

Ett forskningsprojekt om matematikens roll i gymnasiefysiken

Lena Hansson, Örjan Hansson, Kristina Juter och Andreas Redfors

Sammanfattning

Matematik är ett viktigt verktyg för fysiken och matematiken sägs vara fysikens språk. Tidigare forskning visar dock att elever ägnar mycket tid åt matematisk formelmanipulation medan mindre tid och kraft läggs på att relatera fysikens teoretiska modeller och begrepp till verkligheten. Syftet med forskningsprojektet vi beskriver här, är att fördjupa vår förståelse av matematikens roll i fysikundervisningen generellt. Vi studerar därför matematikens roll i såväl problemlösningssituationer som lärarledda genomgångar och laborativa moment. Projektet kommer att ge förutsättningar för en ökad förståelse av matematikens roll i olika typer av fysikundervisning och för att identifiera i vilka situationer som kommunikationen visar på att matematiken utgör hinder eller möjligheter för fysiklärandet. Genom att identifiera sådana tillfällen öppnas också möjligheten att arbeta för att bryta oönskade och stimulera önskade kommunikationsmönster och förstå hur matematiken kan användas på ett konstruktivt sätt i fysikundervisningen. Slutsatserna från projektet kommer därför att kunna användas i lärarutbildning, lärarfortbildning och av läromedelsförfattare, liksom av fysiklärare som vill arbeta för att utveckla sin undervisning.

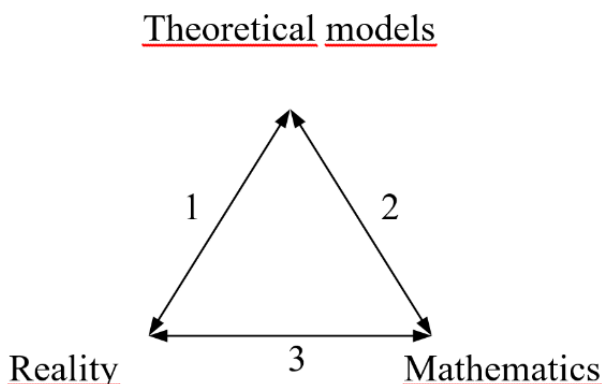
Introduktion och bakgrund

Fysiken är en berättelse om vår omvärld. Den försöker beskriva verkligheten med hjälp av teoretiska modeller som konstrueras genom ett samspel av teorier och experiment och genom diskussioner vetenskapsmän emellan (Giere 1988, Koponen 2007, Adúriz-Bravo 2012). Teoretiska modeller formuleras på olika nivåer och för olika syften. De kan vara kvalitativt uttryckta, men är ofta formulerade i matematiska termer. Matematik är därför ett viktigt och nödvändigt redskap för fysiken och man pratar ofta om matematiken som fysikens språk (Pask 2003).

Samtidigt kan bristande matematikkunskaper ibland ses som ett problem i fysikundervisningen och ett hinder för lärande. Fysiklärare kan uppfatta att elever "fastnar i matematiken", vilken skymmer sikten för innebörden av fysikens teoretiska modeller och hur dessa kan användas för att beskriva verkliga fenomen. Även i forskningslitteraturen beskrivs hur svaga matematikkunskaper kan

ses som ett hinder för fysiklärandet. Till exempel i TIMSS advanced studien diskuteras sjunkande matematikkunskaper hos gymnasieelever i Sverige som en möjlig förklaring till elevernas sjunkande fysikresultat (Angell, Lie & Rohatgi 2011). Trots att denna och andra studier pekar på möjliga problem, finns det hittills ganska lite forskning som direkt fokuserar matematikens roll i fysikundervisningen. Den forskning som finns är också ganska ensidigt fokuserad på problemlösning i fysikundervisningen (med några undantag som t.ex. Karam (2014)), medan mycket lite forskning har studerat andra situationer såsom lärarledda genomgångar och laborationer. Syftet med det här forskningsprojektet är att vidga och fördjupa vår förståelse av matematikens roll i fysikundervisningen genom att studera såväl problemlösningssituationer som laborationer och lärarledda genomgångar.

