

**Elevers vardagsföreläsningar
och
fysikundervisningens utformande**

Helena Johansson

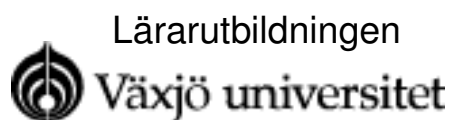
Elevers vardagsföreläsningar och fysikundervisningens utformande

Examensarbete i fysikdidaktik, 10p (15hp)

av

Helena Johansson

m_helena.johansson@swipnet.se



Handledare: **Eije Karlsson, Thomas Lundström**, MSI, Växjö Universitet.

Examinator: **Thomas Lundström**

18 december 2007

Sammanfattning

Fysikundervisningens utformande är av stor betydelse för hur elever tar till sig och bygger upp en förståelse av hur och varför vissa fenomen inträffar. Med sig in i klassrummet har flera elever olika vardagsföreställningar som förklaringar till fenomenen. Även efter en avslutad kurs tenderar vissa elever fortfarande använda sig av vissa av dessa vardagsförklaringar. Målet är att förståelsen istället ska grunda sig på vetenskapliga förklaringar som eleven får ta del av och upptäcka under sina studier. För att nå detta mål krävs en kunskap om hur elevers lärande går till och en viss förståelse för vilka vardagsföreställningar elever har och hur dessa påverkar inlemmandet av ny kunskap. I detta examensarbete redogörs för en del av de teorier och den forskning som gjorts om lärande i framförallt fysik. En elevundersökning, där elevers vardagsföreställningar tydliggörs och deras förståelse mäts, genomförs också. Dels på elever som går i årskurs ett och ska läsa fysik och dels på elever som går i årskurs tre och håller på med fysik B. Testet som används är ett välanvänt test med flervalfrågor för att mäta elevers konceptuella förståelse i Newtonsk dynamik. Resultaten visar att vissa av vardagsföreställningarna lever kvar bland eleverna i årskurs tre medans andra ersatts av de vetenskapliga förklaringarna. Resultatet visar också en tendens till att pojkar ökar sin förståelse mer än flickorna då de i årskurs tre presterar ett bättre resultat på testet som användes. Elevunderlaget för undersökningen är relativt litet, så en generalisering av resultatet kan inte göras. Utifrån studierna om teorier om lärande är slutsatsen att lärandet måste utgå från elevens förkunskaper och förväntningar. Det nya måste kunna knytas till redan existerande kunskap för att ge en djupare förståelse. Att som lärare visa på samma fysik i olika sammanhang, t.ex. genom att låta eleverna arbeta med uppgifter av essä karaktär visar sig också bra för att bygga upp ett bättre kunnande. Tid för elever till att reflektera över sitt tänkande om fysik och tid för att kunskapen ska hinna mogna är också viktigt.

Förord

Detta examensarbete är ett slutresultat av min utbildning vid lärarutbildningen, Växjö Universitet. Jag har där gått Särskild lärarutbildning – Allmänt utbildningsområde 60p, ämnesområde matematik/fysik mot gymnasiet. Min bakgrund är en tidigare magisterexamen i Industrimatematik från Göteborgs Universitet 2004, vilken kompletterades med ytterligare 60p fysik under läsåret 2005/2006. Efter ett vikariat som obehörig lärare kände jag att detta var ett yrke jag ville satsa på, varför jag ansökte till denna distansutbildning vid Växjö Universitet. Nu knappt ett och ett halvt år senare är jag snart behörig gymnasielärare i matematik och fysik. Jag vill tacka handledare vid MSI och kursare i examensarbetsgruppen för givande diskussioner. Tack även till de lärare, på den skola jag genomförde min undersökning, för att jag fick låna eleverna och tack elever för att ni ställde upp.

Växjö Universitet, December 2007

Helena Johansson

Innehåll

1 Inledning.....	1
2 Syfte och Frågeställning.....	2
3 Teoretisk bakgrund.....	3
3.1 Minnet	3
3.2 Socialkonstruktivism.....	4
3.3 Den dolda läroplanen	4
3.4 Studier av elevers lärande	5
3.5 Konsekvenser i praktiken	6
4 Metod	10
4.1 Force Concept Inventory (FCI)	10
4.2 Litteraturstudie	10
4.3 Tillförlitlighet hos GFCI	10
4.4 Urval av elever	11
4.5 Etiska aspekter.....	11
4.6 Genomförande av undersökning	11
5 Resultat och Analys.....	13
5.1 Jämförelse mellan olika program och mellan pojkar och flickor.....	13
5.2 Jämförelse mellan olika svarsalternativ	14
6 Diskussion	17
7 Slutsats	18
7.1 Användning i läraryrket	19
7.2 Fortsättning.....	19

1 Inledning

Efter att ha tagit del av elevers diskussioner och kommentarer från olika fysiklärare framstår fysik som ett av de ämnen som upplevs svårast i gymnasieskolan. Flera elever som går det tekniska programmet väljer exempelvis på grund av detta att inte läsa Fysik B, utan fortsätter istället med den ”praktiska” varianten då man istället läser multimedia. Samtidigt är Fysik B ofta ett krav för att kunna fortsätta läsa en utbildning på en teknisk högskola eller universitet. Från universitetens sida klagas dessutom ofta på att de nya elever som kommer inte har tillräckliga förkunskaper. Härigenom väcktes funderingar om hur det egentligen står till med kunskaperna i fysik hos gymnasieeleverna.

Eftersom mina planer efter lärarexamen är att arbeta som bland annat fysiklärare känns det även relevant att ställa sig frågan ”Hur kan man göra för att så många som möjligt ska lära sig så mycket som möjligt i fysik?” Med att lära sig ”så mycket som möjligt” menas att målet är att eleverna ska få en så djup förståelse för de fysikaliska begreppen att de kan generalisera och använda sig av sin kunskap i många olika sammanhang. Om fler elever ”klarar” kurserna kanske dessa inte heller längre upplevs som lika svåra och fler kan lockas att även läsa Fysik B. Något som behövs för att tillgodose den efterfrågan på duktiga naturvetare och ingenjörer vi har i Sverige.

