



1. Formulera lärandemål.

Jag började med att skissa på en introduktionsföreläsning där jag förklarar poängen med kurs-omdesignen för studenterna. Det gjorde att det kändes "närmare" och mer relevant att göra klart relativt mycket redan nu i november. (Vanligtvis gör jag mycket av förberedelserna senare, t.ex. veckorna innan kursstart.)

Lärandemålen på kursen står i kursplanen som jag har lagt som bilaga till den här texten. Eller rättare sagt kursplanerna i plural, för det är två kurser FYGA16 och FYGA07, en kurs för civilingenjörer och en för fysiker, med delvis olika lärandemål, som samläser. Lärandemålen är väldigt allmänt skrivna (några skulle säga "luddiga"). De kanske borde kopplas tydligare till det som står under "innehåll", och troligen skrivs mer detaljerat i framtiden, inte bara på den här fysikkursen.

Först några allmänna tankar kring det. **Feisel-Schmitz tekniska taxonomi** för att systematisera kunskapsnivåer (förståelsenivåer) för lösning av beräkningsproblem återges i [6], och jag upprepar den här (5 är högst nivå, jag har infört siffrorna och inte författarna, av en anledning som snart blir tydlig):

5. *Avgöra (judge)*. Kunna kritiskt utvärdera olika typer av lösningar och välja en optimal lösning.
4. *Lösa (solve)*. Kunna se vad som kännetecknar ett problem, analysera och syntetisera, utforma ett system, kunna göra väl övervägda antaganden.
3. *Förklara (explain)*. Kunna beskriva resultatet/principerna med egna ord.
2. *Beräkna (compute)*. Kunna följa regler och procedurer, sätta in data i ekvationer/formler och få korrekta resultat, kunna lösa typtal.
1. *Definiera (define)*. Kunna ge en definition av ett begrepp eller en princip, kunna beskriva på ett kvalitativt eller kvantitativt sätt.

För mig och kanske för många andra lärare på min institution är det inte klart att vi har med de högre nivåerna i taxonomin i våra lärandemål. (Men se nedan för mer om i vilka kurser det är relevant, det är en fråga om progression i utbildningen.) Det är intressant att jämföra Feisel-Schmitz tekniska taxonomi med Blooms mer allmänna taxonomi av kunskapsnivåer från 1956, eller **Andersons taxonomi** från 2001 som är en uppdatering av Blooms taxonomi, återigen återgiven (och modifierad) i [6]:

6. *Skapa*, t.ex. generera, planera, designa, producera, konstruera
5. *Bedöma*, t.ex. koordinera, påvisa, kritisera, fälla omdöme
4. *Analysera* t.ex. särskilja, välja, integrera, ange huvuddrag, strukturera
3. *Tillämpa* t.ex. utföra, använda
2. *Förstå* t.ex. återge, klassificera, jämföra, förklara
1. *Minnas* t.ex. identifiera, återskapa, känna igen

Man kan notera att den högsta nivån 6 (Skapa) i Andersons taxonomi så att säga "fattas" i Feisel-Schmitz tekniska taxonomi, om man accepterar att "bedöma" är en nog så god översättning av engelska "*judge*" som "avgöra". (Man kan tolka "syntetisera" under nivå 4 som "skapa ny modell", men jag tror inte det är menat så i sammanhanget taxonomin är skriven för, som var lösning av beräkningsproblem). Jag skulle säga att åtminstone i fysik är "skapa" den högsta kunskapsnivån, i bemärkelsen "skapa en ny modell" (se nedan).

I [6] förespråkar man t.ex. att "redogöra" kan tolkas som ytlig kunskap (låg nivå i taxonomierna) eller som bäst oklar nivå, medan man i lärandemålen skall använda mer konkreta ord som specificerar kunskapsnivå i någon taxonomi, t.ex. "Efter avslutad kurs förväntas studenten kunna jämföra hur x värderas relativt y ". Det lustiga med det här exemplet för mig, och jag är ganska bokstavlig av mig, är att "jämföra" och "värdera" är två olika nivåer! (2 resp. 5). Så just det exemplet verkar snarare röra ihop det mer. Men jag förstår att det är intressant att tänka igenom hur lärandemålen är formulerade och om man kanske skulle kunna hitta tydligare aktiva verb, samt koppla bättre till kursinnehållet, på just den här kursen.

