

Instruktioner för målformulering

Om CDIO-modellen för formulering av kursmål

Inom CDIO-projektet har vi i flera år, tillsammans med Chalmers, Linköping, MIT och flera andra tekniska universitet, arbetat för att höja kvalitén på hur kursmål formuleras. Det har resulterat i en beprövad modell, som uppmärksammats positivt även på hemmaplan.

Exempelvis nämns det särskilt i studentkårens kommentar i HSVs utvärdering av kvalitetsarbetet på KTH:

"Här sker intressanta saker genom förändringarna inom MMT-området, där man lägger större vikt vid att utarbeta mål än tidigare. För övriga delar av verksamheten går arbetet trögare, både vad gäller att formulera och att följa upp."

(Högskoleverkets rapportserie 2002:16 R, sid 52)

Målen är grunden för kursens utformning



Motivet till att lägga energi på att formulera tydliga mål är att vi vill kunna basera undervisning och examination på målen. Om undervisningen eller examinationen är "bra" eller "dålig" beror alltså på hur ändamålsenlig den är, dvs om de ligger i linje med målen. Om målen ska kunna ge ledning för utformning av kursen, och för utvärdering, krävs att de är mycket tydligt formulerade.

Kriterier för mål

Vi använder sex kriterier för hur målen ska vara formulerade. Målen ska vara:

- A. Resultatorienterade
- B. Observerbara
- C. Nivåklassificerade
- D. Explicita
- E. Relevanta
- F. Realistiska

I det följande förtydligas varje kriterium, och kompletteras med exempel på vanliga misstag. Men först ett exempel.

Exempel på omformulering

Kursen Lättkonstruktion och FEM¹ hade tidigare, i likhet med många andra kurser, mål som beskrev kursens undervisning/innehåll:

"Undervisningen avser att ge en grundlig insikt i de olika konstruktionselementens verkningsätt, ge teorier för analys samt ge kännedom om flygplanets och andra lättkonstruktioners problem, särskilt ur hållfasthets-, styvhets- och viktssynpunkt. Vidare ges inledande utbildning i användandet av datorer vid analys och dimensionering av lättkonstruktioner."

Samma kurs har nu mål skrivna enligt CDIO-modellen:

Efter fullgjord kurs ska teknologen kunna

- *identifiera och beskriva olika konstruktionselements syfte och funktion i lätta strukturer.*
- *med utgångspunkt från en problemställning välja passande konstruktionselement, med hänsyn till funktion och vikt.*
- *analysera och dimensionera tunnväggiga balkar och förstyvade skal med avseende på spänning, deformation och stabilitet.*
- *beskriva hur finita elementprogram är uppbyggda och kunna tillämpa dem för analys av enklare strukturelement.*
- *förklara skillnader i resultat från olika analysverktyg utifrån de approximationer som de inbegriper.*

Observera de aktiva verben (understrukna). Några fler goda exempel på kursmål följer sist i materialet.

Kriterium A. Målen ska vara resultatorienterade

Målen ska uttrycka vad studenten kan göra som resultat av kursen. Fokus ligger alltså på lärandets utfall. Använd aktiva verb, med studenten som subjekt:

Studenten ska kunna beskriva, ge exempel på, förklara, formulera, uppskatta, beräkna, lösa, tillämpa, välja, motivera, utforma, tolka, planera, utvärdera, avgöra...

Se upp för:

- *"Kursen ska ge en introduktion till..."*
Det räcker inte att beskriva vad som "lärs ut". Och det är studenten som ska vara subjektet, inte kursen.
- *"Studenterna ska ha utvecklat, testat och utvärderat en prototyp..."*
Denna typ av formulering beskriver vad studenterna gör i kursen, inte resultatet av den.

Kriterium B. Målen ska vara observerbara

Målen ska uttrycka observerbara prestationer. Använd aktiva verb (som ovan). Målen ska vara tillräckligt specifika för att ligga till grund för undervisning och examination. Det ska gå att bedöma när målen är uppfyllda, de bör alltså i princip beskriva vilka prestationer examinator godkänner som bevis för att studenten har uppnått målen. Helst ska studenterna själva kunna känna om de uppnått ett mål eller ej.

