

RAPPORT 2017:3

Generiska kompetenser i fysikutbildningen

Emma Wikberg
Pedagogisk ambassadör
Fysikum

Centrum för universitetslärarutbildning



Stockholms
universitet

Innehållsförteckning

	ABSTRACT... sid. 3
1.	INTRODUKTION... sid. 3
2.	VAD ÄR EN GENERISK KOMPETENS/FÄRDIGHET?... sid. 4
3.	GENERISKA KOMPETENSER I FORMELLA DOKUMENT... sid. 5
4.	GENERISKA KOMPETENSER I PEDAGOGISK FORSKNING... sid. 6
5.	EN BILD AV GENERISKA KOMPETENSER INOM KANDIDATPROGRAMMET I FYSIK... sid. 8
6.	FÖRBÄTTRINGSÅTGÄRDER: ÖVERFLÖDIGA, ÖNSKVÄRDA ELLER NÖDVÄNDIGA?... sid. 13
7.	SAMMANFATTNING... sid. 15
	FINANSIERING... sid. 16
	REFERENSER... sid. 16
	BILAGA 1: Målmatris, Kandidatprogrammet i fysik... sid. 17

Abstract

2017 års ambassadörsprojekt på Fysikum har bestått av en genomlysning av hur generiska färdigheter (generiska kompetenser) lärs ut till studenterna på Kandidatprogrammet i fysik. Inom ramen för projektet har en enkätundersökning och intervjuer genomförts bland lärare

och studenter på institutionen, och resultaten från dessa har kompletterats av en genomgång av formella dokument och pedagogisk forskning relaterade till generiska kompetenser. Den bild som framträder antyder att det finns möjlighet till förbättringar när det kommer till att integrera, och framförallt examinera, generiska färdigheter på kursnivå. Samtidigt förefaller det inte finnas något omedelbart behov av genomgripande förändringsarbete, varför rekommendationen blir att i dagsläget snarare överväga mindre resurskrävande insatser avseende specifika färdigheter.

1. Introduktion

2017 års ambassadörsprojekt på Fysikum har bestått av en genomlysning av hur generiska färdigheter — eller generiska kompetenser — lärs ut till studenterna på Kandidatprogrammet i fysik. I projektansökan går att läsa följande.

Vi önskar göra en översyn över på vilka sätt och i vilken utsträckning generiska färdigheter lärs ut inom ramen för det nya kandidatprogrammet i fysik. Hur får studenterna träning i muntlig och skriftlig framställning, generella problemlösningstrategier och användning av matematik i de olika kurserna inom programmet? Hur examinerar vi och ger feedback kring dessa färdigheter? Finns det någon märkbar progression? Och hur väl relaterar inslagen till lärande- och examensmålen? Utöver en saklig sammanställning över det aktuella läget, är projektet tänkt att - i den mån vi upptäcker brister eller förbättringsutrymme - mynna ut i konkreta förslag på hur vi på institutionen kan arbeta för att stärka utbildningen med avseende på generiska färdigheter.

Idén till projektet uppstod ur intrycket att generiska färdigheter sällan får en central roll i utformningen av själva undervisningen på Fysikum, vilket i sin tur baseras dels på min egen undervisning och dels på otaliga samtal med kollegor; när lärare funderar över planering och genomförande av sina kurser, tycks ämnesinnehållet ha allt fokus. Generiska/professionella färdigheter verkar sällan läras ut eller examineras explicit; muntlig och skriftlig presentationsteknik, studieteknik, förmåga att samarbeta i grupp, projektplanering, informationssökning osv, förväntas snarare utvecklas som biprodukter under ämnesstudierna. Men fungerar det så? Och hur ser läget inom utbildningen egentligen ut? Dessa frågor var jag nyfiken på att undersöka närmare och generiska kompetenser blev därmed temat för ambassadörsprojektet 2017.

Denna rapport är indelad enligt följande. I avsnitt 2 ger jag en enkel, konkret beskrivning av vad som egentligen menas med generiska färdigheter/kompetenser (generic skills på engelska). Avsnitt 3 innehåller en översikt över generiska färdigheters roll i formella dokument, ex. nationella och lokala examensbeskrivningar, medan avsnitt 4 redogör för några vägledande principer från pedagogisk forskning. Avsnitt 5 innehåller en sammanställning av den undersökning jag genomfört inom Kandidatprogrammet i fysik, kretsande kring en enkätundersökning och efterföljande intervjuer med studenter och lärare på Fysikum. I avsnitt 6 diskuterar jag det eventuella behovet av konkreta insatser, och vi avslutar med en sammanfattning i avsnitt 7.

2. Vad är en generisk kompetens/färdighet?

En definition av generisk färdighet skulle kunna lyda ungefär *en förmåga som kan användas i många olika sammanhang, utöver det sammanhang där färdigheten först utvecklades, eller en kontextberoende färdighet*. Om vi betraktar högre utbildning förvärfvas generiska färdigheter typiskt inom ramen för en specifik kurs eller ett utbildningsprogram. Andra sammanhang där färdigheten sedan kan komma till användning kan vara på arbetsmarknaden, inom andra utbildningsprogram eller framtida kurser inom samma ämne. En lista över generiska kompetenser kan i princip göras hur lång som helst: språkkunskaper, förmåga att hålla sig inom givna tidsramar, studieteknik, problemlösningsförmåga, förmåga att samarbeta i grupp, kreativitet och initiativförmåga, förmåga att finna och utvärdera informationskällor, social kompetens, muntlig och skriftlig presentationsteknik, datorvana, etc.

