

Introduktion av datorbaserade beräkningshjälpmedel på grundnivå i ingenjörsutbildningarna

Madeleine Hermann, *Institutionen för Maskinteknik Blekinge Tekniska Högskola*

Abstrakt—Att införa datorbaserade beräkningsmetoder i maskintekniska grundkurser är ett steg i att göra ämneskurserna mer användbara i en CDIO-anpassad ingenjörsutbildning där utbildningen genomsyras av ingenjörsmässighet. Genom att stimulera studenterna till att använda beräkningsverktyg såsom Matlab och FEM minimeras det matematiska handarbetet och fokuset kan riktas mot förståelsen för ämnet.

Artikeln visar hur man integrerar verktyg i en tillämpningskurs, hållfasthetslära. Studenterna löser samma problem med olika verktyg. De lär känna verktygen genom att kontrollera mot analytiska lösningar och successivt växer deras bekvämlighetszon som slutligen innefattar flera datorbaserade beräkningsverktyg.

Det visade sig att studenterna blev mycket motiverade av arbetssättet då de kände att de jobbade som ingenjörer med sina inlämningsuppgifter. Lärandet i kursen blev högre då mer tid kunde läggas på analys av resultat och mindre tid på matematiskt handarbete. Fyra rapporter skrevs och kamraträttades med fokusområden, detta gav en tydlig förbättring i rapportskrivning genom kursen. Genom kamraträttningen stimulerades studenterna till en hög förståelse och analysförmåga då de granskar varandras arbeten.

Index Terms—CDIO, Datorbaserade beräkningsmetoder, Ingenjörsutbildning, Kamraträttning

I. INTRODUKTION

BTH har sedan 2007 strävat efter att CDIO-anpassa ingenjörsutbildningarna vid högskolan. CDIO [1] innebär att ingenjörsutbildningarna utvecklas på så sätt att de genomsyras av ingenjörsmässighet. Studenterna ska undervisas på ett sätt som liknar deras framtida yrkesroll som ingenjörer utan att tappa det teoretiska djupet. CDIO står för fyra stadier i ingenjörskapet: Conceive – Design – Implement – Operate. Genom två större projekt (åk 2 och åk 3) jobbar studenterna igenom dessa stadier, dvs jobbar på ett ingenjörsmässigt sätt tillsammans med företag i regionen. För att projekten ska bli lyckade med högt lärande behöver studenterna förberedas med teoretiska kurser som utvecklar deras personliga färdigheter och ger dem verktygslådor som är användbara i projektkurserna. Inom maskinteknik är mekanik, hållfasthetslära, materiallära och tillverknings teknik exempel på kurser som ska förse studenterna med användbara verktyg. Traditionellt sätt startar en ingenjörsutbildning med matematikkurser, där studenterna mestadels finner

analytiska lösningar på matematiska problem. Beräkningskurserna inom maskinteknik fortsätter i samma anda. Studenterna ställer upp ekvationer utifrån fysikaliska samband och löser ekvationen vilket oftast ger *ett* svar. Verktygen är papper, penna och miniräknare. Det är ofta en stor matematisk arbetsinsats innan studenten når svaret. Den matematiska färdigheten övas men detta är en färdighet som ligger utanför kunskapsmålen i ämneskurserna i maskinteknik. Studenterna får en introduktion till Matlab under första året, men om studenterna inte tvingas att använda t.ex. Matlab så väljer de papper, penna och miniräknare. Studenterna har gjort uppställningar och handberäkningar sen de började grundskolan. De är bekväma och trygga med detta arbetssätt, att använda datorbaserade beräkningsverktyg ligger utanför deras bekvämlighetszon. De väljer inte dessa spontant även om arbetet hade blivit mycket mer effektivt. Resultatet av detta traditionella inlärningsätt bidrar ofta till att studenter och de framtida ingenjörerna inte gärna räknar då lösningen blir tidskrävande och risken för slarvfel är överhängande. På vissa av de avancerade kurserna i utbildningen används datorbaserade beräkningsverktyg, men studenterna hade kommit längre i dessa kurser och de redan innan hade en vana att jobba med datorbaserade beräkningsverktyg. Kan man effektivisera inläringen och förbereda studenterna inför kommande kurser/projekt samt inför sin roll som ingenjörer genom att introducera datorbaserade beräkningsverktyg i grundläggande ämneskurser?

Syftet med att introducera datorbaserade beräkningsverktyg är att:

- Studenten ska på ett naturligt och spontant sätt använda sig av datorbaserade beräkningsmetoder.
- Studenten ska ha större fokus på att analysera och reflektera över resultaten.
- Studenten ska ha respekt för beräkningsverktyg då dessa endast svarar på frågan som studenten ställer.
- Studenten ska vara väl förberedd för projektkurserna och det framtida yrkeslivet.

II. GENOMFÖRANDE

Maskiningenjörerna (civil- och högskoleingenjörer) vid BTH läser två kurser i hållfasthetslära på grundnivå. ”Hållfasthetslära grundkurs” (6hp) och ”Hållfasthetslära fortsättningskurs” (6hp). I detta arbete redogörs för kursutvecklingen där datorbaserade beräkningsverktyg integreras i ”Hållfasthetslära fortsättningskurs”.

