



DiVA – Digitala Vetenskapliga Arkivet <http://umu.diva-portal.org>

---

This is an author produced version of a paper presented at **2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, 2-3 december 2009, Lunds tekniska högskola, Lund.**

**Staffan Schedin, Ulf Holmgren**

**Black-box metoden för utvärdering av måluppfyllelse och utveckling av programstruktur för ingenjörsutbildning**

**2:a Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, 2-3 december 2009, Lunds tekniska högskola, Lund**

# Black-box metoden för utvärdering av måluppfyllelse och utveckling av programstruktur för ingenjörsutbildning

Staffan Schedin och Ulf Holmgren, Umeå universitet

**Sammanfattning**— Vi beskriver hur ”Black-box metoden” används i utvecklingsarbetet med ingenjörsprogram vid Tekniska högskolan, Umeå universitet. Exempel ges på praktiskt genomförande och hur resultaten kan användas i programutvecklingsarbetet.

**Nyckelord**— utbildningsplan, ingenjörsprogram, kvalitetsarbete, programanalys, CDIO-initiativet

## I. INTRODUKTION

DE nationella målen för högskole- och civilingenjörsexamen beskrivs i högskoleförordningen i termer av ”kunskap och förståelse”, ”färdighet och förmåga” samt ”värderingsförmåga och förhållningssätt” [1]. Målen som definieras under dessa rubriker skall uppfyllas för den enskilde studenten under studietiden och måste stödjas av de kurser som leder till den eftersträvade ingenjörsexamen. De förväntade studieresultaten (FSR), bör formuleras med omsorg i kursplanerna eftersom de indirekt styr både undervisningens uppläggning och examination. En kursplan speglar dock inte bara innehållet i en specifik ämneskurs, utan utgör även en modul i ett eller flera utbildningsprogram. Därför bör även kursens roll i utbildningsprogrammet och dess betydelse för att programmets mål uppfylls beaktas vid formuleringen av FSR. Därtill ska en progression avseende nivån på de specificerade kunskaperna finnas genom programmet. I detta konferensbidrag belyser vi hur formulerade FSR förhåller sig till praxis på kursnivå i två högskoleingenjörsprogram.

Ett användbart verktyg i detta sammanhang är den sk black-box metoden. Metoden finns som ett verktyg bland flera som använts för utveckling av styrdokument inom CDIO-initiativet och har i olika sammanhang presenterats av bland andra Kristina Edström. Den är utformad som en övning i ett lärarlag, där ”input” och ”output” för en specifik kurs presenteras i termer av kunskaper, färdigheter och förhållningssätt. Fokus läggs på ”input” och ”output”,

medan kursens ämnesinnehåll, genomförande och examination lämnas utanför diskussionen. ”Input” utgörs av de förkunskaper som krävs för att studenten ska kunna tillgodogöra sig kursinnehållet och ”output” studentens förväntade kunskaper efter genomgången kurs. Vid övningen beskriver lärarna som är involverade i en kurs vad som förväntas av studenten vid kursstart avseende kunskaper, förmåga att använda verktyg, och generell mognad. Likaledes berättar lärarna, för var och en av kurserna i programmet, vad man förväntar att studenten bär med sig av kunskaper, insikter och värderingar när kursen avslutas.

På Tekniska högskolan vid Umeå universitet har black-box-övningen genomförts vid flera ingenjörsprogram. Vi har funnit övningen användbar inte bara för utvecklingen av programmet och dess kurser utan lika mycket för formeringen av lärarlag, samt utveckling av konsensus kring programmets mål och syfte. Vi vill därför kort berätta om hur övningen kan genomföras i praktiken och hur resultatet kan användas i arbetet med utvecklingen av ett ingenjörsprogram, och specifikt ge underlag för:

- analys av programmets måluppfyllelse,
- analys av kunskapsmålets progression genom programmet,
- översyn och revidering av kursplanerna.

