

# Kunskap utan kunskapens användning

En studie av fysikläromedel i grundskolans senare år

Johan Hedrén & Anders Jidesjö

## Sammanfattning

*Forskning om läromedel i naturvetenskap och fysik pekar på en problematik, som handlar om en ensidig fokusering på historiskt kända fakta utan kopplingar till sammanhang, utveckling eller framtidsfrågor, som är kopplade till innehållet. Många elever upplever också att undervisningen har en sådan karaktär och har därför svårt att se meningen med varför de ska lära sig dessa fakta. Ett antal olika perspektiv har därför utvecklats för att hantera denna problematik. Dessa handlar exempelvis om kopplingar mellan naturvetenskap, teknik och samhälle eller om vetenskapshistoriska och vetenskapsteoretiska upplägg. Det handlar om relationer till platser och praktiker där innehållet har relevans eller andra sätt, som människor möter innehållet på utanför skolan. Det handlar om undersökande och utforskande arbetssätt eller om hur bilder och text är utformade så att ett läromedel fungerar för dem det riktar sig till.*

*Denna studie ingår i Skolinspektionens kvalitetsgranskning av fysikundervisningen. Tre vanligt förekommande fysikläromedel har analyserats i relation till skolans uppdrag. Analysen består av en innehållsanalys och en bildanalys.*

*Resultaten visar att många av de perspektiv, som diskuteras i forskningen som väsentliga för elevers lärande finns framskrivna i skolans uppdrag, men är inte närvarande i läromedlen. I likhet med vad internationell forskning visar porträtteras fysikämnet i de tre läromedlen, som om det främst handlar om att lära sig en uppsättning historiskt kända fakta och samband, som kan demonstreras i en uppsättning experiment. Kopplingar till samhällsutveckling, kunskapens användning med etiska dilemman, arbetssätt, hållbarhetsperspektiv, miljöfrågor, etnicitetsfrågor, karriärmöjligheter och framtidsfrågor är svagt representerade och ibland helt obefintliga. Dessutom visar bildanalysen att*

*kvinnor, som medverkande aktörer i vetenskapligt arbete är underrepresenterade. Bilderna handlar mest om kroppsarbete, sport och tekniska arbetsuppgifter kopplade till traditionellt manliga ideal.*

*Resultaten indikerar starkt att fysikämnets karaktär i dessa svenska läromedel inte är i linje med aktuella styrdokument, men de är väl i linje med den problematik, som beskrivs i den internationella forskningen. Elevers möjlighet att skapa mening och relatera till vad innehållet betyder för samhällsbyggande, för personliga erfarenheter eller för deltagande i en gemensam kultur är beskurna på grund av denna situation. Samtidigt finns det kunskapsområden inom den internationella forskningen i naturvetenskaplig didaktik som hanterar dessa frågor. Det finns därför möjlighet att förstärka en vetenskapligt grundad nationell kompetens och hantera utmaningarna.*

## Bakgrund och tidigare forskning

Denna studie handlar om läromedel i fysik för grundskolans senare år i relation till aktuella styrdokument. Det finns en omfattande forskning, som beskriver hur elever upplever svårigheter i mötet med naturvetenskap och teknik (N&T) i skolan. I Sverige är forskningen inte lika omfattande. Därför skisseras i denna bakgrund både internationell och nationell forskning med relevans för läromedelsdiskussioner. Texten gör inga anspråk på att vara heltäckande utan på att skissera centrala perspektiv och resultat genom ett antal huvudreferenser. Det är ibland svårt att diskutera internationell forskning eftersom utbildningssystemen ser olika ut i olika länder. Ibland hanteras inte de enskilda ämnena utan man talar om läromedel i "science" eller "physical science". Ibland är teknik inkluderat, ibland inte och det är inte alltid det framgår tydligt. Lite är gjort i Sverige, men några av de studier som är gjorda ingår i redovisningen och kan jämföras med den internationella utvecklingen.

En av de första studierna som på ett systematiskt sätt följde och studerade elevernas perspektiv på NO-ämnena i den svenska grundskolan är Lindahls (2003) arbeten. Hon visar hur elevernas intresse för grundskolans alla ämnen förändras under skolåren. Särskilt för kemi och fysik går intresset i botten under grundskolans senare år. Lyons (2006) visade att i stort sett samma förhållanden gäller i både Sverige, Australien och Storbritannien. Han identifierar tre teman som handlar om att undervisningen blir knuten till lärarauktoriteten och det finns nästan inget utrymme för eleverna att komma med synpunkter, reflektioner eller egna perspektiv. Undervisningen upplevs som transmissiv i sin karaktär, vilket innebär att den är knuten till exempel till läraren och det finns lite utrymme för elever att komma med egna frågor och funderingar. Många elever förstår inte heller vad det är de skriver av från tavlan eller läser i sina böcker. Undervisningen blir avkontextualiserad så att lagar, modeller och begrepp studeras för sig utan att de kopplas till vad man kan ha dem till.

På grund av detta har syftet med NO-ämnena och teknik, som delar av en obligatorisk utbildning, blivit diskuterade (Roberts, 2007; Millar, 2006; Fensham, 2000). Det har gjorts ansträngningar för att Sverige ska vara en del av den internationella utvecklingen och reformera skolan utifrån vetenskaplig grund med nationella anpassningar. I Roberts och Östman (1998) finns en tydlig genomgång av aspekter, som saknades i läro- och kursplaner, men som är väsentliga för elevers möjlighet att skapa mening. Revideringen av kursplanerna, som genomfördes 2000

och som gäller då denna studie genomförs, tydliggjorde att NO-ämnena därför ska undervisas utifrån tre aspekter: "beträffande natur och människa", "beträffande den naturvetenskapliga verksamheten" och "beträffande kunskapens användning". Det är mot dessa aspekter som denna läromedelsgranskning är genomförd. För den fullständiga kursplanen för fysikämnet hänvisas till Skolverket.

### *Naturvetenskap, teknik och samhälle*

Det är känt sedan länge att kursplaneförändringar ofta har begränsad inverkan på det som händer i klassrummet (Galton & Eggleston, 1979). Däremot finns en mängd evidens, som visar att läromedel har en stor inverkan (McCarthy, 2005; Leite, 2002; Dimopoulos, Koulaidis & Sklaveniti, 2003). Ett perspektiv, som har använts för att försöka utveckla en hantering av elevers svårigheter med att skapa mening i naturvetenskap och teknik kallas "Science, Technology and Society (STS) ansatser". Dessa innebär att koppla naturvetenskap till teknik och samhällsutveckling. I en analys av studier som undersökt dessa ansatser framkommer att elever får en förbättrad attityd till ämnena och det sker inga försämringar i deras prestationer (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Mee-Kyeong & Erdogan, 2007). På grund av dessa positiva resultat har läromedel i många länder utvecklats utifrån STS.