¹ Lärare: Stefan Hallström, KTH Farkost och Flyg.

Ett tips är att alltid jämföra målen med examinationen. Vilka prestationer är det i verkligheten som studenterna ska utföra, för att examinators ska veta att de har förstått på den nivå som krävs i kursen?

Många lärare vill komplettera de tydliga ”mätbara” målen med att ange även ett övergripande syfte. En möjlighet är att dela upp i Syfte eller Övergripande mål (riktmärket i horisonten) och Mål (strecket på marken - så långt studenten ska nå i den här kursen).

Se upp för:

- ”Studenten ska förstå”, ”känna till” eller ”ha kännedom om” etc.
Dessa tillstånd är inte observerbara, annat än indirekt. Undvik helt att använda uttryck som dessa. Även om vi naturligtvis vill att studenterna ska förstå, måste vi ange vilka yttre tecken vi godtar som tecken på det inre tillståndet (förståelsen).
Beskriv därför vad studenten bör kunna uppvisa för observerbara prestationer som bevis på att han/hon har uppnått förståelse på den nivå som krävs i kursen.

Kriterium C. Målen ska vara nivåklassificerade

Det är välkänt att kurserna ofta innehåller en mycket stor mängd stoff. Det är dock viktigare att studenterna får chansen att uppnå en djupare förståelse inom några representativa områden, än att de ska nå ytlig förståelse genom att försöka ”täcka” hela området. Kursens mål bör därför analyseras så att det kan visas att målen inte enbart rör sig inom lägre kunskapsnivåer. Det är viktigare att studenterna tillägnar sig arbetande kunskaper i grundläggande principer, dvs att studenterna får träna att tillämpa sin kunskap på många olika, och gärna verklighetstroga, sätt.

En klassificering av lärandemål i nivåer kallas en taxonomi, och det finns flera olika taxonomier. Här är två av de mer lättanvända.

Trowalds taxonomi²:

Nivå	<i>Efter kursen ska studenterna kunna</i>
värdera och kritiskt resonera	<i>motivera, försvara, värdera, välja...</i>
göra synteser, analyser och jämförelser	<i>dela upp, analysera, tolka, skapa, konstruera, designa, planera, modifiera, dimensionera ...</i>
tillämpa fakta, förklara dem och göra beräkningar	<i>förklara, uppskatta, förutsäga, beräkna, handha, använda, tillämpa...</i>
minnas fakta, kunna definiera begrepp och på olika sätt beskriva eller namnge det inlärd stoffet	<i>redogöra för, definiera, identifiera, ange, beskriva, bevisa...</i>

Observera att samma verb mycket väl kan användas för mål på flera nivåer. Se dessa förslag till verb som en inspiration för målskrivandet, inte som ett exakt samband.

² Nils Trowald 1997, en förenkling av Blooms taxonomi från 1956.

En annan taxonomi som många lärare uppskattar att använda för tekniska kurser, är Feisel-Schmitz tekniska taxonomi. Den innehåller två olika nivåer för beräkningar, dels *Compute* som motsvarar en låg nivå av förståelse (ren formelinstoppning) och *Solve* som innebär något inslag av egen modellering.

Feisel-Schmitz Technical Taxonomy³:

Judge:	To be able to critically evaluate multiple solutions and select an optimum solution
Solve:	Characterize, analyze, and synthesize to model a system (provide appropriate assumptions)
Explain:	Be able to state the outcome/concept in their own words
Compute:	Follow rules and procedures (substitute quantities correctly into equations and arrive at a correct result, Plug & Chug)
Define:	State the definition of the concept or is able to describe in a qualitative or quantitative manner

En tredje taxonomi som varmt rekommenderas är SOLO-taxonomi (se exempelvis Biggs 2003). SOLO står för Structure of Observed Learning Outcomes. Denna taxonomi fokuserar på kunskapernas struktur.