I en given kontext kommer vissa färdigheter förstås vara viktigare än andra. Vissa färdigheter som skulle räknas som generiska i en kontext, skulle i en annan snarare klassas som integrerade delar av själva ämneskompetensen; muntlig presentationsteknik, t.ex., får ju anses vara en central aspekt av retorikämnet. Vidare kan somliga färdigheter identifieras som särskilt betydelsefulla inom specifika klasser av kontexter. Inom de naturvetenskapliga ämnena är problemlösningsteknik, programmering, matematik- och statistikanvändning samt förståelse av den vetenskapliga metoden [1] generellt överförbara, medan de fyller en mindre, om någon, funktion inom exempelvis språkstudier. I denna studie har jag valt att fokusera på kompetenser som kan anses vara relevanta för fysikstudenter — både ytterst allmänt tillämpbara och mer specifikt kopplade till ämnesområdet.

Formaterat: Svenska (Sverige)

3. Generiska kompetenser i formella dokument

Vissa generiska färdigheter förekommer i båda nationella och lokala examensbeskrivningar på högskolenivå. I Bilaga 2 till Högskoleförordningen [2] fastslås följande.

Kunskap och förståelse

För kandidatexamen skall studenten

- visa kunskap och förståelse inom huvudområdet för utbildningen, inbegripet kunskap om områdets vetenskapliga grund, kunskap om tillämpliga metoder inom området, fördjupning inom någon del av området samt orientering om aktuella forskningsfrågor.

Färdighet och förmåga

För kandidatexamen skall studenten

- visa förmåga att söka, samla, värdera och kritiskt tolka relevant information i en problemställning samt att kritiskt diskutera företeelser, frågeställningar och situationer,
- visa förmåga att självständigt identifiera, formulera och lösa problem samt att genomföra uppgifter inom givna tidsramar,
- visa förmåga att muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper, och
- visa sådan färdighet som fordras för att självständigt arbeta inom det område som utbildningen avser.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För kandidatexamen skall studenten

- visa förmåga att inom huvudområdet för utbildningen göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter,
- visa insikt om kunskapens roll i samhället och om människors ansvar för hur den används, och
- visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att utveckla sin kompetens

Medan det första stycket refererar till ämnesspecifika kunskaper, beskriver de två senare generiska färdigheter. Alla som tar ut kandidatexamen i Sverige ska i princip ha *uppvissat uppfyllelse* av samtliga dessa krav. (För masterexamen är kraven av samma karaktär, men på en högre nivå.)

Till den nationella examensbeskrivningen kommer lokala krav formulerade av Stockholms universitet. För kandidatexamen i fysik speglar de lokala kraven [3] de nationella, och dokumentet fastslår följande.

Utbildningen ska utveckla studenternas

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

Inom det område som utbildningen avser ska 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.

Det finns mer och mindre formaliserade sätt att systematisera och beskriva undervisning och inläring av generiska färdigheter på kurs- och programnivå. För ingenjörsutbildningar på grundnivå används ofta en så kallad *CDIO syllabus* [4-5, och inkluderade referenser] som ett ramverk för att formulera lärandemål för generiska kompetenser på programnivå (några exempel är muntlig och skriftlig kommunikation och samarbete i grupp). I Sverige har Chalmers tekniska högskola och Kungliga Tekniska högskolan utvecklat ett ramverk — Integrated Programme Descriptions — för programdesign [5], där ämnesspecifika och generiska lärandemål integreras ner till kursnivå. På Fysikum finns en målmatrix för Kandidatprogrammet i fysik, där varje examensmål kryssas av i en eller flera av de kurser som ingår i programmet, se Bilaga 1. Tanken är förstås att målmatriken ska kunna användas som kontroll av att examensmål i tillräcklig utsträckning täcks av utbildningen som helhet. I vilken utsträckning den är i överensstämmelse med den undervisning och examination som faktiskt sker på kursnivå, är så klart en separat fråga. Målmatriken för Kandidatprogrammet i

fysik visade sig vara svår att ens hitta, vilket tyder på att den i dagsläget inte används speciellt aktivt av lärarna.

På kursnivå kan generiska färdigheter nämnas i kursplanen, inkluderade bland de förväntade studieresultaten. Här tenderar de dock att inta en mer tillbakadragen roll. Som ett exempel kan nämnas kursen Kvantmekanik (FK5020), som ges i slutet av årskurs 2. I målmatriken för kandidatprogrammet står att studenten inom denna kurs ska *Visa förmåga att muntligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar*, samt *Visa förmåga att redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper*. Dessa lärandemål står dock inte med i kursens kursplan. Det är förvisso så att kursen bygger på obligatoriska seminarier, inom vilka studenterna förväntas lösa problem och diskutera fysikinnehållet tillsammans i mindre grupper, men den muntliga förmågan bedöms eller examineras ej inom kursen.

