

# ”A tale of two cities”

Ändringar i attityder och föreställningar hos första års-studenter i civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik vid NTNU och CTH

Jonas R. Persson

Department of Teacher Education

Norwegian University of Science and Technology, NTNU

[jonas.persson@ntnu.no](mailto:jonas.persson@ntnu.no)

## ABSTRACT

Studenters attityder till och föreställningar om ämnet och lärande i ämnet kan påverkas av och påverka studieteknik och studieresultat, i tillägg kan studiets uppbyggnad, inlärningsresurser och värderingssystem också påverka attityderna. En studie om förändringar i attityder gentemot fysik under första studieåret av civilingenjörsutbildningarna vid Norges Tekniske og Naturvitenskaplige Universitet (NTNU) och Chalmers Tekniska Högskola (CTH) samt Bachelor-utbildningen i Fysik vid NTNU har genomförts med Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS) och resultaten visar på en skillnad mellan universiteten och en könsrelaterad skillnad. Vid NTNU finns en signifikant minskning av expertliknande attityder, speciellt för kvinnor, något som inte observerats vid CTH eller i Bachelor-utbildningen vid NTNU. Resultaten indikerar ett underliggande problem vid civilingenjörs-utbildningen vid NTNU, som påverkar kvinnliga studenter mer än manliga.

## Nyckelord

attityder, föreställningar, expertis, genus, fysik

## ABSTRACT

Students' attitudes and beliefs about the subject and learning can affect and be affected by students' study skills and academic performance, in addition to the effect of learning resources and evaluation. A study of the changes in attitudes towards physics during the first year of the Master of Engineering program in Physics programs at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) and the Chalmers University of Technology (CTH) and the Bachelor program in Physics at NTNU have been conducted using the Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS). The results indicate a difference between the universities and a gender-related difference. At NTNU, a significant decrease in the expert-like attitudes have been observed, particularly for women, which is not

observed at CTH or the Bachelor program at NTNU. The results indicate an underlying problem in the Master of engineering program in Physics at NTNU, which affects female students more than male students.

#### Keywords

attitudes, beliefs, expertise, gender, physics

## INTRODUKTION

Studieresultat hos studenter påverkas av ett antal olika faktorer där attityder mot studier och ämnet är en viktig faktor. Det är sannolikt att studiets uppbyggnad, omfång, tillgängliga lärningsresurser samt värderingssystem påverkar attityderna. Undersökningar av studenter attityder kan därför ge värdefull information som kan användas för att optimera lärandet och genomströmningen. Studenternas attityder för sitt huvudämne och hur dom löser problem har studerats av bland annat Ogilvie (2009) och Bodin och Winberg (2012). Dessa attityder kan formas redan under tidiga skolår, vilket medför att vissa ämnen inte framstår som intressanta för vidare studier om attityderna mot ämnena är negativa. Positiva attityder bör i motsvarande grad öka intresset och valet av dessa ämnen för framtida studier. Man bör dock vara medveten om att positiva attityder kan vara baserade på en naiv föreställning som i motsvarande grad kan påverka lärandet och resultaten på ett negativt sätt då föreställningarna inte motsvaras av verkligheten (Paulsen & Feldman, 2005). Alternativt kan det då handla om en övertro på sin egen förmåga på grund av ytliga kunskaper om fältet, också känd som Dunning-Kruger effekten (Kruger & Dunning, 1999).

För att studera attityder och hur dom förändras har det utvecklats ett antal olika undersökningar, majoriteten av dessa inom fysik, exempelvis; Views About Science Survey (VASS) (Halloun & Hestenes, 1998), Maryland Physics Expectations Survey (MPEX) (Redish, Steinberg & Saul, 1998) och Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS) (Adams, Perkins & Podolefsky, 2006). Med dessa har det varit möjligt att erhålla en bättre förståelse av attityder och föreställningar samt hur dom utvecklar sig över tid.

Den undersökning som har fått störst genomslag är CLASS (Adams et al., 2006), som har utvecklats från sina föregångare till ett instrument som möjliggör en procentuell beräkning av expertliknande attityder genom jämförelser med experters (yrkesverksamma fysikers) svar. Resultat från undersökningar gjorda på tusentals studenter i USA har visat på en skillnad mellan hur studenter tänker och hur yrkesverksamma fysiker (bland annat universitetslärare) tänker (Gray, Adams, Wieman & Perkins, 2008, Madsen, McKegan & Sayre, 2014). Detta är väntat då attityderna bör ändras under studierna när en mer fullständig och koherent bild av ämnet skapas. Detta visar sig också i de förändringar som sker under studierna, främst under första året, där en förändring från expertliknande till mer novisliknande attityder har observerats (Adams et al., 2006; Slaughter, Bates & Galloway, 2011; Persson, 2016). Denna förändring har dock visats vara möjlig att minska genom att speciellt adressera detta i kursdesignen (Brewer, Kramer & O'Brien, 2009; Redish & Hammer, 2009, Madsen et al., 2014), främst för non-majors i fysik. Även om CLASS främst använts i Nordamerika (Madsen et al., 2014), har en ökad användning i andra länder rapporterats.

Studier har genomförts bland annat vid University of Edinburgh (Slaughter et al., 2011), i Sverige (Bodin & Winberg, 2012) och vid NTNU i Norge (Persson, 2016).

Studier av förändringar i attityder vid University of Edinburgh (Slaughter et al., 2011) och vid NTNU (Persson, 2016), visade en förändring i attityder under första studieåret. Persson (2016) jämförde resultaten mellan universiteten och fann ett större skift i attityder hos studenter vid NTNU än motsvarande studenter vid University of Edinburgh, i tillägg till en skillnad mellan könen vid NTNU.