Se upp för:

- *"Studenten ska kunna lösa problem med kretsar, som har upp till 8 komponenter."*
8 komponenter säger ingenting relevant om problemens karaktär och svårighetsgrad. Det ger alltså ingen ledtråd om vilken nivå av förståelse som krävs.
- *"Studenten ska kunna redogöra för materialens egenskaper"*
Denna formulering kan spegla en låg nivå av förståelse om det handlar om att kunna räkna upp lösryckta fakta utan samband. Det är troligt att kursens intentioner speglas mycket bättre i formuleringar som "...redogöra för sambanden mellan kemisk struktur och materialegenskaper" (fokus på kunskapens struktur, principer och samband) eller "...välja lämpligt konstruktionsmaterial med hänsyn till funktion, ekonomi och miljö" (fokus på kunskapens praktiska användning).

Kriterium D. Målen ska vara explicita

Sträva efter att explicit uttrycka alla kursens mål, även sådant som tidigare funnits med "på köpet". Redovisa alltså även mål för färdigheter utöver de ämnesspecifika kunskaperna.

De viktigaste generella färdigheterna i utbildningsprogrammet kan exempelvis vara:

- muntlig och skriftlig (även grafisk) kommunikation på svenska och engelska
- förmåga att arbeta effektivt i olika grupper, nätverk och projekt, som medarbetare och ledare, planering av tid och resurser
- informationskompetens
- helhetstänkande teknik och samhälle

³ Okänd källa.

Kriterium E. Målen ska vara relevanta

Kursernas mål ska vara i linje med samhällets och högskolans mål. Nedan följer utdrag ur några viktiga styrdokument för civilingenjörs- respektive högskoleingenjörsutbildningen:

Högskolelagen 1 kap §9

Den grundläggande högskoleutbildningen skall ge studenterna

- *förmåga att göra självständiga och kritiska bedömningar,*
- *förmåga att självständigt urskilja, formulera och lösa problem, samt*
- *beredskap att möta förändringar i arbetslivet.*

Inom det område som utbildningen avser skall studenterna, utöver kunskaper och färdigheter, utveckla förmåga att

- *söka och värdera kunskap på vetenskaplig nivå*
- *följa kunskapsutvecklingen, och*
- *utbyta kunskaper även med personer utan specialkunskaper inom området.*

Högskoleförordningen Bilaga 3.11 Civilingenjörsexamen.

Mål (utöver de allmänna målen i 1 kap. 9 § högskolelagen)

För att erhålla civilingenjörsexamen ska studenten ha

- *tillägnat sig kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen i en sådan omfattning som fordras för att förstå och kunna tillämpa de matematiska och naturvetenskapliga grunderna för det valda teknikområdet,*
- *förvärvat kunskaper om och färdigheter i att utforma produkter, processer och arbetsmiljö med hänsyn till människors förutsättningar och behov samt till samhällets mål avseende sociala förhållanden, resurshushållning, miljö och ekonomi,*
- *förvärvat kunskapsmässiga förutsättningar att, efter något års yrkesverksamhet inom sitt område, självständigt kunna svara för utveckling eller utnyttjande av ny teknik på internationellt konkurrenskraftig nivå.*

Högskoleförordningen Bilaga 3.15 Högskoleingenjörsexamen.

Mål (utöver de allmänna målen i 1 kap. 9 § högskolelagen)

För att få högskoleingenjörsexamen skall studenten ha

- *tillägnat sig kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen i en sådan omfattning som fordras för att förstå och kunna tillämpa de matematiska och naturvetenskapliga grunderna för det valda teknikområdet,*
- *förvärvat kunskaper om och färdigheter i att handha produkter, processer och arbetsmiljö med hänsyn till människors förutsättningar och behov och till samhällets mål avseende sociala förhållanden, resurshushållning, miljö och ekonomi,*
- *förvärvat kunskapsmässiga förutsättningar att, efter något års yrkesverksamhet inom sitt område, kunna medverka i utveckling av och svara för utnyttjande av känd teknik i produktion och konstruktion.*

Kriterium F. Målen ska vara realistiska

En sista kontroll kvarstår: är målen realistiska att uppnå, med tanke på kursens omfattning i poäng (dvs studenternas arbetstid)? Det gagnar ingen att skriva orealistiska drömbakelser.