Kursen är på 6hp, ges för åk 3 under två läsperioder och

studentgruppen är 40-50 studenter. Innan förändringsarbetet så innehöll kursen 2hp FEM och 4hp klassisk hållfasthetsteori. Undervisningen började med FEM som examinerades med ett par inlämningsuppgifter, därefter följde teorin där studenterna jobbade med penna, papper och miniräknare. Kursen avslutades med en skriftlig tentamen på teoriavsnittet, vilken gav slutbetyg i kursen. Ingen koppling mellan FEM och teori och därmed inget effektivt lärande och ingen ingenjörsmässighet.

”Hållfasthetslära fortsättning” utvecklades till en struktur som bestod av fyra innehållsblock som examinerades med inlämningsuppgifter, presentationer och två skriftliga tentamen, se figur 1.

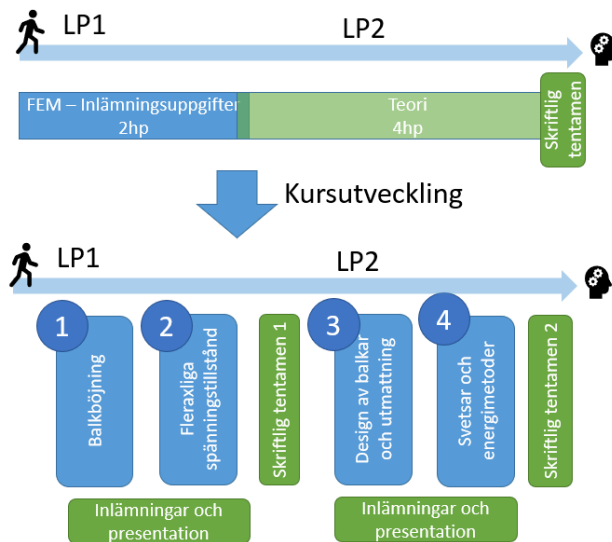


Fig 1. Kursutveckling av ”Hållfasthetslära fortsättning”.

Strukturen med innehållsblock innebär att lärprocessen i respektive block består av fem steg, A-E.

A. Föreläsning

Intensiva föreläsningar som behandlar teorin i blocket. Föreläsningarna finns inspelade så att studenterna kan gå tillbaka och repetera. Föreläsaren visar ett par exempel där Matlab, FEM eller Excel används för att lösa problem. Det finns dock ingen föreläsning som behandlar en specifik programvara.

B. Förberedelse genom övningar och tutorials.

Studenten rekommenderas att lösa ett antal uppgifter. Till uppgifterna finns det lösningsförslag både i form av traditionella handberäkningar och Matlab-kod. I de första blocken finns det även tutorials för FEM-programmet som studenterna rekommenderas att göra.

C. Inlämningsuppgift i grupp.

Kärnan i blocket är inlämningsuppgiften som utförs i grupper om 2-3 studenter. Samtliga grupper har unika indata och i vissa block är det även en viss variation på innehållet i inlämningsuppgiften. Den gemensamma nämnaren för samtliga inlämningsuppgifter är att de är analytiskt lösbare. Studenterna ska kunna lösa uppgifterna med penna, papper och miniräknare men i kursen ersätts miniräknaren med Matlab. Studenterna avslutar med att lösa problemet med FEM (Autodesk Nastran in CAD). Det kan kanske ses som onödigt att lösa enkla analytiskt lösbare problem med kraftfulla programvaror men det är viktigt att studenterna bygger ett förtroende för programvarorna och sin förmåga

att använda dessa. Om studenterna inte har kunskapen att lösa enkla problem kan de aldrig lösa mer komplexa problem.

D. Rapportskrivning med kamraträttning.

Att beskriva problemet samt att analysera och redogöra för resultaten är en ytterst viktig förmåga som en ingenjör måste bemästra. Varje block innehåller därför en rapportskrivning. Rapporterna genomgår en kamraträttning där kursansvarig utlyser fokusområden för kamraträttning inom varje block, vilket gör att rapportskrivningen utvecklas genom blocken. Vid kamraträttning kan studenterna i vissa fall använda sina datorbaserade lösningar för att även testa om ”kamraternas” lösning är rätt.

E. Presentation/Opponering

Blocket avslutas med presentation och opponering där endast de två aktiva grupperna närvarar samt examinatoren. En grupp presenterar och den andra opponerar. Examinatören ger återkopplingen till båda grupperna och studenterna lämnar in sina slutliga rapporter för bedömning av examinatoren.

III. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Att integrera datorbaserade beräkningsmetoder i ”Hållfasthetslära fortsättning” var absolut ett lyckat koncept. En grundförutsättning för att skapa en lärande process är *motivation*. Den starkast motiverande faktorn är att studenterna kan identifiera sig med sin framtida yrkesroll, dvs. blir externt motiverade [2]. Inlämningsuppgifterna fick studenterna att känna sig som ingenjörer. Det var stimulerande att de själva fick söka samma svar med flera metoder (analytiskt och FEM) och om svaren inte blev snarlika fick de felsöka eller förklara en eventuell godtagbar avvikelser. Det är precis på detta sätt som en ingenjör arbetar och blev därför ett motiverande arbetssätt under kursens gång.

Studenterna blev *väl förberedda för kommande projektkurs*. Projektkursen startade ett utvecklingsprojekt i samarbete med företag under andra läsperioden av ”Hållfasthetslära fortsättning”. Studenterna använde sig direkt av sitt nya arbetssätt. Penna och papper användes endast i ett startskede då beräkningsmodeller skulle fastställas därefter tog FEM och Matlab över.

Med arbetssättet lägger studenterna *mer tid på analys av resultat än matematiskt handarbete*. De kan utvärdera sina resultat genom att enkelt förändra indata och på så sätt *ökar lärandet och förståelsen för hållfasthetslära* på ett sätt som inte hade uppnåtts med handberäkningar. Figur 2 visar studenternas arbetsinsats i tid. Att bygga den matematiska modellen innefattar, i denna kurs, teorier från mekanik och hållfasthetslära. Detta är ett handarbete som kvarstår även om man använder datorbaserade beräkningsmetoder och ett moment som studenterna övar på främst i projektkurserna. Med denna kursutveckling har studenterna lagt mindre tid på matematiskt handarbete och i stället uppövat färdigheten att analysera resultaten. Studenterna upplever att de även blivit säkrare på grunderna i mekanik och hållfasthetslära. Genom arbetssättet kan man studenterna lösa fler uppgifter på samma tid eller så nyttjar kursansvarig tidsbesparingen till fördjupade analyser av resultaten.

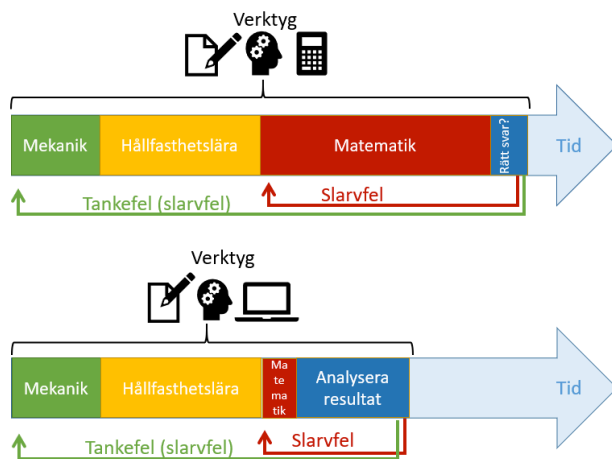


Fig 2. Matematisk handarbete minskar med datorbaserade beräkningsmetoder.

Det är även motiverande för studenterna att man i kursen tar vara på tidigare kunskaper. De har gått en introduktion i Matlab, de har lärt sig att skriva rapporter samt använda CAD. *Studenterna ser en röd tråd i utbildningen.*

Att det matematiska handarbetet minskar innebär inte att man hämmar den matematiska förståelsen, utan snarare tvärt om. De får en större förståelse för matematiken då de enkelt kan förändra parametrar och påverka sina ekvationer (resultat). Jag hävdar precis som kollegor på Halmstad och Karlstad högskola att behovet av matematik kommer bli större om det matematiska handarbetet minskar [3].

Studentgruppen var välkänd för mig från tidigare kurser och jag visste vilka studenter som presterat bra i tidigare kurser där examinationen främst är tentamen. Med detta upplägg blomrade andra studenter upp. Studenter som drevs av det nya arbetssättet och visade på stor nyfikenhet och analysförmåga, egenskaper som värderas högt hos ingenjörer. Tyvärr kan vissa av dessa studenter inte prestera lika bra på tentamen på grund av t.ex. stress. I ett vidare arbete skulle jag vilja undersöka hur man kan premiera individer som utmärker sig i en grupp, då det finns studenter som förtjänar ett högre betyg än vad en individuell tentamen visar.

Arbetsättet har varit mycket lyckat men även försvårat examinationen.

Genomströmningen ökade men då det samtidigt infördes strikta förkunskapskrav, dvs. studenter utan tillräckliga förkunskaper var ej behöriga till kursen, analyseras inte genomströmningen.

REFERENSER

- [1] Crawley E F, Malmqvist J, Östlund S, Brodeur D, Edström K. (2014) Rethinking Engineering Education. Switzerland.
- [2] Elmgren, M. & Henriksson, A-S. 2015 Universitetspedagogik. 3:e upplagan. Lund: Studentlitteratur
- [3] Gåård A, Löfgren H, Nilsson B, Hallbäck N. Införandet av Computer Based Mathematics (CBM) i ingenjörsutbildningar, 6:e Utvecklingskonferensen för Sveriges ingenjörsutbildningar, Chalmers tekniska högskola 2017.