I projektet så här långt har vi genomfört en inledande (utprövande) undersökning, en så kallad pilotundersökning, där en lärare följdes i sin fysikundervisning i tre olika klasser (Hansson, Hansson, Juter & Redfors 2015). I samband med detta utvecklade vi en analysmodell (figur 1) för att studera hur relationer mellan fysikaliska modeller, verklighet och matematik kommuniceras av lärare och elever i klassrummen.



Figur 1. Modellen “Reality – Theoretical models – Mathematics in physics teaching”. Anpassad efter Hansson, Hansson, Juter & Redfors (2015).

Sida 1 representerar att det i kommunikationen uttryckts relationer mellan verkligheten och teoretiska modeller. I analysen tittar vi efter när en teoretisk modell eller representationer från den explicit används för att diskutera verkliga fenomen. Ett exempel från den inledande studien (Hansson, Hansson, Juter & Redfors 2015) på denna typ av relation är när eleverna talade om elektriska fält och överslag från en högspänningsledning i en problemlösningssituation.

Sida 2 representerar att det i kommunikationen uttryckts relationer mellan den teoretiska modellen och dess matematiska beskrivning, så som formler, grafer och matematiska härledningar, till exempel när man använder matematik för att resonera utifrån en fysikalisk modell, eller när man överför ett fysikproblem till att bli ett matematiskt problem.

Även om matematiken är en inneboende del av den teoretiska modellen så har vi valt att skilja dem åt i analysmodellen för att göra det möjligt för oss att få syn på matematikens roll i klassrumssamtalet. Här har också gjorts en distinktion mellan ”structural use” och ”technical use” av matematik (Uhden et al. 2012, Karam 2014). Teknisk användning innebär en instrumentell användning av matematik – matematiken ses som ett räkneredskap. Ett exempel på detta är mekanisk formelmanipulation, eller när elever letar i formelsamlingen efter en formel som passar de värden som finns angivna i uppgiften, utan att egentligen fokusera på vad det är formeln beskriver. En ”structural” användning av matematiken innebär istället att matematiken används som ett tankeredskap, ett sätt att resonera.

Sida 3 beskriver att det i kommunikationen helt saknas referenser till den teoretiska modellen och istället diskuteras direkta relationer mellan matematiska uttryck och verkligheten, till exempel kopplat till uttryck av känslor (“det gör onödare i örat ju djupare jag dyker”) eller direkta mätningar av makroskopiska storheter. Exempel på det sistnämnda är när eleverna i den inledande studien mätte och dokumenterade avstånd (Hansson, Hansson, Juter & Redfors 2015).

Analys av kommunikationen utifrån dessa tre olika relationer innebär inte att de är oberoende av varandra i egentlig mening. Att vi bedömer att man i kommunikationen kopplar teoretiska modeller till matematik, innebär bara att verkligheten inte explicit tas upp i samtalet.

Styrkan med vårt ramverk är att det möjliggör analys av vad lärare och elever säger och gör under olika delar av fysiklektionerna. Vi kan kartlägga under vilka delar av lektionen som kopplingar mellan triangelns olika hörn görs. Vårt analysramverk utifrån triangeln ovan är alltså ett sätt att i detalj studera vad som kommuniceras under fysiklektioner. Vi kan få syn på både vad kommunikationen huvudsakligen har för fokus och i vilka situationer dessa kommunikationsmönster bryts. Utifrån de syften läraren och styrdokumentet satt upp för undervisningen kan man med utgångspunkt i den här typen av analys få syn på när kommunikationen stödjer dessa syften och när den inte gör det. Vi kan också få syn på vilka aktiviteter, uppgifter etc. som kan göra att kommunikationen i klassrummet får ett önskvärt fokus. Den inledande studien beskrivs i Hansson, Hansson, Juter och Redfors (2015).

Planerad fortsättning

Vi har erhållit medel från Vetenskapsrådet för ett fyraårigt projekt där vi fortsätter vår kartläggning av kommunikationen under fysiklektioner inom gymnasieskolans naturvetenskapliga och tekniska program utifrån vår publicerade analysmodell. Vi utvidgar nu projektet jämfört med den inledande undersökningen, genom att studera hur kommunikationen ser ut i klassrum ledda av lärare med olika syn på fysikämnet och på fysikundervisning. Även eventuella skillnader mellan klassrumskommunikationen för olika fysikområden där olika typer av matematik används (t.ex. algebra, funktioner och grafer), kommer att studeras. Lärarna som ska ingå i samarbetet kommer att identifieras genom en nationell enkätundersökning av fysiklärares syn på fysik, matematik och fysikundervisning. Utifrån denna enkät avser vi hitta de lärare och klassrum vi därefter studerar vidare. Projektet kommer löpande att beskrivas via vår forskargrupps hemsida, se www.hkr.se/lisma.

