högskoleingenjör- eller en civilingenjörsexamen. Ofta saknar man då en djupare kunskap om vad ingenjörssyrket innebär och har en diffus uppfattning om skillnaden mellan de två utbildningarna. [...]

Skulle då inte de två utbildningarna kunna ha en gemensam inledning? Det som talar mot detta är att målen för utbildningarna skiljer sig; se ovan! Ändå skall ju båda utbildningarna ge en grundläggande förtrogenhet med ingenjörskulturen. Om denna kunde ges under en gemensam inledning, så skulle studenten få en reell möjlighet att aktivt välja sin fortsatta utbildningsväg.

Med den här bakgrunden har NyIng tagit fram en modell för en ny ingenjör- och civilingenjörsutbildning som bygger på flexibilitet och ingenjörskultur. [...] I den nya utbildningen gör den studerande valet mellan de två målen under de fyra första terminerna. Detta innebär också att dessa terminer har ett grundläggande tekniskt innehåll som är en bra grund för andra utbildningar, till exempel lärarutbildning.

NyIng-projektet genomfördes på regeringens uppdrag, men dess förslag fick inte stort genomslag vid de tekniska högskolorna. Endast vid ett par lärosäten med mycket liten volym ingenjörsutbildning, till exempel Karlstad, har man realiserat denna form av samordnad utbildning.

Internationellt sett tar sig ingenjörsutbildning många olika former och vi kan här inte ge någon fullständig översikt. Vi nöjer oss med att kort kommentera utvecklingen i Europa under Bologna-processen den senaste tioårsperioden. En översikt över ingenjörsutbildning i 31 europeiska länder, i huvudsak gällande situationen 2007, ges av projektet TREE (Teaching and Research in Engineering in Europe)[9].

I många länder i Europa har under lång tid funnits såväl långa (typiskt femåriga) som kortare, mer praktiskt inriktade, ingenjörsutbildningar. Dessa ges oftast av olika typer av lärosäten; de förra av (tekniska) universitet och de senare av yrkeshögskolor eller *universities of applied science*.

Som följd av Bolognaprocessen har de tidigare ofta sammanhållna femåriga utbildningarna typiskt delats upp i två cykler om 3+2 år. Normalt ses den kandidatexamen som ges efter tre år som syftande i huvudsak till att underlätta mobilitet, snarare än att vara en lämplig avgångsexamen för yrkeslivet.

Samtidigt har yrkeshögskolorna utvecklat masterprogram som påbyggnad på sina korta utbildningar. Resultatet har blivit en konkurrenssituation där de olika parterna försöker tydliggöra sina respektive fördelar. Som exempel citerar vi ur webbplatsen för TU9 [10], samarbetsorganet för de nio främsta tekniska universiteten i Tyskland:

In the framework of higher engineering education at universities the Bachelor is the "door opener" to Master studies in the same or related areas at national or international universities, i.e. a mobility interface. The TU Bachelor in engineering does not interfere with the engineering degree of the Fachhochschule. The Bachelor phase of consecutive TU9 programmes in engineering is designed to prepare for Master studies at university level. The university Bachelor qualification is relevant to the labour market, its holders are employable but not professional: With respect to knowledge and skills the university Bachelor is not a professional qualification. Its value on the labour market will depend on the preparedness of the enterprises to provide the necessary continued training.

Den ovan beskrivna utvecklingen är ungefärligen representativ för utvecklingen i övriga Norden samt i Tyskland, Holland och Schweiz, medan till exempel Frankrike och Storbritannien i huvudsak har kvar sina tidigare system.

Det är tydligt att de system som skissats ovan är annorlunda uppbyggda än det som denna utredning har att diskutera, bland annat för att korta och långa ingenjörsutbildningar i huvudsak ges av olika lärosäten. Vi avslutar denna översikt med att diskutera två exempel där samma lärosäten utfärdar bägge typerna av examina.

I Italien övergick man redan vid millennieskiftet till ett tydligt 3+2-system, där den femåriga *Laurea magistrale* bygger på den treåriga *Laurea*, som också ska ge tydliga yrkeskunskaper. Dessförinnan var treåriga ingenjörsutbildningar av mycket liten volym och de femåriga utbildningarna hade stora problem: endast cirka 30% av studenterna avlade examen och medelstudietiden var mellan 7 och 8 år. Omläggningen ledde till stora svårigheter och mycket debatt. 2005 sammanfattades läget på följande sätt av en ledande företrädare för de tekniska högskolorna [8]:

Main constraints found in implementing the 3 years degree in Engineering:

- Weakness of the students' basic knowledge within the scientific areas while leaving high school.
- Difficulties for the students to get quickly accustomed with brand new teaching methods, compared with those of the high school.
- Difficulties for the students to achieve their first cycle degree (BS) timely.

- Difficulties for the students of the first cycle to get access to the mobility programs.
- Difficulties in designing new 3 years curricula and to accommodate all the competencies needed for a first level Degree in Engineering, also providing suitable contents for the labour market.
- Difficulties in shearing the former 5 years well established contents among the two new cycles.
- Difficulties in retaining the former quality levels.
- Financial problems to cope with the new actions required (more labs needed, additional teaching for weak students, tutors, ...)

Helt nyligen har poängkraven för olika ämnen inom de två cyklerna reviderats i syfte att komma till rätta med dessa problem. Det förefaller som om förutsättningarna för reformen i Italien var klart annorlunda än vid dagens Chalmers och det är inte uppenbart vilka slutsatser vi bör dra av de italienska erfarenheterna.

I Danmark erbjuder DTU såväl femårig (civil-) som treårig (diplom-)ingenjörsutbildning. (Diplomingenjörsutbildningen innehåller därutöver ett halvt års obligatorisk praktik.) Den kortare utbildningen kan, om vissa krav på kursval uppfyllts, kompletteras till en civilingenjörsexamen på två år. Intressant i sammanhanget är att de två utbildningsspåren är helt separata, med genomgående skilda kurser. Diplomingenjörsutbildningarna är utformade enligt CDIO-modell, medan de tre första åren av civilingenjörsutbildningarna i stället är utformade med fyra lika stora block om vardera 45 hp: matematik/naturvetenskap, teknikområdesspecifika kurser, projekt och allmänna ämnen samt valfria kurser.

Sammanfattningsvis är det inte lätt att hitta goda exempel att lära av när man utformar förslag till en ny utbildningsstruktur. Chalmers har en om inte unik så ovanlig position, med långvarig erfarenhet av både högskoleingenjör- och civilingenjörsutbildning, samt en lärarkår med erfarenheter från bägge typerna av utbildning, samlade i en gemensam organisation. Vi har därför ovanligt goda förutsättningar att utarbeta en ny ingenjörsutbildning som bygger på dessa samlade erfarenheter.

9. SWOT-analys

I detta avsnitt ger vi en enkel SWOT-analys av förslaget, i tillägg till diskussionen i tidigare avsnitt. Av utrymmesskäl har vi valt mycket kortfattade formuleringar.

Styrkor

- **Enkelt ur söksynpunkt;** bara två program inom EDIT-området.
- **Flexiblare för studenten;** attraktivt att kunna göra successiva val av inriktning och examen.
- **Sen meritering;** rätt studenter väljer master/civilingenjörsprogram.
- **Ett treårigt åtagande;** att sluta efter tre år är ett fullgott alternativ.
- **Förnyande;** vi tvingas tänka radikalt nytt.
- **Helhetsbild tidigt;** ger attraktionskraft och motivation.
- **Personlig utveckling;** mot anställningsbarhet och egna satta mål.
- **Lärcentrerad planering;** i linje med HSV:s nya utvärderingsmodell.
- **Återkommande utbildning;** naturligt att vara yrkesverksam några år före masterstudier.
- **Ekonomiskt hållbart;** större programvolym ger stabil ekonomi.

Svagheter

- **Oprövat koncept**; förebilder saknas vid utveckling och rekrytering.
- **Begränsning till EDIT**; ger intryck av panikåtgärd snarare än framtidsmodell.
- **Dåligt förankrat**; lärare och annan personal ej övertygade.
- **Stora program**; blir opersonligt och därmed oattraktivt.

Möjligheter

- **Bättre genomströmning**; egna val underlättar att fullfölja till examen.
- **Attraherar nya grupper**; ingenjörfokus och yrkeslivskontakt efterfrågat.
- **Lärlarlag ger sammanhang**; bättre arbetsmiljö för lärare.
- **Nya roller för lärare**; möjlighet till kompetensutveckling.

Hot

- **Mittemellanprogram**; söktrycket minskar i bägge ändar.
- **Minskat söktryck**; färre program ger färre sökande.
- **Riskerar Chalmers varumärke**; misslyckande gör stor skada.
- **Accepteras ej av personalen**; nya roller kräver ny kompetens.
- **Utmattade medarbetare**; stress ger liten förändringsvilja.

10. Aktiviteter och arbetsformer

Detta avsnitt beskriver hur projektet genomförts under projekttiden april–oktober 2009. Arbetet har indelats i två tydliga faser, kallade fas 2 och fas 3, där den tidigare EDITZ-översynen [1] utgör fas 1.

Fas 2. Yrkesroller och samhällsbehov

Under perioden april–juni fokuserades arbetet på att analysera samhällets behov av ingenjörer inom EDIT-området samt på att identifiera yrkesroller för ingenjörer, som grund för senare programutveckling.

Beträffande samhällsbehov gjordes sammanställningar av prognoser för arbetsmarknaden för ingenjörer i ett längre perspektiv, baserat på offentliga källor, bransch- och företagssammanställningar. Dessa kompletterades med intervjuer med valda företrädare för näringslivet. En kort sammanställning av resultatet ges i Bilaga 2.

Beträffande yrkesroller förutsåg vi att ett överväldigande antal disparata och likartade roller skulle identifieras och valde att använda oss av metodiken med personas för att kondensera informationen. Vi samlade information från Chalmerslärare och industrirepresentanter i workshops, från alumni i enkäter och dagböcker samt från klassifikationsdokument av olika slag. All denna information sammanställdes till nio personas, fiktiva personer vars utbildningsbakgrund, arbetsuppgifter, mål och attityder beskrivs kortfattat på en A4-sida. Dessa nio personas försöker inte fånga hela det ämnesmässiga spektrat, men spänner upp en stor del vanliga yrkesroller för ingenjörer. Som exempel ges en av projektets personas i Bilaga 3.

Fas 3. Utformning av konceptförslag

Arbetet har under hösten drivits i fyra arbetsgrupper, en för vardera av de två utbildningsprogrammen, en för rekryteringsfrågor och en för frågor kring matematikens roll i utbildningen. De två förstnämnda har bägge bestått av 15-20 deltagare och har haft möten varje vecka under en tioveckorsperiod. De övriga två grupperna är mindre och har mötts mer sällan.

Under perioden har två halvdagsseminarier genomförts för diskussion, informationsspridning och erfarenhetsutbyte mellan grupperna.

För att öka kunskapen om ungdomars attityder har vi dels genomfört fem fokusgruppsintervjuer med studenter vid de nuvarande programmen genomförts, dels uppdragit åt marknadsundersökningsföretaget YouGov att genomföra en attitydundersökning på webben riktad mot gymnasister på NV- och T-programmen.

Referenser

- [1] Chalmers utbildningar inom EDITZ-området. Chalmers december 2008.
<http://document.chalmers.se/doc/1784541587>
- [2] Förkunskaper och krav i högre utbildning. Rapport 2009:16 R, Höskoleverket juni 2009.
- [3] Kvalitetsutvärdering för lärande. Rapport 2009:25 R, Höskoleverket, september 2009.
- [4] Bert Luvö, Arbetsintegrerat lärande vid Chalmers. Chalmers oktober 2009.
- [5] Ny Ingenjörsutbildning. Linköpings universitet 1999.
<http://www.isy.liu.se/NyIng/rapport>
- [6] Nya ingenjörer om utbildning och arbete, Sveriges Ingenjörer oktober 2009.
- [7] Andreas Ottemo, Rekryteringsarbete och genusmönster i rekryteringen till Chalmers utbildningar på EDITZ-området. Chalmers december 2008.
<http://document.chalmers.se/doc/1971200964>
- [8] A. Stella, The Engineering Education in Italy along the Bologna Process –Targets and Constraints. Firenze, november 2005.
http://www1.unifi.it/tree/first_deans_convention/pdf/A.%20Stella,%20Session%20C2%2018.11.05.pdf
- [9] TREE: Teaching and Research in Engineering in Europe
<http://www1.unifi.it/tree/index.php?l=x&s=13> (se dokument A5).
- [10] TU9 Standpunkte – Bachelor/Master.
<http://www.tu9.de/tu9/en/1499.php>

Bilaga 1: Examensbeskrivningar för högskoleingenjörskurs- och civilingenjörsexamina. Ur Högskoleförordningen, Bilaga 2.²

Omfattning

Högskoleingenjörsexamen uppnås efter att studenten fullgjort kursfordringar om **180** högskolepoäng.

Civilingenjörsexamen uppnås efter att studenten fullgjort kursfordringar om **300** högskolepoäng.

Mål

För högskoleingenjörsexamen skall studenten visa sådan kunskap och förmåga som krävs för att självständigt arbeta som högskoleingenjör.

För civilingenjörsexamen skall studenten visa sådan kunskap och förmåga som krävs för att självständigt arbeta som civilingenjör.

Kunskap och förståelse

För högskoleingenjörsexamen skall studenten

- visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och dess beprövade erfarenhet samt **kännedom om** aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa brett kunnande inom det valda teknikområdet och **relevant kunskap** i matematik och naturvetenskap.

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa kunskap om det valda teknikområdets vetenskapliga grund och beprövade erfarenhet samt **insikt i** aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete, och
- visa såväl brett kunnande inom det valda teknikområdet, **inbegripet kunskaper** i matematik och naturvetenskap, som **väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av området**.

Färdighet och förmåga

För högskoleingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att med helhetssyn självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera frågeställningar
- och analysera och utvärdera olika tekniska lösningar,
- visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra uppgifter inom givna ramar,
- visa förmåga att kritiskt och systematiskt **använda** kunskap samt att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden med utgångspunkt i **relevant** information,

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att med helhetssyn **kritiskt**, självständigt och kreativt identifiera, formulera och hantera **komplexa** frågeställningar **samt att delta i forsknings- och utvecklingsarbete och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen**,
- visa förmåga att **skapa**, analysera och **kritiskt** utvärdera olika tekniska lösningar,
- visa förmåga att planera och med adekvata metoder genomföra **kvalificerade** uppgifter inom givna ramar,
- visa förmåga att kritiskt och systematiskt **integrera** kunskap samt visa förmåga att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden även **med begränsad** information,

²Markeringarna av skillnader med fetstil återfinns ej i lagtexten.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - visa förmåga att utforma och hantera produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling, - visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning, och - visa förmåga att muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper. | <ul style="list-style-type: none"> - visa förmåga att utveckla och utforma produkter, processer och system med hänsyn till människors förutsättningar och behov och samhällets mål för ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling, - visa förmåga till lagarbete och samverkan i grupper med olika sammansättning, och - 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. |
|--|--|

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För högskoleingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter,
- visa insikt i teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens.

För civilingenjörsexamen skall studenten

- visa förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter **samt visa medvetenhet om etiska aspekter på forsknings- och utvecklingsarbete,**
- 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, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att fortlöpande utveckla sin kompetens.

Självständigt arbete (examensarbete)

För högskoleingenjörsexamen skall studenten inom ramen för kursfordringarna ha fullgjort ett självständigt arbete (examensarbete) om minst **15** högskolepoäng.

För civilingenjörsexamen skall studenten inom ramen för kursfordringarna ha fullgjort ett självständigt arbete (examensarbete) om minst **30** högskolepoäng.

Övrigt

För högskoleingenjörsexamen skall också de preciserade krav gälla som varje högskola själv bestämmer inom ramen för kraven i denna examensbeskrivning.

För civilingenjörsexamen skall också de preciserade krav gälla som varje högskola själv bestämmer inom ramen för kraven i denna examensbeskrivning.

Bilaga 2. Samhällets behov av EDIT-ingenjörer

Ett förslag till ny utbildningsstruktur bör delvis ha sin grund i långsiktiga prognoser för samhällets behov av utbildade. I denna bilaga ges en kortfattad diskussion av hur detta behov kan förväntas utvecklas.

Den främsta offentliga källan till sådana prognoser är SCB:s *Trender och prognoser*, som i sin senaste utgåva från januari 2009 ger bedömningar av tillgång och efterfrågan för olika yrkesgrupper fram till 2030. Dessa prognoser är på tillgångssidan baserade på framskrivning av nuvarande utbildningsvolym och på efterfrågesidan på att utbildningsstrukturen på arbetsmarknaden fortsätter att förändras på samma sätt som under den närmast föregående tioårsperioden.

Med dessa antaganden blir slutsatserna för EDIT-ingenjörer följande:

- För *civilingenjörer inom teknisk fysik, elektroteknik och data* bedöms både tillgång och efterfrågan öka till drygt 40000 ingenjörer år 2030, men tillgången något snabbare, vilket leder till ett litet överskott på utbildade i slutet av perioden.
- För *högskole- och gymnasieingenjörer* bedöms efterfrågan ligga ungefär konstant på 220000 ingenjörer, medan tillgången minskar kraftigt ner till cirka 120000 yrkesverksamma 2030. Huvudanledningen är att stora grupper gymnasieingenjörer, med 2-, 3- och 4-årig utbildning, går i pension och att tillskottet av nyutbildade högskoleingenjörer inte alls motsvarar detta bortfall.

Man bör här notera att för civilingenjörer gäller prognoserna ovan EDIT-området tillsammans med teknisk fysik, medan det för högskole- och gymnasieingenjörer gäller alla teknikområden tillsammans. Vidare antas att arbetsgivare vill ersätta hela bortfallet av gymnasieingenjörer med högskoleingenjörer. Det är tydligt att vi här har att göra med schabloniserade prognoser baserade på osäkra antaganden. Syftet är också att peka på obalanser som kommer att uppstå om dagens trender består, snarare än att göra faktiska prognoser.