Från USA rapporterar Yager och Akcay (2008) om en jämförande studie mellan elevgrupper som blir undervisade utifrån STS med grupper, som får en undervisning utifrån en mer traditionell, läromedelsstyrd undervisning. Studien visar att eleverna i STS-grupperna lär sig och behärskar det naturvetenskapliga innehållet lika bra som de andra eleverna. Dessutom utvecklade de bättre attityder till naturvetenskap, de tillämpade innehållet bättre i nya situationer, de blev mer kreativa och de använde naturvetenskap i större utsträckning utanför skolan.

Gardner (1999) beskriver problematiken som följer av att naturvetenskap under lång tid presenterats som teoretisk, abstrakt och med få kopplingar till tillämpningar och den verkliga världen. I sin analys av kanadensiska fysikläromedel för högre åldrar framkommer flera positiva resultat. Läromedlen innehåller många bra lokala illustrationer, flera mänskliga sidor av ämnet lyfts fram och det finns tydliga kopplingar till möjliga karriärvägar. Det Gardner lyfter fram som ett problem i de läromedel som analyserats är att ett idealistiskt perspektiv mellan naturvetenskap och teknik dominerar och att det finns få diskussioner om hur relationerna mellan kunskapsområdena har varierat under historien i olika sammanhang. Gardner lyfter fram betydelsen av att elever får lära sig om moderna artefakter och vad de betyder för samhället. I diskussioner ska inte den historiska utvecklingen beskrivas på ett

felaktigt sätt. Olika relationer mellan naturvetenskap och teknik ska beskrivas där de är relevanta.

### *Vetenskapshistoria och vetenskapsteori*

Det historiska perspektivet, "the History of Science" (HOS), är en annan ansats som använts i utveckling av läromedel för att komma åt meningsfulla sammanhang för elever. Ofta diskuteras HOS tillsammans med ett annat, ibland överlappande perspektiv, "the Philosophy of Science" (POS) som "the History and Philosophy of Science" (HPOS). Dessa har handlat om att hjälpa elever att lära sig om hur vetenskapen har utvecklats under historien och försöka använda dessa sammanhang för meningsfulla diskussioner om dagens och morgondagens utmaningar och frågor. En av tankarna är att historiska exempel ska kunna bidra med ett skydd mot att hamna i begreppsorienterad och avkontextualiserad undervisning där människan inte har en position.

I en granskning av 41 amerikanska fysikläromedel med fokus på avsnitt om atomfysik visade Rodríguez & Niaz (2004) att HPOS perspektiv är dåligt företrädde. Detta trots att evidens finns att dessa hjälper elever att uppskatta vetenskapligt arbete, skapar intresse för innehållet och ökar prestationer. De flesta läromedlen hade ett induktivt perspektiv och framhöll att experiment är av största vikt inom vetenskapen och det som för vetenskapen framåt. Trots att atomfysiken erbjuder många viktiga historiska sammanhang, där innehållet utvecklades, alternativa tolkningar och modeller fördes fram, som föranledde debatt och grupperingar och som för fram till våra dagar, var dessa berättelser frånvarande.

Liknande resonemang förs av Stern & Roseman (2004), som analyserar materiens och energins omvandlingar i nio amerikanska läromedel. De visar hur viktiga grundkoncept i nya områden av naturvetenskapen ibland är obefintliga och om de närvarar ligger de ofta inbäddade i resonemang och exempel, som tillhör tidigare modeller och begrepp. Ett snarlikt resultat visar Ibáñez & Ramos (2004) för fysikläromedel för universitetsnivå i Spanien. Många bärande begrepp inom termodynamiken blir inte förklarade utifrån hur de hänger ihop. Stern & Roseman (2004) lyfter fram betydelsen av en läromedelsutveckling, som avgörande för att lära ut nytt innehåll och efterfrågar en utveckling i linje med perspektivet "Science for All Americans". Leite (2002) rapporterar i stort sett samma resultat från Portugal. I sin analys finner hon inget tydligt exempel där människans föreställningar, debatter mellan forskare eller de kontexter de befinner sig i har betydelse för teoriutvecklingen. Inte heller hur politik, religion, kultur och ekonomi ingår i

förutsättningarna för vetenskapligt arbete och hur detta kan påverka. Om historiska exempel, som visar hur begrepp eller artefakter utvecklats i ett sammanhang finns med i ett läromedel, markeras de ofta som valbara. Detta innebär i praktiken att eleverna vanligen väljer bort dem. Leite beskriver att eleverna oftast vet vad undervisningen går ut på och läser därför in sig på det som bedöms.

Rodríguez & Niaz (2004) analyserade 41 fysikläromedel och elva laborationsinstruktioner och bekräftar problematiken som beskrivits ovan. Både HOS och POS samt olika modeller för att förstå ett fenomen saknas. Istället betonas att experiment leder fram till det rätta sättet att se på ett sakförhållande. En idealistisk bild av naturvetenskapen porträtteras, där det handlar om att upptäcka och avslöja en slutgiltigt sann beskrivning av verkligheten. Deras studie visar att elever via läromedlen inte kan förstå hur naturvetenskap växt fram. Det är också otydligt kring vilka frågor modeller och begrepp utvecklats. Eleverna kan inte genom att läsa dessa böcker förstå att innehållet ingår i en mänsklig process.

#### *Plats och lärande*

Ett ytterligare område som utvecklar NO-undervisningen handlar om plats och lärande. Till viss del liknar det en del av resonemangen kring STS, eftersom de handlar om att koppla till omgivande samhälle. Braund & Reiss (2006) diskuterar hur människor idag kommer i kontakt med naturvetenskap på olika sätt och hur det förändrar erfarenheter och därigenom villkor för lärande. Förmågan att förstå och relatera till denna utveckling blir viktig för att undervisningen i skolan ska kunna upplevas som uppdaterad och aktuell.