2 Syfte och Frågeställning

Då eleverna börjar läsa fysik på gymnasiet har de med sig vissa vardagsföreställningar om hur saker och ting fungerar och varför vissa fenomen inträffar m.m. Syftet med examensarbetet är att få en bild av hur gymnasielevens kunskap i fysik utvecklar sig under deras studietid och hur undervisningen kan utformas för att detta ska bli optimalt. För att kunna avgöra hur förståelsen utvecklas tänker jag titta på i vilken utsträckning vardagsföreställningarna ersatts med den vetenskapliga förklaringen. Det kan även vara intressant att se om det finns några föreställningar som är mer frekventa än andra.

Med kunskap menas här en förståelse för hur fysiken kan beskriva verkligheten. Elever kan visa bra resultat på prov där det handlar om att "lista ut" vilken formel som ska användas, men har ingen förståelse för varför det är på detta sätt och då inte heller om svaret som erhålls är rimligt. Området inom fysiken som jag valt att avgränsa mig till är den newtonska mekaniken och då framför allt kraftbegreppet. Metoden som kommer att användas är ett elevtest med flervalsfrågor. För att få en bild av hur fysikundervisningen bör utformas så att elevernas förståelse blir så stor som möjligt kommer jag att studera tidigare forskning inom detta område. Resultatet från elevundersökningen kommer att ställas mot forskningen om hur lärande i speciellt fysik sker. Utifrån detta kan förhoppningsvis frågan om fysikundervisningens utformande besvaras.

Frågeställningarna blir då följande:

- Har eleverna i årskurs ett med sig vardagsföreställningar som förklaringar till olika fenomen? Finns i så fall några mer vanliga än andra?
- Finns vardagsföreställningar kvar hos eleverna i årskurs tre? Om så är fallet, är några mer vanliga än andra?
- Finns det skillnader i hur flickor och pojkar utvecklar sin förståelse inom området?
- Vilken forskning har gjorts inom området hur fysikundervisning bör utformas och hur kan denna utformning då ske så undervisningen blir så "effektiv" som möjligt?

3 Teoretisk bakgrund

Att lära sig fysik innebär inte att bara kunna innehållet i en bok. Vi vill att eleverna ska förstå hur fysiken de lär sig hänger ihop med deras egna erfarenheter av världen. Eleverna ska kunna avgöra vad ett problem handlar om och vad som är relevanta i den specifika situationen. De ska också ha tillräcklig förståelse för att kunna avgöra om resultatet de kommer fram till är rimligt. För att förstå vad fysiken handlar om måste eleverna få en aning om de fysikaliska begreppen och dess olika betydelse inom fysiken och i vardagsspråket (Andersson 2001, Redish 2003). Mycket forskning har gjorts om hur fysikundervisning kan utformas så att eleverna får en förståelse för begreppen som studeras. Det finns till exempel en grupp forskare, Physics Education Research, PER, som länge studerat varför elever har så svårt att förstå fysiken samt hur lärmiljöerna kan utformas så att förståelsen kan underlättas (Redish 2003). En utgångspunkt för att få en bild av vad eleverna behöver och vilka svårigheter som finns för eleverna då de ska göra fysikkunskaperna till sina kunskaper, är att förstå hur minnet fungerar. En teori om hur lärande går till och som överensstämmer väldigt bra med hur man tolkat minnets funktion är konstruktivismen. Inom de naturvetenskapliga ämnenas pedagogik finns sedan närmare trettio år tillbaka ett forskningsprogram som kan kallas konstruktivistiskt (Sjöberg 2005).

3.1 Minnet

Redish (2003) redogör för och sammanfattar en del av de grundliga studier som gjorts inom området om hur minnet fungerar. Minnet delas i grova drag upp i arbetsminne och långtidsminne. Arbetsminnet är det som används vid bland annat problemlösning och informationshantering. Information som hör ihop, d.v.s. som tillsammans har betydelse för individen, samlas ihop i enheter. Dessa enheter kan sedan processas i sin helhet av arbetsminnet. Det finns dock begränsningar av hur många enheter arbetsminnet klarar av att hantera åt gången och begränsningen beror till stor del på individens tillstånd. För att få en förståelse av informationen som hanteras är arbetsminnet beroende av långtidsminnet. Vid bearbetningen av informationen sker associationer till olika erfarenheter som finns lagrade i långtidsminnet. Arbetsminnet har en väldigt kort livstid, bara några få sekunder om inte informationen upprepas kontinuerligt. För att flytta något från korttidsminnet till långtidsminnet krävs repetition och övning. Forskning har också visat att den verbala delen och den visuella delen är åtskilda i arbetsminnet (Redish 2003).

Långtidsminnet är inblandat i alla våra kognitiva erfarenheter. Med kognitiv brukar man avse det som har att göra med att förstå, tänka, resonera, kunna och begripa (Sjöberg 2005). Som nämndes ovan hämtas information från långtidsminnet av arbetsminnet då man utsätts för nya intryck. Denna hämtning kan betraktas som både produktiv och situationsberoende. Med produktiv menas att den lagrade information används ihop med den nya informationen/det nya intrycket på ett nytt och produktivt sätt som på så sätt kan ge nya erfarenheter. Det är inte frågan om att bara matcha "det nya" med något "gammalt" (Redish 2003). Denna aktiva process sker automatiskt och omedvetet. Med att säga att hämtningen är situationsberoende avses att den kognitiva responsen på en mental stimulans beror på de yttre förhållanden och sättet stimulansen sker på samt i vilket mentalt tillstånd individen befinner sig i. När en stimulans sker kan ett antal olika enheter aktiveras i långtidsminnet och på så sätt bli tillgängliga för arbetsminnet. Vilka enheter som aktiveras beror t.ex. på hur stimulansen sker och det mentala tillståndet för individen. En aktivering av en speciell enhet kan i sin tur leda till aktivering av en annan enhet i en kedjereaktion (Redish 2003).

3.2 Socialkonstruktivism

Grunden i konstruktivismen är att människor konstruerar mentala modeller av verkligheten runt omkring dem (Sjöberg 2005). Då man lägger till ordet social utökas innebörden till att kunnandet ses som individuellt konstruerat men socialt medierat (Andersson 2001). En persons kunnande byggs upp genom att koppla nya intryck till redan existerande kunskap. Härigenom bildas enheter av kunskap och dessa enheter kan betecknas som olika schema som är lagrade i långtidsminnet. De olika schemana förekommer inte oberoende av varandra utan är organiserade och länkade i individens mentala modell, även kallad kognitiv struktur (Andersson 2001, Redish 2003, Sjöberg 2005).