Vi kompletterar denna allmänna bild med en diskussion av några för EDIT-ingenjörer viktiga branscher:

- Elkraftsbranschen står inför stora pensionsavgångar och förutser för perioden 2008–14 ett rekryteringsbehov om cirka 3300 ingenjörer med högskoleutbildning, varav två tredjedelar med kortare utbildning (upp till tre år), samt cirka 2500 personer med KY-utbildning. Högskolan kan med nuvarande utbildningsvolym inte möta detta behov.
- Inom fordonsbranschen svarar begreppet fordonselektronik väl mot det vi kallar EDIT-området. En långsiktig trend är att en snabbt ökande andel av utvecklingskostnaderna inom fordonsindustrin hänförs till detta område. År 2007 var knappt 10000 ingenjörer verksamma inom fordonselektronik i Sverige, varav 80% i Västsverige. Fördelningen på olika teknikområden visar på en spridning över hela EDIT-området; från antenner och reglerteknik, via inbyggda system och elektriska drivsystem till telematik, människa/datorinteraktion och programvaruteknik. År 2007 bedömdes tillväxttakten till ca 10%/år; detta tillväxttal måste förstås nu bedömas annorlunda i ljuset av utvecklingen det senaste året.

Fordonsindustrin står inför mycket stora omställningar och betydande osäkerhet råder om den framtida utvecklingen i Västsverige.

- Vi har inte lyckats få fram trovärdiga kvantitativa data för telekomindustrin. Här har under den senaste tioårsperioden rekryteringsbehovet varierat starkt, främst på grund av kraftigt varierande efterfrågan från den dominerande aktören Ericsson.

Också här föreligger behov över hela EDIT-spektrat: Från antenner och signalbehandling till inbyggda system, programvaruteknik och MDI. Troligen har vi här ett större kvantitativt fokus på programutvecklare och -testare.

- En växande andel av nyutexaminerade ingenjörer får anställning inom konsultbranschen. Här kan en grov kategorisering göras i resurskonsulter, som tas in för att utjämna toppar i arbetsbelastning, och specialistkonsulter, vilka erbjuder unik kompetens. Den förra gruppen är förstås starkt konjunkturkänslig, medan den senare har en stabilare marknad. Specialistkonsulter återfinns också inom en stor del av EDIT-spektrat.

Vi avslutar med att återge en diskussion om utvecklingstendenser från fas 1 av denna utredning.

Utvecklingstendenser

Som underlag för att diskutera utbildningsstruktur är det troligen viktigare att ha en god förståelse för de grundläggande trenderna vad gäller samhälls- och teknikutveckling. Denna utredning har förstås inte haft varken kompetens eller resurser att genomföra en sådan analys. Beträffande samhällsutveckling vill vi ändå peka på att några av de viktiga trenderna rymmer stora utmaningar för EDITZ-kompetens:

- Insikten om nödvändigheten att övergå till mer hållbara och mindre klimatskadliga system i fråga om till exempel energiförsörjning och transporter förefaller nu väl förankrad hos både beslutsfattare och allmänhet. Stora teknikutvecklingsinsatser blir nödvändiga till exempel för övergång till mer förnyelsebar energi (vind-, våg-, sol-...), för optimering av energianvändning genom resurssnål elektronik samt bättre styrning och reglering, för nya drivsystem för fordon, för utveckling av kommunikationsmetoder och tjänster i myndigheter och företag för att ersätta fysiskt resande, mm.
- Sveriges och västvärldens befolkning åldras och allt mer resurser åtgår för vård och omsorg. Arbetskraft inom vården blir en trång sektor och såväl utveckling av tekniska hjälpmedel för användning i hemmet, som medicinsk-teknisk utrustning och effektivare IT-användning i vården erbjuder stora utmaningar.
- I samhället i stort utvecklas både produkter och tjänster till ökat innehåll av IT. Planering och styrning av verksamhet och flöden sker med stöd av sofistikerade affärs- och logistiksystem, inte bara inom stora företag utan på alla nivåer inom näringsliv och förvaltning.
- Globaliseringen har varit snabb de senaste decennierna. Även om många nu uttrycker osäkerhet inför vilken utvecklingen blir i spåren av finanskris och lågkonjunktur, framstår det som ofrånkomligt, och önskvärt, att många utvecklingsländer fortsätter att snabbt höja sin utbildningsnivå och förmåga till alltmer avancerad tillverkning och teknisk utveckling. För att hävda sig i denna globalt positiva utveckling måste Sverige utveckla sina komparativa fördelar, främst på tjänste- och systemnivå och svensk arbetskraft utveckla generella kompetenser som samarbetsförmåga, social förmåga och kommunikationsförmåga.

I fråga om teknikutveckling är några av de dominerande trenderna inom EDITZ-området följande:

- Värdeskapande i Sverige sker i allt högre utsträckning genom utveckling av design och tjänster snarare än tillverkning.
- Kretstillverkning har minskat kraftigt; det kompetensbehov inom området som kvarstår gäller därmed övergripande kunskap för kravställande och för samverkan med leverantörer.
- Utveckling inom elektronikområdet sker på allt högre abstraktionsnivå, med sofistikerade utvecklingsverktyg och större inslag av programvara och begrepp från datavetenskap.
- Data- och telekomindustrin fortsätter att integreras och nya, portabla och inbyggda enheter förses med alltmer sofistikerade tjänster.
- Digitala media, musik, film, spel och annan underhållning fortsätter att växa i betydelse.

- Datorbaserad simulering och matematisk modellering ökar i betydelse vid allt tekniskt utvecklingsarbete.
- Starka förväntningar på svensk industri att inom programvaruutveckling effektivisera, kvalitetssäkra och förkorta ledtider.
- Elkraftsindustrins betydelse ökar, särskilt mot bakgrund av ökade krav på hållbara energisystem.
- Utveckling av IT-system integreras med verksamhetsutveckling, vilket kräver IT-ingenjörer med förståelse för affärer, affärsmodeller och processer.
- På längre sikt får helt nya tekniker och produkter baserade på framsteg inom nanoteknik och den nya biologin genomslag.

Denna uppräknig gör inga anspråk på fullständighet, men det är tydligt att vikten för samhället av kompetens inom EDIT-området inte kommer att minska. Chalmers bör därför fortsätta att bedriva utbildning på alla nivåer inom området. Vi vill avslutningsvis peka på vikten av att inte se samhällets behov som något som endast bestäms av omvärlden. Högskolan har en viktig roll att bidra till att skapa möjligheter till utveckling i sin region genom att tillhandahålla utbildning och forskning inom viktiga områden. I vissa fall kan sådana områden, där ny teknik kan få avgörande betydelse, bäst identifieras av högskolan.

Bilaga 3. En av nio personas

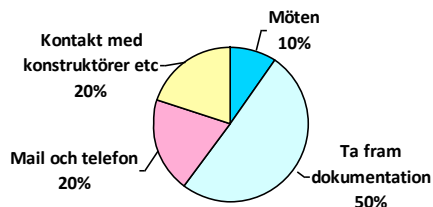


BJÖRN ROSENBERG, TEKNIKINFORMATÖR

Roll

Björn arbetar som teknikinformatör på ett av Sveriges största energibolag. Där arbetar han med att ta fram teknisk dokumentation på svenska, engelska och tyska. I arbetet har han en hel del kontakt med konstruktörer och designers, både i Sverige och utomlands, vilket han behöver för att få in underlag till det han ska beskriva. Han ingår i en större grupp av teknikinformatörer, och det är viktigt att alla levererar sina olika delar för att projektet ska bli lyckat.

Björn om en typisk dag



Mål

Björn trivs med sin nuvarande roll, att få beskriva teknik för att göra den tillgänglig för andra. I framtiden skulle han gärna vilja ha mer direktkontakt med kunderna, och kanske arbeta med på försäljningssidan.

”Jag arbetar väldigt systematiskt när jag tar fram en teknisk beskrivning eller en handbok, vilket gör att de flesta dagar ser likartade ut. Det är viktigt att alla som behöver kan förstå det vi vill förmedla.”

Kunskaper och färdigheter

Björn har en kortare teknisk bakgrund, och den har han stor nytta av både för att själv förstå hur tekniken fungerar men också kommunicera hur tekniken fungerar. På gymnasiet läste han humanistiskt program med språkinriktning, och fick därefter komplettera med ett tekniskt basår för att komma in på den högskoleutbildning han läst. Ett pedagogiskt tänk och en förståelse för hur människor tar till sig teknik är viktigt för att kunna göra bra tekniska beskrivningar. I Björns jobb är det viktigt att ha goda språkkunskaper. Det mesta materialet skrivs på svenska eller engelska, men Björn har också speciellt ansvar för att ta fram material för den tyska marknaden.

Personligt

Björn och hans sambo tycker om vandring och friluftsliv. På helgerna blir det ofta en tur till närliggande naturområden för att uppleva naturen ända in på skinnet. Under alla sina turer har han utvecklat ett intresse för fotografering, och han kan sitta upp länge om kvällarna och vänta på att ta den där perfekta bilden av solnedgången.

D/IT-gruppens konceptförslag

Omstart EDIT

Sammanfattning

Denna rapport, som är en del av projektet Omstart EDIT vid Chalmers, presenterar ett konceptförslag till ett ingenjörsprogram inom data- och informationsteknik. Programförslaget består av ett treårigt program som avslutas med en högskoleingenjörsexamen. För den som vill, och klarat de första tre åren, följer sedan två års masterstudier som leder till civilingenjörsexamen.

Syftet med konceptförslaget är att det skall användas vid kommande diskussioner om möjligheten att införa ett program som ersättning för de tre befintliga högskole- och civilingenjörsprogrammen.

Programförslaget för det treåriga ingenjörsprogrammet består av en ryggrad av kurser med ett bredare ingenjörsmässigt perspektiv. Runt denna ryggrad finns ett antal naturvetenskapliga och tekniska kurser. Programidén fokuserar på både studentens ingenjörsmässiga och personliga utveckling. Studenten skall växa in i ansvaret att under programmets relativt omfattande valbara del förbereda sig för sin tänkta yrkesroll som högskoleingenjör eller för ytterligare studier på masternivå.

Introduktion

Gruppen som arbetat med de tre programmen Datateknik 300hp (D), Datateknik 180hp (DI) och Informationsteknik (IT) har haft veckovisa möten, dvs. sammanlagt 10 möten. Protokoll från dessa möten finns på

<https://document.chalmers.se/workspaces/chalmers/hogskolegemensamma5051/internt/grundutbildningsnamnden/omstart-edit/fas-3>

Vi konstaterade inledningsvis att en sammanslagning av D och IT absolut är möjligt, även om det a priori inte självklart är önskvärt. Att dessutom inkorporera DI ser vi som en större utmaning ur många aspekter. Bland annat saknar vi förebilder. Vårt uppdrag är dock inte att ifrågasätta detta, utan att skissa på hur ett sådant program skulle kunna se ut och vilka konsekvenser det skulle få. Utifrån detta kan Chalmers fortsätta analysera om detta är en bra väg att gå. Vi har valt att använda arbetsnamnet Data- och informationsteknikprogrammet, DIT-programmet, på detta tänkta program. I dagsläget ser vi att detta program skulle ha ett årligt intag på 200 studenter.

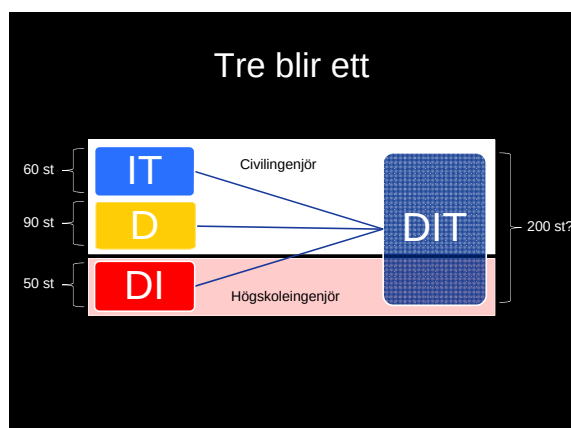


Illustration 1: Sammanslagning och dimensionering

Vad progression i ingenjörskunnande skall innebära har diskuterats och vi har gjort tolkningen att detta skall innebära en progression i så väl ämnesmässiga som generella färdigheter. En konsekvens av detta är att det som vi idag uppfattar som grunder eventuellt skall börja betraktas som påbyggnad, dvs kan behövas läggas senare i utbildningen. T.ex. skall en civilingenjör (CI), enligt Högskoleverkets examensbeskrivningar, ha fördjupade kunskaper i naturvetenskap och matematik vilket innebär att dessa "grundläggande" områden delvis behöver flyttas till senare år i utbildningen.

Till sist valde vi en process som innebär följande steg.

1. Försöka sammanställa de huvudsakliga riskerna och möjligheterna med ett program av som omfattar både högskole- och civilingenjörsutbildning, samt produktområdena som idag omfattas av DI, D och IT.
2. Beskriva målen för programmet.
3. Skapa en programskiss innehållande en programidé som beaktar de risker och möjligheter som finns med en sammanslagning

Risker och möjligheter

Det inledande arbetet med punkt 1 ovan gav följande sammanställning.

Möjligheter	Risker
<u>Tydligare, för gymnasister</u> Vill man läsa på Chalmers och är intresserad av något kring IT-produkter så är det DIT-programmet som gäller.	<u>Färre program = färre sökande</u> Finns indikationer på att en högskola vinner rekryteringsmässigt på att ha många program att söka till.
<u>Effektivare, organisatoriskt</u> Chalmers satsa all utveckling på ett program i stället för tre. Mindre kostnader för ledning.	<u>Ej attraktivt med oprofilerad studiestart</u> Studenter kan uppleva det avskräckande att inledningsvis läsa för mycket teknik som inte ligger i centrum för deras teknikintresse.
<u>Flexibla, attraktivt kunna göra successiva val</u> Studenten väljer väg först när hon/han har bättre insyn i möjligheterna, konsekvenserna och de egna preferenserna.	<u>Otänkbart val för de från studieovana miljöer</u> De från denna studiegrupp som idag går på DI kanske inte vågar välja detta program.
<u>Sen meritering, rätt studenter läser hela vägen</u> Studieresultat på högskolan, inte gymnasieprestationer, blir underlag för beslut om vidare studier eller ej.	<u>För svårt för den svaga, för lätt för den starke</u> Ett mittimellanprogram. De studiesvaga slås ut i ökad omfattning och de studiestarka får inte stimulans.
<u>Förnyande, vi tvingar tänka radikalt nytt</u> Vid utvecklingen börjar Chalmers från början istället för att bara förfina befintligt program.	<u>För stort program, opersonligt</u> Studenterna blir anonyma och får sämre kontakt med varandra och lärarna.

Tabell 1: Tankbara möjligheter och risker med ett program som utbildar till både högskoleingenjör och civilingenjör inom D och IT områdena.

Programsyfte

Ingenjören i data- och informationsteknik från Chalmers kan på ett ingenjörsmässigt sätt delta i eller driva utveckling av inbyggda system alternativt programvarusystem under affärsmässiga villkor och i samklang med samhälle och miljö.

Programmål

Det är viktigt att notera att följande åtskillnad mellan mål för högskoleingenjörsexamen och civilingenjörsexamen på inget sätt skall ses som en begränsning för vad högskoleingenjören kan eller förväntas jobba med i yrkeslivet. Personlighet och erfarenheter från yrkesliv, eller annan verksamhet, kan vara väl så profilerande som ytterligare två års studier. Man kan förvänta sig att i yrkeslivet hitta många högskoleingenjörer som jobbar med uppgifter som nedan utgör mål för civilingenjörsexamen, precis som man kan finna exempel på civilingenjörer som jobbar med sysslor som rör målen för högskoleingenjörer.

Nedanstående skillnad skall istället ses som ett krav på vad man skall ha uppnått efter studierna. Tilläggen i civilingenjörsmålen, relativt högskoleingenjörsmålen, skall ses som styrmedel för vad utbildningen skall ge studenterna under de sista två åren.

Högskoleingenjör

För högskoleingenjören gäller att

Ingenjörsmässigt betyder att högskoleingenjören kan

- lösa öppna tekniska problem, dvs problem där inte all information är tillgänglig eller någon standardlösning finns till hands,
- använda grundläggande matematik och naturvetenskap.

Delta i utveckling betyder att högskoleingenjören kan

- utforma, koda, testa och dokumentera systemmoduler i maskin- eller programvara enligt givna riktlinjer och från en given specifikation.
- på ett effektivt sätt utnyttja standardkomponenter, biblioteksrutiner samt välkända standardlösningar i vanligt förekommande situationer.
- säkra att produkten är användarvänlig
- använda dagens ingenjörstekniker och vara redo att lära sig nya tekniker,
- arbeta i projekt med respekt för tidsplaner och för tekniska, etiska och affärsmässiga begränsningar samt för övriga projektdeltagares roller.
- kommunicera väl med kunder och kollegor, på god svenska och funktionell engelska,
- identifiera var hon/han själv kommer till sin rätt utifrån sin förståelse för olika roller samt kännedom om sina egna styrkor och svagheter.

Affärsmässiga villkor och i samklang med samhälle och miljö betyder att högskoleingenjören kan

- förvissa sig om att produkten bidrar till hållbar utveckling, socialt, ekonomiskt och miljömässigt,
- ta hänsyn till resursmässiga begränsningar under utveckling, drift och avveckling

Civilingenjör

För civilingenjören gäller dessutom följande.

Ingenjörsmässigt betyder att civilingenjören kan

- formulera tekniska problem utifrån en observerad situation, modellera,
- på ett effektivt sätt sätta sig in i nya områden, tekniska så väl som icke-tekniska, dvs har bredd inom matematik och naturvetenskap, men även insikter i andra områden inom tex samhällvetenskap eller humaniora.

Driva utveckling betyder att civilingenjören kan

- följa teknikutvecklingen och medverka i utvärdering och val av teknik eller process såsom utvecklingsmiljöer, plattformar och utvecklingsprocesser..
- medverka i utvecklingsfronten inom något specialområde,
- agera i en internationell miljö med hjälp av god engelska och förmåga att hantera kulturella skillnader,
- fungera i ett flertal olika roller med förståelse för andras funktioner, tex roller som att leda arbete, styra process eller göra teknikval

Affärsmässiga villkor och i samklang med samhälle och miljö betyder att civilingenjören kan

- utveckla verksamhet med hjälp av kunskaper inom affärsutveckling och entreprenörskap.

Programidé

Form

Studenter **antas till ett 3-årigt ingenjörsprogram** med platsgaranti på något masterprogram. Detta 3-åriga program leder fram till högskoleingenjörsexamen. De studenter som uppfyller förkunskapskraven har platsgaranti till något ackrediterat masterprogram och har därmed rätt att utbilda sig hela vägen till civilingenjör. Alltså har Chalmers en plan för hela den 5-åriga civilingenjörsutbildningen trots att det inte finns något sådant program att söka till.