Här rapporterar vi en uppföljande studie genomförd två år efter Perssons studie för att se om förändringarna i attityder vid NTNU kvarstår och jämfört med en motsvarande grupp av studenter vid Chalmers Tekniska Högskola (CTH) i Göteborg, Sverige. Båda studierna är civilingenjörsutbildningar i fysik och matematik med motsvarande val av specialisering. Vi förväntar att se vissa skillnader mellan universiteten då studierna är uppbyggda på olika sätt, bland annat när det gäller kursdesignen, omfattningen av olika delkurser och examinationen. Skillnaderna kan ge indikationer på faktorer som kan påverka attityderna och i förlängningen studieresultaten. I tillägg inkluderas resultaten för studieprogrammen för Bachelor i fysik (BFy) vid NTNU då de läser samma fysikkurser som Civilingenjörstudenterna, men andra kurser i exempelvis matematik. Frågor som undersöks är: Hur ändras studenternas attityder och föreställningar om fysik och lärande i fysik under det första studieåret vid NTNU jämfört med CTH? Finns det skillnader mellan universiteten och finns skillnader mellan könen?

## METOD

### Om studenterna och utbildningarna

Vi har studerat tre olika utbildningar som vi presenterar här med avseende på studentgrupp och uppbyggnad.

### NTNU – Civilingenjör

Civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik (MTFYMA) vid NTNU (NTNUa, 2016) omfattar 5 års studier där de första två åren består av obligatoriska ämnen, efter dessa kan studenterna välja mellan tre olika studieinriktningar, biofysik och medicinsk teknologi, industriell matematik och teknisk fysik. Det första året består av kurser om 7,5 studiepoäng där studenterna läser tre kurser i matematik, en i generell kemi, en i informationsteknologi inklusive programmering, en generell kurs i filosofi och vetenskapsteori, samt Mekanisk fysik och Elektromagnetism. Studenterna läser fyra kurser per termin, med en fysikkurs per termin, Mekanisk fysik på hösten och Elektromagnetism på våren. Undervisningen i fysikkurserna är uppbyggda på lite olika sätt, båda genomförs med föreläsningar (2 x 2 timmar per vecka, tavelundervisning, vanligen utan Powerpoint-presentationer) och räkneövningar (2 timmar per vecka) varje vecka. När det gäller räkneövningarna sker de under hösten i stor sal med alla i studieprogrammet, medan studenterna under våren är indelade i mindre grupper och salar. I tillägg kommer obligatoriska laborationer och i fallet med elektromagnetism obligatoriska inlämningsuppgifter. För att få gå upp på examen måste alla laborationer och för elektromagnetism typiskt minst 8 av 13 inlämningsuppgifts-upp-

sättningar vara godkända. Detta är en förändring som skett under 2014 och 2015, varför gruppen med studenter 2013 och tidigare hade samma upplägg i Mekanisk fysik som de nu har i Elektromagnetism. Examen består sedan 2015 helt och hållet av beräkningsbaserade flervalfrågor i Mekanisk fysik, medan examen i Elektromagnetism består av några flervalfrågor (typiskt 8–10 st.) och utredande räkneoppgifter, där huvuddelen av poängen bestäms av de utredande frågorna. Undervisningen i matematik följer samma upplägg som i Mekanisk fysik. Detta kan medföra att undervisningen och studierna får olika inriktningar mot problemlösning och examen. Bruken av flervalfrågor sätter ganska stora krav på konstruktion av dessa och att studenterna lär sig att lösa problem på ett ordentligt sätt.

Målet med undervisningen är att ge både konceptuell förståelse och förmåga att lösa problem, vilket gör att fokus i undervisningen ligger på dessa. Studenternas egen studieteknik och inriktning kommer dessutom att spela in och kan flytta fokus från dessa. Vilket som är viktigast, konceptuell förståelse eller problemlösningsförmåga är svårt att säga, då en hög grad av konceptuell förståelse ofta ger en hög grad av problemlösningsförmåga. Detta innebär dock inte att problemlösningsförmåga (av examensuppgifter) automatiskt ger en konceptuell förståelse. Målet är att skapa en grundläggande konceptuell förståelse, men frågan om undervisningen och undervisningsupplägget främjar detta för alla studenter, är inte möjlig att besvara.

Utbildningen är allmänt ansedd att tillhöra de mest krävande och statusfyllda i Norge och bör som en konsekvens attrahera speciellt intresserade och välmotiverade studenter.

Utbildningen har en årlig upptagskvot på 95 platser, men plats erbjuds oftast till fler (119 st. 2015) då det finns ett relativt stort frånfall under det första året; upptagsgränsen var 2015 58,3 poäng i primärkvoten<sup>1</sup> och 57,6 poäng i ordinär kvot. Antalet sökande till utbildningen var totalt 12,6 sökande per plats (2,7 förstahandssökande per plats) 2015. Av de antagna var ca 35 % kvinnor.

### NTNU – Bachelor i Fysik

Bachelor-studiet i fysik (BFY) vid NTNU (NTNUb, 2016) omfattar 3 års studier, där de första två åren består av åtta obligatoriska ämnen, efter dessa kan studenterna välja mellan olika kurser för att specialisera sig inom ett visst område för framtida mastersutbildning. Kurserna som läses är alla på 7,5 studiepoäng. Den första terminen består av två kurser i matematik, en i informationsteknologi inklusive programmering och Mekanisk fysik. Vårterminen består av tre matematikkurser och Elektromagnetism. Undervisningen i fysik följer samma upplägg som civilingenjörstudenternas. Det bör noteras att upplägget i matematikkurserna för BFy skiljer sig från matematikkurserna i civilingenjörstudiet genom att detta motsvarar det i Elektromagnetism, med obligatoriska inlämningsuppgifter och övningar i mindre grupper. Matematikkurserna under höstterminen innehåller i tillägg en mitterminsexamen som räknas till 20 % av slutresultatet på kursen. Med andra ord förefaller problemlösning vara bättre representerad i Bfy-programmet.