Rosengrant (2003) visar hur läromedel kan kombineras med en fysikundervisning som kopplar till aktiviteter och sammanhang där innehållet hör hemma. Studenterna blev genom sådana upplägg mer positiva till att studera innehållet och de upplevde att de lärde sig mer. En av de stora poängerna med plats och lärande är alltså att hjälpa elever att koppla det som behandlas i klassrummet till praktiker utanför skolan, för att bidra med sammanhang där innehållet har sin relevans. Annorlunda uttryckt utifrån svenska kursplaner kan man säga att det handlar om att åstadkomma en dynamik mellan natur och människa, den naturvetenskapliga verksamheten med dess metodologi och kunskapens användning.

#### *Flickor och pojkar*

Ett sedan länge dokumenterat förhållande är att det finns skillnader mellan hur pojkar och flickor upplever naturvetenskap och teknik i skolan (Weinburgh, 1995). I

många fall visas att flickor systematiskt missgynnas av undervisningen, särskilt i fysik, kemi och teknik, då dessa ofta handlar om sammanhang som förknippas med traditionellt manliga ideal. Det blir därför intressant att studera könsbalansen i läromedel.

Whiteley (1996) visar i en analys av sju fysikböcker att det råder en stor obalans och att det finns stark evidens minst sedan 1970-talet för en sned könsbalans. Fysikämnet blir förknippat med en maskulin image, få referenser går till kvinnor och när de finns med är de inte utövare av vetenskapen. Historiska exempel går nästan uteslutande till manliga forskare. Teknologi som exemplifieras, handlar om sådant som intresserar pojkar i större utsträckning. Whiteley visar hur fysikämnet är fixerat vid gamla framsteg och är opersonligt eftersom få människor är närvarande. Fokus på lagar, ekvationer, experiment och konstanter, som manliga forskare beskrivit i historien, skapar en diskussion om varifrån denna skevhet kommer. Whiteley föreslår åtgärder som handlar om att arbeta med förebilder, att visa elever var det finns en plats för dem som medborgare, att ge elever möjlighet att delta i aktiviteter och ge dem förutsättningar för att utveckla en positiv självbild i relation till naturvetenskap.

Svennbeck (2003) redogör för en liknande problematik i Sverige. Hon analyserade fysikdiskurser i läromedel och fann att de innesluter manligt och utesluter kvinnligt och har en likhet i sättet att tilltala. Hon visar att samtliga läromedel utgår ifrån en vetenskaplig rationalitet, vilket också beskrivs som normen för människans naturumgänge.

Andra studier har visat att både pojkar och flickor har stora intressen för naturvetenskap och teknik, som är i linje med samhällsutvecklingen (Jidesjö et al., 2009). En viktig insikt från dessa studier är att elevers intressen inte följer traditionella ämnesindelningar utan är innehållsorienterade på andra sätt. Det innebär bland annat att frågor om meningsfull undervisning ur barns och ungdomars perspektiv behöver relateras mer specifikt till innehåll, istället för breda kategorier som ämnen eller ämnesområden. Detta bekräftas av Baram-Tsabari & Yarden (2005), som beskriver barns spontana intressen utifrån hur de möter innehållet utanför skolan till exempel genom att titta på TV eller delta i diskussioner på Internet (Baram-Tsabari, Sethi, Bry & Yarden, 2006).

I en omfattande genomgång av elevers attityder till naturvetenskap betonar Osborne, Simon och Collins (2003) i likhet med detta betydelsen av att relatera mer till teknologisk utveckling, aktuella frågor liksom framtidsfrågor. Mindre tyngd bör

läggas vid att redogöra för historiska kända fakta som de flesta är överens om och som kanske inte är adekvata kunskaper för dagens frågor.

### *Etnicitet*

Etnicitetsfrågor är ett annat fält med relevans för diskussioner om ett bra läromedel. Ninnés (2000) redogör för en stor del av forskningen och argumenterar för att undervisning i naturvetenskap och teknik måste förhålla sig till kulturell mångfald. En utbildning måste visa respekt för olika sätt att se på världen och uppmärksamma kulturella olikheter. Poängen handlar om att andra sätt att tänka och förstå världen kan vara nödvändiga villkor för att vissa grupper av elever ska ha en chans att knyta an till naturvetenskapliga betraktelsesätt. En naturvetenskaplig undervisning ska inte bidra till etnocentrism, rasism eller kulturimperialism.

Ninnés redogör för en mängd forskning som visar att etniska perspektiv ofta är helt frånvarande i naturvetenskapliga läromedel. De skulle kunna handla om myter, sagor, legender, teknologier, natursyn eller sociala frågor, som knyter an till olika kulturer. Känslor av deltagande är viktiga frågor för demokratiska samhällen och undervisning i naturvetenskap ska inte bidra till att trycka ner andra kulturer eller att någon kultur framställs som överlägsen.

### *Undersökande arbetssätt*

McCarthy (2005) redogör för en större studie i USA, där 18 skolor med tydliga sociala problem undersöktes. Studien visade att eleverna gynnades av det som de kallade "tematiska angreppssätt" och "hands-on science" istället för en läroboksorienterad undervisning. McCarthy redogör för tidigare forskning som visar att dessa nya metoder är nödvändiga då det är känt att den läromedelsstyrda undervisningen inte möter elevernas behov utan bidrar till att många hamnar utanför. En aktivitetsorienterad undervisning för in element som är viktiga för eleverna och handlar om verkliga frågor och utmaningar. Dessa frågor genererar diskussioner som bidrar till reflektion och skapar känslor av deltagande. En sådan undervisning ökade elevernas prestationer och förbättrade deras attityder till naturvetenskap.

Om ett land ska kunna lyfta sig inom naturvetenskap och teknik behöver det få med alla elever, särskilt de som vi vet missgynnas av en viss undervisning och halkar efter och därmed drar ner prestationerna. I USA, liksom i andra delar av världen, finns en vetskap om att eleverna gynnas av ett undersökande och utforskande arbetssätt.



## *Bilder och text*

Stylianidou, Ormerod och Ogborn (2002) visar att bilder i läromedel ofta inte hjälper till att ge belysning av en text och de visar inte heller de fenomen de avser att illustrera på ett tydligt sätt. Pilar kan vara störande inslag liksom linjer. Det rent visuella kan vara svårt att tolka, vissa bilder är textbaserade och ibland visas cykliska förlopp med symboler där det är otydligt hur de ska förstås.