Programmet inleds med ett **gemensamt obligatorium** för alla studenter omfattande ca 2 års heltidsstudier. Denna del behandlar de kunskaper och färdigheter som alla högskoleingenjörer inom området skall ha samtidigt som det öppnar för möjligheten till vidare studier.

Den återstående delen högskoleingenjörsutbildningen är helt valfri inom Chalmers kursutbud. För att uppnå högskoleingenjörsexamen måste studenten dock välja ytterligare två kurser inom huvudområdet data och informationsteknik. Det finns ett antal rekommenderade spår som leder fram till ackrediterade masterprogram och till tänkta högskoleingenjörroller.

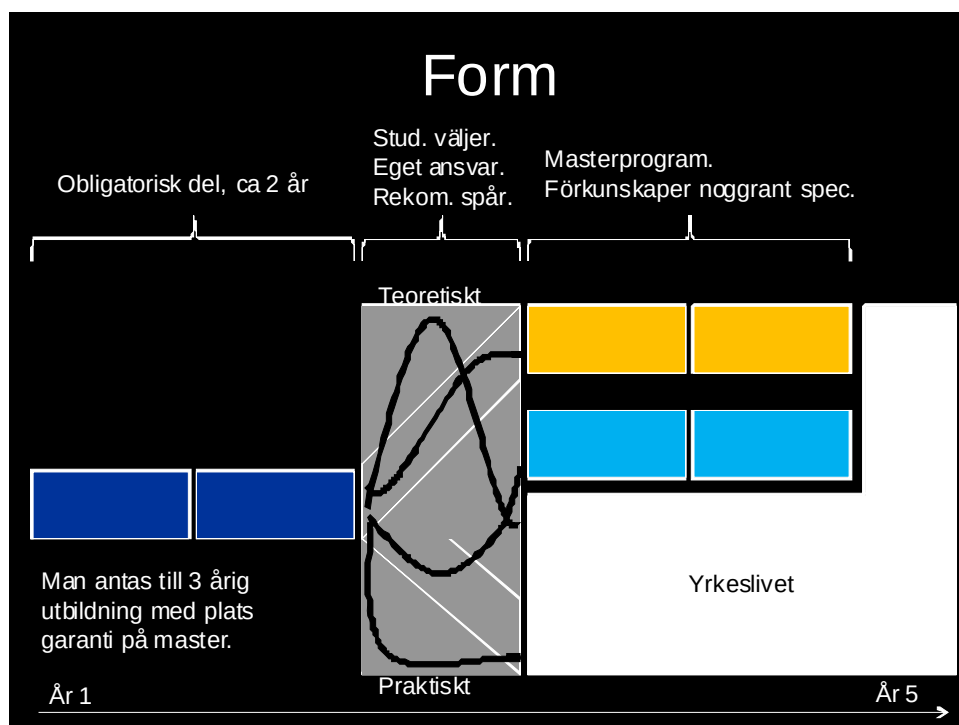


Illustration 2: Sammanfattning av DIT- programmets formmässiga idé. De gråa sektorerna motsvarar rekommenderade spår och de svarta kurvorna illustrerar tänkbara studenters vägval.

Pedagogik

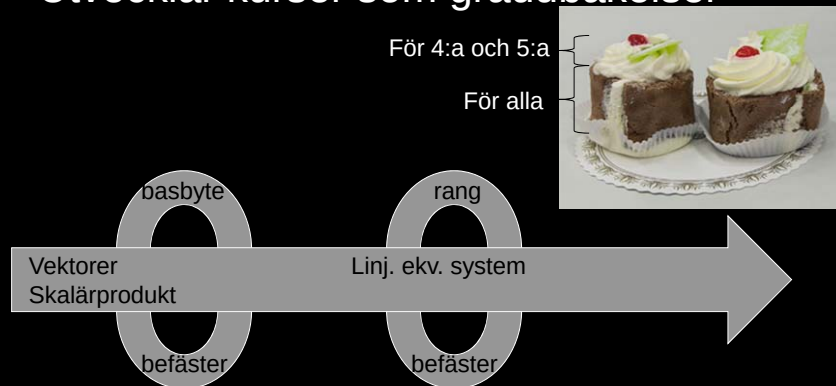
Utbildningen är tydligt **lärmålfokuserad**. Programmet har skapats utifrån en beskrivning av vad ingenjören skall kunna efter utbildningen, så kallade program mål. Varje student skall väl känna till program målen och utifrån dessa samt sina intressen och självkännedom formulera sina egna professionella mål.

Programmets kurser är tydligt målfokuserade och samverkar för att uppnå program målen. Det finns en tydlig koppling mellan kursers examination och kursens mål i stil med **Constructive Alignment**. Kurser ligger förlagda så att goda synergieffekter kan uppnås **mellan parallella- eller efterföljande kurser** i form av samverkan i kursinnehåll eller motivationshöjande hänvisningar till kommande kurser. (Detta är ännu inte genomarbetat i nedanstående programplan.) Samverkan mellan flera institutioner i samma kurs förekommer i enstaka fall då detta momenten bäst studeras i ett annat sammanhang, eller när innehållet inte kan ges utrymme i form av en hel kurs om 7,5 hp.

Programmets obligatoriska kurser kan hantera kunskapsmässig variation mellan studenter. Kurser under denna del av programmet **karaktiseras av tydlig mål- och undervisningsdifferentiering** (gräddbakelser). Syftet är att samma kurs skall vara givande för både den studiestarke och den något mindre studiestarke studenten. De grundläggande målen särskiljs från mål som leder till överbetyg. Ett vanligt förfaringsätt är att studenten vid ett antal tillfällen under kursen kan välja undervisning som befäster kursens grundkunskaper eller parallell undervisning som behandlar material som är relevant för överbetyg (grädden). Studenten väljer själv hela tiden fritt vilken undervisning den väljer att följa. På de gemensamma examinationstillfällena finns det inget formellt hindrar för studenten att få överbetyg även om hon/han inte valt att följa de avancerade undervisningstillfällena.

Olika studenter

- Utvecklar kurser som gräddbakelser



Den svage får fokusera på kärnan, den starke blir stimulerad!

Illustration 3: Gräddbakelser, dvs. kurser med mål- och undervisningsdifferentiering.

Det är **studentens ansvar** att göra val under den valfria delen på högskoleingenjörsprogrammet. För den student som siktar på att söka arbete direkt efter högskoleingenjörsexamen skall studenten vara mogen att göra val som gör honom/henne attraktiv på arbetsmarknaden. Pss skall studenten som siktar på masterstudier och civilingenjörsexamen ta ansvar för förberedelserna, t.ex. genom att läsa förkunskapsgrundande kurser och se till att uppfylla fordringarna för civilingenjörsexamen. Detta ökande ansvar är en del i utvecklingen till en kompetent ingenjör och skall ses som en del i utbildningen. Ansvaret skall kunna axlas med stöd från programmets tydliga målfokusering samt studentens insikter om roller och kompetenser i yrkeslivet. Dessa insikter, i samverkan med det egna ansvaret, skall innebära att studenten lägger ner tillräcklig tid på sina studier.

Programmet utgår från **CDIO Syllabus** för att skapa en programövergripande progression när det gäller generella färdigheter både på den individuella nivå, som t.ex. ett ökat studentansvar innebär, men också på en mellanmänsklig nivå. Under vart och ett av högskoleingenjörsprogrammets tre år finns ett projekt i CDIO-anda, dvs som berör Concieve, Design, Implement och i viss mån även Operate.

Programmets studenter har **möten med näringslivet** i två till tre olika former. Under första året berättar alumner om deras yrkesroll, under andra året genomförs gruppvägledning med besök på arbetsplatser med efterföljande rapportering. Slutligen gör många studenter examensarbete på ett företag.

Programmet utnyttjar möjligheten att ge studenten motivation och helhetsförståelse genom att delvis använda **inverterad studieplan**. Detta innebär att man på kursnivå och på programnivå lägger upp progressionen så att studenten börjar med att möta lärojektet "utifrån". Det byggs då upp av ett antal svarta lådor som man lär sig utnyttja. Först senare tränger man in i de svarta lådorna. Med nyfikenhet och förståelse tar då studenten sig an delarna och deras detaljer.

Programplan

Utifrån de mål och den programidé som ges ovan finns många olika möjligheter att forma en programplan. Vi har skissat på en första tänkbar realisering som utgår från ett antal kurser som tillsammans utgör en ryggrad i program. Dessa kurser stödjer upp hela programmet och styr den ingenjörsmässiga och ämnesmässiga progressionen. Runt dessa kurser har vi sedan identifierat matematiska, tekniska kurser som ger ”mer kött på benen” och stöder utvecklingen alternativt breddar studentens perspektiv. Värt att notera är att de valda kurserna i ryggraden har ett bredare ingenjörsmässigt perspektiv och har fokus på kompetenser som direkt kopplar till anställningsbarhet. Fyra av dessa kurser är projektkurser. Erfarenheter från IT-programmet har varit att alumner i väldigt stor utsträckning lyfter fram projektkurserna som centrala för deras lärande. Övriga kurser i ryggraden är intimt förknippade med projektkurserna. Kursbeskrivningarna nedan indikerar hur någon av dessa integreras med projektkurserna.



Illustration 4: Programmets obligatoriska kurser med en ryggrad bestående av kurser med ett bredare ingenjörsmässigt perspektiv

Vår skiss innehåller under de första tre åren ett obligatorium om 16 kurser, plus högskoleingenjörsexamensarbete. Därmed lämnas utrymme för 6 valbara kurser som studenten kan använda för att profilera sig som högskoleingenjör eller förbereda sig för studier på masterprogram. Hur kurserna ligger tidmässigt i förhållande till varandra är inte bestämt i denna skiss. Projektkursernas ungefärliga placering i programmet är dock beskrivet. Utifrån projektens förkunskapskrav får man t ex bland annat fram att de två programmeringskurserna måste genomföras underläsår 1 m.m. Ordningsföljden på kurserna påverkas också av hur långt vi vågar sträcka oss i riktningen mot den pedagogiska idén att utbilda enligt inverterad studieplan, d.v.s. ”utifrån och in”. Ett konkret exempel är i vilken ordning man väljer att lägga de två kurserna Inbyggda system och Digital konstruktion med VHDL.

Här följer en kort beskrivning av några av de 16 obligatoriska kurserna.

Projekt 0, ges i början av läsåret 1

Syfte: Introducera programmets ingenjörprodukt, inbyggda system med tillhörande programvara. Upptäckarlust och intresse för produkten och för vidare studier skall väckas genom att man som student skapa något själv. Vikten av frågor kring produktens konsekvenser för samhälle och miljö skall också framträda för studenten. Gemenskap och studiesamarbete mellan studenterna skall skapas genom intensivt samarbete och upplevelsen av att lära tillsammans.

Lärandemål : Ämnesmässigt skall studenten efter kursen kunna genomföra enkla programmeringsuppgifter kursens specifika miljö samt kunna bygga enkla moduler med kursens specifika komponenter. Studenten kan använda grundläggande begrepp inom programmering och hårdvara, som tex styrstrukturer, kort, processor, AD-omvandling. Produktens relation till hållbar utveckling skall utvärderas av gruppen.

Efter kursen skall studenten kunna beskriva viktiga komponenter i ingenjörens arbetssätt, tex alla fyra stegen inom CDIO. Studenten kan göra en första självreflektion, både vad det gäller relation till studier och studieteknik, men också vad det gäller grupparbete och gruppdynamik och roller inom grupper.

Utformning: Detta är en handgriplig kurs där man använder en hel del svarta lådor för att i grupp bygga något konkret som innefattar både maskinvara och programvara. Uppgiften är ganska hårt styrd för att kursen skall kunna ha förberedda byggkomponenter som studenterna skall använda. Studenterna arbetar i grupper om ca 4 studenter. Kursen skall vara arbetskrävande så att studenterna kommer igång ordentligt med studierna på Chalmers

Förkunskaper: Inga

Projekt 1, ges i slutet på läsåret 1

Syfte: Syntetisera de kunskaper man fått inom mjukvaruutveckling och allmän problemlösning under det första året, samt fortsätta progressionen inom de generella ingenjörsmässiga kompetenserna.

Lärandemål: Ämnesmässigt skall studenten i grupp kunna bygga ett programvarusystem, omfattande ca 20 veckors arbete, på ett sätt som innebär att man följer en given projektmodell, genomför enhetstester och tillhandahåller komplett och tydlig dokumentation.

I tillägg till dessa ämnesmässiga färdigheter skall studenten kunna redovisa arbetet muntligt, i form av en presentation, och skriftligt i form av en rapport. Studenten skall också kunna genomföra en fördjupad självreflektion när det gäller egna mål, studieteknik, ämnesmässiga kompetenser och personliga egenskaper i relation till tex gruppdynamik och drivkrafter.

Utformning: Det finns en litet antal projektuppgifter att välja mellan. Studenterna arbetar i grupper om ca 5 studenter. Olika roller definieras och en extern kund/beställare identifieras. Undervisning och /eller övningstillfällen förekommer inom områden som tex studieteknik, rapportskrivning och språkbehandling, gruppdynamik och självkännedom.

Förkunskaper: Projekt 0 samt två programmeringskurser.

Projekt 2, ges mot slutet på läsår 2

Syfte: Att tillämpa de kunskaper man hittills fått och vidareutvecklas inom en vald produkt, dvs inbyggt system eller programvarusystem. Inse behovet av ingenjörsmässig, strukturerad styrning och dokumentation inom komplexa projekt

Lärandemål: Efter kursen skall studenten kunna bygga ett inbyggt system eller ett mjukvarusystem med hjälp av standardkomponenter. Studenten skall kunna motivera inre och yttre designval utifrån någon vald teori eller välkänd praktik. Varför är systemet upplagt som det är och varför är interaktionen med omvärlden, speciellt användaren, designad som den är? Slutligen skall man kunna dra nytta av möjligheter att använda parallellism.

Vidare skall studenten kunna delta i planering av projekt, tex skriva projektplan, tilldela gruppmedlemmar olika roller, planera och fördela arbete samt ta ansvar för de resursmässiga ramarna för projektet. En väl genomtänkt presentation och en fullständig rapport skall kunna levereras. En projektmodell skall följas.

Utformning: Arbetet sker i gruppstorlekar (uppemot 8 deltagare?) som kräver komplex samverkan och där delgrupper får ta ansvar för separata komponenter. Undervisning förekommer inom tex projektplanering, muntlig presentation och grunderna för software engineering. För de som jobbar med inbyggda system inkorporeras moment om sensorer och givare.

Förkunskaper: Inbyggdasystem 1, programmeringskunskaper (inklusive användargränssnitt) och parallellprogrammering.

Högskoleexamensarbete, ges i slutet av läsår 3

Sker likt kandidatarbete idag med grupper om ca 6. För de som gör examensarbete på ett företag får vi tillåta grupper om två studenter. Man utvecklar förmågan att skriva en akademisk rapport vilket bland annat innebär att det bör finnas undervisning om informationskompetens.

Inbyggda system

Syfte: Kursen syftar till att studenten ska kunna programmera enkla inbyggda system där en mikroprocessor styr ett fysikaliskt system, som till exempel en robot eller ett enkelt autonomt fordon. Det är ett viktigt mål att stärka studenternas självförtroende genom att de kan utveckla program som kör på naken hårdvara av typ som är vanligt förekommande i vardagslivets produkter idag.

Lärandemål: Efter genomgången kurs ska studenten

- vara förtrogen med den i kursen valda miljön, bestående av
 - o ett målsystem i form av ett utvecklingskort med en mikroprocessor, minne samt in/utorgan som AD- och DA-omvandlare etc.
 - o ett externt system (robot, fordon) med enkla sensorer och aktuatorer.
 - o systemprogramvara (realtidskärna och drivrutiner) för målsystemet, med applikationsgränssnitt för in/utorgan.
 - o ett utvecklingssystem med korskompilator som genererar kod för målmiljön samt programvara för nedladdning av kod.
- kunna utveckla, ladda ner, felsöka och exekvera program i denna miljö.
- kunna skriva enkla drivrutiner, baserade såväl på avbrott som på pollning
- kunna skriva program som uppfyller enkelt formulerade tidskrav

- känna till de särskilda svårigheter och risker som är förknippade med utveckling och drift av datorsystem, inbyggda i större system där fel kan skada människor eller miljö.

Förkunskaper: Minst en kurs i (imperativ eller objektorienterad) programmering.

Grundläggande maskinvarukunskap om ett datorsystems komponenter och deras funktionssätt.

Utformning: Man använder enkla utvecklingskort med standardkomponenter och någon vanlig processortyp. Utvecklingsmiljön utnyttjar sannolikt gcc för korskompilering. Även det fysiska systemet (roboten, fordonet) är redan existerande standard produkt. Någon lämplig kärna tillhandahålls och det är en del av kursen att förklara hur den är uppbyggd. Här kommer man att diskutera viktiga begrepp som trådar och hur de kan implementeras, hur man skriver drivrutiner osv. Det senare görs i huvudsak genom att studera och använda färdiga drivrutiner för den valda målmiljön.

Digital konstruktion med VHDL

Syfte: Studenten skall efter kursen kunna konstruera ett digitalt system bestående av en tillståndsmaskin och logik för att lösa ett problem. Konstruktionen skall beskrivas med hjälp av VHDL och implementeras i en FPGA efter verifiering i en simulator.

Lärandemål: Efter genomgången kurs ska studenten

- behärska grunderna i VHDL för konstruktion.
- vara förtrogen med en modern utvecklingsmiljö.
- kunna konstruera ett medelstort digitalt system.
- förstå kopplingen programkod maskinvara.
- kunna felsöka digital elektronik.
- förstå hur digital elektronik arbetar parallellt
- förstå grunderna i digitalteknik.

Förkunskaper

Diskret matematik och grundläggande programmering.

Utformning:

Studenten skall efter kursen kunna konstruera ett digitalt system bestående av en tillståndsmaskin och logik för att lösa ett problem. Konstruktionen skall beskrivas med hjälp av VHDL och implementeras i en FPGA efter verifiering i en simulator.

Personlig utveckling som ingenjör, pågår alla tre åren

Lärandemål: Studenten skall själv identifiera var han/hon kommer till sin rätt utifrån förståelse för

olika roller och ökad kännedom om sig själv samtidigt som han/hon skaffar sig strategier för att nå sina professionella mål.