En teoretiker som har haft ett stort inflytande på konstruktivismen är Jean Piaget. Några begrepp som härstammar från Piaget och som kan användas för att beskriva hur en läroprocess går till är adaptation, assimilation och ackommodation. Med adaptation menas att de kognitiva strukturerna förändras gradvis med hjälp av assimilation och ackommodation. Assimilation är då de nya intrycken passar väl ihop med det som redan finns lagrat i långtidsminnet. Ackommodation däremot, sker då det nya inte bara kan matchas med det gamla. Istället krävs en förändring av de kognitiva strukturerna för att återställa obalansen som uppstått då föreställningarna inte stämmer överens med verkligheten (Andersson 2001). Denna förändring är själva lärandet (Andersson 2001, Sjöberg 2005).

Lev Vygotsky var den person som huvudsakligen utvecklade konstruktivismen till socialkonstruktivismen. Han betonade vikten av den sociala kontexten för att förstå en individs mentala utveckling. En individs respons på olika sinnesintryck beror på vilka förväntningar och föreställningar individen har. Detta i sin tur är beroende av det sammanhang intrycken presenteras i, här är också individens mentala tillstånd inkluderat (Andersson 2001, Redish 2003). Varje individ bygger därför upp sina personliga mentala modeller om hur omvärlden, så som den uppfattas ur dess perspektiv, fungerar (Redish 2003, Sjöberg 2005).

3.3 Den dolda läroplanen

Som framkommit ovan kan inte kunskap bara betraktas som något kognitivt utan är också beroende av tid och sammanhang, kunskapen är situationsbunden (SOU 1992:94). Det är därför viktigt med praktiska erfarenheter där individen inlemmas i kunnandet och den naturvetenskapliga traditionen (Andersson 2001, SOU 1992:94). Även organiseringen av arbetet i skolan påverkar hur eleverna uppfattar kunskapen, vad som är viktigt och vad som förväntas av dem. Lärare kan ha förväntningar som inte uttalas klart och tydligt men som ändå finns där och som elever känner av. Skolan har traditioner som sitter i väggarna och dessa märker eleverna. Ibland kan dessa motarbeta den utveckling mot ett aktivt lärande som vi vill ha (Redish 2003, SOU 1992:94). Det är detta som brukar kallas den dolda läroplanen och som kan leda till att elever utvecklar olika kunskaper trots att lärarna undervisar om i princip samma saker (SOU 1992:94).

Då det gäller sammanhanget som information presenteras i är det framförallt tre typer av kognitiv kontroll som är viktiga för hur tankeprocesserna bearbetar den nya informationen. Dessa är elevernas förväntningar, metakognition och affekt (Redish 2003). Förväntningar kan vara hur elever tror att de ska bete sig i klassrummet, vad det innebär att lära sig fysik m.m. Detta styr vad eleverna lyssnar till och vilka aktiviteter de väljer under en kurs. Metakognition handlar om elevers tankar om tänkandet. Många elever har inte utvecklat tillfredställande mentala metoder för vad det innebär att lära sig fysik. Deras förväntningar, om de inte stämmer överens med lärarens avsikt då det gäller vad det är tänkt att eleverna ska göra, kan orsaka att eleverna filtrerar bort till och med explicita instruktioner. Vanligtvis kommer kunskap om hur världen fungerar bitvis, där varje del behandlar en speciell situation. Människor tenderar att söka efter snabba och direkta förklaringar till fenomen i deras vardagsvärld. Detta istället för att bygga upp en sammanhängande modell av ett fåtal principer, vilken innan den

är klar tar tid i form av långa och indirekta förklaringar av många olika fenomen. Eleverna får då svårigheter med att se samband mellan vad de lär sig i fysiken och deras egna vardags-erfarenheter, vilket i sin tur är viktigt vid problemlösning (Redish 2003). Lärande blir också mer effektivt om det kan kopplas till verkligheten och personliga erfarenheter. Affekt till sist, är hur olika känslomässiga responser t.ex. elevers motivation, självbild m.m. påverkar hur informationen mottas. Elever kan vara motiverade på olika sätt. Redish (2003) delar upp dessa olika former i självmotivation, t.ex. på grund av ett intresse för fysiken, yttre motivation, eleven strävar t.ex. efter att få bra betyg eller att kursen behövs för att få fortsätta med andra utbildningar som intresserar. Den sista formen kallar han destruktiv motivation, eleven vill misslyckas för att visa t.ex. föräldrar att de inte är ämnade för fysik.

3.4 Studier av elevers lärande

Många undersökningar har gjorts om hur elever reagerar på olika instruktioner och aktiviteter. Även vilken form av kunskap de har med sig efter att ha slutfört vissa kurser har studerats. Redish (2003) tar upp en studie som gjorts av diSessa där slutsatsen är att många elever, även efter att ha deltagit i en fysikkurs, kommer med enkla förklaringar till olika fenomen i vardagen. Hrepic et al. (2007) drar efter sin studie en liknande slutsats, att elever inte har en bra begreppsförståelse av materialet de studerat om kursen till huvuddel bestått av föreläsningar. Eleverna betraktar ofta sin förklaring på varför fenomenet uppstått som det självklara svaret men kan inte tala om varför påståendet gäller. Elevernas förklaringar är ganska enkelt kopplade med övriga scheman i deras kognitiva struktur och oftast bara länkade till en speciell fysikalisk situation. Istället för att resonera sig fram till en förklaring genom olika kedjekopplingar känns förklaringen igen i det specifika fysikaliska systemet (Redish 2003). Denna ”enkla” uppbyggnad av elevernas scheman kan vara en orsak till att elever under en föreläsning endast identifierar svar till frågor om svaren är lätta, kommit explicit och upprepats. Detta då experter, (väl insatta i ämnet), anser att vissa svar serveras på silverfat. De delar som t.ex. innehåller användandet av vetenskapliga modeller verkar helt gå förbi eleverna (Hrepic et al. 2007).