4. Generiska kompetenser i pedagogisk forskning

Kontrasten mellan betoningen på generiska färdigheter i formella dokument och den relativa avsaknaden av fokus på dessa i undervisning och examination är något som belysts även inom den pedagogiska forskningen, och när jag inledde detta projekt var jag nyfiken på att utforska detta. Är förhållandet baserat på ett rimligt antagande att studenter tillgodogör sig generiska färdigheter som biprodukter av ämnesstudierna, eller avspeglar det snarare brister i vår förmåga att lära ut och examinera generiska färdigheter, alternativt en utrymmesbrist när de allmänna kompetenserna får stå tillbaka till förmån för ämnesinnehållet?

Jag ämnar inte ge en heltäckande sammanställning av aktuell forskning i denna rapport, men vill lyfta fram den generella bild som framkommit i texter (artikel- och bokform) som jag snubblat över under arbetet. Jag vill också ge ett fåtal exempel på källor som den intresserade skulle kunna ha som startpunkt i vidare utforskande.

Den första studien [6] jag fann på temat generiska färdigheter är utförd inom ramen för en managementutbildning och behandlar specifikt färdigheten *kritiskt tänkande*, vilket ofta framhålls som det kanske allra viktigaste att utveckla under universitetsstudierna (så även av Fysikums lärare, vilket vi ska se i nästa avsnitt). Kritiskt tänkande inkluderar i detta fall aspekter som analys, jämförelser och utvärderande av olika texter. Som en enkel sammanfattning av författarnas slutsatser kan nämnas:

- Det förekommer oklarheter och osäkerhet bland både studenter och deras lärare kring vad kritiskt tänkande egentligen innebär inom det specifika ämnesområdet. Detta kan resultera i svårigheter att formulera tydliga, konkreta och lättförståeliga lärandemål och betygsriterier för kritiskt tänkande som studenterna dessutom kan ta till sig.
- Det kan behövas stöd och explicit träning i olika aspekter av kritiskt tänkande om man vill åstadkomma att en majoritet av studenterna utvecklar dessa färdigheter under första årets studier.
- Samtidigt tycks studenternas förmåga att ta till sig träning i vissa kategorier av kritiskt tänkande (typiskt de mer avancerade, som syntes och utvärdering) begränsas av förstaårsstudenters relativt utvecklade kunskapsbank. En allmän rekommendation skulle därför vara att fokusera på träning i beskrivande och förståelse till ämneskunskaperna hunnit utvecklas i större grad.

I vilken utsträckning den första slutsatsen är överförbar till just fysikens område är förstås i detta läge en öppen fråga. Förutsatt att de har bäring även för vår utbildning, finns det dock anledning att ta intryck i ljuset av den generella rekommendationen att formulera tydliga lärandemål och förse studenter med konkreta exempel, för att möjliggöra självvärdering och normativ återkoppling [7-8]. Vad gäller de två senare slutsatserna är de åtminstone inte förvånande, med tanke på hur mycket forskning som numera lyfter fram aktiv träning som nyckel till effektiv inläring, samt vikten av att utforma undervisningen baserat på studenternas nuvarande kunskapsnivå [9-10].

Saknar man trots detta en direkt koppling till fysik, kan man till exempel läsa en artikel publicerad i *Physical Review Special Topics* 2006 [11]. Där beskrivs ett antal studier kring undervisning och examination av olika generiska färdigheter inom fysikkurser, samt ett par försök att undersöka möjliga korrelationer mellan generiska färdigheter och förmåga att lära sig ämnesinnehållet. Det senare är inte minst intressant, då det förmodligen skulle vara svårt att få stöd för en genomgripande satsning på generiska färdigheter om detta kunde förmodas ha en negativ påverkan på ämneskunskaperna. Kurserna nämnda i denna studie har alla kursplaner designade för att förbättra både studenternas fysikkunskaper och deras generiska kompetenser; uppgifter och klassrumsaktiviteter designades samtidigt för att åstadkomma en anpassning av lärandemål, kursinnehåll och examination.

De färdigheter som studeras i ovan nämnda artikel är ”

- (A) the ability to represent physical processes in multiple ways;
- (B) the ability to devise and test a qualitative explanation or quantitative relationship;
- (C) the ability to modify a qualitative explanation or quantitative relationship;
- (D) the ability to design an experimental investigation;
- (E) the ability to collect and analyze data;
- (F) the ability to evaluate experimental predictions and outcomes, conceptual claims, problem solutions, and models, and
- (G) the ability to communicate”.

Författarna finner bland annat att de studenter som fått explicit träning i färdighet (F), genom att bl.a. öva mycket på enhets- och specialfallsanalys, fick bättre resultat än kontrollgruppen på tentamensfrågor relaterade till de delar av kursinnehållet inom vilket träningen hade utförts. Artikelförfattarna påpekar att detta förmodligen kommer sig av att utvärderingsmetoder som specialfallsanalys tvingar studenterna att testa och förfinas sin konceptuella förståelse, vilket fördjupar ämneskunskapen.