Utformning: Kursen består av föreläsningar/seminarier i helklass. Övningar hålls där studenten arbetar både i grupp och individuellt. Handledda reflektionstillfällen. Läsåret avslutas med en årskursavslutning. Till sin hjälp har studenten en "Personlig utvecklings-bok" som fylls i under kursens gång. För den som behöver det kan erbjudas individuell coaching.

Under åk 1 får studenten jobba med sig själv och sin motivation, vilka mål han/hon har och få inspiration inför fortsättningen. De ska hitta rätt studieteknik och få information om utbildningens mål och syfte. Det gäller även att reflektera över sin roll i projekt och hur projekt fungerar.

I åk 2 behöver de få information om de olika spår de kan gå och fundera över vad som passar dem bäst, vilket betyder att de arbetar ännu mer med sin självkänedom. Det resulterar även i en handlingsplan. De får ytterligare inspiration genom studiebesök/alumnikontakter. Ytterligare ett projekt gör att de får chans att prova andra roller eller utmana sig själv på andra sätt. Ledarskapsförmågan kan testas genom att exempelvis arbeta som SI-ledare eller fadder.

I åk 3 förbereder man sig för att antingen gå ut i arbetslivet eller för vidare studier. Man lär sig mer om kulturkrockar och konflikthantering, etik, moral, värderingar och reflekterar över sig själv och var man står. Det finns tillfälle att gå på Söka-jobb seminarium, att skriva CV och personligt brev och få feedback på dessa. Att ha en mentor från näringslivet/institution ger ytterligare möjligheter till inblick i arbetslivet/forskarvärlden.

Att tänka på

Utformning av, och innehåll i, projektkurserna är av yttersta vikt. Omfattande utveckling krävs för projektkurserna, inte minst Projekt 0. En välfungerande gemensam plattform, som kan användas av nybörjare men som man kan växa inom, måste tas fram. Under Projekt 0, och för de studenter som bygger inbyggda system i Projekt 2, bör man allokera labbplatser där varje projektgrupp kan hålla till och låta sina saker stå mellan tillfällena.

Kursen i personlig utveckling kräver också omfattande utveckling och välgenomtänkt genomförande. Mycket stor omsorg måste läggas på denna kurs för att säkra att den tas emot väl av studenterna och integreras bra med projektkurserna. Erfarenheter från IT-programmets kurser i ingenjörskompetens säger att detta är en utmaning som man lätt underskattar.

Konsekvensanalys och motiveringar

Antas till 3-årig ingenjörspå program med platsgaranti

Motivering:

- Att sluta efter tre år skall inte vara ett avhopp.
- Sen meritering ger mer relevant urval. Gymnasiebetygen är inte urvalsgrundande till masterprogram. Bara studieresultat på högskola spelar roll.
- Enkelt för sökande, vill man läsa på Chalmers och är intresserad av något kring IT-produkter så är det DIT-programmet som gäller.

Att beakta:

- För den som redan innan studiестart är säker på att hon/han vill utbilda sig till civilingenjör skall det inte upplevas som en risk att välja Chalmers i jämförelse med andra universitet som antar till 5-årig utbildning. Man skall veta att om man klarar sina studier så kan man bli civilingenjör även om man bara är antagen till en 3-årig utbildning.
- Man bör troligen inte annonsera det 3-åriga programmet som ett högskoleingenjörsprogram. Det är lika mycket en första del i ett civilingenjörsprogram. Det är att föredra att annonsera det som ett ingenjörsprogram som successivt leder till båda examina. "Vill du bli Chalmersingenjör inom data- och informationsteknik?"
- Om masterprogrammen börjar ställa mer omfattande förkunskapskrav måste man analysera detaljerna kring platsgaranti. Vad händer med studenten som bara skaffat sig förkunskaper till något masterprogram med begränsad antagning där studenten inte får en plats?

Både och, eller varken eller

Ett av syftena med detta konceptförslag är att se om och hur man kan forma en utbildning som efter tre år leder till mycket god anställningsbarhet som högskoleingenjör, och efter ytterligare två år leder till mycket god anställningsbarhet som civilingenjör. En farhåga är att en sådan utbildning leder till varken eller. Man kan uppfatta det som ofrånkomligen att en sådan utbildning ger sämre högskoleingenjörer eller sämre civilingenjörer jämfört med idag, beroende på vilken utbildningsnivå man gynnar, respektive offrar. Frågan är om man kan "hålla upp den akademiska höjden" i CI-utbildningen och ändå inkludera så mycket produkt- och praktknära moment inom de första tre åren för att detta skall anses leda till mycket god anställningsbarhet som högskoleingenjör?

För att försöka svara på detta har vi i detta konceptförslag format program mål för både högskoleingenjör- samt civilingenjörsexamen som vi anser motsvarar mycket god anställningsbarhet för vart och en av dessa två utbildningsnivåer. Vi har också skissat på en programplan med en form och ett innehåll som syftar till att hjälpa studenten att nå dessa mål.

För att nu undersöka om studenten faktiskt gör det har vi valt att prova vårt program på två tänkta studenter, en som vill utbilda sig till civilingenjör inom ett akademiskt krävande område, Computer Science – Algorithms, Language and Logic, samt en student som vill bli högskoleingenjör med fokus på testning.

En av de personas som utvecklades i Fas 2 var en testare. För testaren har vi skissat på att, ovanpå den gemensamma obligatoriska kärnan i programmet, lägga ett rekommenderat spår innehållande fem tekniska kurser. Dessa täcker områdena testing, debugging and verification, parallellprogrammering, datakommunikation, databaser, software engineering. Därtill finns möjligheter att rekommendera ytterligare en kurs, förslagsvis av en breddande karaktär.

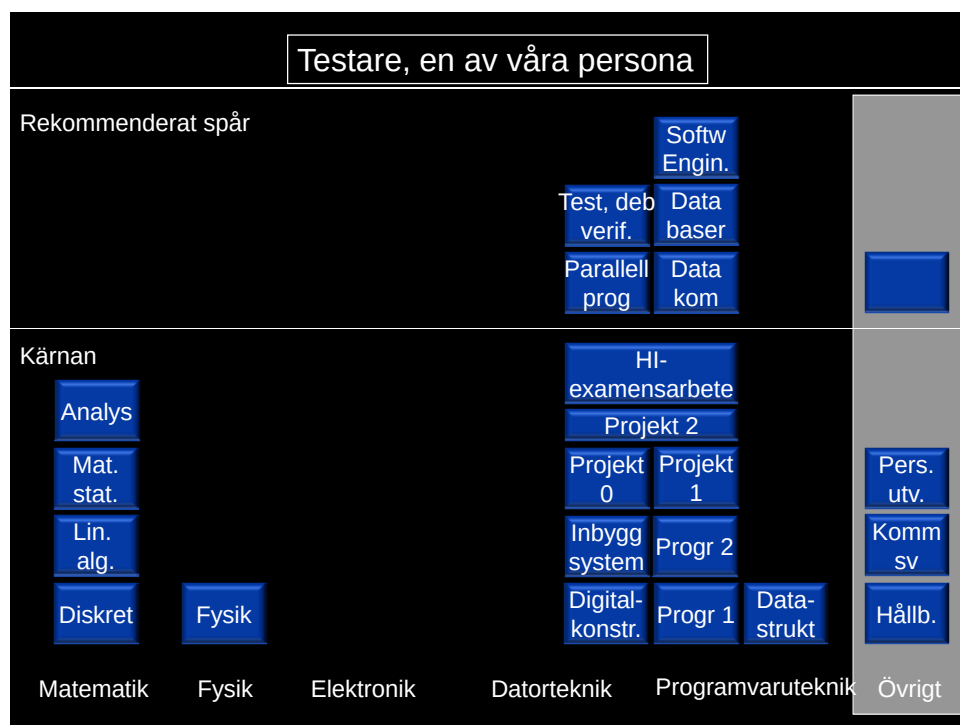


Illustration 5: Kärna och rekommenderat spår för en högskoleingenjör som är förberedd för att ta anställning som testare.

För studenten som siktar på masterprogrammet Computer Science – Algorithms, Languages and Logic innehåller vårt rekommenderade spår två kurser i matematik, förslagsvis matematisk modellering samt ändliga automater och språk. Därtill kommer en kurs om algoritmer och en kurs i annat programmeringsparadigm. Slutligen förelår vi en kurs i engelska och en kurs inom människa, teknik samhälle (MTS). Med dessa kurser anser vi att studenten är välförberedd för masterprogrammet och har matematik och MTS kurser tillräckligt för att nå civilingenjörsexamen.

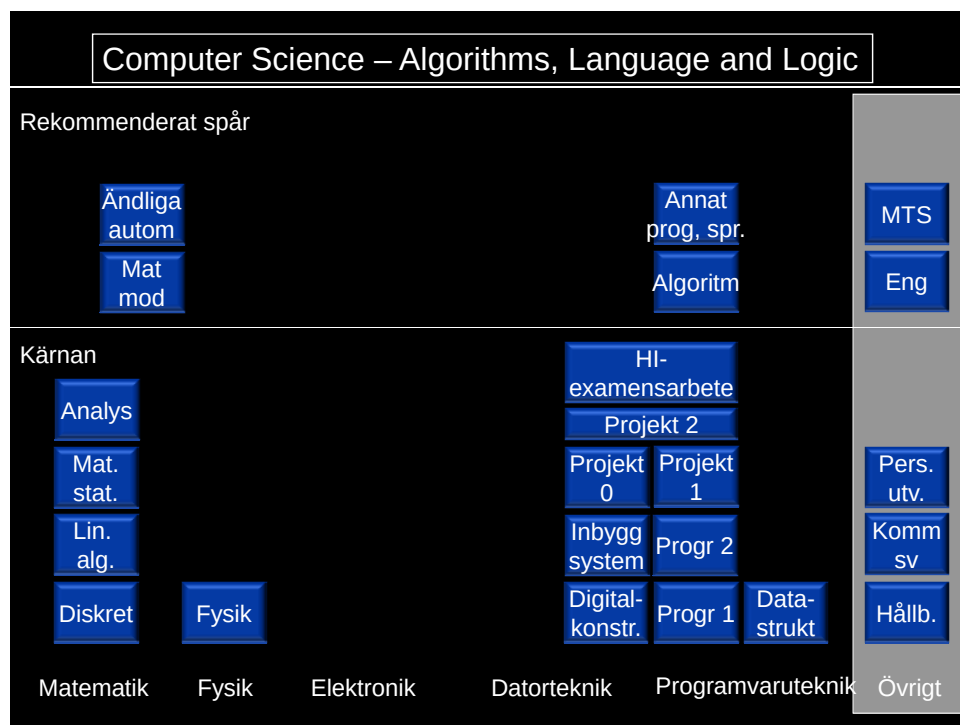


Illustration 6: Kärna och rekommenderat spår för student som skall gå masterprogrammet CS-ALL.

Dessa enkla tester tycks indikera att båda dessa studenter blir väl förberedda för sina uppgifter. Vår tolkning är därför att det bör finnas goda möjligheter att man kan undvika farhågan att programmet utbildar "varken eller" och att programmet istället kan nå fram till att utbilda "både och", dvs. både goda högskoleingenjörer och goda civilingenjörer.

Naturvetenskaplig och matematisk bredd på masternivå

För att utifrån det högskoleingenjörsprogram vi skissat, via en master, nå fram till CI-programmålen måste ytterligare bredd inom matematik och naturvetenskap uppnås under det tredje valfria året eller under masterprogramsstudierna. Det t ex ske genom förkunskapskrav till masterprogrammen eller som ett obligatoriskt inslag inom masterprogrammen. Vill vi inte att dessa breddkurser skall krävas av externa sökande, som inte siktar på CI-examen, ser vi ingen annan möjligheten än att ha separata krav för CI-examen, utöver avslutad HI-examen och fullföljd ackrediterad master. Detta komplicerar slutexaminationen, men är kanske en rimlig konsekvens av att yrkesexamen är mer styrd än en generell examen.

Lärare

Hur välgenomtänkt ett program än är kommer det inte att fungera bra om inte de inblandade lärarna bär på en tydlig gemensam målbild och idé om hur man vi skall nå dit. En programomläggning som detta konceptförslag målar upp kräver många dedikerade, samarbetsvilliga och nytänkande lärare.

Tex ställer ovanstående beskrivning av de obligatoriska kursernas mål- och undervisningsdifferentiering stora krav på lärarens förmåga. På projektkurserna är det helt nödvändigt att lärarna har förmåga att låta kursen omfatta mer än de specifika tekniska ämneskunskaperna. Det finns inledningsvis behov att identifiera och vidareutbilda lärare till dessa roller. På längre sikt behövs ett ständigt arbete med att vidareutbilda nya lärare och föra in dem i programmets idé och upplägg. Detta är inte en trivial uppgift. Historien från D++ och andra utvecklingsprojekt visar att den "undervisningsmässiga gravitationen" är stark. Efter en tid faller man lätt tillbaka till traditionerna.

Rekryteringseffekter vid sammanslagning av profiler

De generella aspekterna av rekryteringseffekterna av detta konceptförslag är svåra men viktiga att belysa. Detta görs i den gemensam rapport för projekt Omstart EDIT författad av Björn von Sydow. Vad som dock berör konceptförslaget för DIT-program speciellt är sammanslagningen av ingenjörssystem som har delvis olika huvudprodukter, inbyggda system respektive programvarusystem. Tabell 1 lyfte fram farhågan att ett gemensamt program skulle kunna upplevas mindre attraktivt tex för en starkt programvaruinriktad student som upplever sig tvingad till omfattande studier av maskinvara.

Programstrukturen i detta konceptförslag, med stor del valbarhet, gör att det i programplanen finns endast två obligatoriska kurser som är inriktade på inbyggdasystem/maskinvara. Detta överstiger inte det obligatorium som idag finns på IT-programmet i form av Digital och datateknik och Maskinorienterad programmering. Än mindre ser vi någon tidig påtvingad breddning som skulle kunna upplevas oattraktivt för en student som idag skulle valt DI- eller D-programmet.

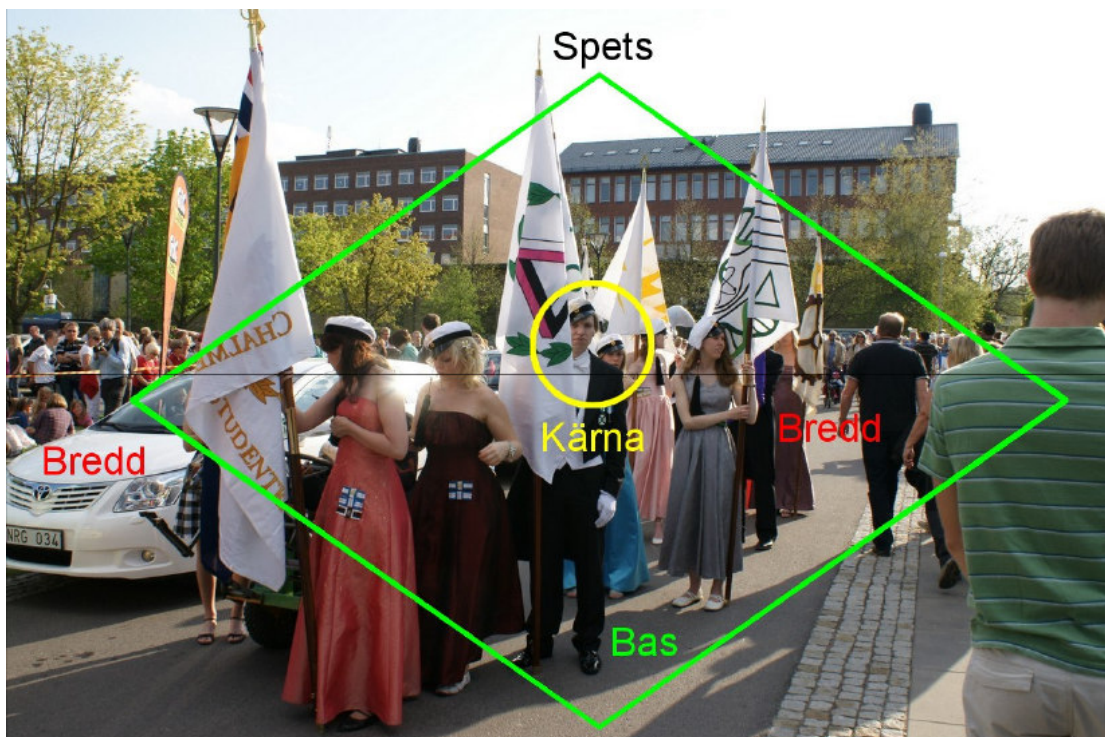
Det kan också kännas hotande att de tre varumärkena, DI-, D- och IT-programmet, inte lever vidare orörda. Andra skulle säga att ett sådant steg är nödvändigt för att lyckas nå nya studentgrupper. Idealiskt skulle man vilja hitta en övergång så att nuvarande DI-, D- och IT-studenter och alumner naturligt fortsätter att associera sig själva till det nya programmet. De är viktiga ambassadörer och sprider kännedom om programmet till arbetsgivare och presumtiva sökande. Samtidigt skall man tydligt signalera att det är ett helt nytt program där vi odlar studentens personliga utveckling och där andra attityder får börjar råda. Detta blir en utmaning.