Övningen passar också utmärkt för att kartlägga hur de generiska, icke-ämnesbundna, färdigheterna tillgodoses inom programmet. Därtill kan övningen ses som ett led i det allmänna kvalitetsarbetet i form av kompetensutveckling av lärargruppen, stärkt sammanhållning och bidra till ökad insikt om utbildningens sammanhang.

## II. BLACK-BOX METODEN

### A. Bakgrund

Utbildningsplanen är ett viktigt instrument för kvalitetsarbetet inom ett utbildningsprogram. CDIO-initiativet betonar vikten av integrerade utbildningsplaner för att stödja de icke-ämnesbundna, de sk. generiska färdigheterna i ingenjörsutbildning [2]. Exempel på CDIO-färdigheter är personliga och professionella kunskaper och

färdigheter samt kunskaper och färdigheter i produkt- och systemutveckling. För att formulera utbildningsplaner som stödjer dessa färdigheter beskriver Crawley m.fl. black-box metoden i syfte att underlätta samordning och koordination mellan kurser i ett utbildningsprogram [3]. Genom att betrakta kursen som ett system eller funktion med invariabler och utvariabler kan diskussionen i lärarlaget frigöras från eventuella läsningar kring kursinnehåll, formuleringar kring förväntade studieresultat, genomförandeformer och examination. Beskrivningsmodellen sätter också studenten i fokus. Utgångspunkten i diskussionen är studentens utveckling. Att flytta fokus från kursinnehåll till studentens utveckling främjar samarbete över ämnesgränser, pedagogiska metoddiskussioner och skapar förståelse i lärarlaget, se Fig. 1.

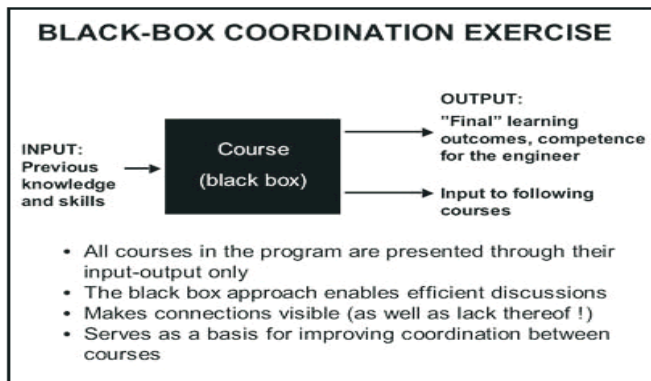


Fig. 1- Black-box modell enligt CDIO-initiativet [3].

I den modell som presenterats inom CDIO-initiativet skiljer man på ”output” i relation till ett kommande yrkesliv och ”output” i relation till fortsatta studier. En bättre upplösning kan man få om man dessutom delar upp ”input” och ”output” i de nationella målen tre kategorier, se Fig. 2.

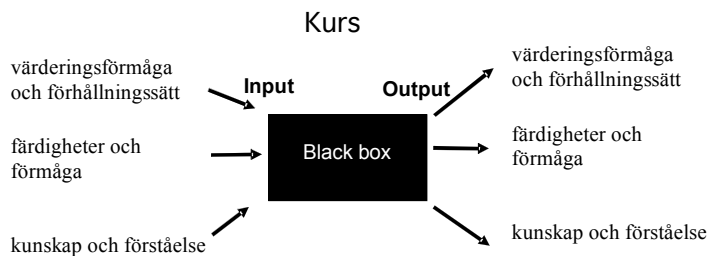


Fig. 2 - Uppdelning av ”input” och ”output” enligt kategorierna för de nationella målen.