Dimopoulos, Koulaidis och Sklaveniti (2003) jämförde bilders framställning i läromedel i naturvetenskap med dagstidningar. De fann att läromedel använde tio gånger fler bilder än tidningar per samma mängd text samt att visuella representationer minskar i läromedel med ökande ålder hos eleverna. Resultatet diskuterar de som något överraskande då många kanske tror att det är media, som är mest visuell. I båda läromedel och dagstidningar var bildmaterialet oftast realistiskt.

I samma studie blev det också tydligt att texterna inte var förenklade versioner av vetenskapliga texter. De rekontextualiserades utifrån kunskap hos författarna, ideologier och annat som styr de praktiker som de ingår i. För elevernas del kan man därför säga att det ibland handlar mer om att förstå hur författarna till läromedel tänker och förstår naturvetenskap än om att lära sig innehållet. Läromedlen tog oftast på sig rollen att försöka introducera läsaren till själva ämnet medan tidningarna på ett tydligare sätt försökte ligga nära människors vardag och skildra vad innehållet hade för betydelse för människors liv.

Chambliss (2001) redogör för hur naturvetenskapliga läromedel ofta följer en särskild stil. Ofta förs ett argument fram, som åtföljs av en förklaring. Därefter kommer avsnitt som handlar om att eleven ska undersöka själv och underbygga med argument för en studie. Därefter ska eleven förklara i relation till hur vetenskapen fungerar. Det finns olika mönster i hur dessa aspekter framhålls. Många läromedel verkar dock undvika att ta hänsyn till hur människor tänker och resonerar. De går ofta rakt in i diskussioner om orsakssamband, som ofta framstår som främmande och kontraintuitiva för människor.

Wilkinson (1999) redogör för en omfattande analys av fysikläromedel utifrån vad de innehåller och hur det tas upp. I hans analys ingår 20 fysikläromedel publicerade mellan åren 1967-1997 i USA. Han använder fyra aspekter för att diskutera resultaten. "Naturvetenskap som en uppsättning fakta" är den som dominerar. "Naturvetenskap som ett sätt att undersöka" finns ofta med. "Naturvetenskap som ett sätt att tänka" är lite fokuserat. "STS ansatser" blir vanligare efter 1990, men mest fokuserat på nyttor av naturvetenskap och teknik, inte på negativa effekter, sociala

aspekter och nästan inget finns med om yrken, arbetsmarknad och karriärmöjligheter.

Knein (2001) visar tydligt att naturvetenskap i läromedel ofta blir beskrivet som enskilt arbete och att verksamheten mest handlar om experiment som ger sanna beskrivningar av verkligheten. Naturvetenskap framställs som om det främst handlar om viktiga laborationer och inte hur diskussioner, debatt och argument mellan människor bidrar till kunskapsproduktion. Läromedelsförfattarna skiljer inte heller mellan naturvetenskap i sig, som sker för kunskapsproduktion och hur innehållet skulle kunna hanteras för utbildningssyften och behandlas ändamålsenligt för elevers lärande. Ofta ger detta eleverna en bild av naturvetenskap som om den handlar om att lära sig färdiga fakta, begrepp och modeller, men inte om hur dessa är delar i ett gemensamt samhällsprojekt. Naturvetenskapen i sig bygger på ett sådant socialt kontrakt (Gibbons, 1999) och är beroende av att människor är positiva till den så de stöttar och uppskattar en utveckling. Det är därför i grunden en viktig fråga att engagera sig i.

#### *Kvalitéer som kännetecknar ett bra läromedel*

Avslutningsvis kan sägas att ett läromedel som riktar sig till barn för att stötta dem i deras lärande behöver innehålla en mängd olika kvaliteter. Ogan-Bekiroglu (2007) går igenom forskning, som handlar om sådana och redogör för kriterier, som kan användas i analyser. Kvaliteterna handlar om att läromedlet ska fungera för barn i olika åldrar och det ska vara i linje med styrdokument. Grafer, bilder och diagram ska vara tydliga, det ska vara tilltalande, involvera eleverna, ta hänsyn till förförståelse och intresse, innehålla meningsfulla projekt, vara utmanande, innehålla olika nivåer och använda ett språk som fungerar för barn och ungdomar.

I sin egen studie av fysikläromedel konstaterar Ogan-Bekiroglu att layouten ofta är trist och otydlig och går ut på att läsa ett kapitel för att sedan bli förhörd på det. Frågorna testar i princip bara två saker: En drillning i att genomföra numeriska beräkningar samt att återge lagar och experiment. Tyvärr kan dessa upplägg motverka sitt syfte och få elever att ta avstånd från fysik, eftersom de inte kommer kunna knyta an till innehållet utifrån sina erfarenheter och tidigare förståelse för diskuterade fenomen.

### *Sammanfattande kommentarer*

Sammanfattningsvis kan sägas att frågan om ett fungerande läromedel eller dess tillkortakommanden, med målsättningen att förbättra elevers lärande, inte handlar om någon enskild fråga. Det är flera olika faktorer som påverkar. Nedan återges i punktform de olika perspektiv vi identifierat inom forskningen. Punktlistan innehåller aspekter om hur läromedel hanterar innehåll, men också om hur de borde hantera det för att fungera bättre för elevers lärande. De centrala perspektiv som forskningen lyfter fram handlar om:

- Betydelsen av kopplingar mellan naturvetenskap, teknik och samhälle (STS-approaches).
- Betydelsen av historiska och vetenskapsteoretiska perspektiv (HPOS-approaches).
- Ny kunskap blir dåligt beskriven, ofta utifrån exempel som tillhör gammalt innehåll.
- Mest fokus på historiska fakta och experiment, för lite om vad dessa betyder för människor.
- Fokusera mer på specifikt innehåll och mindre på ämnen eller ämnesområden.
- Plats och lärande väsentligt för möjligheten att förstå var innehållet har relevans.
- Mest fokus på manliga domäner, för lite kvinnliga förebilder.
- För lite fokus på aktuella samhällsfrågor, teknologisk utveckling och framtidsfrågor.
- Etnicitetsfrågor behandlade i liten, nästan obefintlig utsträckning.
- Undersökande och utforskande arbetssätt hjälper elever att skapa mening.
- Bilder och hur de samverkar med text ofta otydligt.
- Texten disponeras ofta i en speciell genre, som kan vara främmande för många människor.
- Läromedel ska vara anpassade utifrån barns och ungdomars intresse och förmågor och i linje med styrdokument.