DIT-gruppen

Samuel Bengmark, MV, PA IT
Ana Bove, D&IT
Tomi Bozur, H-sektionen
Bertil Dynefors, Fysik
Joachim von Hacht, D&IT
Marie Hagman, Career Service
Anette Järelöw, studievägledare IT
Arne Linde, D&IT
Peter Lundin, D&IT, PA D
Lars Nordlund, utbildningssekreterare D
Lena Peterson, UOA EDIT, "vice projektledare"
Jacob Raihle, Studienämnd IT
Erik Salvén, Kåren
Björn von Sydow, D&IT, projektledare

Omstart EDIT

Konceptförslag E



Individens personliga och professionella utveckling sätts i centrum i det nya Elektroteknikprogrammet. Utgående från en gemensam kärna byggs bas-, bredd- och spetskunnande på. Förhållandet mellan de olika delarna speglar studentens förutsättningar, intresse och ambitioner och förbereder studenten antingen för att påbörja en yrkeskarriär efter tre år eller för att fortsätta studierna på ett masterprogram.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Sammanfattning	1
1.2	Uppdraget	1
1.3	Avgränsningar.....	1
1.4	Metod/genomförande	2
2	Analys av nuvarande program	4
2.1	Synpunkter från näringslivet	4
2.2	Synpunkter från studenter	5
2.3	Programstruktur – jämförelse TKELT / TIELL	5
2.4	Inventering lärar-industrirelationer idag på TKELT / TIELL	5
3	Omvärldsanalys.....	6
4	Programkoncept för en ny elektroteknikutbildning	7
4.1	Programsyfte.....	7
4.2	Programmål	8
4.3	Programidé	9
4.4	Programplan	10
4.5	Integration av bas- och tillämpade ämnen.....	13
4.6	Electric Design Lab.....	14
4.7	Utbildningsprofiler.....	14
4.8	Examination.....	15
4.9	Ingenjörskompetens	15
4.10	Personlig utveckling.....	17
4.11	Arbetslivsintegrering	20
5	Sammanfattande diskussion.....	21
6	Konsekvensanalys	23
	Referenser	24
	Arbetsgruppens medlemmar	25
Bilaga A	Studenters reflektioner över sitt val av utbildningsprogram	29
Bilaga B	Programplansjämförelse TKELT / TIELL	34
Bilaga C	MIT:s program Electrical Engineering and Computer Science.....	37
Bilaga D	Högskolan i Jönköpings ingenjörskoncept.....	38
Bilaga E	Mål enligt högskoleförordningen (1993:100; t.o.m. SFS 2009:933).....	39
Bilaga F	Befintliga programmål för TKELT / TIELL	42
Bilaga G	Exempel på programplan.....	44
Bilaga H	Personlig utveckling, karriärplanering och arbetslivsintegrerat lärande.....	47
Bilaga I	Några lärarstudenters syn på Chalmers	52

1 Inledning

1.1 Sammanfattning

Denna rapport presenterar ett programkoncept för en ny treårig sammanhållen ingenjörsutbildning i elektroteknik som kan leda till både högskoleingenjörsk- och civilingenjörsexamen. Den föreslagna utbildningen skall inte ses som en sammanslagning av nuvarande kandidatprogram och ett högskoleingenjörsprogram utan just som ett helt nytt program. Förutom att presentera själva konceptet belyser rapporten också de överväganden som arbetsgruppen gjort samt för en diskussion kring konsekvenserna vid införande av ett sådant program. För att öka rapportens överskådlighet har vi valt att placera en hel del material i en separat samling bilagor, men rapportens huvuddel kan läsas utan dessa. Detta bilagematerial har till stor del karaktären av arbetsmaterial. Arbetsgruppens arbete har särskilt fokuserat på hur en progression i ingenjörskunnande kan realiseras men också på hur rekryteringsaspekten kan tänkas påverka programdesignen. En annan viktig fråga som arbetsgruppen behandlat är hur matematiken kan integreras med ämneskunskapen i en utbildning där progressionstanken är bärande. Slutsatserna från detta arbete har i och med att en separat arbetsgrupp för matematik inrättats i huvudsak inarbetats i EDIT-rapportens huvuddel. Under arbetet med det nya programkonceptet har vi kommit fram till att en grundbult är att det nya programmet skall sätta individen (studenten) och dennes personliga och ingenjörsmässiga utveckling i centrum. Eftersom detta för oss representerar ett nytt synsätt har dessa diskussioner dominerat under arbetets gång på bekostnad av diskussioner runt programmets elektrotekniska innehåll. Detta, arbetsgruppens fokus, avspeglas också i rapporten vars innehåll därför inte proportionellt speglar det föreslagna programmets innehåll.

1.2 Uppdraget

Arbetsgruppen har haft som uppdrag att utveckla ett konceptförslag för en treårig elektroteknikutbildning som dels leder till anställningsbarhet och dels förbereder för fortsatta studier på ett masterprogram. Detta konceptförslag skall omfatta programsyfte, programidé, program mål, programplan och skiss till programplan, kursträd och programdesignmatris. Överväganden skall motiveras och konsekvenser belysas. Det föreslagna konceptet skall präglas av progression i ingenjörskunnande och en ökad kontakt med yrkeslivet. Vidare skall det föreslagna programkonceptet vara attraktivt för nya studentgrupper och kunna sättas i ett genus-, kultur- och attitydperspektiv.

1.3 Avgränsningar

I ett arbete av den här typen med ett kreativt tänkande kring en helt ny programstruktur är det viktigt att redan från början sätta upp ramarna för att hålla diskussionen på en realistisk nivå, d.v.s. att försöka svara på frågan "Hur fritt kan vi tänka?"

Vi har alltså att förhålla oss till avgränsningar eller begränsande faktorer som är av den karaktären att de måste betraktas som så svåra att påverka att de måste anses som opåverkbara medan andra är av den karaktären att det är rimligt att anta att vi kan påverka dessa i en för oss önskad riktning.

Till den opåverkbara kategorin har vi valt att hänföra:

- Lagar och förordningar (befintliga examina: högskoleingenjörsexamen, kandidatexamen, civilingenjörsexamen, masterexamen mm)
- Gymnasiestudenternas förkunskaper, intressen och förväntningar som vi i det korta perspektivet inte kan påverka.
- Näringslivets förväntningar på kunskaper, färdigheter och förhållningssätt hos utexaminerade studenter både efter tre och fem år.
- Gränssnittet mellan de tre första åren och mastersprogrammen måste stämma överens ur ett nationellt och internationellt perspektiv. Våra studenter måste efter tre år kunna söka sig till ett masterprogram någon annanstans och våra masterprogram måste kunna ta emot utifrån kommande studenter.
- Läsårets indelning, dvs två terminer bestående av två läsperioder à sju läsveckor följda av en tentamensvecka.
- Chalmers valda system med 7,5 hp-kurser. Att göra frångång från detta kan i undantagsfall låta sig göras, t.ex att två kurser löper över två läsperioder, men att helt frångå 7,5 hp-systemet tror vi inte är möjligt.
- De ämnesmässiga områden eller inriktningar som våra masterprogram täcker. Detta hindrar emellertid inte att masterprogrammen framöver kan förändras eller omstruktureras.
- De ekonomiska ramarna. Vi har att anpassa våra kostnader till de statliga anslagen. Emellertid har staten aviserat en förändrad resurstilldelning men vi vet inte ännu hur den kommer att se ut än.

Till den påverkbara kategorin hänför vi:

- Behörighetskrav från gymnasiet och därför också till del vilka potentiella studenter vi riktar oss till.
- Hur vi definierar E-programmet gentemot andra program på Chalmers, i landet och i en internationell jämförelse.
- Hur vi ser på intagningen av nya studenter. Skall vi designa ett program där många tas in men där man kan sluta efter t.ex ett år och få med sig kunskaper och färdigheter som är meriterande i andra sammanhang, eller skall vi ta bara ta in så många som vi vill skall ta examen efter tre respektive fem år?
- Hur och när vi examinerar i programmets kurser.

1.4 Metod/genomförande

De tidsramar som har satts upp för detta arbete har varit förhållandevis snäva med tanke på arbetets uppdrag.

24/8	Uppstart
21/9	Avstämning, presentation av planeringsrapportens innehåll
19/10	Arbetsgruppens arbete skall i stort vara slutfört och en SWOT-analys genomförs
20-31/10	Sammanställning slutrapport

En bred arbetsgrupp tillsattes vid starten bestående av lärare (både från högskoleingenjörskurs- och civilingenjörskursprogrammet) och studenter men också inkluderande kompetenser utöver de klassiska tekniska som kommunikation, språk, pedagogik, karriärplanering, studievägledning mm. Alla som har varit intresserade av att delta i arbetsgruppen har fått göra det eftersom det ger en möjlighet att få olika frågor belysta från så många håll som möjligt samtidigt som de representerade institutionerna har hållits informerade om arbetets fortskridande vilket bidragit till en viss förankring. Arbetsgruppen blev därför relativt stor, 18 deltagare. En lista över deltagarna återfinns i slutet av denna rapport. Arbetet har letts av Jörgen Blennow, PA elektroteknikprogrammet, och Manne Stenberg, PA elektroingenjörskursprogrammet. Lena Peterson, UOA EDIIT-området och tidigare PA elektroteknikprogrammet, har hjälpt till att hålla samman arbetet.

Arbetsgruppen har haft protokollförda möten varje vecka på en stående mötestid (onsdagar 08.00-09.45). Däremellan har deltagarna åtagit sig enmansutredningsuppdrag (typ "hemläxor") vilka har rapporterats och diskuteras vid påföljande veckomöte. Alla har förväntats att aktivt bidra till arbetets fortskridande. Därför kom arbetsgruppen vid sitt första möte överens om gemensamma grupparbetsregler för det inre arbetet: "bjuda på (contribute); bjuda in (include); bygga på (connect) och bygga ihop (integrate)".

Mellan de veckovisa arbetsgruppmötena har "mellanmöten" hållits i en mindre grupp (Jörgen Blennow, Manne Stenberg och Lena Peterson) där den större gruppens arbete planerats och där man diskuterat, summerat, och reflekterat över arbetets fortskridande.

Arbetsgruppen har hållit sig informerad om arbetet i de parallella arbetsgrupperna för matematik och rekrytering genom att två arbetsgruppsdeltagare varit gemensamma (Sven Järner-matematik och Lena Peterson-rekrytering).

Under arbetets gång har avstämning med Programrådet för elektroteknikprogrammet (PRE) skett vid två tillfällen: 2009-09-18 och 2009-10-16. Utöver detta har rådet hållits informerat via epost. Fokus har vid dessa båda tillfällen varit på att få in näringslivsperspektivet. Vid det senare tillfället inbjöds Annika Orvarson, Chalmers Career Service, och Katerina Sjölander, ESAB, för att ytterligare stärka näringslivsperspektivet och för att få synpunkter på det föreslagna konceptet.

Vid två av arbetsgruppens veckomöten har personer med stor erfarenhet av implementering av CDIO-konceptet i civilingenjörskursprogram inbjudits. Dessa var Johan Malmqvist, UOA MATS och tidigare PA för maskinteknikprogrammet vid Chalmers (2009-09-09) och Svante Gunnarsson, ordförande i programnämnden för elektroteknik, fysik och matematik vid Linköpings tekniska högskola (2009-09-16).

Under arbetet har också en enkätundersökning genomförts vid kandidatprogrammet i elektroteknik (TKELT) och högskoleingenjörskursprogrammet (TIELL) för att inventera lärarnas kontakter med näringslivet inom ramen för sin undervisning.

Arbetsgruppen har arbetat efter följande tidsplan och plan för huvudsakliga diskussionsämnen:

Mån 24/8 Arbetsprocessen (regler, sammansättning etc), tolkning av uppdraget, avgränsningar, förhållande till andra arbetsgrupper och programråd

Ons 26/8 Arbetsfördelning, avgränsningar

- Ons 2/9 Bra/dåligt med nuvarande program, ingenjörsmetodik, CDIO, Hur designar man program?, enpersonsansvarsområden, uppdrag till GUN:s utskott, programråd
- Ons 9/9 Inbjudan av Johan Malmqvist, UOA MATS Chalmers. Vad menas med progression i ingenjörskunskap respektive ämne? Nationell respektive internationell utblick. Hur kan vi implementera CDIO-konceptet? AIL (arbetslivsintegrerat lärande)
- Ons 16/9 Inbjudan av Svante Gunnarsson Y-LiTH (CDIO, projektmodellen LIPS). Preliminär spårindelning som kan stämmas av 21/10
- Ons 23/9 Programmets syfte (vad). Studentperspektivet, genus, rekrytering. Koppling till Chalmers vision. CDIO, AIL
- Ons 30/9 ”Årskursmål”, spårindelning, programmål, matte
- Ons 7/10 Programidé (varför), Skiss av kurser och dessas inbördes relation (kursträd), pedagogiskt upplägg, examinationsformer, CDIO, AIL, MHU (koppling till Chalmers vision)
- Ons 14/10 Programplan (hur), programdesignmatris, delvisa kursmål
- Ons 21/10 Genomgång av rapportens huvuddrag
- Ons 28/10 Programsyfte och programmål. Slutavstämning av rapporten
- Lör 31/10 Deadline för rapport

2 Analys av nuvarande program

Elektroingenjörsutbildningarna vid Chalmers har under perioden 2000–2007 visat ett sjunkande söktryck och antalet registrerade studenter har stadigt minskat. Senare år har en viss stabilisering inträtt och höstterminen 2009 har vi 64 registrerade nybörjare på kandidatprogrammet och 63 registrerade nybörjare på högskoleingenjörsprogrammet. En diskussion inom arbetsgruppen visade på styrkor och svagheter i de befintliga programmen. Som styrkor noterades många nöjda alumni, bra och engagerade lärare samt att studenterna lär sig lösa problem. Som svagheter framkom dålig studiemotivation, låg genomströmning och bristande koppling till industrin.

2.1 Synpunkter från näringslivet

Näringslivsrepresentanterna (Volvo Personvagnar, Saab AB) i Programrådet för elektroteknikprogrammet (PRE) tycker att ingenjörerna har en bred grund och är anställningsbara men vid anställningstillfället är det oftast deras personlighet som är avgörande. Personlig utveckling är viktig. Volvo Personvagnar definierar kompetens som: Kunskap, Färdighet, Erfarenhet och Beteende (social förmåga, nätverkande, vilja att göra rätt saker d.v.s de som organisationen efterfrågar). Saab AB definierar affärsmässighet med begrepp som: Kompetensutvecklare, Nätverkare, Teknisk ledare, Innovatör. Volvo anställer gärna en generell högskoleingenjör. En näringslivsrepresentant från ESAB kommenterade efter en presentation av föreliggande programkoncept att det fångar essensen, att integration mellan kurser är bra, att hållbarhet är fantastiskt viktigt och att det är viktigt att arbeta efter någon projektmodell. Vidare påpekades att det är viktigt att också inkludera ekonomi, kommunikation och retorik samt ”vem är jag”- perspektivet. Under diskussionen efterlystes

också inslag av "rättesnören" (t.ex. ingenjörsetik, moral) i utbildningen. På en direkt fråga hur man tror att den förslagna utbildningen kan påverka rekryteringen blev svaret att Andreas Ottemos rapport från Fas 1 av "EDITZ-översynen", *"Rekryteringsarbete och genusmönster i rekryteringen till Chalmers utbildningar på EDITZ-området"*, [1], har träffat mitt i prick och att detta programkoncept är lovande ur detta hänseende. Vi har gått från förnekelse av problemet till att försök lösa det. Rådet diskuterade också vikten av att hela tiden koppla teori till verklighet. En diskussion fördes också kring vad som skall utgöra rekryteringsbasen för studenter till detta och andra chalmersprogram. Programrådet såg det som en strategisk fråga för Chalmers att komma fram till på vilken arena man vill verka ur ett rekryteringsperspektiv.

Företagsrepresentanter i S2:s institutionsråd anser att det är viktigt med baskunskaper och att det är viktigt med svår matematik i början av utbildningen.

2.2 Synpunkter från studenter

Genom intervjuer med studenter (Bilaga A) har en hel del studentsynpunkter samlats in. Studenter på civilingenjörsutbildningen är redan från början inställda på fem års studier och uppskattar en bred och teoretiskt krävande utbildning. För studenter på högskoleingenjörsprogrammet är det däremot den kortare studietiden som lockar men att man samtidigt vill ha kvar möjligheten att läsa vidare.

2.3 Programstruktur – jämförelse TKELT / TIELL

Befintliga programstrukturer för kandidatprogrammet (TKELT) respektive högskoleingenjörsprogrammet (TIELL) har analyserats och en sammanställning av de tre första läsåren redovisas i Bilaga B. Sammanställningen visar att ämnesmässigt är det stora likheter under de tre första åren. På kursnivå är skillnaderna i de flesta fall större än vad kursnamnen anger pga att tempo, upplägg och examination ofta skiljer mellan programmen. Sammanställningen har sedan bidragit till arbetet med att ta fram programmens gemensamma kärna.

2.4 Inventering lärar-industrirelationer idag på TKELT / TIELL

En inventering av E-lärares samarbete med arbetsgivare i sina kurser, har precis gjorts inom ramen för Omstart EDIT. Svarsfrekvensen var 34%. Sammanställningen är inte färdig-analyserad ännu. Kort kan dock sägas att 13 av de 16 som svarat har samarbeten i varierande grad och på olika sätt. De 13 lärarna har sammantaget rätt många kontakter med arbetsgivare och det finns en spridning av arbetsgivare. Näringslivet är i majoritet, men även kommunala bolag och statliga myndigheter förekommer. Arbetsgivarna finns lokalt, regionalt, nationellt och internationellt. Stora såväl som mindre företag är representerade. Beträffande kunskap om dagens ingenjörsarbetssätt, anser 4 lärare att de har god kunskap, 10 att de har kunskap i viss mån och 2 att kunskapen är ganska låg. På frågan om lärarna önskar någon form av fortbildning som stöd för nytt E-program/nya arbetssätt/AIL, svarar 8 att de önskar detta, 4 vill inte ha det och 4 har inte besvarat frågan. 9 lärare av 12 vill ha arbetsgivarkontakter för någon form av samarbete, vilket innebär att en del som redan har kontakter, gärna vill ha fler.

3 Omvärldsanalys

Under arbetsgruppens arbete har några utbildningar ägnats ett speciellt intresse.

Electrical Engineering and Computer Science vid MIT lägger en större betoning på personlig och professionell utveckling än vad våra program av tradition gör och formulerar lärandemål inom Foundations, Breadth, Depth, Leadership, Design, Curiosity, Communication skills, Global view och Professional ethics (Bilaga C), [2].

Högskolan i Jönköping är ett exempel på en högskola där det erbjuds utbildningar med stort inslag av AIL (arbetslivsintegrerat lärande). Man talar om sitt ingenjörskoncept i termer av: Ingenjörsmässighet, Entreprenöranda, Näringslivskontakter, Internationellt perspektiv, Ledarskap och kommunikation, Miljömedvetenhet samt Affärsmässighet (Bilaga D), [3].

Maskinteknikprogrammet på Chalmers är ett exempel på en utbildning på hemmaplan som är upplagd efter CDIO-konceptet [4]. Utbildningen inleds med en kurs i ingenjörsmetodik (MMF172-Ingenjörsmetodik) och programmet innehåller projektkurser och studenterna har under utbildningen tillgång till ett prototypfabrik för att kunna omsätta sina konstruktioner i en prototyp.