På grund av minnets kontextberoende kan man anta att elever försöker relatera fysikproblem till vad de tror att de redan vet genom att generalisera sina tidigare erfarenheter. Oftast är eleverna nöjda med åtskilda, ofta oförenliga, regler för hur saker fungerar. De försöker inte sammanfatta alla i en enda sammanhängande bild (Redish 2003). Elevers vardagsföreställningar bygger på deras observationer av verkligheten och skiljer sig från de vetenskapliga förklaringarna (Andersson 2001, Sjöberg 2005). Detta kan bero på motstridiga generaliseringar eller att förklaringarna kopplats till variabler som inte är relevanta för situationen (Redish 2003). Vardagsföreställningar och elevers brist på förståelse för de tekniska termerna som används inom området kan förhindra elevers utvecklande av en mer vetenskaplig syn på olika fenomen, exempelvis relativ rörelse. Vid problemlösning händer det t.ex. att elever omedvetet ändra referenssystem då de saknar förståelse för vad detta innebär och inte betraktar rörelse som något definierat relativt ett visst referenssystem (Monaghan & Clement 2000).

Precis som nämndes ovan är det viktigt med praktisk erfarenhet och bakom all vetenskaplig kunskap och förståelse ligger experimenterande vilket gör laborationer till ett viktigt hjälpmedel. För att eleverna ska få en förståelse för vetenskapliga metoder och kunna använda dessa vid egna undersökningar är det viktigt att de får öva sig praktiskt. Eleverna behöver lära sig att ifrågasätta sina resultat och förstå att i fysikaliska experiment bestämmer man inte ett ”sant” värde utan ett spann inom vilket det sanna värdet troligtvis ligger (Trumper 2002). Felformulerade instruktioner, där den underliggande meningen kan vara att eleverna förväntas få ett felaktigt resultat, kan leda till slutsatser hos eleverna att fysiken, som hävdar sig vara en

exakt vetenskap, aldrig fungerar i verkligheten. Laborationer kan då också bli betraktade som meningslösa och tidsödande (Trumper 2002).

Användandet av animerade datorstimuleringar tillsammans med övningar baserade på en kognitiv konfliktmetod kan hjälpa elever att utveckla en bättre förståelse för fysiken (Monaghan & Clement 2000, Persson 2006, Trumper 2002). Med kognitiv konfliktmetod menas att eleverna först ska försöka förutsäga vad som kommer att ske, därefter får de undersöka vad som händer och till sist förklara vad som hände samt reflektera över hur det inträffade stämmer överens, (eller inte), med vad de trodde. Har eleverna däremot enbart tillgång till en numerisk simulering kan aktiviteten istället bli en räkneövning utan uppenbar mening. Den numeriska processen blir betraktad som det centrala och eleverna saknar reflektion om vad som egentligen sker och fysiken bakom skeendet. Det är också viktigt att simuleringarna är strukturerade annars riskerar eleverna missa information som kan anses självklar för en person insatt i den bakomliggande fysiken (Monaghan & Clement 2000).

3.5 Konsekvenser i praktiken

I enlighet med vad som framkommit ovan är det för allt lärande viktigt att utgå från vad eleven har med sig för förkunskaper och förväntningar in i klassrummet. Elevers respons på information beror på deras tidigare erfarenheter och på deras nuvarande mentala nivå. En stor del av lärandet sker analogt och därför är elevers kunskap på ett stadie avgörande för vilken ny kunskap de är mottagliga för (Redish 2003, Sjöberg 2005). Elevers tankescheman kontrollerar hur de införlivar ny information och nya erfarenheter. Det är t.ex. svårt att förändra ett redan existerande schema väsentligt. Detta kan kopplas till elevens motivation att lära sig. Om något är helt obekant ligger det för långt bort från den existerande tankestrukturen och är därför helt ointressant. Det bekanta är också ointressant, det kan ju eleven redan. Det är däremot relativt lätt att lära något som bygger på ett redan existerande schema. Därför kan det som är "lite" nytt fånga intresset och motivera till lärande (Andersson 2001, Redish 2003). Förkunskaper påverkar hur eleverna förnimmar vad som sägs under lektionen och detta kan störa deras förståelse av innehållet så mycket att de tror sig hört saker som inte alls blivit sagda (Hrepic et al 2007). Detta visar den undersökning Hrepic et al (2007) genomförde då de lät elever svara på frågor före och efter en video föreläsning. Kunniga fysiker som såg samma föreläsning tyckte svaren serverades på "silverfat" medans elever kunde ställa frågan "lärd vi oss allt detta på föreläsningen?".

Naturligt är att alla elever har olika erfarenheter och kunskaper med sig in i klassrummet. För att undervisningen ska bli bra måste den bygga på elevernas intresse och det som studeras behövs kännas meningsfullt för eleverna annars sker inget lärande (Sjöberg 2005). Det är också viktigt att ny information presenteras i ett sammanhang som är bekant med mottagaren. För att kunna göra detta behövs detta bekanta sammanhang bestämmas först (Redish 2003). Hur ska man då hitta utgångspunkten? Det finns inget magiskt knep som kan fånga alla elever. Det är också näst intill omöjligt att försöka hitta något "medel" eftersom det inte finns någon "medel erfarenhet" eller "medelkunskap" (Redish 2003). För att nå så många som möjligt behöver man studera varje klass individuellt. Eleverna måste få tillfälle att förklara vad de tänker i ord. Läraren behöver också vara medveten om vilka vardagsföreställningar som är utbredda. Detta för att förstå vilka fel och missförstånd eleverna vanligtvis gör och för att lättare hitta en någorlunda gemensam utgångspunkt för gruppen (Redish 2003, Sjöberg 2005).

Som nämnts ovan sker oftast det effektivaste lärandet vid socialt interagerande. Det är därför lärare och elevers gemensamma uppgift att tillsammans arbeta för att uppnå de kursmål som finns (Andersson 2001). Genom att utgå från elevernas vardagsföreställningar kan läraren härifrån hjälpa dem att bygga upp sin kunskap och omforma redan existerande föreställningar till en mer vetenskaplig syn. Lärarna kan hjälpa eleverna att skapa mer sammanhängande schema som är kopplade till varandra och som kan stimuleras i många olika rele-

vanta sammanhang. Detta kan till exempel göras genom att använda fysiken återkommande i många olika sammanhang samtidigt som läraren (som redan har denna förståelse) visar på likheterna med tidigare diskuterade fenomen. Ett mål är att fördjupa eleverns föreställningar så att de härigenom får en bättre förståelse för hur fysiken hänger ihop med deras erfarenheter från vardagen (Andersson 2001, Redish 2003, Sjöberg 2005). Genom att knyta den nya kunskapen till vardagliga fenomen kommer det kännas mer relevant för eleverna och det blir då också lättare för dem att ta till sig denna nya kunskap.