Jag sökte information om andra i Sverige som har också har ställt frågor om hur man använder taxonomier för att skriva lärandemål, och hittade en uppsats från en liknande kurs som vår kurs "Att undervisa vid universitet" fast vid Lunds tekniska högskola [1]. Där påpekar uppsatsförfattarna att ingenjörsutbildning kan "skilja sig från annan typ av högskoleutbildning, speciellt den naturvetenskapliga (som skulle kunna ses som ingenjörsutbildningens systerutbildning)". Att de skiljer sig är jag med på. De utgår sedan från Simon [2], som enligt författarna till uppsatsen [1] menar att naturvetenskap handlar om analys och ingenjörsvetenskap handlar om syntes. Därifrån drar man slutsatsen att "[s]åledes borde ingenjörsutbildningar präglas av en strävan mot de högsta nivåerna på Blooms taxonomi" [1]. Man får anta att naturvetenskap isåfall är i mindre behov av syntes! (Författarna skriver det inte uttryckligen, men annars vore det oklart varför man skulle inleda stycket med ovanstående motsatsförhållande, att utbildningarna "skiljer sig"). Vilket jag tror de flesta fysiker skulle slå bakut mot, vi vill också ha syntes! I alla fall senare i progressionen (se nedan). Jag tog upp det här för att det kan belysa en (upplevd eller verklig) motsättning som kan finnas mellan lärare i teknik och naturvetenskap, som kommer till sin spets i kurser där grupperna skall samläsa hos oss. Det vore kanske värt att diskutera de här sakerna vidare med kollegor.

2. Bestäm examinationsformer

Det här är enkelt: jag fortsätter med salstentamen. Men, vi delar upp den i två moment, "Statik och inledande dynamik" och "Dynamik", istället för att bara ha en gemensam salstentamen för bägge momenten som tidigare. Det är ett handgripligt sätt att synliggöra lärandemålen koppling till examinationen. Utan andra ändringar skulle den här förändringen i praktiken antagligen att göra det *svårare* att få godkänt på hela kursen, eftersom man förut kunde få (och ofta fick) högre poäng på moment 1 för att kompensera för vad som kunde ha varit underkänt på moment 2. Uppenbarligen är det ett problem för examineringen av lärandemålen på moment 2. Nu går det inte, och det betyder antagligen att färre studenter utan vidare förändringar skulle bli godkända. Jag hoppas att några av strategierna nedan kan hjälpa, med det så att vi inte får en markant förlust i genomströmning, både för studenternas och för vår del. För framtiden vore jag också intresserad av den aningens brutalare "flervalsfrågor för att få göra tentan"-strategin (se t.ex. Fredrik Wikströms uppsats om detta [9]). Kanske till nästa år. Men som vi diskuterat lite grand på kursen är det inte helt enkelt att implementera en sådan examinationsstrategi som är rättvis, tydlig och åstadkommer det man vill.

Jag vill också ta upp ett potentiellt problem som jag brottats med i tankarna kring *kamratbedömning*, som används ytterst sparsamt som *examinationsmetod* i mitt område. Majoriteten av forskningsartiklarna vi har läst är skrivna av forskare inom samhällsvetenskap eller beteendevetenskap, och kanske skall det vara så när det är sociala beteenden man är intresserad av. Men det skapar vissa utmaningar att tillämpa idéerna i naturvetenskap och teknik. Den förhärskande synen på lärande i forskningsartiklarna verkar vara konstruktivistisk, att lärandet närapå utan undantag konstrueras av studenten: "*students actively construct their own knowledge and skills*", medan man sprider ett löjets skimmer kring tanken att läraren skulle "förmedla" (*transmit*) något till studenterna [4]. Det här synsättet verkar också ligga till grunden för en del av tankarna om studentcentrerat lärande. Hattie verkar ta den här tjuren vid hornen, och beskriver texter som ovanstående så här: "*Direct teaching is portrayed as bad, while constructivist teaching is considered to be good ... These kinds of statements are almost directly opposite to the successful recipe for teaching and learning as will be developed in the following chapters.*" [5]