Vi tackar Vetenskapsrådet som genom stöd till projektet *Matematikens betydelse för fysikundervisning i gymnasieskolan* (Diarienummer: 2015-01643) gör arbetet med detta projekt möjligt.

Referenser

- Adúriz-Bravo A. (2012). A ‘Semantic’ View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education* 22(7), 1593-1611.
- Angell C., Lie S., & Rohatgi A. (2011). TIMSS Advanced 2008: Fall i fysikk-kompetanse i Norge og Sverige, NorDiNa, 7(1).
- Giere R.N. (1988). Explaining science: A cognitive approach. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Hansson, L., Hansson, Ö., Juter, K., & Redfors, A. (2015). Reality - theoretical models - mathematics: a ternary perspective on physics lessons in upper-secondary school. *Science & Education*, 24(5-6), 615-644
- Karam, R. (2014). Framing the structural role of mathematics in physics lectures: A case study on electromagnetism. *Phys. Rev. Spec. Topics-PER* 10, 010119-1-010119-23.
- Koponen, I.T. (2007). Models and modelling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. *Science & Education*, 16(7-8), 751-773
- Pask, C. (2003) Mathematics and the science of analogies. *American Journal of Physics* 71(6), 526-534.

Uhden, O., Karam, R., Pietrocola M., & Pospiech, G. (2012). Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. *Science & Education* 21(4), 485–506.



Lena Hansson är docent och biträdande professor i naturvetenskapernas didaktik vid Högskolan Kristianstad. Hon har gymnasieläraryt utbildning i matematik och fysik samt har doktorerat i naturvetenskapernas didaktik vid Linköpings universitet. Lena har ett brett tv- didaktiskt intresse men mycket av hennes forskning har rört elevers bilder av vad som kännetecknar naturvetenskap (naturvetenskapernas karaktär) och vad detta innebär för deras möjligheter i relation till naturvetenskaplig undervisning (t ex utifrån ett identitetsperspektiv). Utöver forskning är Lena engagerad i undervisning i lärarutbildning och fortbildning och har även uppdrag för Nationellt resurscentrum för fysik där hon arbetar med olika projekt som syftar till att överbrygga gapet mellan naturvetenskaplig didaktisk forskning och skolans praktik.



Örjan Hanson är universitetslektor i matematik vid Högskolan Kristianstad och forskar i matematikdidaktik. Han har undervisat på gymnasieskolan i flera år och disputerat i Matematik och lärande vid Luleå tekniska universitet. Örjan undervisar i huvudsak på ämneslärarprogrammet och hans forskning har ofta handlat om lärarstudenters begreppsutveckling i matematik. På senare tid intresserar han sig även för hur matematik hanteras i undervisningen i samband med olika tillämpningar.



Kristina Juter är docent och professor i matematikdidaktik. Hon undervisar i matematik och matematikdidaktik i huvudsak på lärarutbildningen på grundskole- och gymnasienivå. Kristina disputerade 2006 vid Luleå tekniska universitet och hennes forskningsintresse är studenters och elevers begreppsbildning i matematik. Hon har även forskat kring lärarkandidaters matematikläraridentitet.



Andreas Redfors är docent och professor i fysik – inriktning fysikdidaktik vid Högskolan Kristianstad. Han har en ämneslärarutbildning samt har doktorerat i fysik vid Lunds universitet. Han undervisar i fysik, astronomi och naturvetenskapernas didaktik, främst inom lärarutbildning. Hans forskningsbakgrund finns inom laboratorieastrofysik, men han bedriver numera enbart forskning inom naturvetenskapernas didaktik. Han leder forskargruppen Learning in Science and Mathematics. Hans huvudsakliga forskningsintresse är naturvetenskapens natur, med speciellt fokus på betydelsen av teoretiska modeller för lärande och undervisning av fysik, såväl med som utan stöd av digitala tekniker.