## Syfte och metod

I Skolinspektionens kvalitetsgranskning efterfrågades vilket eller vilka läromedel, som användes på den aktuella skolan. Utifrån en sammanställning av dessa (se Bilaga C) framgår att tre är vanligast förekommande. Dessa har utgjort grund för den läromedelsanalys, som genomförts. De tre läromedlens referenser är:

- Sjöberg, S. & Ekstig, B. (2007). *Fysik: för grundskolans senare del*. 3:e upplagan. Natur och kultur: Stockholm. Ingår i serien "Puls".
- Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 1, Materia, krafter, tid och rörelse, ellärans grunder, tryck, solen och planeterna*. Tefy: Båstad.

Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 2, Arbete-energi-effekt, värmelära, meteorologi, ellära-magnetism, optik, akustik*. Tefy: Båstad.

Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 3, Mekanik, elektronik, atom- o kärnfysik, astronomi, energikällor*. Tefy: Båstad.

- Undvall, L. & Karlsson, A. (2006). *Fysik*. 3:e upplagan. Liber: Stockholm. Ingår i Liber utbildnings serie "Spektrum".

I den fortsatta texten refereras till dessa tre läromedel som "Puls", "Tefy" och "Spektrum".

Studien består av två delar. I den första har alla tre läromedlen granskats i relation till aktuella kursplaner för fysikämnet med hjälp av innehållsanalys. Analysen syftar till att ge en bred bild av hur skolans uppdrag återspeglas i respektive läromedel. Därför är analysen genomförd så att de gemensamma målen för NO-ämnena, uppnåendemålen för fysikämnet för år nio samt strävansmålen för fysikämnet analyserats utifrån hur de hanteras i respektive läromedel. Ibland har också några formuleringar från "Syfte och roll i utbildningen" använts i granskningen då de ibland innehåller formuleringar, som återkommer i målen och utgör själva kärnan med ämnets syfte. Innehållsanalysen visar framför allt i vilken utsträckning de olika delarna i uppdraget återfinns i läromedlen. För att ge störst möjlighet till överblick över resultaten av innehållsanalysen finns de presenterade i en tabell i Bilaga A i slutet av denna text och inte i ett särskilt resultatkapitel.

I den andra delen har en bildanalys genomförts. Syftet med denna är att komplettera innehållsanalysen och skapa en överblick över vilka aspekter det visuella materialet lyfter fram. Bildanalysen visar vilka aspekter som framhävs hos fysikämnet samt könsbalansen i dessa aspekter. Bildanalysen presenteras också i slutet av denna text, efter innehållsanalysen i en tabell i Bilaga B. Resultaten är presenterade i tabellerna med kommentarer för att ge en överskådlig redogörelse för vad de visar.

De kategorier som används i resultatredovisningen är empiriska och har konstruerats utifrån analysen och har alltså inte utgått ifrån några förväntade kategorier.

## Diskussion av resultaten

Det mest grundläggande resultatet vi vill lyfta fram är att inget av de granskade läromedlen hanterar hela uppdraget. Fokus ligger mest på de delar som i kursplanen hanteras under "beträffande natur och människa". Bristerna handlar därför främst om de delar som ska hanteras under "beträffande den naturvetenskapliga verksamheten" och "beträffande kunskapens användning". I innehållsanalysen är detta tydligt. Redan i de gemensamma målen, i det övergripande syftet med ämnens roll i utbildningen, syns huvudresultatet. Fokus ligger i samtliga läromedel nästan helt på att beskriva naturvetenskapliga resultat. Arbetsätt hamnar ofta i skymundan. Ibland tas de upp flyktigt i samband med historiska tillbakablickar, som presenteras långt bak eller i markerade separata tonade rutor. Målet med att åstadkomma en mer hållbar samhällsutveckling och att utveckla omsorg om natur och människor är i stort sett helt frånvarande i samtliga läromedel.

Dessa huvudresultat går över i de andra delarna, mål att sträva mot, ämnets karaktär och uppbyggnad och uppnåendemål för år nio. Fokus ligger huvudsakligen på grundläggande begrepp inom olika områden som mekanik, optik, akustik, atom- och kärnfysik samt värmelära.

I stort är dessa resultat i linje med resultat från den internationella forskning, som presenterats i bakgrunden till denna text. Fysikämnet verkar behäftat med en stark tradition att fokusera på en uppsättning centrala begrepp, utan att tala om från vilka sammanhang dessa kommer, hör hemma eller kan användas till. Detta är också huvudkritiken från elever i grundskolans senare år, när de får diskutera vad de tycker är problematiskt med NO-undervisningen i skolan (Lyons, 2006). Om inte vare sig undervisning eller läromedel hjälper elever med dessa kopplingar är det kanske inte konstigt att de undrar varför de ska lära sig innehållet.

Indirekt förmedlas i läromedlen att det inte finns någon plats för människor eller karriärer kopplade till innehållet, utan undervisningen går ut på att lära sig en uppsättning färdiga fakta. Dessutom verkar det ofta framställas som om det är med dessa fakta man kan avslöja naturens innersta hemligheter. Stora delar av dessa resultat är i strid med skolans uppdrag och har därför en allvarlig karaktär.

Flera av de kvaliteter som forskningen handlar om för att förbättra elevers lärande i naturvetenskap och teknik finns med i styrdokumentet, men verkar ha svårare att finna en position i läromedel. En sådan kvalitet är betydelsen av kopplingar mellan

naturvetenskap, teknik och samhälle. Vikten av sådana kopplingar understryks i kursplanen för fysik och för de naturvetenskapliga ämnena. Särskilt tydligt är det i målen att anknyta till samhällets strävan att skapa hållbar utveckling, att öka förståelsen av människans relation till naturen särskilt när det gäller energiförsörjning. Vidare att miljöfrågor ska belysas kontinuerligt och relateras till det naturvetenskapliga kunnandet, att göra de naturvetenskapliga beskrivningarna begripliga och berika synen på olika företeelser i vardagen och i tekniska anordningar samt att utveckla omsorg om naturen och ansvar vid dess nyttjande. Det är svårt att ta miste på att kopplingarna mellan naturvetenskap, teknik och samhälle ges en central ställning i skolans uppdrag.