För läraren är det också viktigt att tänka på hur information presenteras för eleverna. Eleverna har inte hunnit bygga upp så stora enheter av kunskap som hör ihop, vilket däremot fysikläraren har. Då avsikten är att få eleverna till en förståelsenivå för att därifrån kunna göra generaliseringar måste läraren vara medvetna om att glappet kan vara för stort. Samband, som hos läraren består av ett par enheter vilka betraktas som relativt enkla och lätt plockas fram ur långtidsminnet för bearbetning i arbetsminnet, kan av eleverna upplevas som alldeles för många lösryckta fakta. En logisk slutsats som en expert inom ämnet kan göra är förmodligen alldeles för "bred" för eleven. Med "bred" menas här att många fler tankeoperationer måste utföras hos eleven för att samordna all information och då kan arbetsminnet bli fullt. Detta i sin tur leder till att en del information får "läggas åt sidan". Det kan då bli svårt för eleverna att få någon bild av sambanden mellan de olika delarna och detta kan leda till missförstånd (Hrepic et al. 2007, Redish 2003). Arbetsminnets användning kan effektiviseras genom att använda olika representation för ett problem. Genom att läraren använder sig av flera olika sätt att framställa ett problem kan eleverna få lättare att koppla ihop olika aspekter av situationen. På detta sätt kan en mer generell förståelse uppnås (Redish 2003). En annan aspekt att tänka på då det gäller hur nytt material presenteras är vilket språk som används. Ofta används termer eleverna inte är vana vid eller som för dem har en annan innerbörd då de används i vardagligt tal (Sjöberg 2005). Området som eleverna ska börja med att studera bör också begränsas. Att med en gång försöka ge dem den sammanhängande bild av hela det fysikaliska system som läraren oftast har kan bli allt för omfattande. Det kan underlätta att börja med att grundlägga en djup förståelse hos eleverna för ett fåtal system, t.ex. fjäder – massa, som därefter en vidare kunskap kan byggas kring (Redish 2003).

Som kan förstås från forskning av hur minnet fungerar är repetition grundläggande för att bygga upp en förståelse. Repetitionen bör ske i olika sammanhang och spridas över hela kursen, eller i alla fall längre perioder. Trots att repetition är nödvändigt så är det inte tillräckligt för att bygga upp kunskap. Även om eleverna löser många problem är det inte säkert att de relaterar detta till en struktur som kan hjälpa dem förstå vad som sker och hur dessa bas-kunskaper kan användas på ett vettigt sätt. Viktigt är därför att hjälpa eleverna organisera sin kunskap, d.v.s. knyta ihop det enstaka problemet med ett sammanhängande schema för området. De måste lära sig både hur kunskapen ska användas och när den ska användas. Då måste de känna igen sammanhang som är relevanta för de kunskaper de byggt upp och kunna ta fram kunskaperna vid lämpliga tillfällen samt använda dem på ett korrekt sätt. Här kan läraren hjälpa eleverna att koppla kunskapen som fås under fysiktimmarna till sammanhängande fysikaliska modeller (Redish 2003).

En styrka med den vetenskapliga världsbilden är att många komplexa fenomen kan beskrivas med några få enkla lagar och principer (Sjöberg 2005). En brist på en sammanhängande syn kan ge eleven många svårigheter. Detta har bland annat visat sig hos elever som fått lösa liknande problem men framställda på olika sätt eller i olika omgivning. Ett exempel från matematiken är då samma problem delades ut till två klasser men i olika sammanhang. Den ena klassen fick uppgiften under en matematiklektion och den andra under en samhällskunskapslektion. Uppgiften gick ut på att bestämma hur mycket porto som behövdes för att skicka olika paket till olika platser. Till hjälp hade eleverna portotabeller. Det visade sig att de som fick uppgiften under samhällskunskapen angrep problem på ett annorlunda sätt än de som

fick problemet under matematiklektionen. I första fallet började eleverna diskutera och resonerade sig fram till hur tabeller skulle avläsas och därefter beräknades vilka porton som behövdes. I andra fallet var eleverna så inriktade på att det var matematik de hade så var och en började räkna enskilt på diverse olika sätt. Vilket resulterade i att färre lyckades lösa uppgiften som överlag betraktades som svårare då den gavs under matematiklektionen (Peter Borén, föreläsning 070815 Vxu).

En metod som bygger på konstruktivismen och visat sig effektiv är den kognitiva konfliktmetoden (vilken även nämnts ovan) som innebär att elevernas vardagstänkande utmanas genom att i en situation låta dem förutsäga och förklara vad som kommer att hända. Därefter observeras vad som faktiskt händer och om det inte överensstämmer med förutsägningarna blir eleverna mer mottagliga för den vetenskapliga förklaringen. Diskussioner med studiekamrater kan hjälpa elever att lösa konflikten mellan deras modell och det som observeras samt reflektera över implikationerna (Andersson 2001, Monaghan & Clement 2000, Redish 2003). Detta visade t.ex. studien av Monaghan & Clement (2000) där elever parvis arbetade med datasimulering av rörelse relativt olika referenssystem. Eleverna skulle förutsäga objektens rörelse relativt ett referenssystem och sedan göra denna simulering. En elev i ett par blev förvånad över hur ett objekt som tidigare rört sig kunde stå stilla då man bytte till dess referenssystem. Genom att diskutera detta med sin parkamrat och lyfta upp vardagsföreställningen att ”fart är ett attribut till ett föremål”, samt kamratens förmåga att visualisera rörelsen med händerna kunde denna vardagsföreställning förkastas och eleven förbättrade sin förståelse för relativ rörelse.