I det här läget skulle jag vilja inflika att det är skillnad på att enbart ”demonstrera” eller ”tala om” för studenterna hur man utför, säg, en enhetsanalys, och att ge studenterna effektiv träning i detta. Det finns som sagt stora mängder empiri som pekar på att effektiv inläring sker när aktiv träning, regelbunden återkoppling och relevant utformad examination följs åt. Intressant nog tycks denna princip även vara tillämplig på en så övergripande nivå som förståelsen av, och synen på vad fysiken/naturvetenskapen som ämne handlar om (*the nature of science* på engelska). Detta framhålls t.ex. i [1], men också i [9 med innehållande referenser], där det framhålls att studier från fysikområdet till och med tyder på att naturvetenskaplig utbildning på introduktionsnivå i många fall påverkar studenter till att anamma en *mer amatörmässig* syn på ämnet och vetenskap än vad studenterna hade i början av utbildningen.

Att döma av den litteratur jag stött på under projektet, framstår det som relativt klart att man åtminstone inte kan förvänta sig att generiska färdigheter utvecklas hos en majoritet av studenterna automatiskt eller som en självklar biprodukt av ämnesstudierna. I uppdraget att utbilda kompetenta fysiker behöver både strategier och ämnesinnehåll läras ut explicit för att maximera inläringen av dessa. När det gäller vilka specifika undervisningsmetoder och aktiviteter som är mest effektiva i att kombinera ämnesinnehåll och generiska kompetenser, behöver det förvisso utforskas ytterligare och kan förväntas bero på både ämne, nivå och klasstorlek, men att formulera tydliga lärandemål på kursnivå även för generiska färdigheter — och utforma både undervisning och examination efter dessa — förefaller vara en klok generell strategi.

5. En bild av generiska kompetenser inom Kandidatprogrammet i fysik

En viktig del av detta projekt var en enkät som skickades ut till Fysikums lärare samt studenter som för närvarande studerade på Kandidatprogrammet i fysik, alternativt tidigare har studerat inom programmet och nu befann sig på masternivå. Enkäten bestod av två frågor, varav den första besvarades av 43 anställda och 49 studenter, och den andra besvarades av 42 anställda och 47 studenter.

Fråga 1 (se nedan) syftade till att ge en bild av hur lärare respektive studenter skattar betydelsen och värdet av olika generiska färdigheter. Det fanns nio generiska färdigheter att välja bland och respondenterna uppmanades att kryssa för de fyra alternativ de anser är viktigast för studenterna på Kandidatprogrammet i fysik att utveckla under utbildningen. Urvalet av generiska färdigheter baserades dels på lärandemålen i examensbeskrivningen och dels på kännedom om de något mer ämnesspecifika kompetenser som studenterna på ett eller annat sätt kommer i kontakt med under utbildningen. Färdigheter direkt relaterade till matematik, statistik, numerik, programmering och laborativt arbete uteslöts i denna enkät då dessa ämnen lärs ut explicit i specifika kurser inom programmet.

Tabell 1. Fråga 1.

I Fråga 2 söktes svar på hur studenter och/eller lärare ser på den träning som studenterna i dagsläget får i ovan listade generiska färdigheter; är den tillräcklig eller upplever någon av grupperna ett behov av förstärkning på något område? Samma kompetenser som i Fr

1. Vilka av färdigheterna nedan anser du vara de fyra viktigaste för studenter i fysik att utveckla under kandidatutbildningen?

Svarsalt. nr	Svarsalternativ
1	Kritiskt tänkande och en generell förmåga att värdera och bedöma påståenden och informationskällor.
2	Förmåga att planera, strukturera och genomföra uppgifter eller projekt (ex. ett experiment, sina studier eller andra tilldelade uppgifter).

Formaterat: Svenska (Sverige)

Formaterat: Svenska (Sverige)

Formaterat: Svenska (Sverige)

1. Vilka av färdigheterna nedan anser du vara de fyra viktigaste för studenter i fysik att utveckla under kandidatutbildningen?

		Formaterat: Svenska (Sverige)
3	Förmåga att självständigt söka och ta till sig ny kunskap vid behov.	Formaterat: Svenska (Sverige)
4	Förståelse av vad som karakteriserar vetenskapen som metod för att nå kunskap, och en generell förståelse av hur naturvetenskaplig forskning bedrivs.	Formaterat: Svenska (Sverige)
5	Förmåga att skriva välstrukturerade härledningar/lösningar med användning av matematik och logisk slutledning (ex. som i typiska fysiktentamina eller inlämningsuppgifter).	Formaterat: Svenska (Sverige)
6	Förmåga att skriva välstrukturerade skriftliga rapporter (ex. labrapporter eller uppsatser).	Formaterat: Svenska (Sverige)
7	Förmåga att kommunicera sina kunskaper till andra, som inte nödvändigtvis har samma ämnesbakgrund.	Formaterat: Svenska (Sverige)
8	Förmåga att ge välstrukturerade muntliga presentationer.	Formaterat: Svenska (Sverige)
9	Förmåga att samarbeta väl i grupp.	Formaterat: Svenska (Sverige)

åga 1 listades, tillsammans med två extra svarsalternativ (nr 10 och 11 i tabellen nedan) och respondenterna uppgavs ange i fall studenterna borde få mer träning i någon eller några av färdigheterna. Här fanns inget krav på ett visst antal förkryssade alternativ.