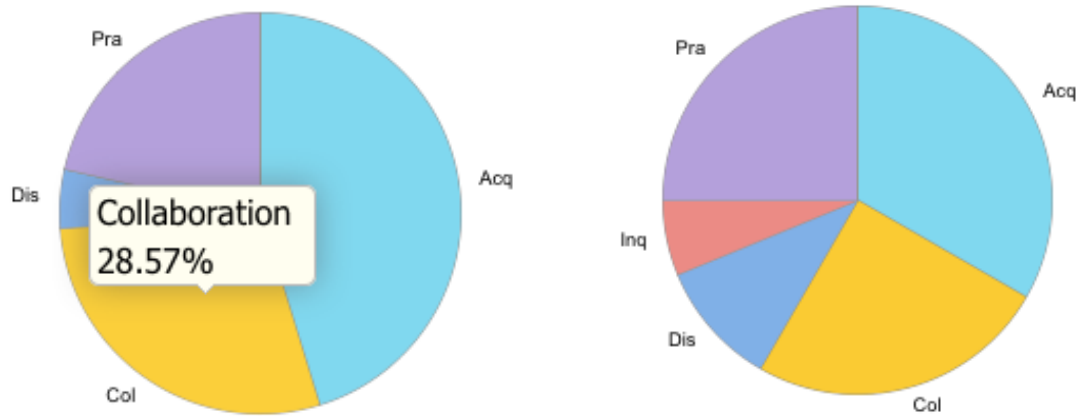
Konstruktivistiska tankar kring studenter och deras lärande är förstås av intresse för lärare i naturvetenskap och teknik att försöka förstå (särskilt eftersom de går stick i stäv med vad man skulle kunna kalla den mer traditionella syn som är relaterad till det Hattie kallar "direct teaching"). En naiv tolkning av det konstruktivistiska tankegodset verkar leda till att ingenjörstudenter som efter examination skall bygga broar skall konstruera inte bara tankarna kring brobyggande utan också "konstruera färdigheterna" att bygga broar under sin studenttid. Nu säger inte forskningen att studenterna skall konstruera färdigheterna *på egen hand*, men jag ser inte hur man skall kunna undvika att låta en stor del av lärandet på grundnivå i naturvetenskap och teknik handla om just förmedling ("transmission") från läraren och kurslitteraturen. Begravet under tanken om kamratbedömning som examination ligger förstås övertygelsen att studenterna är kapabla att bedöma, vilket för ingenjörstudenter kanske blir relevant först på avancerad nivå i utbildningen. Jag tror man snarare skall betrakta kurser på grundnivå i naturvetenskap och teknik som taxonomimässigt nödvändigtvis "mindre avancerade" än motsvarande kurser på andra fakulteter, varför kamratbedömning av samma goda skäl skall undvikas som examinationsform i skarpt läge på grundnivå. Det som blir verkligt intressant för oss i naturvetenskap och teknik är snarare hur konstruktivism kan hjälpa belysa en senare del av en naturlig progression.