Utbildningen har en årlig upptagskvot på 40 platser, men plats erbjuds oftast till fler (48 st. 2015) då det finns ett frånfall under det första året; upptagsgränsen var 2015 53,9 poäng

1. Maximalt 64 poäng är möjligt med tilläggs-poäng i realfag och språk. I tillägg finns ytterligare 2 tilläggs-poäng för underrepresenterat kön.

i primärkvoten och 53,5 poäng i ordinär kvot. Antalet sökande till utbildningen var totalt 18,6 sökande per plats (3,0 förstahandssökande per plats) 2015. Av de antagna var ca 23 % kvinnor. I gruppen av studenter som besvarade undersökningen hade en överväldigande majoritet Fysikk 2 från vidaregående skole, något som ytterligare stärker hypotesen att studenterna är väl motiverade och förberedda för högre studier och är intresserade av fysik och matematik.

### Chalmers Tekniska Högskola

Civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik vid CTH (CTH, 2016) omfattar 5 års studier där de första två åren består av obligatoriska kurser (med ett val mellan två kurser i slutet på andra året). Det tredje året består av ett flertal valfria kurser som tjänar som ingång till någon av mastersinriktningarna inom programmet. Studierna är organiserade i fyra läsperioder (läsperiod 1 och 2 på hösten och läsperiod 3 och 4 på våren) under året, där man har examen i anslutning till varje läsperiod. Detta gör att några kurser har undervisning över flera läsperioder och det kan då innebära flera examinationstillfällen. Det första året skall studenterna genomgå fem matematikkurser om totalt 30 studiepoäng (på respektive 6, 4,5, 6, 6 och 7,5 studiepoäng), tre under hösten och två under våren. En kurs i programmering ges under läsperioderna 2 och 3. Mekaniken ges i tre block under läsperioderna 2–4, med tre examina. Parallellt med dessa kurser löper kursen ”Fysikingenjörens verktyg” (10,5 sp) som omfattar introduktion till datorer och MATLAB, samt introduktion till experimentell metodik, vetenskaplig kommunikation i tal och skrift samt produktutvecklingsprocesser. Kursen är tänkt att ge grundläggande färdigheter i att hantera ingenjörens verktyg. Detta för att tidigt skola studenterna i dessa. Kurserna är organiserade på samma sätt som på NTNU med föreläsningar och övningar. En del av examinationen sker medelst projekt. Samtidigt som undervisningen följer samma principer som vid NTNU är den mer styrd genom kortare kurser.

Antagning till studiet sker dels via gymnasiebetyg eller högskoleprovet, men en del (upptill 1/3) av platserna besätts via ett antagningsprov (Matematik- och Fysikprov) (Chalmers, 2016). Antagningsgränsen för studiet var 21,02 (av max 22,5) för gymnasiebetyg, högskoleprovet 1,70 (av max 2,00) och 30 (av 75) på Matematik- och Fysikprov. Totalt antogs 139 st., varav ca 26 % kvinnor. Det är en av de högre antagningsgränserna för civilingenjörsutbildningarna i Sverige.

### CLASS-undersökningen

CLASS-undersökningen är består av 42 frågor, där svar på olika påståenden, som exempelvis, «Et stort problem med å lære fysikk er å kunne huske all den informasjonen jeg må kunne.», «Når jeg løser en fysikkoppgave, leter jeg etter en formel som bruker de variablene som fins i oppgaven og setter inn verdiene.» og «Jeg bruker ikke mer enn fem minutter på en fysikkoppgave, har jeg ikke funnet løsningen før det gir jeg opp eller ber noen andre om å hjelpe meg.», ger en bild av de attityder og foreställningar som studenterna har rörande fysik og lærande i fysik. Alla påståenden markeras på en 5-gradig Likert-skala från helt oenig till helt enig med det aktuella påståendet. Undersökningen har genomgått ett statistiskt test og validerats av skaparna (Adams et al., 2006, Gray et al., 2008). Proceduren og analysen av studenternas svar sker efter samma procedurer som i Adams, Perkins og

Podolefsky (2006) för att möjliggöra jämförelser med andra undersökningar som följer dessa. I behandlingen av studenternas svar reduceras dessa till en tregradig skala: oenig, neutral och enig för varje påstående. För att få fram andelen expertliknande svar jämförs studenternas svar med ”expert”-svar. I detta fall anses en expert betyda en fysiker verksam vid en akademisk institution, såsom universitet eller forskningscentra.

Frågorna i undersökningen är baserade på bland annat arbetssätt och förhållningssätt och inte på rena ämneskunskaper. Detta medför att undersökningen kan användas under hela utbildningen. Dock måste man vara medveten om att ämnet man studerar för tillfället kan påverka svaren, om man för exempelvis läser ett ämne där problemställningarna är abstrakta och till synes utan koppling till verkligheten, eller där man av andra orsaker inte kan se en koppling till en framtida yrkesverksamhet, kan svaren påverkas. Detta har dock inte adresserats i tidigare publicerade artiklar.