De flesta utbildningsprogram erbjuder idag någon inledande kurs i ingenjörsmetodik. I Teknisk fysikprogrammet på Chalmers ges under innevarande läsår kursen ”TIF010 - Fysiken omkring oss” som syftar till att ”... vara en introduktion till fysik och teknik. Inom några centrala områden av fysiken utforskas sambandet mellan teori, modellering och matematik med målsättningen att stimulera nyfikenhet och ett kreativt förhållningssätt till fysik och teknik som skall kunna vidareutvecklas i senare kurser” [5]. Under förra läsåret (2008/2009) gavs kursen ”TIF175 Fysikalisk problemlösning för ingenjörer”. Kursen hade tre huvudsyften: ”Den skall ge dig möjligheter att utveckla dina färdigheter i att analysera tekniska applikationer av fysikalisk natur; det vill säga att bygga din kompetens utifrån den kunskap du har. Den skall ge dig möjlighet att nätverka med studenter i olika årskurser eller från andra utbildningsprogram, och med redan utexaminerade (arbetsgivare). Den skall ge dig möjligheter till att utveckla egna idéer och uppfinningar med sikte på patentering och/eller företagsbildning.”, [6].

Y-programmet (Teknisk fysik och elektroteknik) vid LiTH kan karakteriseras som ett klassiskt utbildningsprogram med mycket stark förankring i basämnen som matematik och fysik, där man samtidigt har lyckats att implementera ett CDIO-koncept [7]. Eftersom detta program både ämnesmässigt och utbildningskulturellt ligger nära Elektroteknikprogrammet vid Chalmers väljer vi att i denna rapport huvuddel beskriva detta program och framförallt dess CDIO-inslagen mer detaljerat än de utbildningar som refererades till ovan.

I huvudsak realiseras implementeringen av CDIO-konceptet i Y-programmet genom ett antal projektkurser i programmet. Till detta läggs tydliga anknytande lärandemål i programmets övriga kurser.

Under första terminen ges ett Ingenjörprojekt (6 hp), (obligatorisk kurs för Y) där målet är att ”kursen ska introducera ingenjörsmässiga frågeställningar och arbetsmetoder, speciellt modeller för projektarbete och projektledning” medan kursinnehållet beskrivs som ”Föreläsningar relaterade till projektarbetet: information om CDIO-initiativet, kursidé,

projektmodellen LIPS, informationssökning, arbete i grupp och gruppdynamik. Muntlig och skriftlig kommunikation. Föreläsningar relaterade till ingenjörens yrkesroll och arbetsmetoder: Ingenjörshistoria, ingenjörens roll i samhället, karriärsexempel med inbjudna Y-alumner.”

Under andra terminen ges en Introduktionskurs till universitetsstudier (4 hp), (frivillig kurs för Y) där målet är att *”kursen ska ge en kontext till högskolestudier men också verktyg för att hantera studierelaterade situationer. Studenterna ska efter avslutad kurs: Reflektera över samt strukturera sin egen studiesituation; Beskriva universitets roll ur ett regionalt och internationellt perspektiv; Beskriva universitets policy beträffande allas lika villkor; Följa överenskomma regler när det gäller vetenskaplig hederlighet.”*

Under andra, tredje och femte terminen löper en kurs i Industrikunskap (9 hp), (frivillig kurs för Y) där målet är *”att studenten genom studiebesök ska komma i kontakt med teknikföretag med relevans för den egna utbildningen och få inblick i företagets verksamhet och produkter”. Kursen består av ”studiebesök hos industrier, forskningsinstitut och statliga verk, såsom Ericsson Radio Systems, Saab, Sectra, Enea Epact, Flextronics, Oskarshamns kärnkraftverk, FOI.”*

Under sjätte terminen ges ett Elektronikprojekt (16 hp), (obligatorisk kurs för Y) där målet är att *”Kursen ska ge erfarenheter av praktisk elektronikkonstruktion både på det tekniska och på det administrativa planet ... utveckla kreativiteten samt att ge färdigheter i ingenjörsmässigt tänkande och experimenterande. Projekten bedrivs så realistiskt som möjligt för att vara en träning inför det kommande yrkeslivet”.*

Under de senare terminerna i civilingenjörsprogrammet så erbjuds kurser vilka vanligen inte återfinns i ett elektro-/teknisk fysikprogram såsom: Datajuridisk översiktscurs; Teknik och etik; Språklig kommunikation; Stokastiska processer för finansmarknadsmodeller; Nationalekonomi; Entreprenörskap och start av nya verksamheter; Informationssökning; Industriell ekologi; Miljömanagement; Finansiell värderingsmetodik; Kognitiv psykologi; Affärsrätt I; Intellectual property rights; Arbetsvetenskaplig grundkurs; Finansiell riskhantering; Finansiell optimering. I sammanhanget kan det nämnas att programmet erbjuder en profil inom Finansiell matematik.

Vid utvecklingen av ett nytt utbildningsprogram är det också viktigt att se till de förmågor som de studenter som kommer till oss har med sig från gymnasieskolan. För närvarande pågår ett arbete med att utforma de båda högskoleförberedande gymnasieprogrammen Naturvetenskapsprogrammet och Teknikprogrammet. Chalmers deltar i detta arbete.

4 Programkoncept för en ny elektroteknikutbildning

4.1 Programsyfte

Elektroteknikprogrammet syftar till att studenterna individuellt utvecklas på det personliga och professionella planet, så att de efter examen, i sin nya roll som Chalmersingenjör, har goda förutsättningar att aktivt bidra till en ansvarsfull utveckling av teknik som en integrerad del av samhället.

4.2 Programmall

Som underlag för förslag på nya programmall har arbetsgruppen beaktat målen enligt högskoleförordningen för civilingenjörsexamen och högskoleingenjörsexamen (Bilaga E) samt befintliga programmall för civilingenjörsprogrammet och högskoleingenjörsprogrammet (Bilaga F). Arbetsgruppens förslag till nya programmall ansluter till tankegångarna ifrån MIT (Bilaga C) om mer personligt relaterade programmall. Istället för att säga att efter genomgången utbildning skall man kunna vissa saker betonar man att under själva utbildningen har studenterna möjlighet att själva erövra ett antal färdigheter. Syftet kan också skrivas mer mänskligt genom att på samma sätt betona att studenten under studietiden utvecklat olika förmågor och vuxit som människa. Vidare har arbetsgruppen konstaterat att det är svårt att formulera konkreta mål för ett program där man tillåter stor valfrihet av kurser vid sidan av den gemensamma kärnan. Däremot låter sig konkreta mål för den obligatoriska kärnan lättare formuleras. Arbetsgruppen har emellertid inte kommit så långt i sitt arbete att detta varit möjligt. Svårigheten att formulera mål för det nya treåriga programmet accentueras också eftersom studenter inom ett och samma program kan välja att inrikta sig mot att påbörja sin ingenjörskarriär efter tre år eller mot att förbereda sig på att fortsätta sina studier på ett masterprogram. Vidare har arbetsgruppen diskuterat huruvida man kan använda sig av både strävandemål och uppfyllandemål, men inte hunnit utveckla detta djupare.

Arbetsgruppen har inte formulerat mål för det treåriga programmet, men väl för det femåriga. Målet med den föreslagna nya utbildningen är att studenten efter 5 års studietid skall ha utvecklat följande förmågor (kunskaper och färdigheter):

- att ha utvecklat sin kreativitet, nyfikenhet, sociala förmåga och egna karriärmöjligheter, med insikt i yrkesrollens krav på kunskap, relevans, etik och förmåga att använda och utveckla den grund som utbildningen inneburit. **(Personlig förmåga)**
- att kunna tillämpa en djup förståelse av vetenskapliga principer, med rigorös analys och kreativ design för att nå framgång inom industri eller akademi. **(Bas)**
- att kunna tillämpa ett brett område av elektrotekniken inom ramen för en bred grupp av möjliga karriärvägar, med insikt i tekniska, ekonomiska, miljömässiga, sociala och etiska aspekter i en global värld. **(Bredd)**
- att inom minst ett område ha utvecklat förmågan att kunna arbeta med ett forsknings- eller utvecklingsperspektiv. **(Spets)**
- att kunna använda effektiv kommunikation, delta produktivt i projekt, värna om yrkesetik och -insikt samt vara beredd på ett livslångt lärande. **(Yrkesmässighet)**

4.3 Programidé

Det nya elektroteknikprogrammet vilar på fyra grundstenar:

- **Individens personliga och yrkesmässiga utveckling** sätts i centrum och kring denna byggs ämneskunnande på.
- **En gemensam kärna** med obligatoriska kurser utgör grunden kring vilken valfria kurser kan väljas. Detta möjliggör för studenterna att utifrån sina egna förutsättningar och ambitioner forma en profil där förhållandet mellan bas-, bredd- och spetskurser kommer att variera mellan individer.
- **Ett ökat ansvar** för sin egen utbildning innebär för studenten att övervägandena vid kursvalen kan påverkas av t.ex. om studenten avser att avsluta sina studier efter högskoleingenjörsexamen eller om studenten avser att fortsätta sina studier inom ett specifikt masterprogram.
- **En progression i kunskaper och färdigheter** enligt Bolognamodellens grundtankar innebär att utbildning till högskole- och civilingenjör i elektroteknik realiseras inom ramen för ett och samma program. Detta sammanfattas i begreppet ”Chalmersingenjör” vilken antingen kan ha en tre- eller en femårig utbildning bakom sig.

Detta uppnås genom:

- **Projektkurser** där studenterna får tillägna sig ett ingenjörsmässigt arbetssätt där förmågan att kommunicera och arbeta i grupp är central. Detta realiseras genom en projektbaserad introduktionskurs i ingenjörsmetodik, två projektkurser som löper över två läsperioder vardera samt ett examensarbete i slutet av utbildningen.
- **En gemensam projektmodell**, som är kopplad till hur projekt drivs i industrin, används genom hela utbildningen.
- **En stark förankring i matematik och fysik** utgör en bas i utbildningen för att möta nya problemställningar under utbildningen men också för att lägga en solid grund för det livslånga lärande som ingenjören förväntas genomgå under sin yrkesverksamma tid.
- **Matematisk/fysikaliskt modellbyggande och begreppsbildning**, syftande till att beskriva och analysera verkligheten, präglar utbildningen och där modellernas förutsättningar och giltighet medvetandegörs.
- **Tillämpade frågeställningar** och ämnen (kretsanalys, fältteori etc.), ofta utifrån ett systemperspektiv, **integreras** på ett naturligt sätt med **basämnena** (matematik, fysik etc.) redan i början av utbildningen.
- **Kurser med systemperspektiv** (top-down) möts och integreras på ett naturligt sätt i programmet med kurser som utgår ifrån ett komponentperspektiv (bottom-up).
- **Ett Electric Design Lab** ger studenten praktisk färdighet i att realisera och utvärdera sina konstruktioner.
- **Integrationsansvariga lärare** utses för att säkerställa kvaliteten och progressionen i basämnena som integreras med tillämpande ämnen. Dessa lärare är tillika medlemmar av programrådet.

- **Interaktionen med arbetslivet** sker redan från början av utbildningen där studenten skapar sig en bild av ingenjörnsrollen. Denna utvecklas successivt under utbildningen och speciellt under projektarbetena där externa beställare från företag eller non-profit organisationer medverkar.
- Examensarbetet bör vara **företagsanknutet eller näringslivsförlagt** för den som avser att avsluta sina studier efter högskoleingenjörsexamen.
- **Ett hållbart förhållningssätt** genomsyrar utbildningen där teknikens konsekvenser för människa, samhälle och natur, såväl ur ett lokalt perspektiv som ur ett globalt perspektiv, på ett naturligt sätt integreras i utbildningen.
- **Ingenjörsetiska frågor och förhållningssätt** integreras i utbildningen.
- Studenten under sin utbildning möter, tränar och reflekterar kring de speciella omständigheter som en ingenjör som verkar på den internationella arenan möter där kunskap i och förhållningssätt gentemot **mångfald, kultur, språk** många gånger är en förutsättning för professionell framgång.
- **Det pedagogiska förhållningssättet** lärocentrerad undervisningsplanering "Constructive alignment" genomsyrar synen på hur programmet och dess kurser planeras, utvecklas, genomförs, utvärderas och upphandlas. Lärandemiljön är öppen och stödjande där kurser och kursmål visar på progression, integration och en tydlig pedagogisk idé och där möjlighet ges till att utveckla ledarskap, kreativitet, förmågan att arbeta i projekt och projektgrupper.

4.4 Programplan

Programmets grundstruktur utgörs av en gemensam kärna omfattande ca 2 år med obligatoriska kurser kring vilken ett antal valfria kurser kan väljas. Detta möjliggör för studenterna att utifrån sina egna förutsättningar, intressen och ambitioner forma en profil där förhållandet mellan bas-, bredd- och spetskurser kan variera mellan individer. I kärnkurserna behandlas de viktiga grunderna bas (modellering), analys (simulering) och design (optimering). Ämnesmässigt handlar det om grundläggande kunskaper inom ellära med elektrisk fysik, elektronik, digital- och datorteknik, mätteknik och programmering. Till kärnan hör också linjära system, transformer och reglerteknik. Kurserna är utplacerade i programplanen med tanke på att lämpliga förkunskaper skall ha uppnåtts för de olika projektkurserna. Kursernas innehåll kan sättas samman av integrerade mindre ämnesmoduler. Gul färg markerar obligatoriska kärnkurser medan grön färg anger valfria kurser.

Efter slutfört treårigt utbildningsprogram erhåller alla studenter oavsett profilering dubbla examina, både högskoleingenjörsexamen och teknologie kandidatexamen.

Första året av programmet ger sådana grundläggande ingenjörsmässiga kunskaper och färdigheter att den student som väljer att avbryta utbildningen efter ett år har fått med sig ett användbart ingenjörskunnande till sin nya karriär.

I det valfria kurspaketet återfinns bl.a. följande ämnesmoment/kurser: matematik, elektromagnetisk fältteori, fortsättningskurser inom områdena digital- och datorteknik samt elektronik, halvledarteknik/mikroelektronik, högfrekvensteknik, elkraft, programmerbara styrsystem (PLC), elektrisk fysik, tele- och datakommunikation, ekonomi/management och

projektledning, MTS-kurs (krävs för civilingenjörsexamen) m.fl. Listan är naturligtvis inte fullständig och till dessa kurser skall också profilkurser läggas. Dessa kan vara kurser på kandidat/högskoleingenjörsnivå men de kan också vara kurser ur första terminen på ett masterprogram.

Programplanen bör mer formalistiskt tas fram genom en nedbrytning av programmålen och fördelning av dessa på kursmål och kursinnehåll i den s.k. programdesignmatrisen. Vi har under detta arbete inte kommit så långt att detta varit möjligt. Emellertid har vi under arbetsgruppens diskussioner mycket kort försökt att konkretisera vilka kurser eller ämnesmoment som kan tillhöra kärnan respektive den valfria delen i programmet för att få en uppfattning av hur programplanen skulle kunna se ut (Bilaga G). Vi har heller inte konkretiserat ämnesinnehållet i projektkurserna. I det fortsatta arbetet kommer programrådet i samråd med institutioner, masterprogram och lärare att spela en viktig roll i vidareutvecklandet av programmål, programplan, programdesignmatris och de enskilda kurserna. Gränsytan mellan det treåriga programmet och efterföljande masterprogram måste ägnas stor omsorg.

Programplan konceptförslag E

Åk 1

Ingenjörsmetodik: Modellering av fysikaliska fenomen t.ex mekanik, hårt styrt projekt, dimensionsanalys, teknisk kommunikation, Matlab, team-work, lära projektmodell, ge insikt i yrkesrollen, självkännedom som stöd för val, portfolio, loggbok, arbetsmetodik, studieteknik, gruppdynamik		Projekt 1: Bygga något baserat på elkretsanalys, programmering, mätteknik, AD-omv, PLC (Programmera styrbara system), CDIO, ingenjörskompetens, projektmodell, alla gör samma, tävlingsmoment, små grupper, portfolio	
Matematik (kontinuerlig examination) inklusive grundläggande Matlab		Matematik (kontinuerlig examination)	
Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"

Åk 2

Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	Projekt 2: öppet projekt, externt specificerat (AIL-inslag), val mellan flera lösningar, commercial awareness (ekonomi, avkastning på produkten, "tillräckligt bra räcker, miljö "), fokus på processen, ingenjörssrollen, större grupp, portfolio	
		Obligatorisk baskurs ur "Kärnan"	
Valfri/matematik	Valfri/matematik	Valfri/matematik	Valfri/matematik

Åk 3

Valfri (t.ex ur MP för den som avser avsluta utb. efter tre år)	Valfri (t.ex ur MP för den som avser avsluta utb. efter tre år)	Kandidatarbete/ valfri	Kandidatarbete/ Examensarbete
Valfri (t.ex ur MP för den som avser avsluta utb. efter tre år)	Valfri (t.ex ur MP för den som avser avsluta utb. efter tre år)	MHU och engelska: skall ge grunderna och verktygen t.ex livscykelanalys	Examensarbete/ valfri

4.5 Integration av bas- och tillämpade ämnen

En genomtänkt integration av baskunskaper inom matematik och fysik med tillämpade ämnen kan vara ett sätt att stimulera lärandet inom programmet. Integrering av, eller kommunikation mellan, kurser kan genomföras på olika sätt. Ett sätt är seriell kommunikation där innehållet i två kurser stödjer varandra men kurserna ligger förskjutna i tiden. Detta kan tillämpas då de stödjande kunskaperna utvecklas långsammare än de tillämpningar där de skall användas. Ett annat sätt är med två parallella kurser som kommunicerar över kursgränserna, men det förutsätter att innehållet utvecklas med samma hastighet i de båda kurserna. En tredje form av integration är att två ämnen integreras inom ramen för en och samma kurs. Denna tredje lösning ställer stora krav på kursupplägget, lärarnas gränsöverskridande kunskaper samt deras vilja och förmåga till samarbete. På maskinteknikprogrammet på Chalmers anser man att samarbetet över ämnesgränserna är viktigt och därför har man skapat lärarlag vilket har bidragit till en bättre känsla för programmet. Idag har elektroteknikprogrammet redan ett antal kurser där olika ämnen samsas inom en och samma kurs och där lärare från olika institutioner samverkar. Under första terminen i kursen "Teknisk kommunikation" läser studenten engelska och lär sig teknisk kommunikation samtidigt som den närmar sig ett ingenjörsmässigt förhållningssätt genom en öppen elektroteknisk frågeställning. I de båda kurserna "Matematisk statistik och signalbehandling" och "Linjära system och transformer" integreras matematik med elektrotekniska ämnen. Den förstnämnda kursen uppfattas av studenterna som två kurser i en medan den sistnämnda uppfattas som en integrerad kurs, vilket visar hur svårt det kan vara att uppnå integration i praktiken. Idag är också numerisk analys, som tidigare utgjorde en egen kurs på de flesta utbildningsprogram på Chalmers, integrerad i matematikkurserna. Vidare har i kursen "Miljö- och elteknik" programmets obligatoriska inslag av MHU (miljö och hållbar utveckling) integrerats med en elektroteknisk frågeställning. Denna kurs utgör också en progression avseende färdigheter i teknisk kommunikation från första terminen. På elektroteknikprogrammet har man för närvarande inte hittat någon tillfredsställande modell för hur matematiska programvaror (t.ex. Matlab) kan integreras med övriga kurser och det är därför viktigt att detta beaktas i det nya programmet.