Tabell 2. Fråga 2.

På nästa sida visas svarsresultaten på båda frågorna i diagramform. Här är det viktigt att poängtera att svarsalternativen ovan har omnummererats i efterhand, så att de i denna

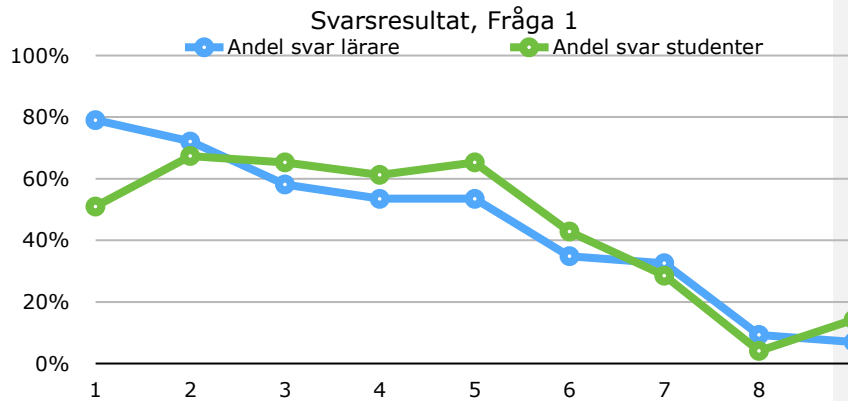
2. Vilka, om några, av färdigheterna nedan anser du att kandidatstudenter på Fysikum skulle behöva få mer träning i jämfört med den mängd som erbjuds i dagsläget? (Du kan kryssa i så få eller så många alternativ du vill.)

Svarsalt.	Svarsalternativ
1	Kritiskt tänkande och en generell förmåga att värdera och bedöma påståenden och informationskällor.
2	Förmåga att planera, strukturera och genomföra uppgifter eller projekt (ex. ett experiment, sina studier eller andra tilldelade uppgifter).
3	Förmåga att självständigt söka och ta till sig ny kunskap vid behov.
4	Förståelse av vad som karakteriserar vetenskapen som metod för att nå kunskap, och en generell förståelse av hur naturvetenskapliga forskning bedrivs.
5	Förmåga att skriva välstrukturerade härledningar/lösningar med användning av matematik och logisk slutledning (ex. som i fysiska fysiktentamina eller inlämningsuppgifter).
6	Förmåga att skriva välstrukturerade skriftliga rapporter (ex. labrapporter eller uppsatser).
7	Förmåga att kommunicera sina kunskaper till andra, som inte nödvändigtvis har samma ämnesbakgrund.
8	Förmåga att ge välstrukturerade muntliga presentationer.
9	Förmåga att samarbeta väl i grupp.
10	Inget av ovanstående; jag anser att man som kandidatstudent får tillräckligt med träning i alla dessa färdigheter.
11	Jag vet inte.

rapport förekommer i fallande ordning baserat på lärarnas svar på Fråga 1. Svartalativ 1, kritiskt tänkande, är med andra ord det svartalativ som flest lärare angivit på Fråga 1.

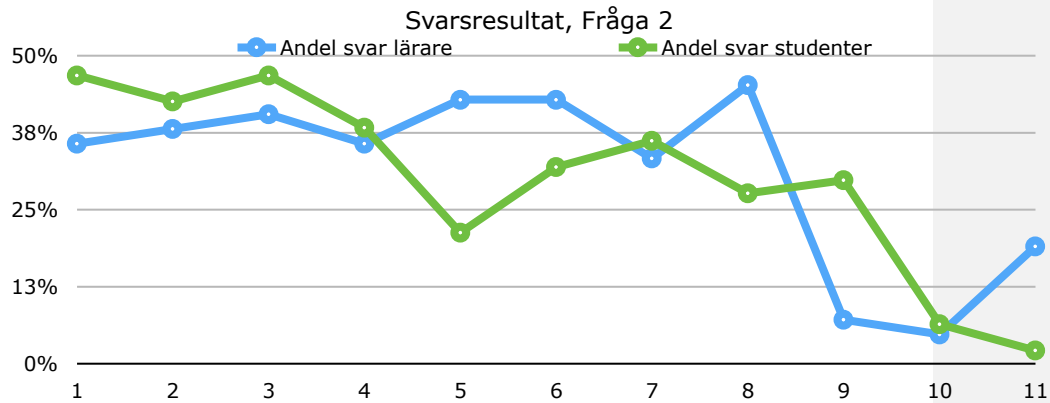
Figur 1. Svartalativ i ordning enligt Tabell 1.

Figur 2. Svarsalternativ i ordning enligt Tabell 2.



Nedan följer ett antal kommentarer till svarsresultaten ovan, tillsammans med anknytande inslag från de intervjuer som genomfördes efter den skriftliga enkätens avslutande:

- I resultaten från Fråga 1 kan konstateras att det är stor spridning mellan de mest populära och de minst populära svarsalternativen; ca 80% av lärarna har kryssat i kritiskt tänkande, medan knappt 10% har kryssat i *muntliga presentationer* och *samarbeta i grupp*. Det innebär att de svarande uppvisar ett visst mått av enighet.