Under en traditionell lektion av föreläsningstyp är möjligheterna att utmana elevernas föreställningar begränsade. Bland annat på grund av att elevernas förkunskaper kan påverka så att de inte förstår innehållet på det sätt som är avsett (vilket nämnts ovan). Om inte elevens vardagsföreställningar utmanas så finns det inte heller något behov av att omvärdera kunskapen (Hrepic et al 2007). Enligt de konstruktivistiskt baserade metoderna för lärande måste eleverna också bli aktivt engagerade i sitt lärande. Vilket även det kan vara väldigt begränsat i en traditionell lektionsbaserad kurs (Hrepic et al 2007). Redish (2003) redogör för hur hans erfarenheter visat att regelbundet återkommande essäfrågor utan för många fysikaliska ledtrådar och beräkningsfrågor kan hjälpa eleverna med att koppla fysiken till deras erfarenheter. På detta sätt kan eleverna övergå till att använda ett mer vetenskapligt tankesätt istället för ett vardagstänkande. Eleverna behöver också få känna att det lönar sig för dem att resonera och att det inte räcker med att gardera sig med allt de kan/har memoriserat. Reflektion är en viktig del i undervisningen då eleverna bygger upp sina mentala modeller. Eleverna behöver införas i hur man lär sig fysik och hur man kan tänka om fysik (Andersson 2001, Redish 2003).

Metoden att utmana elevernas frågeställningar kan ibland uppfattas negativ av eleverna då de bara får bekräftat att de har fel. En bekräftelse som ger dem känslan av att de inte kan något. Detta i sin tur kan då inverka negativt på deras motivation att lära sig fysik. Om utgångspunkten istället är något som eleven redan behärskar och känner till, och ifrån detta ”bygga en bro” till de vetenskapliga förklaringarna, kan detta ge dem en bättre känsla och ett ökat självförtroende (Redish 2003). Elevers motivation är avgörande för hur deras lärande kommer att utvecklas. En viktig uppgift för läraren är att försöka motivera så många elever som möjligt, (av dem som vill bli motiverade). Här är det viktigt att läraren visar ett intresse i eleverna. De behöver känna att läraren tror på att de kan klara av att lära sig fysik och att läraren vill att de ska klara det (Redish 2003). Ett sätt att motivera elever kan vara genom att låta dem arbeta praktiskt. Då de får experimentera och arbeta med mer realistiska modeller kan de lättare relatera direkt till sina verkliga erfarenheter. Fysiken kan härigenom kännas mer relevant och inte bara som en abstrakt teori. Praktiskt arbete kan också hjälpa eleverna att lita mer till sina observationer och slutsatser, istället för att tro på dem i gruppen som är bäst på att tala och övertyga men har förklaringar som är oförenliga (Sjöberg 2005, Redish 2003). Som

nämnts tidigare varierar lärstilarna hos eleverna bland annat beroende på tidigare erfarenheter av hur det t.ex. lönat sig att uppträda i skolan (stycke 3.3.). Läraren behöver få mycket feedback från eleverna för att förstå vad det är de verkligen lär sig och hur detta sker. Även om en elev går igenom samma tanke schema som läraren gör är det inte säkert att orsaken till att de väljer detta schema är samma orsak som att läraren gör det. Lärare har ofta studerat länge och därför är den egna erfarenheten/lärstilen inte alltid den bästa att jämföra med (Redish 2003).

4 Metod

4.1 Force Concept Inventory (FCI)

För att undersöka hur gymnasieelevernas förståelse utvecklas har jag valt att använda en genusanpassad variant av the Force Concept Inventory, "Gender Adapted FCI" (GFCI). FCI är ett test med flervalsfrågor som används för att utvärdera elevers fysikförståelse då det gäller Newtonsk dynamik och då framförallt kraftbegreppet. De ursprungliga undersökningsfrågorna är framtagna av David Hestenes och hans medarbetare vid Arizona State University och en reviderad version av FCI finns bifogad *Teaching Physics* (Redish 2003). FCI är sammansatt efter gedigna undersökningar om vilka som är de vanligaste vardagsföreställningarna hos elever. Dessa föreställningar ställs sedan mot de vetenskapliga förklaringarna i olika beskrivna situationer där det är tänkt att eleven ska svara på vad som kommer att ske. Situationerna beskriver tänkbara verkliga scenarier med ett relativt vardagligt språk. Den översatta varianten som jag valt att använda har förändrat språket och situationerna ytterligare för att ännu mer likna vardagliga händelser och vara mera genusanpassade. Istället för att till exempel betrakta bilar som krockar ser man på kundvagnar som kolliderar. Denna variant är framtagen av McCullough, som efter egna studier kommit till slutsatsen att flickor ofta presterar sämre än pojkar på original FCI (McCullough 2004).

Skälet till att jag valde denna version var i första hand att den var översatt till svenska. Eleverna som går på gymnasiet, och speciellt de som går första året, har ännu inte haft tid att träffa på fysikaliska begrepp i tillräcklig omfattning på engelska. Språket skulle därför kunna utgöra en störande faktor på det jag vill undersöka, nämligen den fysikaliska förståelsen. En annan orsak var att versionen var nedkortad, istället för 30 situationer att ta ställning till var det här endast 15. Denna nedkortning innebar att eleverna som mest behövde ca 30 minuter på sig för att besvara alla frågor. Även tidsfaktorn kan vara något som påverkar utfallets tillförlitlighet. Om det tar för lång tid kan eleverna tröttna och kryssa för alternativ bara för att bli klara istället för att tänka efter vad de verkligen tror kommer att ske i de olika situationerna. Upphovsmännen till testet uppmanar till att inte publicera detta på grund av att det används som ett utvärderingstest och att det ligger omfattande forskning bakom. Jag har då valt att inte bifoga detta som bilaga utan hänvisar till FCI som finns bifogad *Teaching Physics* (Redish 2003) eller så kan en kopia av det GFCI jag använt fås efter överenskommelse.

4.2 Litteraturstudie

Den litteratur som jag huvudsakligen valt att studera i avseende att komma fram till hur fysikundervisningen kan utformas på ett optimalt sätt är *Teaching Physics* av Edward F. Redish (2003), *Naturvetenskap som allmänbildning* av Svein Sjøberg (2005) och *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap* av Björn Andersson (2001). Dessa böcker diskuterar lärande i fysik från en mer allmän synvinkel. Jag har även tittat på mer specifika studier (se referenslista) där elevers lärande diskuteras i vissa situationer.