### B. Beskrivning av black-box övningen

I vårt sätt att arbeta med övningen bryts ”input” och ”output” ned i de nationella målen tre kategorier. De kursansvariga noterar vilka förkunskaper som krävs inför respektive kurs och delar upp dessa på de tre skilda nivåerna. Även de förväntade ”output” behandlas på samma sätt. Det är också viktigt att lärarna beaktar de generiska, icke-ämnesbundna, ingenjörsfärdigheterna vid övningen. Syftet är att redovisa de faktiska förkunskapskraven och förväntade ”output” för varje kurs, för att sedan kunna

jämföra dessa med det som formellt beskrivs i kursplanerna. Vid det praktiska genomförandet kan övningsdeltagarna använda ett A4-blad för varje kurs (blackbox) och fylla i ”input” respektive ”output”. Efter detta läggs samtliga blad ut på bordet (eller sätts upp på en vägg/tavla) i samma ordning som kurserna kommer i programmet, översta raden bildar då år 1, rad 2 bildar år 2 osv. Respektive kursföreläsare gör sedan en kort presentation av sin kurs. Då alla blad är utlagda fås en överblick av programmet och det framgår därmed hur kurserna hänger ihop. Sambanden mellan de olika ämneskurserna inom programmet synliggörs på ett enkelt sätt.

Övningen ger också möjlighet till konstruktiv dialog inom lärargruppen. De kursansvariga får här ett utmärkt tillfälle att diskutera sina kurser sinsemellan, med fokus på studentens utveckling, vilket främjar samarbetet och sammanhållningen inom programmet.

För något program har man enbart bjudit in lärarna i programmets huvudämnen och kanske utslutit exempelvis matematikämnet, och allmänna ingenjörskurser av typen projektledning, kvalitetsteknik och entreprenörskap. I andra fall har företrädare för samtliga kurser i programmets blockschema bjudits in. Vid samtliga tillfällen där övningen genomförts har intresset att delta varit mycket stort.

## III. RESULTAT OCH ANALYS

### A. Måluppfyllelse. Exempel på resultat för två ingenjörsprogram vid Umeå universitet

De data som beskrivs i detta avsnitt härrör sig från black-box övningar genomförda under 2009 vid högskoleingenjörsprogrammen i tillämpad elektronik samt maskinteknik. I blockschemat för tillämpad elektronik finns 29 kurser namngivna och företrädare för samtliga kurser var inbjudna till övningen. Två av kurserna var vid tillfället inte utvecklade och fem av kurserna saknade företrädare. Övningen hade föregåtts av en diskussion kring övergripande målsättningar för programmet, programmets kontext och roll i regionen samt en genomgripande diskussion kring ingenjörsrollen och ingenjörsbegreppet.

För de 22 kurser som diskuterades under övningen angavs sammanlagt 69 önskvärda ”förkunskaper”. 50 av dessa kan karakteriseras som kunskaper och förståelse, 12 som färdighet och förmåga och 7 som ”värderingsförmåga och förhållningssätt”. Figur 3 nedan visar fördelningen mellan kategorierna i diagramform.

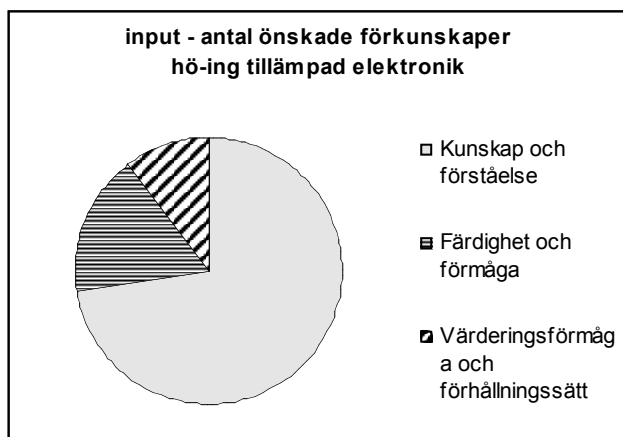


Fig. 3 – Uppgivna förkunskapskrav fördelade på nationella målens tre kategorier. Högskoleingenjörsprogrammet i tillämpad elektronik.

De kurser som har förkunskapskrav avseende värderingsförmåga och förhållningssätt ligger alla under programmets första termin. Exempel på önskade förkunskaper är att studenterna ”har teknikintresse”, ”är beredda att ge studierna en chans” samt ”visar en viss självständighet”. Målen kring färdighet och förmåga handlar om förmåga att simulera, färdigheter vad gäller felsökning, programvaror etc.