- Man kan också konstatera att de mest populära svarsalternativen karakteriseras av förmågor som övervägande handlar om individens egen förståelse och förmåga att bedriva självständigt arbete inom ämnet, medan färdigheter kopplade till kommunikation och samarbete med andra typiskt har värderats lägre av både lärare och studenter. Orsakerna till detta kan man spekulera i. En möjlig tolkning är att bilden av den professionella

fysikern/forskaren i stor utsträckning handlar om individuell förmåga i en starkt ämnesanknuten, akademisk miljö, snarare än en allmänkompetent person som kan arbeta inom många olika branscher och är beroende av förmågan att kommunicera med och samarbeta med andra yrkesgrupper. Detta kan ställas i kontrast till det faktum att majoriteten av våra studenter de facto hamnar i anställningar utanför akademien. I intervjuerna med lärarna gick att identifiera två huvudsakliga ”läger” i fråga om viktandet av de två kategorierna färdigheter: för vissa var det självklart att prioritera färdigheter kopplade till den vetenskapliga, forskningsmässigt naturen hos fysiken som ämne, medan andra såg det som lika självklart att ta hänsyn till det faktum att de flesta studenter hamnar i, eller söker sig till, yrken där fysikbakgrunden som sådan spelar en underordnad roll i relation till mer generella kompetenser.

- Lärare och studenter är anmärkningsvärt överens i rankningen i Fråga 1, utom när det kommer till just *kritiskt tänkande*, som ju av lärarna rankats högst, men som hos studenterna kommer först på femte plats. Även detta är öppet för spekulationer; har studenter och lärare olika syn på innebörden i begreppet kritiskt tänkande, eller har vi i någon mån misslyckats med att förmedla vikten av denna förmåga till studenterna? Något entydigt svar på denna fråga gick inte att utröna från intervjuerna, då endast ett par studenter anmälde sig för intervju. Ett förslag till förklaring som framkom var dock att kritiskt tänkande sällan får en framträdande roll i kurserna, när det är underförstått att det viktiga är att svälja allt som lärarna säger, och att ”rätt svar” alltid går att hitta i kurslitteraturen. Vidare är mycket få (undantag finns) examinerande uppgifter av öppen karaktär, där det krävs att studenterna själva gör och preciserar antaganden/approximationer.
- I Fråga 2 är skillnaderna mellan studenter och lärare större, samtidigt som den också uppvisar en bredare fördelning mellan de olika svarsalternativen generellt. Det enda svarsalternativ som hamnat riktigt lågt bland lärarna är *samarbeta i grupp*, vilket lärarna ju också rankade lågt i Fråga 1. Vad som i övrigt ska tolkas som ett högt respektive lågt resultat i denna fråga är inte uppenbart; inget svarsalternativ har kommit över 50%, vilket förstås är glädjande. Å andra sidan är det ganska många svarsalternativ som har kryssats i av runt 40% av studenterna och lärarna — bland annat sådana som hamnade högt även i Fråga 1. I toppen hittar vi hos studenterna *kritiskt tänkande* och *förmåga att söka och ta till sig ny kunskap*, medan *muntliga presentationer* hamnar högst bland lärarna. Se även kommentarer till detta i avsnitt 6.
- Störst skillnader mellan studenter och lärare i Fråga 2 hittar vi för svarsalternativen 5, 6, 8 och 9 (*skriva välstrukturerade lösningar, skriftliga rapporter, muntliga presentationer och samarbeta i grupp*). Att skillnaden är så pass stor för svarsalternativ 5 är speciellt intressant, då aktiviteten ”skriva härledning och lösningar med användning av matematik och logisk slutledning” utgör en mycket stor del av studenters arbete under kursernas gång, såväl som av examinerande inslag, framförallt inlämningsuppgifter och tentamensfrågor. Tydligt är studenter och lärare inte överens om till vilken nivå studenterna lyckas införliva denna färdighet. En möjlig orsak till denna skillnad skulle kunna vara att lärarnas förväntningar på detta område inte kommuniceras på ett sätt som gör det tydligt för studenterna var den önskvärda nivån ligger. I de intervjuer som genomfördes med kursansvariga, framkom att lärarna upplever att det sällan finns tid att ge speciellt utförlig individuell återkoppling till studenterna — varken formativ eller summariv — trots att man ser det som önskvärt. Resultatet blir att studenterna utsätts för en stor dos mängdträning i skriftligt presenterad problemlösning, men utan större möjligheter att justera sin förmåga

baserad på precis återkoppling. Från studenternas perspektiv kan det således upplevas som att de knappt tränar på något annat än att skriva lösningar, medan lärarna undrar varför färdigheten inte utvecklas i snabbare takt trots att studenterna lägger så mycket tid på detta.