4.3 Tillförlitlighet hos GFCI

För att kunna utvärdera kunskap med hjälp av flervalsfrågor krävs att man vet vilka som är de vanligast förekommande vardagsföreställningar bland elever. Bland alternativen måste det finnas svar som motsvarar det elever skulle svara om det istället var öppna frågor (Redish 2003). I annat fall kan eleverna "gissa sig" till rätt svar och validiteten hos testet ifrågasättas. Även en grundläggande förståelse för den fysik som avses testas behövs hos konstruktörerna. Precis som nämndes ovan har FCI arbetats fram efter omfattande forskning av kunniga fysiker vid Arizona State University. Utifrån detta kan man dra slutsatsen att testet verkligen mäter

det som avses att mäta, d.v.s. kunskapsnivån i fysik, och därför har en god validitet (Johansson & Svedner 2004).

4.4 Urval av elever

Elevundersökningen genomfördes vid en större kommunal gymnasieskola. Eleverna som valdes ut är de som går årskurs ett på Naturvetenskapliga och Tekniska programmet och ska läsa Fysik A. Samt de som går årskurs tre på Naturvetenskapliga och Tekniska programmet och läser Fysik B. Det optimala hade varit att kunna jämföra samma elever då de går i årskurs ett med när de avslutat Fysik B i årskurs tre, men detta var inte tidsmässigt rimligt och därför inget alternativ. Vad som kan vara missvisande är att alla som läser Fysik A inte läser Fysik B. Resultatet från årskurs ett i denna undersökning skulle då kunna vara sämre relativt sett om det jämförs med ett resultat från bara de elever som senare väljer att även läsa Fysik B. Tanken med urvalet är att detta ändå ska motsvara det optimala på bästa sätt. Om man valt att läsa Naturvetenskapligt eller Tekniskt program har man förhoppningsvis lite extra intresse i varför olika fenomen inträffar. De eleverna har då kanske mer med sig i bagaget från bl.a. grundskolans NO-ämnen än elever som valt andra gymnasieinriktningar. Efter samtal med elevernas lärare kom det fram att alla som går i årskurs ett på det Tekniska programmet inte hade detta som första hands val, men tog detta alternativ då de inte kom in på första hands valen. Detta är något som skulle kunna påverka jämförelsen mellan ettornas och treornas resultat.

4.5 Etiska aspekter

För att visa de deltagande eleverna respekt är det viktigt att följa vissa forskningsetiska anvisningar (Johansson & Svedner 2004). Innan undersökningen genomfördes i respektive klass informerades eleverna om vad syftet med undersökningen var och hur urvalet gjorts. För att ha möjlighet att eventuellt följa upp enskilda svar ombads eleverna skriva namn på svarsbladen. Eleverna försäkrades om att deras anonymitet skyddas och att inga enskilda svar ska kunna gå att identifiera i arbetet eller att deras lärare ska få reda på resultatet. Eleverna informerades också om att deltagandet var frivilligt men att det var tacksamt om de ställde upp.

4.6 Genomförande av undersökning

Totalt deltog 88 elever i årskurs ett och 55 elever i årskurs tre i undersökningen. Årskurs ett hade ännu inte startat sin fysikundervisning varför jag valde att istället kontakta läraren de hade i matematik, (samma lärare skulle i tre fall av fyra ha eleverna i Fysik A), och bad om att få ”låna” eleverna under ca 30 min för undersökningen. I tre av klasserna gick detta bra, och i den fjärde fick jag använda 10 min i slutet av en lektion och sedan fortsatte eleverna svara på frågorna under sin håltimme. De satt då i sin hemvist som fanns utanför klassrummet de var i denna dag. Då det gällde årskurs tre kontaktade jag respektive klass fysiklärare och fick ta 30 minuter under en fysiklektion. I alla klasser uppmanades eleverna att svara på frågorna individuellt för att resultatet skulle bli så rättvisande som möjligt. Denna uppmaning åtföljdes inte helt och samarbete mellan två eller tre elever förekom i flera fall.

Målet var att få genomföra GFCI på samma sätt i alla klasser för att undersökningen skulle få så hög reliabilitet som möjligt (Johansson & Svedner 2004). Som beskrivits ovan nåddes inte detta fullt ut. De elever i årskurs ett som gjorde GFCI utanför sitt klassrum samarbetade mer än de som satt i sina klassrum. Detta trots uppmaningen att svara på frågorna individuellt. Vid genomförandet av undersökningen i klassrummen användes inga skärmar¹ mellan eleverna, vilket skulle kunna innebära att elever skrivit av bänkkamraterna. I NV klassen i

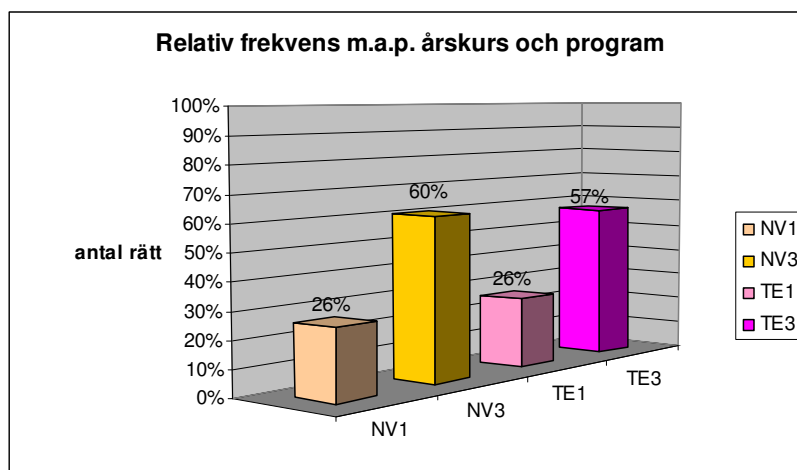
¹ Provskrmar finns att tillgå för att placera på bänkarna mellan elever då det inte går att ”flytta isär” på grund av utrymmesskäl.

årskurs tre märktes också ett större samarbete, (man diskuterade gärna frågorna), än i TE klassen. Något som även kan påverka validiteten av resultatet.