För att ta ett konkret exempel (som jag gärna skulle höra invändningar mot): låt oss betrakta typiska tentamensuppgifter i *statik*, ett underområde av mekanik som handlar om objekt som inte skall röra på sig, dvs. vara statiska (som t.ex. en fast bro). I ett typiskt statikproblem finns det ett tydligt rätt slut-svar, t.ex. hur många kilogram en viss komponent maximalt får väga för att en struktur inte skall kollapsa. Men statikuppgifter är trots det tydliga resultatet svåra att rätta, även för mig som har betydligt större erfarenhet av rättning än studenterna har. Den mest uppenbara utmaningen är att vi ger noll poäng till lösningar som av en slump kommer fram till numeriskt ungefär rätt svar men använder felaktiga och opålitliga metoder. Och omvänt, en del studenter använder metoder för att hitta svaret som är helt korrekta men som vi inte ens diskuterat på kursen. Ibland har de lärt sig dem någon annanstans, men i några fall tror jag de har konstruerat metoden "i realtid" på tentan. (Jag inser att det stödjer tanken att studenterna kan "konstruera färdigheter", men i den här bemärkelsen är det undantagsfall.) Det vore förstås fel att inte godkänna eller t.o.m. premiera sådana lösningar, men andra studenter kan inte förväntas identifiera "kreativa" korrekta lösningar, och kommer att lockas att ge noll poäng för dem enligt någon fördefinierad rättningsmall. Man skulle kunna invända att om man inte skulle kunna formulera tydliga rättningsmallar ens i princip borde man isåfall ändra tentamensuppgifternas utformning för att öka transparensen i examinationen. Men jag tycker snarare att det ligger i ämnets natur att det finns många olika möjligheter att komma fram till samma rätta svar, möjligheter som varierar starkt i komplexitet. Det kanske är min begränsade förståelse av didaktisk och pedagogisk forskning som försvårar min tillämpning av de här tankarna i mitt sammanhang, och jag är säker på att man åtminstone i andra ämnen har löst den här problematiken på något sätt, men jag känner mig av den här och andra anledningar inte alls trygg med kamratbedömning som examinationsform i mekanik. Däremot tror jag *kamratbedömning som undervisningsform* skulle kunna ta lite större plats även på grundnivå i naturvetenskap och teknik.

3. Bestäm undervisningsformer

Här tänkte jag göra flera förändringar för att synliggöra lärande (se t.ex. Hattie [5]), och skapa konstruktiv länkning (t.ex. Biggs [3]). Formativ bedömning kan definieras t.ex. som "*assessment that is specifically intended to generate feedback on performance to improve and accelerate learning*" [4]. Om jag förstått det rätt behöver "bedömning" inte nödvändigtvis betyda att det används i examination för kurs, även om det oftast bör vara det för att ha effekt. Man kan alltså tänka sig att just övning som i sig inte är examinerande men som "simulerar" examinationsprocessen kan vara relevant? Jag försöker inkorporera det i den här kursdesignen bland annat genom att schemalägga två sessioner för kamratbedömning, först i statik (friläggning) sedan i dynamik (newtons lagar). Jag tror det kan vara intressant för att synliggöra och förtydliga examinationen, och genom "bakåtskvalp" [6] därför också synliggöra lärandet.

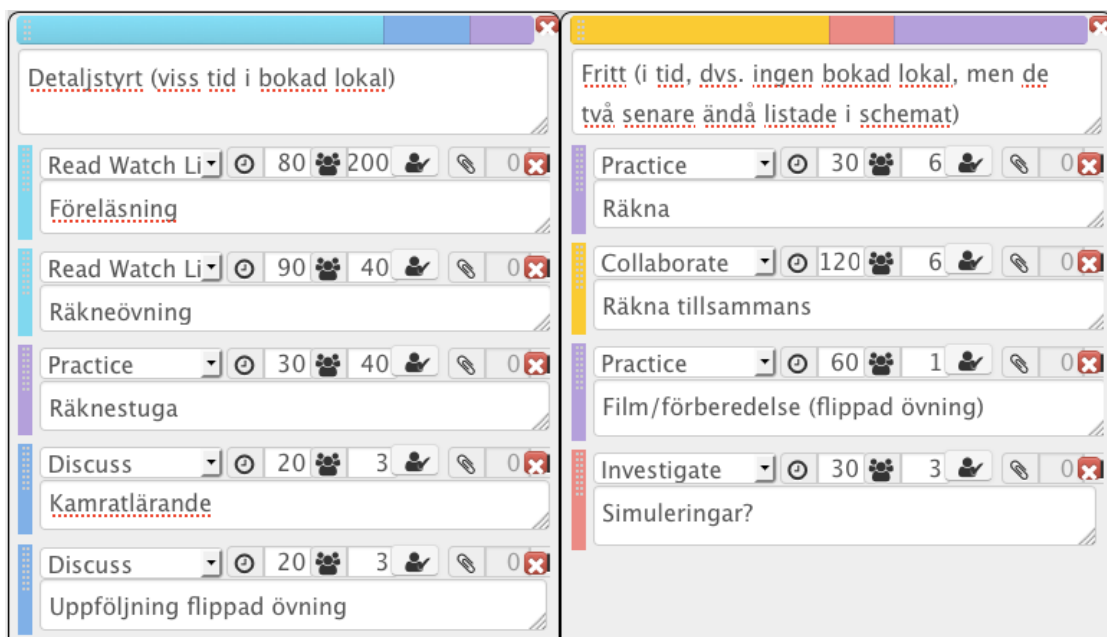
Mekanikkursen före och efter, i Learning Designer [10]:



I detalj ser mina planeringar ut så här, före:



och efter:



Några kommentarer behövs. Först antar jag (kanske något optimistiskt) att jag får en extratimme av arbete ur studenterna, 8 timmar istället för 7, med min optimering. Jag har en del studenter som redan jobbar 8 timmar eller mer, och för dem ser omfördelningen några mindre dramatisk ut.

Sedan den röda biten, *Investigate*. (Jag noterar att det står "Inq" i pajdiagrammet i Learning Designer som jag tolkar som "Inquire", men samma färg kallas "Investigate" i listan, antingen står det fel eller så är bägge tillämpliga.) Jag är inte säker på att det passar på en kurs som Mekanik att verkligen "undersöka", men det vore intressant att prova. Om man implementerar "undersöka" som att man får prova datorsimuleringar och få fram lite siffror själv från dem så är det absolut något att prova att ta med mer systematiskt. Jag har uppmuntrat till sådant "undersökande" förut, men jag tror få har gjort det. Man skulle i och för sig kunna kalla detta "Practice", och i deras lista står t.o.m. "Using simulations". Men under "Practice" står redan också "practising exercises", och det här är en ganska annorlunda (om än besläktad) aktivitet, ur mitt perspektiv, så jag vill hellre sortera det under "Investigate". Dessutom ser förstås pajdiagrammet bättre ut då.

Mina inspelade föreläsningar tänkte jag mig skall vara från *varannan* föreläsning:

1. **Förkunskaper:** vektorer och envariabelanalys.
2. **Friläggning**, del för del.
3. **Relativ rörelse** (?) Det anses vara ett svårt moment, men det är ganska lätt att förklara grunderna, svårigheten ligger i tillämpningen.
4. Introduktion till **Newtons andra lag**, med en person som åker i hiss.

4. Resurser

Lärplattformen (It's Learning) kommer att bli lite mer central än tidigare, kanske med Planeraren. Simuleringar från PhET, kanske länkade från Hapyak. Videoföreläsningar via Hapyak och YouTube/KauTube.

5. Synliggör lärandet

Har beskrivit ovan.

En ytterligare aspekt som jag tänkte ta med är FCI, Force Concept Inventory, som är ett välstuderat bedömningsverktyg i mekanik i USA. Jag hade redan planerat att använda det men jag var glad att de också tog upp det i Bishop & Verleger [7]: "*We suggest that in order to ensure progress, future research on the flipped classroom should employ controlled studies that objectively examine student performance throughout a semester, with both traditional and concept-inventory [35] style problems.*", där deras ref. 35 är ref. 8 nedan för just FCI-provet.

Sammanfattning om synliggörande:

1. **FCI-prov** före. Och efter? Eftersom mitt moment nu är ganska kort kan det bli onaturligt (och för tidskrävande) att göra FCI-prov efteråt. Kanske kan jag göra det mitt i det andra momentet.
 2. **Hapyak-frågor** synliggör, även i diskussion med kamratlärandet
 3. **Kamratlärande** (inte nytt, men utvidgat, kanske i Learning Catalytics, och kopplat till flippandet)
 4. **Simuleringar** – måste tänka igenom mer, t.ex. kan man få dem att få fram "rätt" data med enkla instruktioner?
-