6. Förbättringsåtgärder: överflödiga, önskvärda eller nödvändiga?

I bedömningen av huruvida kandidatutbildningen fungerar väl med avseende på generiska färdigheter, behöver två aspekter tas i beaktande: 1) Uppnår de studenter som tar ut kandidatexamen en tillfredsställande nivå med avseende på generiska färdigheter? 2) Erbjuds tillräckligt mycket stöd i utvecklandet av generiska färdigheter under utbildningens gång? Den senare frågan är av betydelse eftersom vissa generiska färdigheter rimligen inverkar på studenters förmåga att ta till sig ämnesinnehållet — och därmed deras möjligheter att klara av utbildningen och nå ända fram till examen. I vårt fall är förmågan att skriva välstrukturerade lösningar med användning av matematik och logisk slutledning ett uppenbart exempel, liksom förmågan att planera, strukturera och genomföra uppgifter/projekt, samt att självständigt söka och ta till sig ny kunskap. Men även färdigheter länkade till muntlig kommunikation och samarbete är värdefulla under utbildningen, då aktiviteter som att diskutera fysik och arbeta med problemlösning tillsammans med kurskamrater och lärare, fyller en viktig funktion i utvecklandet av generella ämneskunskaper och en fördjupad konceptuell förståelse.

Lärare insatta i bedömningen av självständiga arbeten (examensprojekt), ansåg i intervjuerna att studenterna i denna slutliga del av utbildningen generellt uppvisar goda generiska förmågor. Samma bedömning gjordes av lärare på en projektkurs i modern fysik, placerad i slutet av termin 5. Baserat på detta framstår det som att svaret på den första frågan i ovanstående stycke är: ja. Det verkar med andra ord inte finnas någon uppenbar anledning till oro vad gäller de studenter som tar examen.

När det kommer till studenter tidigare i utbildningen är situationen mer oklar och läget delvis svåråtgånget. Bland lärarna skiftar bedömningen av kapaciteten hos studenterna på de inledande åren; enligt vissa på den nivå man bör förvänta sig, enligt vissa bekymrande låg. Till detta ska nämnas att kandidatprogrammet tyngs av stora avhopp och i genomsnitt låg prestationsgrad. I vilken mån detta alls är kopplat till brister i de generiska färdigheter vi nämner här, går ej att besvara baserat på denna studie. Som nämnts ovan finns det dock anledning att förvänta sig att vissa generiska färdigheter är till hjälp i bearbetandet av ämnesinnehållet, och att det därför finns skäl att se över när och hur dessa introduceras i de tidiga kurserna. Samtidigt behöver man ta hänsyn till att vissa färdigheter kan vara svåra att utveckla utan en grundläggande ämnesförståelse. Frågan är inte bara *hur* utan även *när* olika färdigheter lämpligen introduceras på ett explicit sätt i undervisningen, och hur progressionen ska se ut genom programmet.

Många av de generiska färdigheterna i målmatrisen för kandidatprogrammet, förekommer tidigast i slutet av årskurs två och enbart i ett fåtal kurser — typiskt i projektkursen som nämnts tidigare, samt det självständiga arbetet (se Bilaga 1). De enda generiska färdigheter som är markerade i så gott som samtliga kurser är *kunskap om områdets vetenskapliga grund* (jfr. svarsalternativ 4 i enkäten) samt *självständigt lösa problem* (jfr. svarsalternativ 5 i

enkäten). Att runt 40% av lärarna angivit att studenterna skulle behöva mer träning i dessa färdigheter, antyder att det kan finnas anledning att titta närmare på *hur* man arbetar med och stöttar studenterna i dessa färdigheter. Om studenternas möjligheter till formativ bedömning är begränsade, eller om ”mängdträning” ges utan explicit guidning, tydliga exempel eller transparenta, lättförståeliga bedömningsmallar, kan det göra att färdigheterna utvecklas i lägre takt än vad som avsetts. Det är också värt att nämna, att *kritiskt tänkande* (svarsalternativ 1), som hamnade högst upp i Fråga 1 för lärarna och högst upp i Fråga 2 för studenterna, enbart förekommer i ett fåtal kurser i målmatrisen. Ett eventuellt framtida arbete med generiska färdigheter på kandidatnivå bör lämpligen se över om kritiskt tänkande i olika former kan introduceras tydligare och tidigare i utbildningen.

Konkreta insatser för ett stärkt arbete med generiska färdigheter kan förstås göras på olika nivåer. Med stora resurser och samsyn gällande utbildningens upplägg och fokus, kan man så klart göra en grundlig plan för när och hur olika generiska färdigheter ska introduceras — på kursnivå men med en tydlig progression som målsättning. En sådan struktur skulle lämpligen väva in denna träning i själva ämnesundervisningen, och säkerställa att examinationsformer, betygskriterier och strukturer för formativ bedömning går i linje med de undervisande inslagen. Det vore också önskvärt om målmatrisen i högre utsträckning användes som vägledning i den konkreta utformningen av kurserna, för att säkerställa att examensmålen inte enbart täcks i princip, utan även examineras. Baserat på resultaten från enkäten och intervjuerna med lärarna, gör jag bedömningen att en stor insats inte är prioriterad eller enkelt genomförbar i dagsläget. Man skulle dock med relativt enkla medel kunna åstadkomma punktinsatser inom de områden som känns mest angelägna.

