

CDIO:s principer

(Reviderad 12 april 2004, översatt 22 april 2004)

Bakgrund

I oktober 2000 startade fyra stora tekniska högskolor i Sverige och USA ett projekt för att reformera civilingenjörsutbildningen. Det var Chalmers tekniska högskola, Kungliga tekniska högskolan, Linköpings tekniska högskola och Massachusetts Institute of Technology. Projektet, kallat *The CDIO Initiative*¹, har nu utvidgats till att omfatta ytterligare utbildningsprogram, i Canada, Danmark, Singapore, Storbritannien, Sydafrika och USA.

Projektets vision är att förse studenterna med en utbildning som betonar ingenjörsmässiga grunder i en CDIO-kontext: *Conceiving – Designing – Implementing – Operating* av produkter och system. På svenska kan vi här tala om kedjan Planera – Utveckla – Implementera – Använda. CDIO-projektet har tre övergripande mål. Att utbilda studenter som har:

- aktiva och djupa kunskaper inom grundläggande matematiska och teknikvetenskapliga ämnen
- förmåga att ha ledande roller vid planering, utveckling, tillverkning och användning av komplexa tekniska produkter och system
- insikt i sambandet mellan grundläggande forskning och teknikutveckling och samhällsutvecklingen i stort

CDIO-projektet skapar resurser² som kan anpassas till och tillämpas av enskilda program för att uppnå dessa mål. Dessa resurser syftar till att utveckla en utbildning som organiseras kring ämnen (kurser) som samverkar med varandra, och som i hög grad innefattar erfarenhetsbaserat lärande av CDIO-kunskaper och färdigheter. Studenterna får en utbildning som kännetecknas av ”design-build-test-projekt”³, aktiva och erfarenhetsbaserade lärandeformer, och som på ett genomtänkt sätt utvecklar studenternas personliga och professionella färdigheter.

Utbildningen äger rum både i klassrum och i moderna lärandemiljöer. Detta dokument innehåller en av dessa resurser: CDIO-principerna.

För mer information om CDIO-projektet, besök webbplatsen www.cdio.org. En ordlista med förklaringar av speciella begrepp finns sist i dokumentet.

¹ Begreppet *The CDIO Initiative* ersätts i denna svenska översättning med “CDIO-projektet”.

² Begreppet resurser står här för målbeskrivningar, lärandemoment, lärandemiljöer mm.

³ Ett “design-build-test-projekt” (DBT-projekt) innebär att studenterna utvecklar, implementerar och testar en produkt. DBT-projekt är en central del av en CDIO-baserad utbildning, dels för att det tränar en viktig ingenjörsfärdighet, men också för att utgöra en plattform för lärande av icke-tekniska färdigheter som grupparbete och kommunikation. Se Malmqvist et al. (2004).

³ Ett “design-build-test-projekt” (DBT-projekt) är ett lärandemoment där lärandet sker genom att studenterna utvecklar, implementerar och testar en produkt. DBT-projekt är en central del av en CDIO-baserad utbildning, dels för att det tränar en viktiga ingenjörsfärdigheter, men också för att utgöra en plattform för lärande av icke-tekniska färdigheter som grupparbete och kommunikation. Se Malmqvist et al. (2004).

CDIO-Principerna

2004 antog CDIO-projektet tolv principer för att beskriva vad som kännetecknar ett CDIO-program. Dessa vägledande principer har utvecklats för att hjälpa programansvariga, alumni och industripartners som önskat veta vad som särskiljer ett CDIO-program och studenter från sådana program. Som ett resultat av det arbetet beskriver CDIO-principerna kännetecknen för ett CDIO-program. Principerna kan också tjäna som riktlinjer för utveckling och utvärdering av utbildningsprogram, utgöra internationellt gångbara normer och mål, och ge referensramar för fortsatt förändringsarbete.