Från svaren är det då möjligt att se hur stor andel av studenterna som har ett expertliknande förhållningssätt, och hur stor andel som har ett novisliknande förhållningssätt. I tillägg finns möjligheten till neutrala svar, varför andelen expert- och novisliknande svar inte summeras upp till 100%. Saltzman et al. (2016) har adresserat frågan rörande neutrala svar i CLASS och MPEX, som till synes ser ut att hålla sig inom ett intervall på 15–25 % för dessa undersökningar.

Utifrån de olika påståendena bildas olika tematiska kategorier, där några påståenden passar in i flera kategorier. Kategorierna som skapats är; Personligt intresse (‘Personal Interest’, PI), Koppling till vardagen (‘Real World Connection’, RWC), Problemlösning (‘Problem Solving’, PS), Förståelse och ansträngning att förstå (‘Sense Making and Effort’, SM/E), Konceptuell förståelse (‘Conceptual Understanding’, CU) och Tillämpad konceptuell förståelse (‘Applied Conceptual Understanding’, ACU). Problemlösning har i tillägg delats upp i tre underkategorier: Generell (‘General’, PSG), Självförtroende (‘Confidence’, PSC) och Förfining (‘Sophistication’, PSS), vilket ger totalt åtta olika kategorier.

För att i så stor omfattning som möjligt utesluta oseriösa svar, är ett av påståendena en sorteringsfråga, ”Vi bruker denne påstanden for å skille ut personer som ikke Leser spørsmålene. Vennligst velg alternativ 4 (enig) for at dine svar ikke skal forkastes.». I de aktuella undersökningarna är antalet felaktiga svar på frågan mycket låg (under 1%), vilket då gör att den aktuella undersökningen sorteras bort. Dessa tal är mycket lägre än i tidigare publicerade studier (Adams et al., 2006, Slaughter et al., 2011). Det finns dock inga indikationer på oseriösa eller slumpvis markerade svar.

CLASS-undersökningarna gavs till studenterna, i pappersform, i början (september) och slutet (april/maj) av det första studieåret både vid NTNU och CTH i samband med föreläsningar. Undersökningen var helt frivillig och lämnades in anonymt. Pretesten besvarades av 241 studenter (115 (av 167 antagna, 119 Civ.Ing och 48 BFy) vid NTNU och 126 (av 139 antagna) vid CTH), medan posttesten besvarades av 115 studenter (73 (av 167 antagna) vid NTNU och 38 (av 139 antagna) vid CTH). Antalet svar vid posttesten är betydligt lägre och kan förklaras av olika faktorer. Bland annat minskar antalet som möter till föreläsning under terminen och det finns även en andel som avslutar studierna. Detta medför en osäkerhet i resultaten, beroende på att antalet minskar och därigenom ökar den statistiska osäkerheten, vilket gör det svårare att hitta signifikanta skillnader. Man bör även adressera problematiken med vilka det är som avslutar studierna. Man kan dock anta att de

studenter som avslutat studierna under hösten inte haft en högre andel expertliknande svar. Detta gör att resultaten i post-studien troligen ger en underskattning av skiften snarare än en överskattning. Dock bör man upprepa studien över flera år för att få en högre statistisk signifikans och kontrollera att det inte rör sig om ett slumpmässigt resultat. Detta kräver dock att inga större förändringar i studiet eller ingående kurser sker under denna tidsperiod. I vårt fall är detta inte fallet, varför tidigare undersökningar inte kan summeras. Alla skillnader som detekteras har genomgått ett oavhängigt student t-test för att testa deras signifikans.

## RESULTAT

Undersökningen genomfördes för tre olika grupper; civilingenjörstudenter vid NTNU och CTH i tillägg till bachelor-studenter i fysik vid NTNU (BFy). Resultaten presenteras för grupperna som helhet, samt för män och kvinnor separat (antalet kvinnor i BFy gruppen var för lågt för att möjliggöra en jämförelse och har därför uteslutits i analysen), med andelen positiva svar för alla frågor, samt inom de olika kategorierna. Motsvarande resultat från undersökningen vid NTNU 2013 (Persson, 2016) presenteras samman med resultaten i den aktuella studien.

Tabell 1. Totala andelen expertliknande svar i CLASS. Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan NTNU (2015) och de övriga grupperna: \*=  $p < 0,1$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \*\*\* =  $p < 0,01$ . För kvinnor BFy är antalet för lågt för en meningsfull analys.

	Alla				Män				Kvinnor			
	N	Pretest	N	Posttest	N	Pretest	N	Posttest	N	Pretest	N	Posttest
NTNU (2015)	89	71 (2) %	52	59 (3) %	59	71 (2) %	33	64 (2) %	30	70 (2) %	19	51 (3) %
CTH	126	73 (2) %	38	73 (2) %***	93	73 (2) %	27	75 (3) %***	33	74 (3) %	10	68 (5) %***
NTNU Bfy	26	74 (4) %	21	73 (4) %***	21	75 (3) %	18	76 (3) %***	5	–	3	–
NTNU (2013)	84	74 (2) %	43	67 (2) %**	53	76 (2) %	23	72 (3) %**	31	71 (2) %	20	61 (2) %**

I Tabell 1 visas den totala andelen expertliknande svar i pre- och posttesterna för de olika grupperna. Det finns ingen statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna i pretesten. Vi ser dock statistiskt signifikanta skillnader mellan NTNU (Civ. Ing, 2015) och de övriga grupperna i posttesten. Skillnaden mellan NTNU 2015 och CTH och BFy visar en hög grad av signifikans ( $p < 0,01$ ), medan jämförelsen med undersökningen vid NTNU 2013 är signifikant i något mindre grad ( $p < 0,05$ ). Det generella skiftet från expertliknande svar vid NTNU 2013 och i högre grad 2015 är notabel och har observerats vid andra undersökningar, men då för studenter som inte har fysik som huvudämne (Madsen et al. 2014).