Innehållets framställning i dessa perspektiv i läromedlen är i detta avseende en stor besvikelse. Till att börja med kan vi konstatera att de kopplingar som ändå görs är tämligen snävt begränsade till just de avsnitt som handlar om energiförsörjning. Målsättningen om en kontinuerlig anknytning till miljöfrågor faller platt, liksom ambitionen att inte bara behandla energiaspekterna utan snarare ett totalt spektra av miljö- och naturresursaspekter. Användningen av miljöbegreppet, begreppet hållbar utveckling eller andra nära besläktade eller anknyttande begrepp, är minimal eller till och med obefintlig. Däremot görs en hel del kopplingar till vardagsföreteelser, genom att diverse tekniska applikationer förklaras eller undersöks.

Dessa resultat indikerar en ganska omfattande problematik. Forskning i naturvetenskaplig didaktik har varit eftersatt i Sverige så det finns begränsad kompetens att hantera dessa utmaningar. Problematiken rör sig i skolan med möjligheten för lärare till kompetensutveckling, men har förstås också att göra med lärarutbildningens förmåga att behandla dessa frågor så blivande lärare är medvetna om vilka förutsättningar som gäller för läromedel. En nations intresse för vad som undervisas och hur det blir presenterat är en stor fråga. I sin avhandling diskuterar Johnsson Harrie (2009) hur kontrollen sett ut i Sverige och placerar läromedlen och skolans innehåll i ett sammanhang. I Sverige fanns statlig kontroll av samtliga läromedel i form av en nämnd mellan åren 1938 och 1974. För samhällsorienterande ämnen levde denna granskning kvar fram till 1991, men för NO-ämnena avskaffades den alltså redan 1974. I de reformer som genomfördes 1980, 1994 och i revideringen av kursplaner 2000 finns således inga särskilda läromedel, som ges ut tillsammans med nya läro- och kursplaner. Ansvaret ligger hos branschen och lärarens förmåga att bedöma i vilken utsträckning ett läromedel är i linje med aktuella styrdokument. Detta är viktiga förutsättningar att känna till och ställer krav på särskilda förmågor hos dem som ska använda ett läromedel. Betydelsen av dessa frågor underbyggs

ytterligare av att det i föreliggande kvalitetsgranskning framkommer att lärare i fysik ofta utgår ifrån att ett läromedel är i linje med styrdokumentet och om det följs så lever undervisningen upp till syfte och mål (se till exempel avsnitt 2.2). Det kanske är en rimlig tanke att så borde vara fallet (Ogan-Bekiroglu, 2007), men denna läromedelsgranskning indikerar att det finns stora delar av uppdraget som genom ett sådant förfarande inte kommer att bli behandlade.

En annan kvalitet, som forskning pekar på som väsentlig i naturvetenskapliga läromedel är betydelsen av historiska och vetenskapsteoretiska perspektiv. I samtliga läromedel som undersökts förekommer historiska tillbakablickar. I framställningarna hanteras dock dessa på tämligen olikartade sätt. I "Puls" flätas historien delvis in i den löpande texten, exempelvis i form av lediga inledningar, eller mer som löpande kommentarer. I samma text förekommer också historiska avsnitt som typografiskt markeras annorlunda än huvudtexten genom att förses med en ljusblå bakgrund. Här presenteras mer anekdotiskt kända personer som Galilei, Celsius och Faraday. Detta ger lösryckta glimtar av historien, som torde vara mer av allmänbildningskaraktär än av betydelse för förståelsen av samspelet mellan vetenskapen, tekniken och samhällsutvecklingen.

I "Spektrum Fysik" markeras historieanknytning också typografiskt, som utanför den löpande huvudtexten, genom att omgärdas av en blå linje och med rubriken historia (på samma sätt hanteras andra ämnen under rubrikerna Fördjupning samt Forskning). Här handlar det mest om att berätta om när och av vem olika upptäckter gjorts eller att beskriva gammaldags teknik. I "Tefy" har de historiska avsnitten sonika placerats i slutet av respektive volym och får därmed något av överkurskaraktär.

Några egentliga och systematiska kopplingar till samhällets utveckling görs inte i något av läromedlen. Detta är ett allvarligt resultat eftersom grundläggande utbildning handlar om att upplysa människor om det som är viktigt i kulturen. I den senaste internationella genomgången av forskning, som handlar om elevers attityder och intresse för naturvetenskap och teknik (Osborne, Simon & Collins, 2003) framkommer detta tydligt. Elever är mer intresserade av att lära sig om det som är aktuellt och betydelsefullt idag samt framtidsfrågor, medan undervisningen ofta är mer orienterad mot historiskt kända fakta. Här finns en stor utmaning att hantera. Om NO-undervisningen i skolan ska kunna upplevas som verklig och i linje med samhällsutvecklingen behöver den knytas an starkare till de praktiker där innehållet har relevans. Frågan om skolämnenas struktur och innehåll ställs därmed på sin spets.



Angående de vetenskapsteoretiska perspektiven kan vi konstatera att tystnaden ekar. Det finns överhuvudtaget inget som stör bilden av att fysikens historia är liktydig med historien om hur forskarna successivt lyckats blottlägga alltmer av det ursprungligen mystiska och kanske till och med esoteriska innehållet i naturens bok, samt att läget numera är att vetandet står nära fulländningen. Det framställs en linjär, kumulativ, oberoende och väsentligen harmonisk kunskapsutveckling, där diverse ålderdomliga villfarelser successivt rensats ut till förmån för mer eller mindre sentida insikter om sakernas egentliga tillstånd.

En fråga är varifrån dessa traditioner kommer och en annan varför de är så genomgripande i framställningen. Elevernas möjlighet att lära sig innehållet i relation till samhällsutveckling för medborgarskap i en demokrati, eller för innovation, kreativitet, entreprenörskap med globaliseringens effekter är i frånvaro av dessa ovan nämnda kvaliteter starkt begränsade. Frågor om innehållets legitimitet och autenticitet bör därför tas på största allvar och utredas grundligt. Se Abrandt Dahlgren och Carlsson (2009) för en svensk diskussion om bland annat dessa frågor.

Ett sätt att skapa en tolkningsram för att förstå en läroplansutveckling, hur syfte, mål och innehåll ständigt förändras på grund av samhällsutvecklingen är att ge en historisk belysning. Kärrqvist och Frändberg (2008) diskuterar i en kunskapsöversikt NO-ämnenas position i den svenska läroplansutvecklingen. De beskriver en första förskjutning, som skedde i början av 1900-talet, som en övergång från naturstudier till vetenskaplig rationalism. Långsamt övergick direkta studier av naturen eller insamlade objekt i bokliga studier. Från och med 1950-talet och framåt växer kring folkhemstraditionen en stark optimism om att det är med hjälp av naturvetenskap och teknik som samhället ska moderniseras.