De tolv CDIO-principerna berör utbildningsfilosofi (princip ett), utveckling av utbildningsplaner (princip två, tre och fyra), ”DBT”-inslag och lärandemiljöer (princip fem och sex), nya metoder för undervisning och lärande (princip sju och åtta) kompetensutveckling av lärare (princip nio och tio) samt examination och programutvärdering (princip elva och tolv). Av dessa tolv principer anses sju vara *centrala*, eftersom de särskiljer CDIO-program från andra pedagogiska initiativ. [Dessa sju markeras med en asterisk*]. De fem *kompletterande* principerna syftar till att ytterligare berika ett CDIO-program.

För varje princip finns en *beskrivning* som förklarar innebörden av principen, en *motivering* som lyfter fram skälen för principen och *belägg* som ger exempel på dokument och händelser som överensstämmer med principen.

Princip ett – CDIO som sammanhang*

Antagning av principen att livscykeln för produkter och system - planera, utveckla, implementera och använda – CDIO – utgör sammanhanget för en civilingenjörsutbildning:

Beskrivning: Ett CDIO-program bygger på principen att livscykeln för produkter och system utgör sammanhanget för en ingenjörsutbildning. *Planera – utveckla – implementera – använda* är en modell för hela produktlivscykeln. Fasen *planera* omfattar att definiera kundens behov, ta ställning till teknik, företagsstrategi och lagstiftning, och att utveckla konceptuella, tekniska och affärsmässiga planer. Den andra fasen, *utveckla*, ägnas åt forandet av konceptet, dvs planer, skisser, scheman och eventuellt CAD-modeller och algoritmer som beskriver det som sedan ska implementeras. *Implementerings*fasen hör ihop med realiseringen av den tekniska lösningen till en levererbar produkt, och den omfattar tillverkning, eventuellt kodning, testning/verifiering, och validering. I den sista fasen, *användning*, används den implementerade produkten för att uppfylla kundens behov. Detta omfattar också underhåll, vidareutveckling och avveckling av produkten.

CDIO betraktas som *sammanhanget* för en ingenjörsutbildning i den meningen att det utgör den kulturella ramen, eller miljön, för den tekniska kunskapen och de personliga färdigheter som är målet för utbildningen. Principen *antas* av ett program när lärarna uttryckligen har bestämt sig för att införa CDIO som grundprincip, har en plan för att omvandla utbildningen till ett CDIO-program och har stöd från programansvariga för utvecklingsarbetet.

Motivering: Nyutbildade civilingenjörer ska kunna arbeta efter modellen *planera – utveckla – implementera – använda* när det gäller komplexa produkter, system och tjänster. De ska kunna delta i ingenjörsarbete, i projektgrupper och bidra till produktutveckling.

Belägg:

- Ett styrdokument, godkänt av ansvariga parter, som beskriver en utbildning som ett CDIO-program.
 - Lärare och studenter som kan redogöra för CDIO:s principer
-

Princip två – Målbeskrivning baserad på CDIO:s syllabus*

Specifika och detaljerade lärandemål för personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt för kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling. Dessa kunskaper och färdigheter överensstämmer med programmets övergripande mål och har validerats av programmets intressenter.

Beskrivning: De kunskaper, färdigheter och synsätt som ingenjörsutbildningen avses leda till – dvs *lärandemålen* – listas i CDIO:s syllabus⁴. Dessa lärandemål specificerar vad studenterna ska veta och kunna göra i slutet av sin utbildning. Utöver lärandemål för de matematiska, naturvetenskapliga och tekniska ämnena (avsnitt 1) specificerar CDIO:s målbeskrivning också lärandemål för personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt för kunskaper i produkt- och systemutveckling. *Personliga* lärandemål (avsnitt 2) betonar den individuella studentens kognitiva och personliga utveckling. Det kan till exempel handla om ingenjörsmässigt resonerande och problemlösning, experimentell metodik, systemtänkande, kreativt tänkande, kritiskt tänkande och yrkesetik. Professionella lärandemål (avsnitt 3) inriktas på samspelet mellan individer och grupper så som arbete i projektgrupper, ledarskap och kommunikation. Produkt- och systemutvecklingskunskaper (avsnitt 4) handlar om planering, utveckling, implementering och användning av system inom företag och samhälle.