Integration av matematiken behandlas i huvudsak i Omstart EDIT-rapportens huvuddel eftersom detta behandlats i en separat arbetsgrupp.

Även ett nytt elektrotekniskt program innehåller väsentliga komponenter av modern fysik som grundstenar för de modeller som används. Speciellt behöver man fundera på vilken fysik, när och hur och pedagogisk idé för att fysiken skall bidra till lärandemålen. Studenten behöver utveckla grundläggande kunskaper i mekanik, elektromagnetism, termodynamik och kvantfysik. Fysik skall vara tydligt som fysik utan att detta är någon motsättning till olika former för integrering där det ökar lärandet. Man bör också fundera starkt på när under utbildningen fysikavsnitten har störst chans att ge det mervärde som eftersträvas (behöver alltså inte klämmas in enbart under årskurs ett). Fysikkurser skulle kunna skräddarsys så att de skulle kunna betecknas som "Electrical Physics". Det finns också en ypperlig möjlighet att skapa lärarlag där fysik-, matematik- och elektrotekniklärare samverkar inom ramen både för gemensamma kurser. Samtidigt som man öppnar upp fysikämnet både till innehåll och arbetssätt i samklang med de tankar och idéer som bär upp elektroteknikprogrammet så bör man stimulera/erbjuda möjligheten för särskilt intresserade studenter, både under den grundläggande delen likväl som i fortsättningskurser, att t.ex. samläsa vissa matematik- och fysikkurser med Teknisk Fysik/Matematik. Det är dels viktigt att även de fundamentala ämnena präglas av samma pedagogiska idéer som i övrigt bär upp programmet så studenterna möter koherens i materialet och lärare som vet vad som händer i angränsande kurser och dels

att speciellt vikt fästs vid att på ett adekvat sätt uppmuntra studenterna till en insikt om värdet av kunskaper och färdigheter av mer generell natur som till förstone kanske inte verkar ge omedelbar utdelning.

Att utse integrationsansvariga lärare som tillika är ledamöter av programrådet kan vara ett sätt att garantera att baskunskapernas roll i programmet inte försummas. Förslagsvis så kan det finnas integrationsansvariga för matematik, fysik, personlig utveckling, kommunikation och ingenjörskunnande. Den sistnämnde skulle kunna vara en av näringslivsrepresentanterna i programrådet (eventuellt arvoderad).

4.6 Electric Design Lab

För en utbildning som bygger på CDIO-konceptet är studentens tillgång till ett experiment-laboratorium central. Både M-programmet på Chalmers och Y-programmet på LiTH bygger på ett sådant. Arbetsgruppen har inte vidare utvecklat hur ett sådant kan se ut eller försökt uppskatta kostnaderna för detta. Driftskostnaderna för laboratorierna vid de nämnda programmen uppgår till i storleksordningen 2-3 MSEK per år

4.7 Utbildningsprofiler

För att öka anställningsbarheten hos den chalmersingenjörstuderande som väljer att avsluta sina studier eller för att förbereda den student som avser att fortsätta på något masterprogram måste kurser inom ett antal profilområden erbjudas. Man kan antingen välja att ha ett hårt sammanhållet och kontrollerat paket kurser som ger en viss studieinriktning eller att göra det motsatta; d.v.s att överlåta till studenten att ta ansvar för sin utbildning och att själv sätta ihop sitt paket. Arbetsgruppen förordar det sistnämnda. Detta förutsätter att studenten har tillgång till adekvat studie- och karriärvägledning under utbildningens gång med reella yrkeslivskontakter i form av arbetsintegrerat lärande, alumni som tar sitt ansvar, bjuds in eller på annat sätt ökar kontaktytan med den framtida yrkesbanan. Om man överlåter till studenten att själv ta ansvar för att sätta ihop sin utbildning bidrar detta också till att underlätta och förenkla den administrativa kontrollen av huruvida studenten nått upp till examenskraven.

Antalet tillgängliga utbildningsprofiler som finns som avslutning på den treåriga utbildningen måste vara relativt begränsat och kan inte vara "mini-masterprogram", men för de profiler som erbjuds kan kurser ur ett masterprograms första termin göras tillgängliga som valfria under tredje året. Exempel på en sådan lösning som fungerar väl redan idag är elkraftinriktningen på högskoleingenjörsprogrammet där samläsning sker med masterprogrammet i elkraftteknik (MPEPO) under första terminen.

Det nya elektroteknikprogrammet kommer att kunna erbjuda utbildningsprofiler där institutionerna redan idag är starka inom forskning och utbildning och inom områden där den lokala, regionala eller nationella näringslivet efterfrågar ingenjörer. Naturligtvis måste också profiler som kan karakteriseras som studieförberedande till masterprogrammen kunna erbjudas. Av samma anledning som att kursinnehållet i programplanen inte har konkretiserats i huvudrapporten görs inte heller profilerna det. I Bilaga G finns exempel på profiler som diskuterats i arbetsgruppen och programrådet.

Under Fas 2 av "EDITZ-översynen" togs *personas* fram för nio ingenjörroller: teknikinformatör, projektledare, komponentingenjör, nätverksadministratör, affärsutvecklare,

doktorand, mikrovågskonstruktör, testare och systemarkitekt [8]. Med tanke på det föreslagna programmets framtoning och de *personas* som tagits fram för att illustrera representativa roller så måste programmet också erbjuda utbildningsprofiler som kan stödja dessa. Till detta bör man också lägga en miljöprofil. Redan idag har kandidatprogrammet en studieinriktning inom E-miljö som årligen attraherar ca 5-10 studenter.

4.8 Examination

En bärande pedagogisk idé vid utformning av programmet och dess kurser är lärcentrerad undervisningsplanering, ”constructive alignment”, vilket mycket kortfattat kan sammanfattas i att alla komponenter i lärande och examination synkroniseras. Exempelvis kan de inledande mattekurserna förläggas över två läsperioder varvid lärandet t.ex. kan stödjas av kontinuerlig examination.

4.9 Ingenjörskompetens

Ingenjörskunnande

I det föreslagna programkonceptet är progressionen i ingenjörskunnande central och realiseras främst genom projektkurserna, liksom i det befintliga Y-programmet vid LiTH. En projektmodell, gemensam för hela utbildningen likt LIPS-modellen på Y-programmet, införs. Projektkurser kräver mer resurser, framförallt lärartid, och därför har man både vid Y-programmet, LiTH, och vid M-programmet, Chalmers, omfördelat resurser till sådana tyngre kurser. Vid båda programmen sponsras någon av projektkurserna av näringslivet genom insats av tid samt genom att erbjuda realistiska projekt.

Introduktionskursen i ingenjörsmetodik under första terminen i åk 1 arbetar med en relativt hårt styrd frågeställning och syftar bl.a. till att introducera fundamentala koncept kopplade till fysikaliska fenomen såsom modellbegreppet, dimensionsanalys och uppskattningar. Vidare får studenten en introduktion i att använda programmets projektmodell och en introduktion i att använda Matlab som verktyg. På det yrkesmässiga och personliga planet får studenten lära känna sig själv, sin kommande yrkesroll som ingenjör, lägga grunden till en god studieteknik och arbetsmetodik, föra loggbok, arbeta i team och få en insikt i gruppdynamik. För att studenten framöver skall kunna reflektera över sin egen utveckling dokumenteras lärandet i en portfolio (lärapportfölj).

I **projekt 1** under andra terminen i åk 1 skall studenten bygga något. Som förkunskaper, vid sidan av ingenjörsmetodikkursen, har studenten under första terminen läst två kärnkurser (t.ex. elektro- och programmeringsteknik) samt påbörjat studier i matematik. Parallellt med projektkursen läses ytterligare två kärnkurser och matematik. I detta arbete kan förslagsvis moment som t.ex. programmerbara styrsystem, mätteknik och AD-omvandling ingå. Projektet görs i mindre grupper där alla grupper arbetar med samma frågeställning. Resultatet av arbetet kan t.ex. redovisas i form av en tävling.

Under vårterminen i åk 2 genomförs **projekt 2**. Detta projekt har en extern uppdragsgivare (företag eller non-profit organisationer) och är till sin natur öppet där ett val måste göras mellan olika alternativa lösningar och skall introducera studenten till ”commercial awareness”. Detta val skall motiveras med avseende på tekniska, ekonomiska (t.ex. produktens avkastning) och miljömässiga aspekter. Vid sidan om projektets tekniska innehåll

ligger fokus i arbetet på processen (projektmodellen) och ingenjörnsrollen. Studenten dokumenterar sin utveckling i en portfolio. Eftersom externa uppdragsgivare medverkar som beställare och kravställare får studenterna på ett naturligt sätt insikt i det industriella arbetssättet. I detta projekt genomförs arbetet i större grupper än i projekt 1 varvid studenterna har lika projektroller och får prova på att leda varandra. Det är viktigt att programmet formaliserar den här typen av samarbete i avtal mellan två parter så att allt inte står och faller med att drivande individer inte längre kan medverka i projektet t.ex genom att de byter arbetsuppgifter.

Det tredje projektet ligger på vårterminen i åk 3 och är ett **examensarbete**. För den student som vill påbörja en yrkeskarriär efter sin treåriga utbildning bör arbetet vara industriförlagt och därför lämpligtvis koncentreras till läsperiod 4, och, i princip utföras enskilt eller i par. För den student som siktar på att fortsätta sina studier på ett masterprogram kan arbetet ligga utsträckt under två läsperioder och till sin karaktär likna dagens kandidatarbete. Vid sidan om det tekniska innehållet ligger fokus på det ingenjörsmässiga angreppssättet och den akademiska skrivprocessen som skall leda fram till en akademisk uppsats. I ett akademiskt arbete är färdigheter i informationssökning och informationshantering central.

Kommunikation och språk

Kommunikation och språk bör vara en del av vardagen för E-studenten och utgöra lärandeverktyg såväl som lärmål. Med fyra projekt i programmets första tre år finns det gott om utrymme för studenter att komma i kontakt med ingenjörslika kommunikationssituationer som kan handledas och utgöra goda lärmiljöer. Lärlag skapas runt dessa projekt och programmets generella kompetenser i termer av kommunikation kan planeras med stegvis progression projekt för projekt.

Sådan progression kan utformas enligt programmets specifika lärmål för kommunikation och språk och kan med fördel examineras inom ramen för enskilda projekt samt via en kommunikationskomponent i en framtida lärandeportfölj för E-studenter. Den kommunikationsrelaterade delen av en sådan portfölj bör bestå av redan examinerade och vid behov graderade produkter eller exempel samt sammanfogande reflektion som visar på:

- Kommunikation på olika språk och språknivå
- Kommunikation för olika målgrupper och via olika kanaler eller media inklusive internationell kommunikation
- Kommunikation som utnyttjar olika genrer och olika vetenskapliga nivåer
- Kommunikation som omfattats av granskning och omarbetning
- Kommunikation som visar på studentens eget arbete med granskning och förbättring av andras såväl som egna alster
- Kommunikation som via en reflekterande överblick och kommentar visar på portföljens betydelse samt dess styrkor och svagheter.

Inledande projekt bör handledas i hög utsträckning (likt dagens höstterminsprojekt i åk 1 på elektroteknikprogrammet) för att sedan ge plats åt projekt där en allt större del av projektplanering och genomförande ligger på studenternas ansvar. Ett ytterligare inslag som tjänar kommunikations- såväl som andra ingenjörskunnandesyften vore att äldrestudenter leder studenter på lägre årskurs. I minst två av projekten bör en del av handledningen

alltså ges av äldre studenter. Till exempel kan E3-grupper handleda E1 och masterstudenter handleda E2-grupper. Den här typen av student-studentlärande fördjupar lärandet även för den äldre studenten via repetition men syftar framför allt till att förankra det arbetssätt som programmet vill driva.

Den här studenthandledningssituationen har även potential att göra det lite mera påtagligt hur programmet kan verka för kommunikationslärmål även för processer och inte bara i produkter. Svagheten här ligger i kopplingen till projektkurserna. D.v.s det finns en risk att programmet utarmar ämneskurserna vad avser ingenjörskompetens och kommunikation om dessa bara levereras i projekt. Med andra ord måste programmet spegla sina lärmål och sin bärande pedagogiska tanke om lärcentrerad undervisningsplanering (constructive alignment). Språk och kommunikation bör därför utgöra aktiva dimensioner även av enskilda ämneskurser och det arbetet kräver lärarlag samt sannolikt ett fortlöpande handledarseminarium på programmet. Ett sådant seminarium skulle utgöra ett forum för frågeställningar såsom "Hur ska 'reglerteknik' omformas som kurs betraktat i ljuset av de nya lärmålen för programmet?" Det är först i projektens lärarlag och ett handledarseminarium som detta som en integrationsansvarig kan arbeta effektivt med förankringsarbetet bland lärarkåren för det nya programmets bärande idéer om integration, progression och kommunikation.

4.10 Personlig utveckling

Det nya programmet sätter individens personliga och professionella utveckling i centrum och möjliggör för studenten att utifrån sina egna förutsättningar och ambitioner forma den profil den vill ha. Den enskilde studenten får själv ta ett ökat ansvar för sin utbildning där kursvalen kan påverkas av om studenten vill avsluta sina studier efter högskoleingenjörsexamen eller om studenten tänker fortsätta sina studier inom ett specifikt mastersprogram. Varje student måste alltså känna till programmets mål väl och utifrån dessa, sina intressen och sin självkänedom kunna formulera sina egna professionella mål.

Det ställer dock ökade krav på stötta att studenten så att denne kan fatta de beslut som ligger i linje med dennes ambitioner, förutsättningar och önskemål. God kännedom om sig själv är centralt i denna val- och beslutsprocess, varför kurser/moment måste byggas in som stödjer progression i personlig utveckling. Detta ökade ansvar är en del i utvecklingen till en kompetent ingenjör och skall ses som en del i utbildningen.

Personlig utveckling innebär att studenten utifrån olika aspekter skall arbeta med att öka sina kunskaper om sig själva så att hon/han kan fatta väl genomtänkta och hållbara beslut för framtiden. Men personlig utveckling handlar också om att skapa sin egen lärandesituation, en situation som möjliggör självständigt arbete, ansvarstagande, framgång och utveckling. I begreppet personlig utveckling lägger vi också kunskap, kontakter och verktyg för övergången från studier till yrkesliv.

Psykologi och ledarskap attraherar och rekryterar

Psykologi och beteendevetenskap attraherar enligt Ungdomsbarometern kvinnor. Vi vet också att såväl manliga som kvinnliga studenter är intresserade av kurser i ledarskap, projektledning, ekonomi och organisation. Många av civilingenjörsstudenterna vet tidigt att de vill gå långt i yrkeslivet och har en önskan om att i framtiden leda andra människor. Alla ingenjörer arbetar mer eller mindre med andra människor – som medarbetare och/eller ledare. Det ställer

krav på god kommunikativ förmåga, att kunna samarbeta och leda en grupp. För att leda dig själv och andra krävs god självinsikt. Att skaffa sig självkännedom är en central del i all ledarutbildning, att arbeta strukturerat med dessa frågor under utbildningen skulle kunna ge utbildningen konkurrensfördel framför andra.

Arbetslivets förutsättningar och villkor

Dagens ingenjörer ska fungera i komplexa sammanhang i arbetslivet. Arbetsmarknadens föränderlighet medför stora krav. Att arbeta i organisationer som ständigt förändras, som konsulter i annan arbetsgivares verksamhet, som anställd på viss tid eller som egen företagare, ställer höga krav på individen. Att skaffa sig personlig hållbarhet blir en angelägen fråga för alla ingenjörer, yrkesverksamma såväl som blivande.

För att våra studenter ska inse dessa komplexa sammanhang, behövs ett ökat samarbete med näringslivet. Denna insyn i arbetslivet och ett ökat stöd för att utveckla kunskap och medvetenhet om sig själv, är till hjälp i de val studenten gör för att bli attraktiv på arbetsmarknaden. För merparten av arbetsgivare ingår i begreppet att vara anställningsbar, även en förståelse för arbetslivets förutsättningar och villkor. Detta hjälper till att effektivisera introduktionsperioden, vilket efterfrågas av arbetsgivare och skulle kunna göra våra studenter mer efterfrågade på arbetsmarknaden. En utbildningsstruktur som ger möjlighet att gå ut i arbetslivet efter 3 år, ställer också högre krav på att studenterna tidigt under utbildningen utvecklar kunskaper och färdigheter som gör dem anställningsbara och attraktiva på arbetsmarknaden. Med självinsikt, kunskap om vilka möjligheter som finns, samt förmågan att marknadsföra sig själv, tar studenten sig ut i arbetslivet på ett tydligare, effektivare och mer framgångsrikt sätt.

Omfattning och utförande

För att skapa integration och sätta personlig utveckling i ett verkligt sammanhang bör det byggas in i framförallt de föreslagna projektkurserna men också ur någon annan kurs ur kärnan. Storleksordningen skulle kunna omfatta totalt 7,5 hp under 3 år. Studenten skulle då arbeta med personlig utveckling ca 2 tim per vecka under de tre första studieåren, med större insats av handledarstöd i början. Personlig utveckling varvar föreläsningar med övningar, individuellt arbete, handledd reflektion, studiebesök, coaching och gruppövningar. Alla resultat samlas i en utvecklingsbok, alternativt portfolio. Troligen krävs någon som har som uppgift att ha särskilt integrationsansvar för personlig utveckling.