Bibliografi

- [1] van Hees et al, "Mot högre höjder i Blooms taxonomi" (2006), projektarbete, LTH. Finns att ladda ned från www.brand.lth.se/
- [2] H. Simon, "The Sciences of The Artificial" (1996), 3:e upplagan, MIT Press, Cambridge, USA.
- [3] J. Biggs, "Aligning teaching and assessment to curriculum objectives" (2003). Generic Center, England
- [4] Nicol, Macfarlane-Dick, "Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice", *Studies in Higher Education* vol. 31, nr. 2, 2006, s. 199–218
- [5] J. Hattie, "Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement" (2008), Taylor & Francis.
- [6] M. Elmgren, A-S. Henriksson, "Universitetspedagogik" (2010), Norstedts.
- [7] Bishop, Verleger, "The Flipped Classroom: A Survey of the Research" (2013), 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Paper ID #6219.
- [8] D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer. "Force concept inventory." (1992) *The Physics Teacher*, 30 (3):141–158.
- [9] F. Wikström, "Kryssfrågor i examination – möjligheter och problem" (2012), konferensbidrag PUK, www.kau.se/puk/hogskolepedagogiska-utvecklingskonferensen-2012
- [10] Webbadress: learningdesigner.org, av London Knowledge Lab.

Appendix: Kursplaner

Blått: Statik och inledande dynamik. Gult: Dynamik. Grönt: bägge.

FYGA16

Efter genomgången kurs skall studenten kunna

- redogöra för mekanikens grundbegrepp och deras relevans i olika fysikaliska sammanhang
- tillämpa matematisk modellering av olika relevanta mekaniska system och deras tekniska tillämpningar, för att beräkna efterfrågade storheter för systemet utifrån den formulerade modellen
- redogöra för Newtons lagar och därur härledda samband samt tillämpa dessa vid analys av jämviktsproblem för stela kroppar och system av sådana
- tillämpa Newtons lagar och därur härledda samband vid rörelseförlopp för partiklar, partikelsystem och stela kroppar
- konstruera en idealiserad modell av ett konkret mekaniskt problem samt göra giltighets- och rimlighetsanalyser av den konstruerade modellen och av de ingående framräknade storheterna.

Kursens huvudsakliga innehåll

Undervisningen sker i form av föreläsningar och räkneövningar.

Statik: Krafter och kraftsystem, kraftmoment i två och tre dimensioner, friläggning av mekaniska system, Newtons första och tredje lag, jämvikt i två och tre dimensioner, potentiell energi och stabilitet.

Kinematik: Rätlinjig och plan rörelse, rörelse i tre dimensioner, polära koordinater, relativ rörelse, tvång.

Dynamik: Newtons andra lag applicerad på rätlinjig och kroklinjig rörelse, arbete och energi, rörelsemängd och impuls, rörelsemängdsmoment, partikelsystem, tröghetsmoment, rotation av stel kropp kring fix axel, stela kroppens plana rörelse, fria svängningar.

FYGA07

Lärandemål

Kursens mål är att studenterna efter genomgången kurs skall kunna:

- redogöra för mekanikens grundbegrepp och deras relevans i olika fysikaliska sammanhang
- tillämpa matematisk modellering av olika relevanta mekaniska system för att beräkna efterfrågade storheter för systemet utifrån den formulerade modellen
- redogöra för Newtons lagar och därur härledda samband samt tillämpa dem vid analys av jämviktsproblem för stela kroppar och system av sådana
- tillämpa Newtons lagar och därur härledda samband vid rörelseförlopp för partiklar, partikelsystem och stela kroppar
- göra giltighets- och rimlighetsanalyser av en konstruerad modell och av de ingående framräknade storheterna.

Kursens huvudsakliga innehåll

Statik: Krafter och kraftsystem, kraftmoment i två och tre dimensioner, friläggning av mekaniska system, Newtons första och tredje lag, jämvikt i två och tre dimensioner, potentiell energi och stabilitet.

Kinematik: Rätlinjig och plan rörelse, rörelse i tre dimensioner, polära koordinater, relativ rörelse, tvång.

Dynamik: Newtons andra lag applicerad på rätlinjig och kroklinjig rörelse, arbete och energi, rörelsemängd och impuls, rörelsemängdsmoment, partikelsystem, tröghetsmoment, rotation av stel kropp kring fix axel, stela kroppens plana rörelse, fria svängningar.