Lärandemålen har granskats och värderats av utbildningens viktigaste intressenter, i syfte att säkerställa den yrkesmässiga relevansen för programmets mål. Vidare har intressenterna medverkat till att definiera den önskade kunskapsnivån för respektive lärandemål.

Motivering: Tydliga lärandemål är ett led i att ge studenterna en lämplig grund för det framtida yrkeslivet. Professionella ingenjörsorganisationer och näringslivsrepresentanter har identifierat nyckelegenskaper för nyutbildade civilingenjörer inom både tekniska och professionella områden. Utvärderings- och accrediteringsorgan kräver att civilingenjörsprogram har tydliga mål för studenternas kunskaper, färdigheter och synsätt.

Belägg:

⁴ Crawley, E. F. *The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*, MIT CDIO Report #1, 2001.. Available at <http://www.cdio.org>

- Lärandemål som omfattar kunskaper, färdigheter och synsätt hos examinerade civilingenjörer.
- Lärandemål som är granskade och validerade – vad gäller innehåll och kunskapsnivå – av centrala intressenter (exempelvis lärare, studenter, alumni och näringslivsrepresentanter).

Princip tre – Integrerade utbildningsplaner*

En utbildningsplan som består av ömsesidigt stödjande ämneskurser, och som har en tydlig plan för att i dessa kurser integrera mål för personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling.

Beskrivning: En CDIO-baserad utbildningsplan innehåller lärandemoment som leder till *personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling* (princip 2), och dessa integreras med lärandet av det disciplinära innehållet. Kurserna är *ömsesidigt stödjande* när de skapar tydliga samband mellan olika kursers innehåll och mål. I utbildningsplanen visas hur denna integration mellan CDIO-färdigheter och ämneskurser ska genomföras. Detta kan göras genom att man länkar CDIO:s lärandemål till de kurser i vilka de tas upp.

Motivering: Lärandet av personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling ska inte ses som ytterligare stoff i en redan fylld utbildningsplan, utan som en integrerad del av denna. För att studenterna ska uppnå de avsedda lärandemålen vad gäller både ämneskunskap och personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling måste utbildningsplanen och lärandemomenten använda den tillgängliga tiden till samtidigt lärande av ämneskunskaper och av CDIO-kunskaper och färdigheter. Lärarna har en viktig roll vid skapandet av integrerade utbildningsplaner, genom att peka på lämpliga ämnesmässiga samband och genom att ta ansvar för specifika CDIO:s lärandemål inom sina respektive ämnen.

Belägg:

- En dokumenterad utbildningsplan som integrerar CDIO-kunskaper och färdigheter med tekniska ämneskunskaper och som tar vara på lämpliga ämnesmässiga samband.
 - Inkluderande av lärandemål för CDIO-kunskaper och färdigheter i tekniska ämneskurser.
 - Lärare och studenter uppmärksammar CDIO:s lärandemål i utbildningsplanen.
-

Princip fyra – Introduktion till ingenjörarbete

En introduktionskurs som syftar till att ge studenterna en uppfattning om ingenjörens yrkesroll inom produkt- och systemutveckling, och som introducerar centrala personliga och professionella färdigheter.

Beskrivning: *Introduktionskursen*, i allmänhet en av de första obligatoriska kurserna i ett program, ger studenterna en uppfattning om ingenjörens arbetsuppgifter och ansvarsområden, och de ämnesbaserade kunskapernas relevans för ingenjörarbete. Studenterna kommer in i det praktiska ingenjörarbetet genom problemlösning och enkla utvecklingsövningar, enskilt och i grupp. Kursmålen omfattar också personliga och professionella kunskaper, färdigheter och synsätt som är *väsentliga* i inledningen av ett utbildningsprogram, för att förbereda studenterna för mer avancerade produkt- och systemutvecklingsmoment.