Tittar vi på resultaten för män och kvinnor vid NTNU (2015) ser vi ingen statistisk skillnad i pretesten ( $p=0,66$ ) men en stor statistisk skillnad i posttesten ( $p=0,004$ ), samtidigt

som andelen expertliknande svar faller kraftigare för kvinnor. Detta är en klar indikation att det första årets studier vid NTNU är mer kritiska för kvinnor än för män och något som observerats av Persson (2016). En kontrast till det vi ser vid CTH, där ingen signifikant skillnad mellan könen kan observeras, detta kan dock bero på ett mindre antal svar i posttesten.

### Kategorier

Av större intresse än den totala andelen expertliknande svar är andelen i de olika kategorierna, då man kan identifiera olika problemområden på detta sätt. Då vi har fyra olika grupper som både kan studeras internt samt i jämförelse med andra grupper väljer vi först att göra en intern jämförelse baserad på könen i de grupper där det är möjligt. Som nämnts tidigare var antalet kvinnor i BFy gruppen för lågt för att möjliggöra detta.

### Könsskillnader vid NTNU

I tabell 2 och 3 presenteras resultaten för civilingenjörstudenterna vid NTNU 2015 respektive 2013. För gruppen 2015 (tabell 2) ser vi i pretesten två kategorier där det är en signifikant skillnad mellan könen rörande problemlösning, detta skiljer sig från gruppen 2013 (tabell 3), där det fanns statistiskt signifikanta skillnader i flera av kategorierna. Detta kan vara en naturlig statistisk fluktuation eller att grupperna är mer lika när det gäller attityder 2015. Det finns ingen indikation på att grupperna skiljer sig åt statistiskt.

När det gäller posttesten 2015, ser vi att kvinnorna har stora statistiskt signifikanta skift mot novisliknande svar, skiften är i tillägg till storleken dubbelt så stora som 2013 och med en högre grad av statistisk signifikans. Vi ser inte motsvarande stora skift hos männen även om ”personligt intresse”(PI), ”koppling till verkligheten”(RWC) och problemlösning, generell och självförtroende (PSG och PSC) uppvisar större skift 2015. Vi har dock signifikanta skift för samtliga kategorier för problemlösning 2015.

Det är notabelt att i kategorin ”personligt intresse” (PI) finns det ingen skillnad i pretesterna, medan det finns en skillnad i posttesterna som kan bero på att utbildningen inte var som man trodde, detta är signifikant hos kvinnorna. Detta kan förklaras med att kvinnor har en mer idealiserad bild av ämnet än män, men kan även förklaras av könsbundna strukturer i utbildningen. Där det inte fanns en statistiskt signifikant skillnad 2013, hittades 2015 en signifikant skillnad i kategorien ”koppling till verkligheten” (RWC).

Problemlösningskategorierna visar en genomgående signifikant skillnad mellan könen, i tillägg ser det ut som skillnaden ökar. Även kategorierna om förståelse och konceptuell förståelse (SM/E, AU och ACU) uppvisar en ökande skillnad mellan könen.

Ser vi i tillägg på förändringarna mellan pre- och posttesten 2015 så har vi en signifikant skillnad för alla kategorier hos kvinnorna. För männen ser vi signifikanta skift i kategorierna som omfattar problemlösning och konceptuell förståelse. (PSG, PSC, PSS, AU och ACU) Något som inte var så tydligt i fallet med problemlösning (PSG, PSC, PSS) 2013. Det är tydligt att studierna påverkar kvinnornas attityder mer än männens. Det är tydligt att kvinnorna har ett större problem med problemlösningen under det första året. Vi ser även att detta även gäller i kategorien ”förståelse och ansträngning” (SM/E). Då det finns problem med problemlösning i studiet är detta något som vi kommer tillbaka till i jämförelser med de andra grupperna.



Tabell 2. Andelen expertliknande svar i CLASS för män och kvinnor i olika kategorier. (NTNU 2015) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan könen visas i kolumnerna för kvinnor och skillnader mellan pre och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \*=  $p < 0,1$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \*\*\* =  $p < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	Kvinnor Pretest	Posttest	Posttest- Pretest	Män Pretest	Posttest	Posttest- Pretest
PI	79 (4) %	59 (6) %**	-20 %***	79 (3) %	73 (4) %	-6 %
RWC	78 (4) %	59 (6) %**	-19 %***	78 (4) %	74 (5) %	-4 %
PSG	72 (3) %*	49 (6) %***	-23 %***	79 (2) %	70 (4) %	-9 %**
PSC	68 (4) %**	43 (7) %**	-25 %**	78 (2) %	67 (5) %	-11 %**
PSS	68 (5) %	38 (7) %***	-30 %***	77 (3) %	62 (5) %	-15 %***
SM/E	77 (4) %	50 (4) %**	-27 %***	72 (3) %	63 (5) %	-9 %*
CU	76 (4) %	49 (5) %***	-27 %***	78 (3) %	67 (4) %	-11 %**
ACU	59 (4) %	37 (5) %**	-22 %***	64 (3) %	54 (4) %	-10 %**