Ett exempel på upplägg

Under **åk 1** får studenten jobba med sig själv och sin motivation, vilka mål han/hon har och få inspiration inför fortsättningen från såväl akademi som industri. Studenterna ska hitta en passande studieteknik och få information om utbildningens mål och syfte, och veta vilka val de skall/kan göra. De skall också ha tittat närmare på grupprocessen och reflekterat över sin roll i projekt och hur projekt fungerar och ha testat sin förmåga att samarbeta.

Målet är att studenten efter första studieåret skall kunna göra en första självreflektion, både vad gäller relationen till studier och studieteknik, men också vad gäller grupparbete, gruppdynamik och roller i gruppen.

Under **åk 2** jobbar studenterna ännu mer med sin självkännedom och skaffar sig metoder för konflikthantering. De får ytterligare inspiration genom studiebesök/alumnikontakter. De sätter mål och arbetar fram en handlingsplan. I ytterligare projekt får de chansen att prova andra roller eller utmana sig själv på andra sätt. Hon/han kan också testa sin ledarskapsförmåga genom att vara fadder, SI (Supplemental Instruction)-ledare, studentkårsarbete eller liknande.

Efter andra studieåret skall studenten kunna genomföra en fördjupad självreflexion när det gäller egna mål, studieteknik, ämnesmässiga kompetenser och personliga egenskaper i relation till tex gruppdynamik och drivkrafter.

Under **åk 3** förbereder man sig ännu mer antingen för att gå ut i arbetslivet eller för vidare studier. Man lär mer om kulturkrockar och konflikthantering, etik, moral, värderingar och reflekterar över sig själv och var man står. För dem som vill finns tillfälle att delta i "Söka jobb seminarium", att skriva CV och personligt brev och få feedback på dessa. Att ha en mentor från näringslivet/institution skall kunna ge ytterligare möjligheter till inblick i arbetslivet/-forskarvärlden.

Efter tredje studieåret skall studenten ha en tydlig bild av sig själv, sina förutsättningar, sina intressen och ambitioner, sina styrkor och sina utvecklingsbara områden. Studenten skall ha satt mål och gjort en handlingsplan på såväl det professionella som det personliga planet. Hon/han har skaffat sig strategier för att leda sig själv och andra och har kunskap, självinsikt och förmåga att ta sig ut på arbetsmarknaden på ett framgångsrikt sätt.

Hela programmet präglas alltså av en genomtänkt strategi kring studentens personliga utveckling. I Bilaga H beskrivs erfarenheter av tidigare aktiviteter på Chalmers och förslag på vidareutveckling av dessa. Programmets förslag på aktiviteter kan sammanfattas i nedanstående bild:

	Årskurs 1	Årskurs 2	Årskurs 3
Akademisk anpassning	Utbildningens struktur och upplägg; Valmöjligheter; Motivation och mål; Studieteknik; tids- och studieplanering, Lärstilar	Värderingar /attityder	Information om masterprogram
Personlig utveckling	Grupprocess; gruppdynamik; grupproller; Vilken roll tar jag i grupper; Konflikthantering	Självkännedom; Personliga styrkor och utvecklingsområden; Ledarskap: personligt ledarskap; Att leda en grupp; Beslutsfattande	Kulturkrockar/konflikt-hantering; Etik/ moral; Värderingar; Knyta ihop säcken med vem jag är, vad jag kan och vad jag vill för att göra en handlingsplan för vart jag ska
Arbetsmarknad	Inspirationsföreläsningar; Rundabordsdiskussioner	Studiebesök; Intervjuer med alumner; Organisationsstrukturer	Skriva CV/ personligt brev; Mentor
Övrigt	Efter varje läsperiod/termin/läsår : reflektionstillfällen	Öva ledarskap tex genom att vara SI-ledare, övningsledare, phadder	

4.11 Arbetslivsintegrering

Arbetslivsintegrering är en självklar del i det nya programkonceptet. Detta innebär att arbetslivet på olika sätt integreras i ämnes- och projektkurser. Det finns med som naturlig del och inte som separat spår och bidrar därmed till ett helhetstänkande. Arbetsgruppen har diskuterat olika möjligheter, bl.a. COOP- och KY-liknande utbildningar men vi anser att dessa blir för resurskrävande. Istället skall vi välja de former som bäst stödjer CDIO-konceptets kärna.

Bakgrund

I befintliga utbildningar har dagens chalmersstudenter sämre förutsättningar att skaffa sig kunskaper om och från arbetslivet, än bara för tio år sedan. Den obligatoriska praktiken är borttagen, sommarjobb och extrajobb är svårare att få och färre lärare idag har arbetslivserfarenheter utanför akademien. För att förbereda studenten för arbetslivet i mer än teoretiska delar, behöver högskolan systematiskt integrera olika slags arbetslivskunskaper i utbildningen.

Ömsesidig nytta

Integrering av arbetslivet i utbildning är en nödvändighet för att möta olika intressenters/parters behov och önskemål. Framgångsfaktorn är upplevelsen av en ömsesidig nytta. Det finns åtminstone tre parter i arbetslivsintegreringen – studenter, arbetsgivare och lärare – med sina respektive behov och önskemål. De är i stort sett eniga om att mer samarbete mellan högskola och näringsliv/arbetsgivare behövs. Relativt enkla medel kan ofta bidra en hel del till arbetslivsintegrering. Naturligtvis finns det samarbeten idag, men mängden varierar beroende på program. För lärarna är tid att utveckla externa relationer en kritisk faktor.

Studenter

Utifrån de erfarenheter Chalmers Careers Service har så påtalar studenterna att de har för lite kontakter med arbetsgivare. De saknar realistiska tillämpningar och kopplingen till verkligheten, d.v.s arbetslivet utanför Chalmers dit merparten av dem ska efter avslutad utbildning. De vet inte hur det fungerar ”där ute”. Studenterna önskar också ett bättre helhetstänkande i utbildningen.

Arbetsgivare

Näringslivet/arbetsgivare har fler krav på presumtiva medarbetare, än enbart traditionell utbildning. Högskolorna borde vara bättre på att förbereda studenterna på vad som väntar. Detta innebär fler inslag från Chalmers omvärld. Att t.ex. sätta samman arbetsgrupper som man gör i arbetslivet d.v.s man väljer inte själv, är ett sätt att förbereda för framtiden. Näringslivets önskemål om effektivare introduktion av nya ingenjörer, förutsätter bättre förkunskaper om arbetslivet hos studenterna. Begreppet anställningsbar täcker också in de personliga egenskaperna, t.ex. social kompetens, som idag är mycket viktiga vid rekrytering. Studenterna behöver förberedas även på detta.

Lärare

Lärarna är den viktigaste länken på Chalmers för att kunna integrera arbetslivet i utbildningen. Ett ökat samarbete med näringsliv/arbetsgivare eller uppstart av samarbete, kräver engagemang, tid och stöd. Många inser behovet av arbetslivsintegrering, men saknar medel att genomföra detta. Chalmers behöver hitta metoder för att hålla kontakten med näringslivet, inte bara på forskningsnivån som ofta betonas i dagens samverkan.

Aktuella rapporter/undersökningar relaterade till arbetslivsintegrering

Två aktuella undersökningar, en extern och en intern Chalmers, lyfter fram behov av förändring av den tekniska högskolans utbildningar som anpassning till dagens verklighet. Arbetslivsintegrering är nyckeln till förändringen. Rapporternas viktigaste slutsatser presenteras kortfattat i Bilaga H.

Goda förutsättningar att nå önskad effekt

Som det nya elektroteknikprogrammet enligt förslag är utformat, finns goda förutsättningar att, mer eller mindre, förverkliga alla intressenters/parters behov och önskemål av arbetslivsintegrering. Det vi behöver ha i åtanke är att alla ska uppleva en ömsesidig nytta. Näringsliv/arbetsgivare ska känna att de får något av det de saknat, genom att bidra med tid och expertis till utbildningar. Lärarna ska känna att de kan få tillgång till experter i olika frågor som stöd i deras kurser och undervisning, samt få aktuell information om hur ingenjörer jobbar. Studenterna får aktuell koppling till sina kommande yrkesliv och är bättre förberedda för arbetslivet i stort. Integreringen av arbetslivet i det nya programmet ger den koppling många saknat.

5 Sammanfattande diskussion

Dagens elektroteknik- och elektroingenjörsprogram kan karakteriseras som klassiska och tekniktunga program där de ingenjör- och personstödjande inslagen av tradition är lågt. Det föreslagna programkonceptet innebär i huvudsak två radikala förändringar:

- 1) Studenten blir efter tre års avslutade studier anställningsbar som högstskoleingenjör men också möjlighet att vara förberedd för fortsatta studier på ett masterprogram. Alla får samma examen efter tre år, dvs både en högstskoleingenjör- och en teknologie kandidatexamen.
- 2) Studentens personliga och professionella utveckling sätts i centrum och denne får ta ett större ansvar för sin utbildning där aktiva kursval måste göras med utgångspunkt i intresse, förmåga, ambition och huruvida studenten har för avsikt att påbörja en ingenjörskarriär efter tre år eller att fortsätta studierna på ett masterprogram. Fokus har med det nya programkonceptet skiftats från tekniken uppdelad i kurser till ingenjörssrollens behov av teknik i ett sammanhang. Detta innebär att individen synliggörs och att utbildningen inte är ett sorteringsverktyg.

Man kan argumentera för att studenterna redan idag är anställningsbara efter slutförd kandidatexamen. Anställningsbarhet beror också på konjunkturen men vid

anställningstillfället är det ofta deras personlighet i kombination med relevant ämneskunskap satt i ett sammanhang som är avgörande som tidigare påpekats i rapporten.

Det föreslagna konceptet innebär att ansvaret för utbildningen har ökat för studenten själv varvid programmets möjlighet till styrning och kontroll över vilka kurser studenten måste läsa har minskat i motsvarande grad. De elektroingenjörer som utexamineras från programmet kommer alltså att ha en individuell profil vilket gör att arbetsgivare och masterprogram måste vara tydligare än idag i sin beskrivning av vilken studiebakgrund de förväntar sig. Samtidigt har alla utexaminerade en bred ingenjörskunskap.

Olika former av integration mellan kurser i programmet nödvändiggör införandet av integrationsansvariga lärare som svarar för kvalitet och progression inom sina områden (t.ex matematik, fysik, ingenjörskunnande, personlig utveckling). Eftersom dessa lärare är tänkta att ingå i programrådet så kan detta få en mer aktiv funktion där programmets övergripande aktiviteter kan koordineras och styras. Det är därför viktigt att programrådets näringslivsrepresentanter har intresse och möjlighet att ta aktiv del i programmets arbete.

För att hålla uppe intresset och söktrycket för det nya programmet bör dimensioneringen inledningsvis hållas låg (kanske ca 60 platser) för att efter något/några år uppgå till ca 120 platser. Det kan också vara en fördel att arbeta med ett mindre program tills strukturen och kurserna satt sig.

Det är svårt att i nuläget ha en bestämd uppfattning om hur det nya programmet kommer att tas emot av olika intressenter. Fokusskiftet från bara tekniska prylar till individens utveckling i ingenjörssrollen kan attrahera vissa ungdomar men kanske verka avskräckande på andra, mer teknikintresserade ungdomar. Förhoppningsvis ökar den förra kategorin mer än den senare minskar. Det är vidare svårt att med någon större säkerhet spekulera i huruvida rekryteringen av kvinnliga studenter och studenter från studieovana miljöer påverkas. Vid Y-programmet i Linköping har inte andelen kvinnor (ca 10%) ökat nämnvärt efter att programmet introducerade CDIO-konceptet i utbildningen.

Programmets viktigaste rekryteringsbas kommer att tillsammans med basårsutbildningen att vara det nya gymnasiet naturvetenskapliga- (NA) och tekniska- (TE) program. Vi ser inte att det finns några oupptäckta rekryteringsbaser att rekrytera studenter ifrån utan vi måste istället ta väl hand om de studenter som väljer att påbörja sin utbildning hos oss.

I detta sammanhang förtjänar också Chalmers olika kulturer att ifrågasättas och hur dessa bäst kan utvecklas för att stödja utbildningen och det nya synsätt på individen som anläggs med det nya programkonceptet. Samtal (helt utan att göra anspråk på att vara vetenskapligt genomfört) med ett hundratal lärarstudenter i Göteborg visar att de genomgående hade en negativ inställning till Chalmersstudenter och i viss mån även till Chalmerslärare. Den första gruppen anses som naiva, arroganta, översittare, barnsliga (öl, badar i fontäner) samtidigt som man betonar en utbildning som är svår med mycket matematik (Bilaga I).

Vid antagningen till det nya programmet kommer de studenter som idag söker till de båda separata utbildningarna (civilingenjör/högskoleingenjör) att konkurrera med varandra. Detta kan leda till en utestängningseffekt av de studenter som idag har relativt låga betyg men som kommer in på högskoleingenjörsprogrammet där de idag har en relativt god prognos att fullfölja sin utbildning.

Dagens civilingenjörstudenter uttryckte vid fokussamtalen en oro över att programmets status kan påverkas negativt, att det blir en "varken-eller"-utbildning och man hyser farhågor över hur arbetsgivare ser på utbildningen. Högscoleingenjörsstudenterna uttryckte att det viktigaste vid deras val varit längden på utbildningen, d.v.s. ett tydligt treårigt perspektiv där det ändå finns möjligheter att läsa vidare (dagens högscoleingenjörer ser alltså masterprogrammen som en fullt naturlig fortsättning på sin utbildning). Vidare konstaterade de att de skulle ha sökt in till ett gemensamt program. Mot denna bakgrund är det viktigt att man pratar i termer av en helt ny utbildning och inte om en utbildning baserad på två sammanslagna program.

Näringslivsrepresentanterna i programrådet för elektroteknikprogrammet har uttalat sitt stöd för det nya konceptet och välkomnar en utbildning som lägger mer fokus på individens utveckling till ingenjör. Från lärarkåren hörs olika röster kring den nya utbildningen bl.a. uttrycks från en del en oro för att det nya programmet inte skall ge ett tillräckligt djup i civilingenjörsutbildningen, medan andra lärare sluter upp bakom tankegångarna i konceptet.

6 Konsekvensanalys

Förankring av det nya konceptet hos institutioner och lärare för att skapa förståelse och acceptans för det nya konceptet är avgörande för att en realisering skall vara möjlig.

Att minska antalet ingångar inom EDIT-området från tre civilingenjörsprogram och två högscoleingenjörsprogram till bara två program innebär i sig ett risktagande. Färre program ger sämre exponering. Vi vet i dagsläget inte heller hur ett program enligt det nya konceptet uppfattas: som ett "både-och"- eller "varken-eller"-program.

Att utveckla och realisera det nya programmet blir ett omfattande och resurskrävande arbete. I många fall behöver helt nya kurser tas fram. Till exempel måste projektkurser, nya arbetssätt och projektmodeller tas fram eller åtminstone anpassas till elektroförhållanden, implementeras och förankras samt lärare fortbildas och lärarlag skapas. Betoningen på personlig och yrkesmässig utveckling kommer att erfordra kompetenser som idag bara finns i begränsad omfattning inom nuvarande program. Resurser kommer med nödvändighet att behöva omfördelas mellan kurser av olika karaktär, t.ex. för stöd till resurskrävande projektkurser. För ett program byggt på CDIO:s idéer måste någon form av experimentlaboratorium skapas likt prototyplabbet vid M-programmet på Chalmers och motsvarigheten, Muxen, vid Y-programmet i Linköping. Drift- och underhållskostnaderna uppskattas till ca 3 MSEK/år respektive ca 2 MSEK/år för den båda nämnda labben.

Marknadsföringen av det nya programmet kommer att bli oerhört viktig för att nå framgång. Programmet kommer både att behöva marknadsföras och förankras inåt mot Chalmers egen organisation och utåt mot potentiella studenter, arbetsgivare, organisationer och samhället i övrigt. För att skapa trovärdighet måste Chalmers utnyttja sitt positiva renommé och sin position som nationell föregångare inom Bolognaanpassning, internationalisering, andra prisbelönta program och visa att nu tar Chalmers nästa steg! I en tidigare fas av Omstart EDIT togs *personas* fram för att beskriva typiska roller som en elektroingenjör har. Ett liknande arbete bör göras för att ge en bild av gymnasieeleverna och beskriva dessa i *personas*, vilka kan utnyttjas i rekryteringsarbetet.

Referenser

- [1] Andreas Ottemo, "Rekryteringsarbete och genusmönster i rekryteringen till Chalmers utbildningar på EDITZ-området", Chalmers, december 2008
<https://document.chalmers.se/download?docid=1971200964>
- [2] Electrical Engineering and Computer Science vid MIT
<http://www.eecs.mit.edu/ug/objectives.html>
- [3] Högskolan i Jönköpings ingenjörskoncept
<http://www.jth.hj.se/doc/131>
- [4] Programplan för maskinteknikprogrammet, Chalmers
http://www.student.chalmers.se/sp/programplan?program_id=570
- [5] Kursplan för TIF010 Fysiken omkring oss
http://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=12482
- [6] Kursplan för TIF175 Fysikalisk problemlösning för ingenjörer
http://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=11986
- [7] Teknisk fysik och elektroteknik vid Linköpings tekniska högskola
<http://www.lith.liu.se/civing/y/>
- [8] Personas, Chalmers, våren 2009
<https://document.chalmers.se/download?docid=253648737>

Arbetsgruppens medlemmar

Robin Andersson, student, Högscoleingenjörsektionen
Peter Apell, Teknisk fysik
Marie Bernelo, studievägledare E
Jörgen Blennow, Material- och tillverkningsteknik, PA E, (ordf)
David Carlsson, student, Elektroteknologsektionen,
Ola Carlsson, Energi och miljö
Stanislaw Gubanski, Material- och tillverkningsteknik
Magnus Gustafsson, Fackspråk
Lena Högberg, Studieadministratör (administrativt stöd)
Sven Järner, Matematiska vetenskaper
Bill Karlström, Signaler och system
Lennart Lundgren, Signaler och system
Tomas McKelvey, Signaler och system
Annika Orvarson, Careers Service
Lena Peterson, Data- och informationsteknik, UOA EDIIT
Monika Råberg-Hellsing, utbildningssekreterare E
Manne Stenberg, Signaler och system, PA DI/EI, (vice ordf)
Clara Tholin, student, Chalmers studentkår