Motivering: Introduktionskurser syftar till att stimulera studenterna intresse och att öka deras motivation för ingenjörarbete genom att lyfta fram centrala ingenjörsmässiga tillämpningar. Dessutom kan introduktionskurser bidra till att tidigt börja bygga upp de centrala färdigheter som beskrivs i *CDIO:s syllabus*.

Belägg:

- Lärandemoment som introducerar centrala personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling ingår i programmets introduktionskurs.
- Studenternas tillägnande av CDIO:s lärandemål som beskrivs i princip 2.
- Ett stärkt intresse från studenterna för deras valda studieområde. Detta kan, till exempel, visas genom enkätsvar eller genom att de väljer kurser som bygger på varandra inom området.

Princip fem – Design-build-test-projekt*

Utbildningsplanen innehåller minst två ”design-build-test”-projekt, dvs. projekt där studenter planerar, utvecklar, implementerar och testar användning av en produkt eller ett system, ett enkelt och ett avancerat.

Beskrivning: Termen ”*design-build-test*”-projekt (DBT-projekt) omfattar en rad ingenjörsverksamheter som är centrala för utvecklingen av nya produkter och system. Alla de aktiviteter som ingår i princip 1, i utvecklings- och implementeringsfaserna, innefattas i detta, tillsammans med lämpliga delar av konceptutvecklingen från planeringsfasen. Studenterna bygger upp produkt- och systemutvecklingskunskap, såväl som förmågan att tillämpa matematiska och tekniska kunskaper i de ”DBT”-projekt som ingår i utbildningsplanen. Dessa projekt kan vara *grundläggande* eller *avancerade*, beroende på omfattning, komplexitet och nivå i utbildningen. Exempelvis kan enklare produkter och system ingå i början av programmet, medan mer komplexa projekt kan förekomma senare. Då kan studenterna integrera kunskaper och färdigheter de förvärvat tidigare i utbildningen.

Motivering: ”DBT”-projekt utformas och placeras strategiskt i utbildningen för att ge studenterna tidiga och positiva erfarenheter av att arbeta med ingenjörsmässiga uppgifter. Upprepade ”DBT”-projekt och ökande grad av komplexiteten ska bidra till att gradvis öka studenternas förståelse av produkt- och systemutvecklingsprocesser.

”DBT”-projekt utgör också en stabil grund på vilken man kan bygga en djupare förståelse av ämnesinriktade kunskaper. Den starka betoningen på att bygga produkter och implementera processer i verkliga sammanhang ger studenterna möjlighet att koppla samman det tekniska ämnesinnehållet med sina personliga och karriärmässiga mål.

Belägg:

- Två eller fler ”DBT”-projekt ingår i utbildningsplanen.
- Möjligheter till kringaktiviteter för ”DBT”-projekt

Princip sex – CDIO-stödjande labbmiljöer
Labbmiljöer som möjliggör och främjar praktiskt ”Praktiskt”-lärande inom produkt- och systemutveckling, ämneskunskaper och social kompetens.

Beskrivning: Den fysiska lärandemiljön omfattar både traditionella lokaler som klassrum, föreläsningssalar och seminarierum och andra miljöer som verkstäder och laboratorier. De senare *stödjer färdigheter i produkt- och systemutveckling* integrerat med *ämneskunskaper*. Lärandemiljöerna möjliggör praktiska aktiviteter där studenterna engagerar sig i sitt lärande, och erbjuder möjligheter till *socialt lärande*. Det innebär att studenterna kan lära sig av varandra, lära sig arbeta i projektgrupp och samarbeta med flera grupper.