Tabell 3. Andelen expertliknande svar i CLASS för män och kvinnor i olika kategorier. (NTNU 2013) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan könen visas i kolumnerna för kvinnor och skillnader mellan pre och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \*=  $p < 0,1$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \*\*\* =  $p < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	Kvinnor Pretest	Posttest	Posttest- Pretest	Män Pretest	Posttest	Posttest- Pretest
PI	84 (3) %	66 (4) %*	-18%**	81 (4) %	79 (4) %	-3 %
RWC	85 (3) %	73 (4) %	-12%	79 (4) %	78 (5) %	-1 %
PSG	75 (2) %*	63 (3) %***	-12%**	81 (2) %	82 (4) %	+1 %
PSC	70 (3) %*	53 (5) %***	-17%**	81 (3) %	78 (6) %	-3 %
PSS	69 (3) %***	51 (4) %**	-18%**	82 (3) %	68 (5) %	-14 %**
SM/E	72 (2) %***	59 (4) %**	-13%**	82 (3) %	73 (5) %	-9 %
CU	70 (3) %**	63 (3) %	-7%	80 (3) %	67 (4) %	-13 %**
ACU	55 (3) %***	46 (4) %*	-9%	72 (3) %	59 (6) %	-13 %**

### Könsskillnader vid CTH

I tabell 4 presenteras resultaten för civilingenjörstudenterna vid CTH. Här ser vi inte några statistiskt signifikanta skillnader mellan könen utom i fallet med ”personligt intresse” (PI) i posttesten. Vi har ett mindre statistiskt urval (speciellt för kvinnorna), vilket påverkar signifikansgraden och möjligheten att se statistiska skillnader. Skillnaderna mellan pre- och posttesterna är i stort inte signifikanta. Vi kan se en svag signifikans för ”personligt intresse” och ”förfinad problemlösning” (PI, PSS) för kvinnor samt en skillnad i ”förfinad problemlösning”(PSS) för män. Storleken för skiften är också mindre än motsvarande skift vid NTNU och i paritet med motsvarande skift i Edinburgh (Slaughter et al., 2011, Persson, 2016).

Tabell 4. Andelen expertliknande svar i CLASS för män och kvinnor i olika kategorier. (CTH 2015) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan könen visas i kolumnen för kvinnor och skillnader mellan pre- och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \*=  $p < 0,1$ , \*\*=  $p < 0,05$ , \*\*\*=  $P < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	Kvinnor Pretest	Posttest	Posttest- Pretest	Män Pretest	Posttest	Posttest- Pretest
PI	79 (4) %	63 (8) %*	-16 %*	80 (2) %	80 (4) %	0 %
RWC	76 (4) %	65 (9) %	-11 %	71 (3) %	76 (6) %	+5 %
PSG	82 (3) %	68 (9) %	-14 %	81 (2) %	78 (4) %	-3 %
PSC	78 (4) %	58 (12) %	-21 %	78 (3) %	71 (6) %	-7 %
PSS	78 (4) %	60 (9) %	-17 %*	79 (3) %	69 (5) %	-10 %**
SM/E	79 (4) %	75 (6) %	-4 %	74 (2) %	73 (4) %	-1 %
CU	80 (3) %	77 (6) %	-4 %	78 (2) %	78 (4) %	0 %
ACU	69 (4) %	59 (8) %	-10 %	66 (3) %	71 (4) %	+5 %

### Skillnader mellan NTNU och CTH

I tabell 5 presenteras resultaten för en jämförelse mellan kvinnliga civilingenjörstudenter vid NTNU och CTH. Det är notabelt att det finns skillnader i pretesten för ”generell problemlösning” (PSG) och ”självförtroende, problemlösning” (PSC) samt ”tillämpad konceptuell förståelse” (ACU). På grund av det låga antalet svar i posttesten ser vi inte någon signifikant skillnad utom för ”förståelse” (SM/E) och ”konceptuell förståelse” (CU och ACU). Vi kan dock konstatera att skiften mellan pre- och posttest är dubbelt så stora vid NTNU för majoriteten av kategorierna, vilket indikerar en underliggande problematik. Dock behövs mer data för att få fram en statistisk signifikans.

Tabell 5. Andelen expertliknande svar i CLASS för kvinnor i olika kategorier. (NTNU och CTH) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan universiteten visas i NTNU-kolumnerna och skillnader mellan pre- och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \*=  $p < 0,1$ , \*\*=  $p < 0,05$ , \*\*\*=  $p < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	NTNU Pretest	Posttest	Posttest-Pretest	CTH Pretest	Posttest	Posttest-Pretest
PI	79 (4) %	59 (6) %	-20 %***	79 (4) %	63 (8) %	-16 %*
RWC	78 (4) %	59 (6) %	-19 %***	76 (4) %	65 (9) %	-11 %
PSG	72 (3) %**	49 (6) %	-23 %***	82 (3) %	68 (9) %	-14 %
PSC	68 (4) %*	43 (7) %	-25 %**	78 (4) %	58 (12) %	-21 %
PSS	68 (5) %	38 (7) %	-30 %***	78 (4) %	60 (9) %	-17 %*
SM/E	77 (4) %	50 (4) %*	-27 %***	79 (4) %	75 (6) %	-4 %
CU	76 (4) %	49 (5) %**	-27 %***	80 (3) %	77 (6) %	-4 %
ACU	59 (4) %*	37 (5) %***	-22 %***	69 (4) %	59 (8) %	-10 %

I tabell 6 presenteras resultaten för en jämförelse mellan manliga civilingenjörstudenter vid NTNU och CTH. Det finns ingen skillnad mellan grupperna i pretesten. I posttesten har vi en statistiskt signifikant skillnad, om än moderat, i kategorierna ”generell problemlösning” (PSG) och ”självförtroende, problemlösning” (PSC) samt ”tillämpad konceptuell förståelse” (ACU). Skiftet mellan pre- och posttesterna är också större för NTNU-gruppen, något som är speciellt tydligt i kategorierna för förståelse och konceptuell förståelse. Vilket återigen indikerar en underliggande problematik vid NTNU.