När den obligatoriska skolan formerades kom viktiga läroplaner 1962 och 1969 med starkare fokus på naturvetenskap och teknik som problemlösare, utifrån ett vetenskapligt rationellt perspektiv med stark koppling till akademiska discipliner. I sin fulla kraft med implementering i klassrum kan denna beskrivas som den vetenskapligt rationella diskursen för naturvetenskap och teknik i skolan.

Miljöproblemets tilltagande allvar var ett av incitamenten för en förskjutning från denna diskurs mot en mer demokratisk, som kan spåras i nästa läroplan, som kom 1980. Den handlar mer om att upplysa människor om samhällets grundläggande värderingar och förbereda för medborgarskap i form av beslutsfattande, värderingar och argument för åsikter och ställningstaganden. Naturvetenskap och teknik får ett tydligare allmänbildande syfte istället för att ensidigt förbereda för vidare studier.

Utbildningens syften förändras på grund av samhällsutvecklingen med visionen att skolan ska kunna vara en plats där viktiga former av samhällslivet blir reflekterade och diskuterade. Ämnena fick dock lite olika roller. Biologiämnet blev mer inriktat mot miljövard medan fysik och kemi hade större fokus på artefakter och teknikutveckling, som problemens lösningar. Även ämnesövergripande perspektiv skrevs fram för att kunna hålla skolan i linje med samhällsutvecklingen.

Denna demokratiska diskurs utvecklas ännu tydligare med 1994 års reformer, som för grundskolan innebar införandet av läroplanen "Lpo94". Den etiska dimensionen tillkom med starkare fokus på hållbar utveckling och omsorg för människa och natur. Kärrqvist och Frändberg (2008) beskriver detta som en deliberativ demokratisk diskurs, som innebär att problem och konflikter inte ska förskjutas, olika synsätt och perspektiv ska lyftas fram och respekteras med visionen om deltagande och engagemang i ett beslutsfattande samhälle.

I historisk belysning klarläggs ett antal motiv till varför NO-ämnenas funktion, som del i en obligatorisk utbildning förändras. Dessa förändringar verkar ha lättare att finna en plats i skolans styrdokument än i läromedel. I bakgrunden till denna text redogörs för en mängd forskning som indikerar allvarliga brister i läromedel under denna samhällsutveckling. Dessa brister handlar om att ny kunskap ofta blir dåligt beskriven, en ensidig fokusering på historiska fakta och experiment, att teknologisk utveckling och framtidsfrågor ofta är frånvarande samt att etnicitetsfrågor i princip är obefintliga. Stark frånvaro av samhällskopplingar och vetenskapshistoriska och vetenskapsteoretiska perspektiv är också kännetecknande.

Dessa forskningsresultat är helt i linje med innehållsanalysen i denna studie vilket är en besvärande omständighet. Allmänbildningsperspektivet är viktigt i en demokrati och det är väsentligt att läromedel utvecklas i linje med skolans uppdrag, som en konsekvens av samhällsutveckling. Hur ska annars betydelser som innehållet har för människor kunna framträda? En nations önskan om att lyfta sig inom naturvetenskap och teknik för alla människors rätt till upplysning om det som är viktigt i kulturen, kanske borde starta i att se över de kunskapsområden som finns inom naturvetenskaplig didaktik och som har stor betydelse i den internationella utvecklingen. Detta kan sedan relateras till en önskvärd nationell utveckling. Saknas det kanske en nationell strategi för kunskapsområdena, som olika aktörer kan förhålla sig till? Frågan om hur resultaten borde tolkas och vad det som presenterats här ska få för implikationer ska inte talas om här, men vi vill med detta resonemang betona resultatens graverande karaktär.

Den andra analysen, som är gjord på det visuella materialet i läromedlen, bekräftar, kompletterar och förstärker innehållsanalysen. Bildernas hantering fångar in andra delar. Bilderna handlar mest om kroppsarbete, sport, tekniska arbetsuppgifter och aktiviteter som kan associeras till vetenskap och det är mestadels pojkar och män som är utövare. Om kvinnliga förebilder finns med är de sällan utövare av vetenskapen. Anknytningar till vardagsliv, hur människor erfar innehållet i sina liv, etiska dilemman, viktiga samhällsfrågor eller vetenskapsteoretiska förhållanden är i stort sett helt frånvarande. Detta medför konsekvenser för etnicitetsfrågor, undersökande och utforskande arbetssätt och plats och lärande, som forskning pekar på som väsentliga för elevers lärande.

Att få bildmaterialet att samverka med texten och hjälpa elever med olika bakgrund att förstå vad naturvetenskap handlar om kräver antingen utvecklingsarbete av läromedlen eller ordentlig kompetensförsörjning hos lärare så de kan kompensera för dessa brister. Det handlar om att hjälpa elever att förstå hur vetenskapen diskuteras i till exempel media och hur resultaten påverkar våra liv i form av kunskapens användning. Detta är centrala mål, som utgår ifrån utbildningens syften och ska därför inte vara otydligt. Innehållet ska hanteras för att hjälpa barn och ungdomar i deras lärande av innehållet för dessa syften och det är för dessa ändamål ovan nämnda kvaliteter behöver närvara. Den skeva könsfördelningen i bildmaterialet är också något vi är tvingade att påminna om, trots alla ansträngningar som gjorts för att förbättra dessa förhållanden. Även om "Spektrum fysik" och "Puls" har bättre fördelning än "Tefy", som för oss har en förvånande skevhet, råder det i samtliga tre läromedel en obalans. När det är så enkelt att åtgärda till exempel en jämnare könsfördelning i bildmaterialet kan man undra hur det kan komma sig att dessa ideologier är så förhärskande (Knein, 2001).

### *Avslutande reflektion*

Frågor om vad som bör undervisas i skolan och hur det bör tas upp har diskuterats under hela utbildningens historia. Det finns många olika bud och åsikter, men för Sveriges del överraskande lite forskning. Risker med ett sådant förhållande är att frågorna inte blir diskuterade utifrån vetenskaplig grund. Samtidigt finns en omfattande internationell litteratur i naturvetenskaplig didaktik, som bland annat hanterar dessa frågor. Denna läromedelsstudie har genom en mindre och enkel innehålls- och bildanalys redogjort för en omfattande problematik i relation till denna litteratur. Resultaten indikerar därför ett behov av förstärkning av kompetens för att kunna hantera dessa utmaningar.