Motivering: Labbmiljöer och andra miljöer som stödjer praktiskt lärande är betydelsefulla när det gäller att lära sig processen att utveckla, implementera och testa produkter och system. Studenter som har tillgång till moderna ingenjörswerktyg, modern programvara och labbmiljöer ges möjlighet att utveckla kunskaper, färdigheter och synsätt som stödjer produkt- och systemutvecklingskunnande. Detta kunnande utvecklas bäst i labbmiljöer som är studentinriktade, användarvänliga, tillgängliga och interaktiva.

Belägg:

- Ändamålsenliga utrymmen utrustade med moderna ingenjörswerktyg
- Lärandemiljöer som är studentinriktade, användarvänliga, tillgängliga och som främjar social interaktion.
- Lärare, övrig personal och studenter som är nöjda med arbetsmiljön.

Princip sju – Integrerat lärande*
Kurser baserade på aktiviteter där lärande av ämneskunskaper är integrerat med lärande av personliga, professionella färdigheter samt färdigheter i produkt- och systemutveckling.

Beskrivning: *Integrerat lärande* innebär pedagogiska ansatser som stödjer det ämnesinriktade lärandet samtidigt med lärandet av personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling. Kursens aktiviteter införlivar yrkesmässiga ingenjörsuppgifter i sammanhang där de samverkar med ämnesinriktade kunskaper.

Motivering: Utbildningsplanens inriktning och lärandemål, beskrivna i princip 2 och 3, kan endast förverkligas om man kan dra nytta av synnergieffekter. Dessutom är det viktigt att studenterna identifierar programmets lärare som professionella förebilder i egenskap av ingenjörer genom att de undervisar i både ämnesmässiga kunskaper och personliga och professionella kunskaper och färdigheter likväl som kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling. Med en integrerad undervisning kan lärarna blir mer effektiva i att hjälpa studenterna att tillämpa den ämnesinriktade kunskapen på ingenjörsmässiga problem och att förbereda dem inför framtida yrkeskrav.

Belägg:

- Integration av CDIO:s lärandemål och ämnesinriktad kunskap i utbildningsmomenten.
- Utbildningsprogrammets lärare är aktiva i att utforma de integrerade läraaktiviteterna.
- Industripartners och andra intressenter är inblandade i att utforma utbildningsmoment.

Princip åtta – Aktivt lärande

Undervisning och lärande som bygger på ett aktivt erfarenhetsbaserat arbetssätt.

Beskrivning: *Aktivt lärande* syftar till att engagera studenterna själva i tänkande och problemlösning, snarare än passiv kunskapsöverföring. I kurser som baseras på föreläsningar kan aktivt lärande främjas exempelvis genom par- och smågruppsdiskussioner, demonstrationer, debatter, konceptuella frågor och reflektionsövningar. Aktivt lärande kan kallas *erfarenhetsbaserat* när studenterna går in i roller som liknar professionellt ingenjörarbete, t ex DBT-aktiviteter, simuleringar och fallstudier.

Motivering: Genom att man engagerar studenterna i aktivt tänkande och problemlösning, framförallt när det gäller nya idéer, och genom att man kräver något gensvar från dem, lär sig studenterna mer och de upptäcker dessutom tydligare själva vad och hur de lär sig. Denna självreflektion bidrar till att öka studenternas motivation att uppnå programmets lärandemål – och till att forma vanor för livslångt lärande. Aktiva metoder för lärande stödjer studenterna i processen att finna samband mellan nyckelbegrepp och bidrar till att denna kunskap kan tillämpas på nya områden.

Belägg:

- Ett framgångsrikt införande av aktiva metoder för lärande. Detta kan exempelvis dokumenteras genom observation eller självvärdering.
 - En majoritet av lärarna använder studentaktiverande metoder i sin undervisning.
 - Goda studentresultat vad det gäller lärande av CDIO-kunskaper och färdigheter.
 - Studenterna är nöjda med undervisningsmetoderna.
-

Princip nio – Utveckling av lärarnas CDIO-kompetens*

Aktiviteter som utvecklar lärarnas kompetens när det gäller personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling.