Tabell 6. Andelen expertliknande svar i CLASS för män i olika kategorier. (NTNU och CTH) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan universitetet visas i NTNU-kolumnerna och skillnader mellan pre- och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \*=  $p < 0,1$ , \*\*=  $p < 0,05$ , \*\*\*=  $p < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	NTNU Pretest	Posttest	Posttest-Pretest	CTH Pretest	Posttest	Posttest-Pretest
PI	79 (3) %	73 (4) %	-6 %	80 (2) %	80 (4) %	0 %
RWC	78 (4) %	74 (5) %	-4 %	71 (3) %	76 (6) %	+5 %
PSG	79 (2) %	70 (4) %**	-9 %**	81 (2) %	78 (4) %	-3 %
PSC	78 (2) %	67 (5) %*	-11 %**	78 (3) %	71 (6) %	-7 %
PSS	77 (3) %	62 (5) %	-15 %***	79 (3) %	69 (5) %	-10 %**
SM/E	72 (3) %	63 (5) %	-9 %*	74 (2) %	73 (4) %	-1 %
CU	78 (3) %	67 (4) %	-11 %**	78 (2) %	78 (4) %	0 %
ACU	64 (3) %	54 (4) %*	-10 %**	66 (3) %	71 (4) %	+5 %

### Skillnader mellan Civilingenjörstudenter och BFy-studenter vid NTNU

Skillnaderna mellan NTNU och CTH indikerar att det kan finnas en underliggande problematik vid NTNU; för att undersöka detta ytterligare jämför vi svaren från Civilingenjörstudenter (MTFYMA) och bachelor-studenter (BFy) vid NTNU 2015. I tabell 7 presenteras resultaten för jämförelsen mellan männen i dessa grupper, då antalet svar från kvinnliga BFy-studenter var för lågt. Här observeras en signifikant skillnad i pretesten, där BFy studenterna uppvisar ett större personligt intresse. Detta kan till en del förklaras av att dessa väljer fysikstudier i första hand på grund av ett genuint intresse för fysik. Skiften i BFy-gruppen är dessutom förhållandevis små, undantaget problemlösningsskategorier när det gäller självförtroende och förfining, skiften är dock bara svagt eller inte alls signifikanta. Det är notabelt att två av skiften är positiva.

Jämför man med civilingenjörstudenterna, där skiften är större indikerar detta en grundläggande skillnad mellan studierna. Med signifikanta skillnader när det gäller främst problemlösning ser vi att detta inte bara är ett könsrelaterat problem utan verkar ha sin grund i själva studiets uppbyggnad.

Tabell 7. Andelen expertliknande svar i CLASS för män i olika kategorier mellan civilingenjör (MTFYMA) och bachelor (BFy) Talet i parentes är standardfelet. Signifikansnivå för skillnader mellan studieprogrammen visas i MTFYMA-kolumnerna och skillnader mellan pre- och posttest visas i Posttest-Pretest-kolumnen: \* =  $p < 0,1$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \*\*\* =  $p < 0,01$ . PI, Personligt intresse, RWC, Koppling till vardagen, RWC, Problemlösning; PSG, generell, PSC, Självförtroende, PSS, Förfining, SM/E, Förståelse och ansträngning att förstå, CU, Konceptuell förståelse och ACU, tillämpad konceptuell förståelse.

Kategori	MTFYMA Pretest	Posttest	Posttest-Pre- test	BFy Pretest	Posttest	Posttest- Pretest
PI	79 (3) %**	73 (4) %**	-6 %	90 (4) %	83 (4) %	-7 %*
RWC	78 (4) %	74 (5) %*	-4 %	85 (4) %	86 (6) %	+1 %
PSG	79 (2) %	70 (4) %***	-9 %**	82 (3) %	87 (3) %	+5 %
PSC	78 (2) %	67 (5) %**	-11 %**	81 (5) %	88 (4) %	+7 %*
PSS	77 (3) %	62 (5) %	-15 %***	76 (4) %	70 (5) %	-6 %
SM/E	72 (3) %	63 (5) %**	-9 %*	77 (4) %	78 (5) %	+1 %
CU	78 (3) %	67 (4) %	-11 %**	74 (4) %	71 (5) %	-3 %
ACU	64 (3) %	54 (4) %	-10 %**	64 (4) %	60 (5) %	-4 %

## SLUTSATSER

Förändringar i studenters expertliknade svar under det första årets studier har dokumenterats i ett antal olika studier (Adams et al., 2006, Madsen et al., 2014, Slaughter et al., 2011, Persson, 2016). Resultatet av undersökningarna i denna studie visar på likartade resultat. Dock ser vi en skillnad mellan olika studier och mellan könen, som inte observerats i motsvarande studier förutom den tidigare studien av Persson (Persson, 2016). Den allmänna trenden med höga expertliknade svar i pretesten kvarstår och framstår som liggande på en hög nivå internationellt sett. Skiften vi ser hos civilingenjörstudenterna vid NTNU motsvarar dock inte motsvarande skift på jämförbara utbildningar, utan är mer lika skiftet hos studenter som inte har fysik som huvudämne (non-majors i fysik).

Skiften som observerats är störst hos kvinnliga civilingenjörstudenterna och större än något som observerats i andra studier, även inkluderat non-majors (Adams et al., 2006, Kost, Pollock & Finkelstein, 2009). De manliga studenterna uppvisar genomgående ett mindre skift, men även här är skiftet oroväckande stort i fallet med problemlösningskategorierna. Då motsvarande skift inte kan ses vid CTH eller hos BFy-studenterna, indikerar detta att det i tillägg till könsrelaterade problem även finns ett underliggande problem i studiet, något som ser ut att drabba kvinnor i högre utsträckning.