Förväntade ”output” delades in i två kategorier – dels sådana kunskaper/färdigheter/förhållningssätt som relaterar till framgång i studierna, Fig. 4, och dels sådana som förväntas ge framgång i ett kommande arbetsliv, Fig. 5.

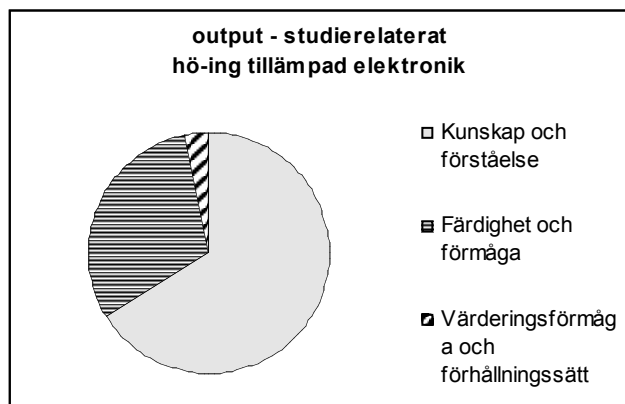


Fig. 4 – Förväntad ”output” med avseende på framtida studier fördelade på nationella målens tre kategorier. Högskoleingenjörsprogrammet i tillämpad elektronik.

Vid jämförelse mellan förväntade ”input” och ”output” relaterade till studieresultat visade det sig att färdighetsmålen blev viktigare på bekostnad av kunskapsmålen som dock dominerar. Två mål talar om förhållningssätt – ”tycker att elektronik är roligt” och ”statistiskt synsätt”. Önskade färdigheter är exempelvis att arbeta i grupp, systemtänkande, använda projektmodeller,

tänka logiskt, lösa problem, hantera metoder och verktyg och vana att laborera.

För ”output” relaterade till ett framtida arbetsliv är skillnaderna större. Kunskapsmålen har här förlorat i betydelse medan färdigheterna dominerar och förhållningssätten blivit viktigare.

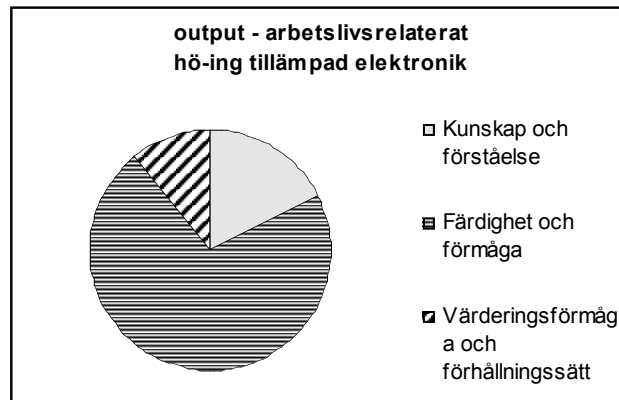


Fig. 5 - Förväntad ”output” med avseende på framtida arbetsliv fördelade på nationella målens tre kategorier. Högskoleingenjörsprogrammet i tillämpad elektronik.

Målen i kategorin ”värderingsförmåga och förhållningssätt” utgörs av exempelvis ”kan bedöma relevans”, ”kan välja teknik”, ”har en känsla för” och ”har kvalitetsmedvetande”, medan målen i kategorin ”färdighet och förmåga” är av typen ”kan handskas med”, ”har systemtänkande”, ”är förtrogen med termer”, ”kan utveckla produkter”, ”kan problemlösning”, ”kan konstruera” osv.

Ännu intressantare är kanske jämförelse mellan önskat ”output” från programmets kurser med de förväntade studieresultaten som anges i kursplanerna. Lärmål avseende teknik och naturvetenskap är, med all rätt, väl tillgodosedda både i den faktiska studievardagen och i kursplanernas lärmål. Likaså mål kring problemlösning, systemtänkande och grupparbete. När det däremot gäller experimentellt arbete, personliga och professionella färdigheter, kommunikation på svenska och främmande språk, samhälleliga och företagsmässiga aspekter samt realisering av tekniska system liksom hållbar utveckling – här placerad som ett separat CDIO-mål - förefaller ansvarstagandet inte lika väl utvecklat. Se Fig. 6, nästa sida.