Beskrivning: CDIO-program tillhandahåller stöd för lärarna att utveckla sin egen kompetens inom personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling, beskrivna i princip 2. De sistnämnda färdigheterna bör utvecklas i ett industriellt sammanhang. Inriktningen och omfattningen av lärarnas kompetensutveckling är beroende av resurser och av arbetsgivarens inställning. Några exempel på *aktiviteter som utvecklar lärarnas kompetens*: tjänstledighet för att arbeta inom industrin, forsknings- och utbildningssamarbete med kollegor inom industrin, positiv meritvärdering av ingenjörserfarenhet vid tjänst tillsättningar och befordran samt lämpliga utvecklingsprojekt inom universitetet.

Motivering: Om lärarna ska undervisa inom områdena personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling, och integrera dessa med ämnesinriktad kunskap (princip 3,4, 5 och 7), måste de ha dessa färdigheter själva. Många lärare inom ingenjörsvetenskapen är ofta forskare och experter på sitt eget ämne, men har begränsad kunskap om och erfarenhet av ingenjörarbete inom andra områden som affärsvärlden och näringslivet. Lärarna behöver utveckla sitt ingenjörsmässiga kunnande så att de både kan förse studenterna med relevanta exempel och fungera som förebilder för blivande ingenjörer.

Belägg:

- Majoriteten av lärarna har kompetens inom personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling. Detta kan exempelvis dokumenteras genom observation eller självvärdering.
- En hög andel av lärarna har erfarenhet av praktiskt ingenjörarbete.
- Universitetet räknar professionell utveckling inom detta område som en merit i sitt anställningsförfarandet.
- Medel avsätts för att möjliggöra lärarnas professionella utveckling.

Princip tio – Utveckling av lärarnas kompetens inom lärande och undervisning

Aktiviteter som utvecklar lärarnas kompetens både när det gäller att skapa integrerat lärande, byggt på aktiva erfarenhetsbaserade arbetsformer, och när det gäller examination av studenternas lärande.

Beskrivning: Ett CDIO-program erbjuder stöd för lärarna att utveckla sin kompetens inom *integrerat lärande* (princip 7), *aktivt och erfarenhetsbaserat lärande* (princip 8) och *examination av studenternas lärande* (princip 11). Inriktning och omfattning av kompetensutvecklingen beror på program och högskola. Några exempel på *aktiviteter som utvecklar lärarnas kompetens*: stöd för lärarna att delta i den egna

högskolans/universitetets och andra program för lärarutveckling samt att delta i forum för utbyte av idéer och erfarenheter. Det är också viktigt med en betoning på goda lärarkunskaper i sakkunnigutlåtanden och i anställningsförfarande.

Motivering: Om lärare förväntas undervisa och examinera enligt principerna beskrivna i 7,8 och 11 behöver de möjlighet att utveckla och förbättra sina färdigheter. Många högskolor/universitet har utvecklingsprogram och enheter som kan samarbeta med CDIO-programmens lärare. Dessutom, om CDIO-programmen vill betona värdet av ändamålsenlig undervisning, lärande och examination, måste de avsätta resurser för lärarfortbildning inom dessa områden.

Belägg:

- Majoriteten av lärarna har kompetens inom undervisning, lärande och examination. Detta kan exempelvis visas genom observation och självvärdering.
- Universitetet stödjer goda lärarinsatser vid meritvärdering anställningsförfarande.
- Resurser avsätts för lärarnas kompetensutveckling inom dessa områden.

Princip elva – Examination av CDIO-färdigheter*

Examination av studenternas lärande, både av personliga, professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling likväl som av ämneskunskaper.