Som ett exempel på en mycket begränsad insats kan nämnas ett specialseminarium om problemlösningsteknik, som på försök testats under detta projekts gång. Seminariet har erbjudits inom den första fysikkursen på kandidatprogrammet — inom kursen, men oberoende av den övriga undervisningens upplägg och innehåll. Man skulle på liknande sätt kunna introducera träningstillfällen i mindre omfattning relaterade till andra generiska färdigheter, utan att för den skull ändra något annat. Ett annat exempel på en relativt begränsad åtgärd vore att introducera fler problem/frågor av öppen karaktär, både under kursers gång och i examination, för att tidigt träna studenter i att resonera mer självständigt och göra dem uppmärksamma på de implicita antaganden och approximationer som ofta görs i fysikaliska uträkningar — detta som ett sätt att närma sig en aspekt av kritiskt tänkande och förståelse av fysiken som ämne.

Det skall medges att analysen som gjorts inom detta projekt inte är heltäckande i att utreda det faktiska behovet av ett stärkt arbete med just generiska färdigheter. Då de så sällan examineras explicit, är det även svårt att bedöma läget baserat på studieresultat. Om man framöver önskar utreda detta närmare, rekommenderas försök att empiriskt undersöka den faktiska nivån och progressionen inom studentgruppen med avseende på specifika färdigheter — gärna i form av en långtidsstudie där eventuella trender kan identifieras.

7. Sammanfattning

Syftet med detta ambassadörsprojekt har varit att få en inblick i vilken roll olika generiska färdigheter spelar i undervisningen inom Kandidatprogrammet i fysik, samt huruvida lärare

och/eller studenter upplever några behov relaterade till detta. Med reservation för att mycket ännu kan göras för att tydliggöra bilden, kan några tentativa slutsatser dras: 1) Studenter och lärare är förvånansvärt samstämmiga i sin syn på vilka generiska färdigheter som är viktigast att utveckla som fysikstudent. Det enda undantaget som går att notera i denna undersökning är synen på färdigheten *kritiskt tänkande*, som lärarna skattar högre än studenterna. 2) Gällande behoven av mer träning i generiska färdigheter är bilden mer splittrad, men intressanta skillnader går att identifiera mellan studenter och lärare (se avsnitt 5). Som exempel kan nämnas en skillnad i åsikt avseende behovet av mer träning i att skriva välstrukturerade lösningar på fysikaliska problem — något som studenterna får stor mängdträning i under utbildningen och även utgör majoriteten av examinerande moment. 3) Programmets målmatris, där det är tänkt att framgå inom vilka kurser olika färdigheter testas, tycks inte användas aktivt av kursansvariga, och det är oklart i vilken utsträckning färdigheterna faktiskt examineras (till skillnad från att förekomma i termer av undervisningens upplägg). 4) Något akut behov eller önskan om resurskrävande insatser avseende generiska färdigheter tycks inte föreligga — i alla fall inte i jämförelse med andra pedagogiska utmaningar som institutionen står inför. Det vore dock värt att fundera på om enklare insatser kan genomföras för att stärka träningen i vissa specifika generiska färdigheter, exempelvis kritiskt tänkande.

Finansiering

Detta projekt kunde genomföras genom finansiering från Centrum för Universitetslärautbildning, CeULS satsningar på pedagogiska ambassadörsprojekt vid Stockholms universitet under år 2017. Projektet var ett av åtta projekt som hade valts ut att genomföras.

Referenser

1. R.L. Bell, *Teaching the Nature of Science: Three Critical Questions*, Best Practices in Science Education (2009)
2. Se http://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/hogskoleforordning-1993100_sfs-1993-100
3. Se https://sisu.it.su.se/pdf_creator/7512/38443
4. K. Edström, S. Gunnarsson, and G. Gustafsson, *Integrated Curriculum Design*, Rethinking Engineering Education, Ch. 4, Springer (2014)
5. J. Malmqvist, S. Östlund, and K. Edström, *Using Integrated Programme Descriptions to Support a CDIO Programme Design Process*, World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.5, No.2 (2006)
6. S.J. Hammer, and W. Green, *Critical Thinking in a First Year Management Unit: the Relationship Between Disciplinary Learning, Academic Literacy and Learning Progression*, Higher Education Research & Development, 30:3, 303-315 (2011)
7. D.R. Sadler, *Formative assessment and the design of instructional systems*, Instr. Sci. 18, 119 (1989)
8. D.J. Nicol, and D. Macfarlane-Dick, *Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice*, Studies in Higher Education, 31:2, 199-218 (2007)

Ändrad fältkod

Formaterat: Engelska (USA)

9. C. Wieman, and K. Perkins, *Transforming Physics Education*, Physics Today 58, 11, 36 (2005)
10. S.A. Ambrose, M.W. Bridges, M. DiPietro, M.C. Lovett, and M.K. Norman, *How Learning Works: 7 Research-Based Principles for Smart Teaching*, Jossey-Bass (2010)
11. E. Etkina, A. Van Heuvelen, S. White-Brahmia, D.T. Brookes, M. Gentile, S. Murthy, D. Rosengrant, and A. Warren, *Scientific Abilities and their Assessment*, Physical Review Special Topics - Physics Education Research 2, 020103 (2006)

Bilaga 1: Målmatris, Kandidatprogrammet i fysik

Stockholms universitet
Centrum för universitetsläro- och utbildning
106 91 Stockholm
Telefon växel: 08 – 16 20 00
www.su.se/ceul