Ett läromedel ska fungera för barns lärande. Då behöver särskilda kvaliteter närvara. Om det ska vara i linje med styrdokument eller inte kan diskuteras. I den omfattande genomgång som Ogan-Bekiroglu (2007) gör av kvaliteter för ett läromedel i naturvetenskap, ses det dock som en självklarhet. Det ska engagera eleverna i meningsfulla projekt, tilltala och visa att de tas på allvar samt visa hänsyn till erfarenheter och intresse. En undervisning som gör sig upptagen i historiska lagar och samband utan att diskutera kunskapens användning och relatera till viktiga samhällsfrågor, kan knappast bidra till utbildningens grundläggande syften.

I skolinspektionens kvalitetsgranskning av fysikämnet framkommer att många elever uppfattar undervisningen som knuten till auktoriteter och det finns begränsad plats för dem att föra fram funderingar, erfarenheter eller åsikter. Detta påverkar villkoren för lärande och elevernas möjlighet att skapa mening. Skuld för en utbildnings tillkortakommanden ska därför inte belasta elever. Uppmärksamhet borde istället riktas till de kunskapsområden som hanterar dessa frågor. För medborgarskap, deltagande och känslor av att bli tagen på allvar.

## Referenser

- Abrandt Dahlgren, M. & Carlsson, I. (2009). *Lärande på vuxnas vis: Vetenskap och beprövad erfarenhet*. Studentlitteratur: Lund.
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803-826.
- Baram-Tsabari, A., Sethi, R. J., Bry, L. & Yarden, A. (2006). Using questions sent to an ask-a-scientist site to identify children's interests in science. *Science Education*, 90(6), 1050-1072.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.
- Chambliss, M. J. (2001). Analyzing science textbook materials to determine how "persuasive" they are. *Theory into Practice*, 40(4), 255-264.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V. & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33(2), 189-216.
- Fensham, P. (2000). Providing suitable content in the "science for all" curriculum. I R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.). *Improving science Education: The Contribution of research*. Open University Press, Buckingham.
- Galton, M., & Eggleston, J. (1979). Some characteristics of effective science teaching. *International Journal of Science Education*, 1(1), 75-86.
- Gardner, P. L. (1999). The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 21(3), 329-347.
- Gibbons, M. (1999). Science's new social contract with society. *Nature*, 402(6761), C81-C84.
- Ibáñez, M. & Ramos, M. C. (2004). Physics textbooks presentation of the energy-conservation principle in hydrodynamics. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 267-276.
- Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K-G. & Strömdahl, H. (2009). Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about in secondary science and technology and their opinions on science lessons. *Nordina*, 5(2), 213-229.

- Johnsson Harrie, A. (2009). *Staten och läromedlen: En studie av den svenska statliga förhandsgranskningen av läromedel 1938-1991*. Akademisk avhandling, ingår i serien "Linköping Studies in Pedagogic Practices, No. 10." Institutionen för beteendevetenskap och lärande, Linköpings universitet. LiU-Tryck, Linköping.
- Knein, E. (2001). Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(3), 319-329.
- Kärrqvist, C. & Frändberg, B. (2008). *Vad händer i NO-undervisningen? En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterade ämnen i svensk grundskola 1992-2008*. Kunskapsöversikt utgiven av Skolverket, Stockholm.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Dissertation (Göteborg studies in educational sciences 196), Göteborg, Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Leite, L. (2002). History of science in science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11(4), 333-359.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- McCarthy, C. B. (2005). Effects of Thematic-Based, Hands-On Science Teaching versus a Textbook Approach for Students with Disabilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 245-263.
- Mee-Kyeong, L., & Erdogan, I. (2007). The effect of science-technology-society teaching on students' attitudes toward science and certain aspects of creativity. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1315-1327.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Ninnes, P. (2000). Representations of indigenous knowledges in secondary school science textbooks in Australia and Canada. *International Journal of Science Education*, 22(6), 603-617.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). To what degree do the currently used physics textbooks meet the expectations? *Journal of Science Teacher Education*, 18(4), 599-628.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 1, Materia, krafter, tid och rörelse, ellärans grunder, tryck, solen och planeterna*. Tefy, Båstad.
- Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 2, Arbete-energi-effekt, värmelära, meteorologi, ellära-magnetism, optik, akustik*. Tefy, Båstad.

- Paulsson, B., Nilsson, B., Karpsten, B. & Axelsson, J. (2009). *Fysik Lpo: för grundskolans senare del. Bok 3, Mekanik, elektronik, atom- o kärnfysik, astronomi, energikällor*. Tefy, Båstad.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. I Abell, S. K. & Lederman, N. G. (eds.). *Handbook Of Research On Science Education* (pp. 729-780). Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- Roberts, D. A. & Östman, L. (1998). *Problems of meaning in science curriculum*. Teachers College Press, New York.
- Rodríguez, M. A. & Niaz, M. (2004). A reconstruction of structure of the atom and its implications for general physics textbooks: a history and philosophy of science perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 409-424.
- Rosengrant, D. (2003). Physics in the real world...Teaching outside the textbook. A teacher's perspective on principles of technology. *Techniques: Connecting Education and Careers*, 78(2), 58-59.
- Sjöberg, S. & Ekstig, B. (2007). *Fysik: för grundskolans senare del. 3:e upplagan*. Natur och kultur, Stockholm.
- Stern, L. & Roseman, E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061's curriculum evaluation study: life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568.
- Stylianidou, F., Ormerod, F. & Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Svennbeck, M. (2003). *Omsorg om naturen. Om NO-utbildningens selektiva traditioner med fokus på miljöfostran och genus*. Acta Universitatis Uppsaliensis. Akademisk avhandling. Uppsala Studies in Education 104. Elanders Gotab, Stockholm.
- Undvall, L. & Karlsson, A. (2006). *Fysik. 3:e upplagan*. Liber, Stockholm.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in students attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387-398.
- Whiteley, P. (1996). The gender balance of physics textbooks: Caribbean and British books, 1985-91. *Physics Education*, 31(3), 169-174.
- Wilkinson, J. (1999). A quantitative analysis of physics textbooks for scientific literacy themes. *Research in Science Education*, 29(3), 385-399.
- Yager, R. E. & Akcay, H. (2008). Comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominate approach. *Research in Middle Level Education*, 31(7), 1-16.