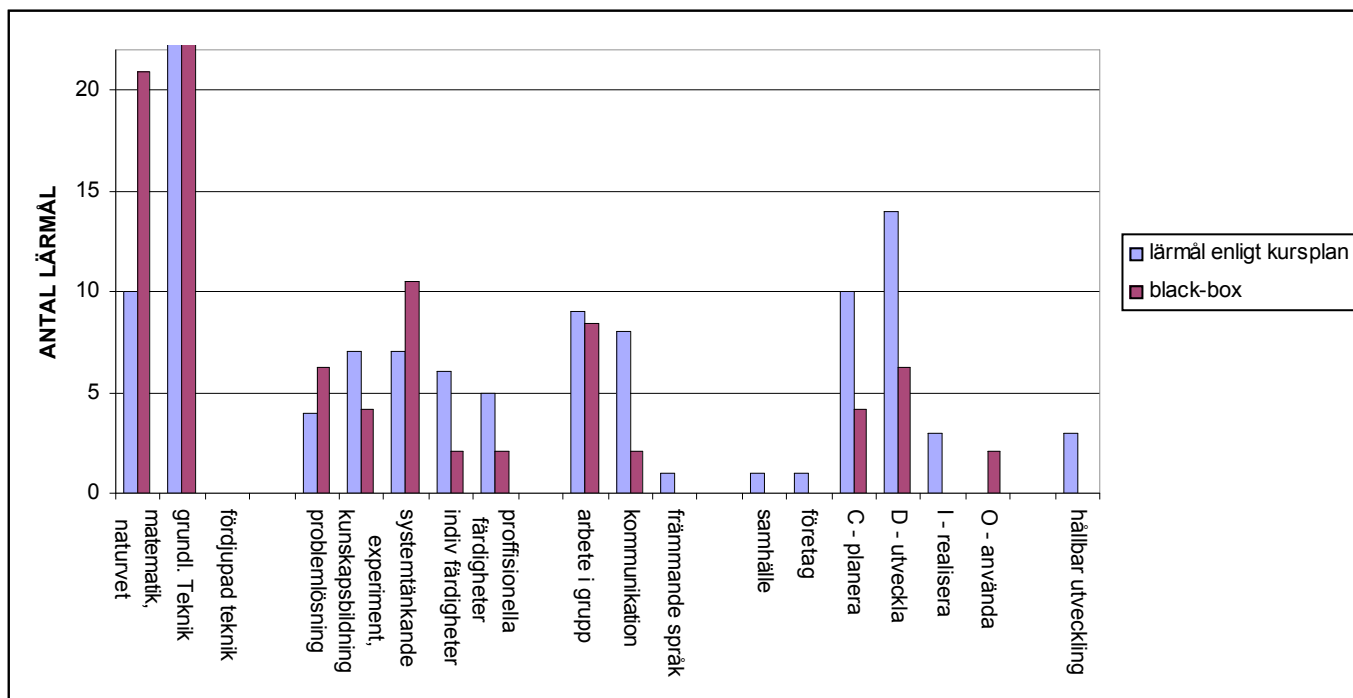


Fig 6 – Förväntade studieresultat enligt kursplan respektive enligt kursansvarig. Högscoleingenjörsprogrammet i tillämpad elektronik.

För högscoleingenjörsprogrammet i maskinteknik genomfördes black-box övningen för 15 ämnesspecifika kurser i programmet. Två av kurserna saknade företrädare. Matematik- och allmänna ingenjörskurser, såsom projektledning, kvalitetsteknik etc., behandlades inte i övningen. På samma sätt som för tillämpad elektronik föregicks övningen av diskussion kring ingenjörrollen och ingenjörsbegreppet. Totalt, för samtliga kurser som behandlades, noterades 78 önskade förkunskaper (inputs) fördelade på de tre kunskapskategorierna enligt Fig. 7.