Persson (2016) föreslog att skillnaderna mellan män och kvinnor till delar kan förklaras genom hur undervisningen är organiserad, att det finns en bias som gynnar män. Resultaten indikerar att förändringar i hur exempelvis problemlösning behandlas har denna bias, då det har skett förändringar i hur räkneövningarna i höstterminens fysikkurs organiseras sedan Perssons studie (Persson, 2016). I tillägg har de tidigare obligatoriska inlämnings-

uppgifterna tagits bort och examination sker nu helt med beräkningsbaserade flervalfrågor i höstterminens fysikkurs. Den andra fysikkursen som ges under vårterminen är oförändrad. Det som talar mot detta är att BFy-gruppen har haft samma upplägg. Det finns dessutom en skillnad i vilka matematikkurser som de olika studieprogrammen går, där matematikundervisningen för civilingenjörsstudenterna har reformerats. Frågan är hur mycket det har påverkat studenternas attityder i fysik. Ytterligare en förändring som skett är att BFy studenterna har fått tillgång till en egen studiesal där de har möjlighet till att samarbeta; någon motsvarighet för civilingenjörsstudenterna fanns inte. Enligt uppgift utnyttjas detta rummet flitigt av studenterna, där man kan anta de arbetar i grupp med att lösa och diskutera problem.

Den aktuella undersökningen visar att det fortfarande finns problem när det gäller utvecklingen av attityder och föreställningar hos kvinnliga, och till viss del även manliga, civilingenjörsstudenter i Matematik och Fysik vid NTNU. Påverkan är speciellt tydlig i utvecklingen av attityder gentemot problemlösning och då på ett negativt sätt och kan vara en bidragande orsak till avbrutna studier samt kan i tillägg leda till en suboptimering av lärandet hos de som fullföljer utbildningen. Med de flerdimensionella förändringar som skett går det inte utifrån denna undersökning att säga vad de grundläggande orsakerna är och hur allvarliga de är och hur de skall kunna åtgärdas. För att möjliggöra detta måste fördjupade och återkommande studier genomföras med möjligheter att genomföra djupgående intervjuer. Framför allt är det viktigt att upprepa studien för att få mer material för att förbättra det statistiska underlaget och få ökad statistik signifikans. Detta då den största svagheten i undersökningen ligger i att antalet i posttesten var relativt lågt. Detta gäller speciellt för den mindre gruppen av kvinnliga studenter.

### Acknowledgements

Tack till Jonathan Weidow, Andreas Isacson och Martin Cederwall för hjälp med datainsamling vid CTH.

### REFERENSER

- Adams, W. K., Perkins, K. K., & Podolefsky, N. S. (2006). A new instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2, 010101.
- Bodin, M., & Winberg, M. (2012). Role of beliefs and emotions in numerical problem solving in university physics education. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 010108.
- Brewe, E., Kramer, L., & O'Brien, G. (2009). Modeling instruction: Positive attitudinal shifts in introductory physics measured with CLASS. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5, 013102.
- Chalmers (2016). <http://www.matematik-och-fysikprovet.se/ma-fyprovet-sv/> 2016-06-27.
- CTH (2016). <https://www.chalmers.se/sv/utbildning/program-pa-grundniva/Sidor/Teknisk-fysik.aspx#first-page> 2016-05-24.
- Gray, K. E., Adams, W. K., Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2008). Students know what physicists believe, but they don't agree: A study using the CLASS survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4, 020106.
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1998). Interpreting VASS dimensions and profiles for physics students. *Science Education*, 7, 553–577.

- Hestenes D., Wells M., & Swackhamer G. (1992). Force concept inventory. *Phys. Teach*, 30, 141.
- Kost L. E., Pollock S. J. & Finkelstein N. D. (2009). Characterizing the gender gap in introductory physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5, 010101.
- Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121–1134. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>.
- Madsen A., McKegan, S.B., & Sayre, E.C. (2014). How Physics instruction impacts students' beliefs about learning physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 11, 010115.
- NTNUa (2016). <http://www.ntnu.no/studier/mtfyma> 2016-05-24.
- NTNUb (2016). <http://www.ntnu.no/studier/bfy> 2016-05-24.
- Ogilvie, C. A. (2009). Changes in students problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5, 020102.
- Paulsen, M. B., & Feldman, K. A. (2005). The conditional and interactional effects of epistemological beliefs on the self-regulated learning of college students: Motivational strategies. *Research in Higher Education*, 46, 731–768.
- Persson, J. R. (2016). Ändringar i attityder och föreställningar hos första års-studenter i civilingenjörsutbildningen i fysik och matematik vid NTNU. *UNIPED*, 39(1), 37–46.
- Redish, E. F., Steinberg, R. N., & Saul, J. M. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66, 212–224.
- Redish, E. F., & Hammer, D. (2009). Reinventing college physics for biologists: Explicating an epistemological curriculum. *American Journal of Physics*, 77, 629–642.
- Saltzman, J., Price, M.F., & Rogers, M.B. (2016). Initial study of neutral post-instruction responses on the Maryland Physics Expectation Survey. *Physical Review Physics Education Research*, 12, 013101.
- Slaughter, K. A., Bates, S. P., & Galloway, R. K (2011). The changes in attitudes and beliefs of first year physics undergraduates: A study using the CLASS survey. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 19, 29–42.