Däremot behöver målen inte definiera just gränsen för godkänt, eftersom en viktig del av kursens intentioner då skulle osynliggöras. En lärare valde att skriva så här:

"Dessa mål motsvarar betygsgränsen för betyg 5. För delvis uppfyllda mål ges betyg U, 3 eller 4."

Referenser

John Biggs, Teaching for Quality Learning at University (2003)

Norman E. Gronlund, How to Write and Use Instructional Objectives (2000)

Fler exempel på mål

4F1142 Motion control and Real-time implementation (RIP)

[Martin Törngren, KTH Maskinkonstruktion, 2004]

Tidigare målformulering:

The course provides the knowledge to develop model based control algorithms for mechanical systems and for computer based implementation of those. Further, the students are trained to master the whole development chain from specification of control performance to computer based controller implementation.

The course goal is to give an understanding of the complete development chain from modelling of a mechanical system to implementation of control software in an embedded real-time system. Model based control, discretization, transformation to software and real-time programming are important issues.

Nuvarande målformulering:

The overall aim of the course is to provide an understanding of the design of motion control systems, from modelling and control design, to implementation in a microprocessor system. This understanding means that after the course you should be able to

1. Describe the steps required for the design and implementation of a motion control system and how these steps are related to each other. You should also be able to exemplify some of the trade-offs that are available to developer.
2. Explain the resulting performance and differences between the simulation model vs. the implemented model
3. Apply your knowledge in mechanics to the modeling of mechanical systems. This means that you should be able to develop linear models expressed by differential equations by using basic laws of motion, and describe how mechanical parameters affect the performance of the system.
4. Apply your knowledge in control theory and mathematics in the control of mechanical systems. You should be able to describe the concepts of state feedback control, an observer and feedforward control, and how these relate to the performance, cost and robustness of the control system. Based on the model of a mechanical system you should also be able to develop such a feedback control system.
5. Implement a continuous-time control design using software on a microprocessor including control system discretization and coding the algorithms. You should also be able to describe what makes the control system a real-time system, what a real-time operating system is and how it can be used for implementing control systems.
6. Document and present your control design and implementation.

4H1705 Materialkemi för materialdesign

[Målen skrivna av Eva Björkman, KTH Materialvetenskap, vid nyutveckling av kurs 2002]

Materialkemikursen är anpassad till teknologer som läser materialdesignprogrammet och ska ge en grundläggande förståelse och kunskap om samspelet mellan kemi/material, kemi/energi samt kemi/miljö.

Mål

Efter fullgjord kurs ska teknologen kunna:

- utföra stökiometriska beräkningar
- förklara skillnader i egenskaper mellan olika föreningar baserat på atomer och molekylers byggnad samt kemisk bindning
- använda det periodiska systemet för att kunna förutsäga skillnader i grundämnens kemiska egenskaper
- förklara skillnader i reaktivitet och egenskaper hos organiska- och biomolekyler utifrån funktionella grupper
- förklara reaktionsmekanismer *mha* av pilformalismen för olika organiska typreaktioner samt kunna förutsäga produkternas stereokemi
- använda jämviktsbegreppet för att utföra enklare beräkningar av löslighetsprodukter, komplexbildning, beräkna pH i buffertar
- använda redoxpotentialer för att kunna förklara korrosionsförlopp.
- använda projektioner av enhetsceller för att beräkna densiteten, bindningslängder och koordinationstal för fasta föreningar
- använda fasdiagram för att beräkna sammansättningen av olika faser i fast material
- planera, utföra och kritiskt bedöma ett laborativt arbete, innehållande syntes och karakterisering av ett modernt material
- söka information från den vetenskapliga litteraturen och från eget arbete och sammanfatta den till en muntlig och skriftlig rapport.