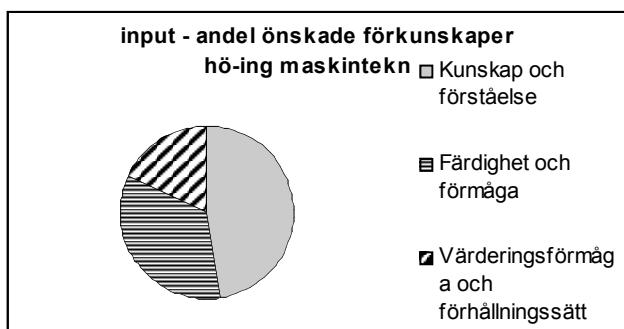


Fig 7. – Önskvärda förkunskapskrav fördelade på nationella målens tre kategorier. Högscoleingenjörsprogrammet i maskinteknik.

Som önskade förkunskaper första terminen i kategorin ”kunskap och förståelse” angavs specifika ämneskunskaper på gymnasienivå. I kategorin ”färdighet och förmåga” angavs matematisk räknefärdighet, studiemotivation och grundläggande datorvana.

I kategorin ”värderingsförmåga och förhållningssätt” angavs ”nyfikenhet” och ”studiemotivation” som önskad förkunskap till programmets inledande kurs. Som ”input” till kurser under senare del av programmet angavs överlag specifika ämneskunskaper. ”Rimlighetsbedömningar”, ”spatiellt tänkande” och ”systemtänkande” är exempel på önskade förkunskaper som angavs i kategorin ”värderingsförmåga och förhållningssätt”.

Vid övningen för högscoleingenjörsprogrammet i maskinteknik relaterades förväntade ”output” endast till framgång i studierna. Resultaten visar på marginella skillnader av fördelningen mellan kategorierna mellan ”output” och ”input”. En svag ökning av ”färdighet och förmåga” kan dock observeras, Fig. 8, på bekostnad av ”kunskap och förståelse”. Intressant att notera är att mönstret är ungefär detsamma för tillämpad elektronik.

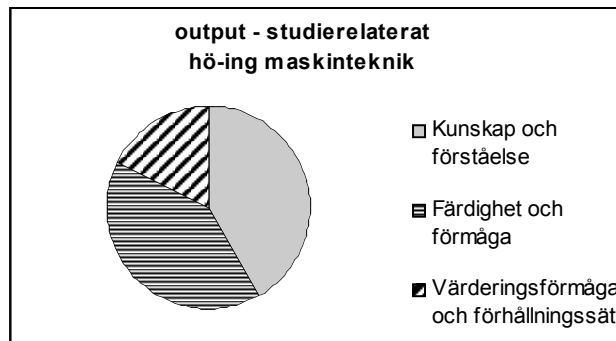


Fig 8 – Förväntad ”output” med avseende på framtida studier fördelade på nationella målens tre kategorier. Högscoleingenjörsprogrammet i maskinteknik.

### B. Kunskapsmålets progression

Genom att sammanställa förväntade ”output” för varje kurs, för var en av de tre kategorierna ”kunskap och förståelse”, ”färdighet och förmåga” samt ”värderingsförmåga och förhållningssätt” kan en bedömning göras hur programmet ligger till i förhållande till de nationella målen. Alla de tre kunskapsnivåerna bör givetvis vara representerade på programmet. Om många kurser visar sig sakna den högsta kunskapsnivån ”värderingsförmåga och förhållningssätt” så har programmet i sin helhet en svag måluppfyllelse i detta avseende, vilket bör föranleda åtgärder. Man behöver då titta över vilka kuser/kursmoment där sådana kunskapsmoment kan införas. I de beskrivna exemplen framgår att företrädarna för programmets kurser inte har några större förväntningar på studenternas ”värderingsförmåga och förhållningssätt”. I den mån kurserna exempelvis behandlar ”teknikens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för dess nyttjande, inbegripet sociala och ekonomiska aspekter samt miljö- och arbetsmiljöaspekter” räknar man inte med att studenten har några erfarenheter med sig in i kursen. Man kan därför ifrågasätta progressionen inom dessa aspekter i det beskrivna programmet.