Beskrivning: Examination av studenternas lärande är ett sätt att mäta hur varje student uppnår de avsedda lärandemålen för *ämnesinriktade kunskaper* respektive *personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling* (princip 2). För att få en ändamålsenlig examination bör man välja examinationsformer som passar lärandemålen. Metoderna kan omfatta skriftliga eller muntliga prov, observation av studenternas arbete, värderingsskalor, studentreflektioner, portföljer och kamrat- eller självvärdering.

Motivering: Eftersom vi värderar personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling och sätter dessa som lärandemål och väver in dem i utbildningsplaner och utbildningsmoment, måste vi ha ändamålsenlig examination för att värdera sådana kunskaper och färdigheter. Exempelvis kan lärandemål som hör ihop med *ämnesinriktad kunskap* examineras med muntliga och skriftliga prov, medan de som hör ihop med "DBT"-kunskaper examineras genom granskning av produkten och dokumentation av utvecklingsprocessen. Att använda varierade examinationsmetoder bidrar till en större bredd i lärandet, och förbättrar trovärdigheten och validiteten på examinationsdata. Som ett resultat av detta kan man på ett säkrare sätt avgöra hur väl studenterna uppnått de avsedda målen för lärandet.

Belägg:

- Examinationsmetoder som på ett lämpligt sätt svarar mot lärandemål för personliga och professionella kunskaper och färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling.
- Ett framgångsrikt genomförande av examinationsmetoder.

- Ett stort antal lärare använder lämpliga examinationsmetoder.
- Bedömningen av studenternas framsteg baseras på valida och tillförlitliga examinationsdata.

Princip tolv – Utvärdering av CDIO-program

Ett system för utvärdering mot dessa tolv principer. Systemet ska ge återkoppling till studenter, lärare och andra intressenter i syfte att skapa ständiga förbättringar.

Beskrivning: Programutvärdering innebär en bedömning av programmets framgång, grundad på belägg för hur man lyckats närma sig de uppsatta målen. Ett CDIO-program ska utvärderas i förhållande till *CDIO-principerna*. Belägg för hur programmet lyckats kan man få genom kursanalyser/värderingar, lärarreflektioner, intervjuer med nyantagna respektive nyutexaminerade studenter, rapporter från externa värderare samt uppföljningsstudier med examinerade ingenjörer och arbetsgivare. Resultatet av dessa utvärderingar kan regelbundet rapporteras tillbaka till lärare, studenter, programmets ledning, alumni och andra intressenter. Denna *återkoppling* ligger till grund för beslut om programmets utveckling och för planerna på *ständiga förbättringar*.

Motivering: En central uppgift för en programvärdering är att ta ställning till programmets effektivitet och framgång när det gäller att uppnå uppsatta mål. Belägg som samlas under programvärderingen fungerar också som en grund för det ständiga förbättringsarbetet. Dessutom brukar många externa bedömare och ackrediteringsorgan kräva återkommande och konsekventa programutvärderingar.

Belägg:

- En antal olika utvärderingsmetoder som används i syfte att samla uppgifter från studenter, lärare, programledning, alumni och andra intressenter.
- En väldokumenterad process för ständigt förbättringsarbete, baserad på resultat från programutvärderingen.
- Studenternas och andra intressenters utvärderingar ligger till grund för det ständiga förbättringsarbetet.

Referenser

Crawley, E. F. *The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*, MIT CDIO Report #1, 2001. Available at <http://www.cdio.org>

Malmqvist, J., Young, P. W., Hallström, S., Kutteneuler, J., Svensson, T. Lessons Learned from Design-build-test-based Project Courses. *Proceedings of Design-2004, Dubrovnik, Croatia, 2004*.

Ordlista – centrala begrepp

Conceive

Design

Implement

Operate

Design-build (DBT)

Best Practise

Teamwork

CDIO lärandemål

CDIO-kunskaper

CDIO-program

Hands-on

CDIO initiative

Resurser

Produkter och system