Enligt Högskoleverkets förslag till ny kvalitetsutvärdering för högskoleutbildningar är progressionen genom utbildningen en viktig kvalitetsfaktor [4]. Med progression avses att lärandemålen från början till slutet av utbildningen visar på en successiv fördjupning. Vid analys av de förväntade ”output” från black-box övningen bör man alltså kunna spåra en ökad fördjupning genom programmet. Fördjupningen eller progressionen bör relateras både till de ämnesmässiga och till de professionella (ingenjörsmässiga) kunskaperna. Progressionen innebär dock inte att programmets kurser under det första året förväntas ha störst andel inslag av kategorin, ”kunskap och förståelse” och att ju längre programmet fortskrider desto större andel inslag av de övriga två kategorierna. De senare är viktiga ingenjörsmässiga färdigheter, som bör introduceras tidigt i utbildningen och finnas med genom programmet med successiv fördjupning.

### C. Programmets teknikinhåll i förhållande till generella färdigheter

För såväl önskade ”input” som förväntade studierelaterat ”output” dominerar kunskapsmålen medan för ”output” som relaterar till yrkesliv är det ”färdighet och förmåga” som dominerar. Kunskapsmålen är här helt underordnade. Är det rimligt att anta att studenterna efter examen kommer att ha dessa färdigheter och förmågor om de i utbildningssituationen har en så underordnad plats som redovisade data antyder? Hur tillgodoses de ingenjörsmässiga färdigheterna inom programmet?

### D. Nationella mål i förhållande till kursernas mål

De önskvärda ”output” som formuleras av kursföreträdarna uttrycks i ett vardagligt och tekniskt språk, ”kunna simulera”, ”kunna arbeta i grupp”, ”kunna lösa problem”, medan formuleringarna för de nationella målen ligger på en i någon mening högre nivå. Några formuleringar är: ”visa förmåga att med helhetssyn självständigt och kreativt”, ”adekvata metoder genomföra”, ”kritiskt och systematiskt använda kunskap samt att modellera, simulera, förutsäga och utvärdera skeenden med utgångspunkt i relevant information”, ”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”. Är skillnaden i uttryckssätt enbart en språklig ”stilskillnad” eller speglar detta en okunskap om de nationella målen för ingenjörsprogrammen?

## IV. METODENS ANVÄNDBARHET FÖR PROGRAMUTVECKLING - NÅGRA SLUTSATSER

Black-box metoden är ett av många verktyg för att utveckling av ingenjörsprogram. De praktiska erfarenheterna av vår användning av metoden är att kurserna inom programmen relativt bra hänger ihop. ”Output” från kurs 1 passar ganska väl ihop med ”input” till kurs 2 osv. Att genomföra övningen ger lärarygget en god överblick över programmet och i många fall en fördjupad förståelse för de kommande kursernas behov. Det ger också en viss möjlighet att skära bort onödiga dubbleringar av moment exempelvis introduktioner till programvaror eller metoder. Omstuvning av kurser förefaller endast nödvändigt i undantagsfall. Särskilt intressant är det förstås för de kurser som ligger i periferin av programmet att få en inblick i programmets struktur och innehåll. Detta kan exempelvis gälla matematikkurserna som kanske ofta lever sitt eget liv med ringa anknytning till programmets övriga innehåll.

## REFERENSER

- [1] Förordning om ändring i högskoleförordningen (1993:100);Svensk författningssamling, SFS 2006:1053.
- [2] <http://www.cdio.org>
- [3] Edward F. Crawley, Johan Malmqvist, Soren Ostlund, Doris Brodeur, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*, Springer 2007, ISBN 978-0-387-38287-6.
- [4] Kvalitetsutvärdering för lärande - Högskoleverkets förslag till nya kvalitetsutvärderingar för högskoleutbildningar, Rapport 2009:25 R, Högskoleverket 2009.