5 Resultat och Analys

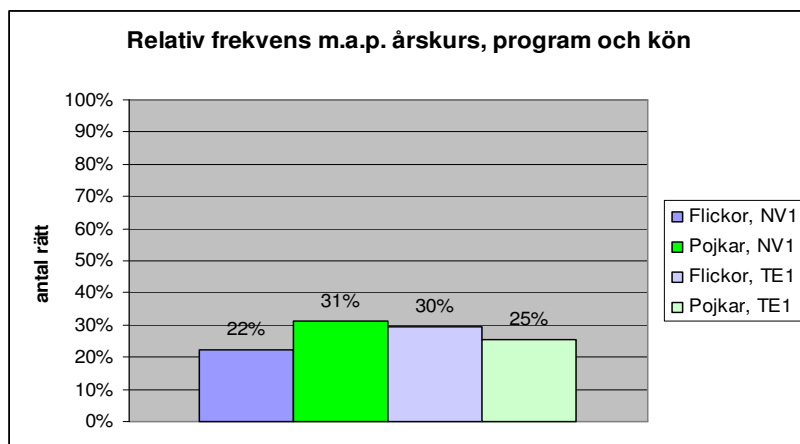
5.1 Jämförelse mellan olika program och mellan pojkar och flickor

Ett medelvärde av totalt antal rätt beräknades årskursvis. Eleverna i årskurs ett hade i genomsnitt 26 % rätt mot eleverna i årskurs tre som hade 59 % rätt. Det är tydligt att eleverna utvecklar en förståelse och lär sig något (som tur är) under tiden de läser fysik. Resultatet för årskurs tre kan jämföras med de resultat som redovisas i *Teaching Physics* (Redish 2003), där elever som då de börjar en mekanikkurs på högskole-/universitetsnivå har ett genomsnittligt resultat på 40 % – 50 %. Resultatet i *Teaching Physics* baseras dock på det ursprungliga FCI testet bestående av 30 frågor. Det GFCI som använts i denna undersökning är nedkortat till 15 frågor, vilket kan innebära en del av de ”svårare” frågorna försvunnit. Det har även visats att elever överlag presterar något bättre på GFCI än på FCI (McCullough 2004). Betraktar man resultaten programvis (figur 5.1.) ses ingen skillnad mellan eleverna i årskurs ett. I båda programmen ligger snittet på 26 % rätt, vilket motsvarar ett snitt på 3,9 rätt på detta test bestående av 15 frågor. Detta kan liknas med ett resultat till stor del grundat på gissningar. Ser man däremot på resultatet för årskurs tre ses en liten skillnad, där eleverna som går naturvetarprogrammet i snitt har 60 % rätt mot dem som går tekniskt program och har 57 % rätt. Då testet bestod av 15 uppgifter motsvarar detta att en elev på NV programmet har 0,45 fler rätt än en elev på TE programmet, eller att varannan elev på NV har 0,9 fler rätt.



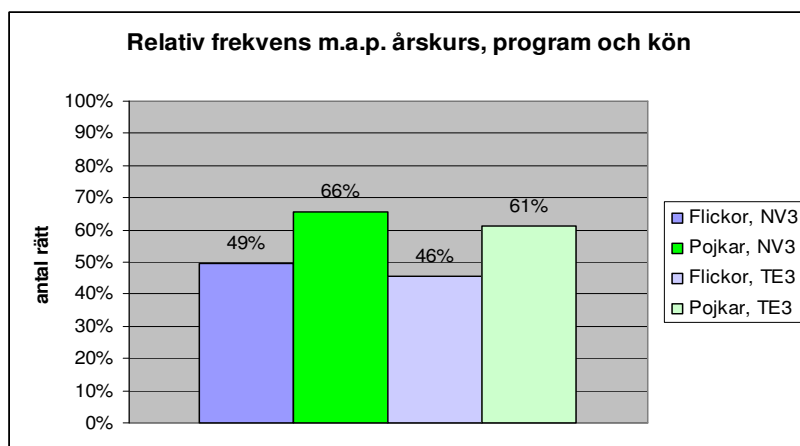
Figur 5.1. Genomsnittligt antal rätt procentuellt sett uppdelat årskursvis och programvis.

Vid en uppdelning av resultaten mellan pojkar och flickor i de olika programmen i årskurs ett (figur 5.2.) kan man se att de flickor som valt NV presterar lägst resultat (22 %). Flickorna som valt TE och de pojkar som valt NV har här de bästa resultaten (30 % resp. 31 %). Om detta resultat beror på att de senare har med sig lite mer förkunskaper från grundskolan är svårt att säga.



Figur 5.2. Genomsnittligt antal rätt procentuellt sett i årskurs ett, uppdelat mellan program och kön.

Gör man samma uppdelning då det gäller årskurs tre ses en tydlig skillnad mellan resultatet för pojkar och flickor (figur 5.3.) Detta oberoende av vilket program de går på. För eleverna på NV programmet har förståelsen¹ ökat 123 % för flickorna och 113 % för pojkarna jämfört med i årskurs ett (figur 5.2.). För båda könen är det här mer än en fördubbling. För TE däremot har flickornas förståelse endast ökat med 53 % medans pojkarna ökat sin förståelse med 144 % jämfört med årskurs ett (figur 5.2.).



Figur 5.3. Genomsnittligt antal rätt procentuellt sett i årskurs tre uppdelat mellan program och kön.

Ser man till det totala resultatet för pojkar i årskurs tre har de i snitt 64 % rätt på FCI och flickorna har 48 % rätt. Denna skillnad innebär att en pojke har 2,4 fler rätt än en flicka på detta test bestående av 15 frågor. Ett t-test genomfördes på resultatet för att säkerställa att medelvärdena kan antas vara olika, vilket de kan göras med 99 % sannolikhet Detta visar att det är en tydlig skillnad i resultatet mellan pojkar och flickor och detta trots att GFCI ska vara ett genusanpassat test (McCullough 2004). Skillnaden mellan könen skulle kunna bero på hur minnet (och lärandet) är beroende av sammanhanget (Andersson 2001, Sjöberg 2005, Redish 2003, stycke 3.1. och 3.2.), och att fysiken presenteras i ett mer ”manligt” sammanhang (McCullough 2004).

5.2 Jämförelse mellan olika svarsalternativ

Elevernas svar på respektive fråga sammanställdes årskursvis (tabell 5.1.). På detta sätt kan en viss bild av vilka vardagsföreställningar eleverna har då de börjar gymnasiet fås. En jäm-

¹ Förståelse jämförelse här med resultatet på GFCI.

förelse av hur förekomsten av vissa av dessa minskar/försvinner under utbildningen kan också göras. Uppgift ett behandlar föreställningen om att falltiden beror på massan. Bland ettorna kan man se (tabell 5.1.) att det är ungefär lika många som tror att ett tyngre föremål fortare kommer ner till marken än ett lättare (alternativ D), som de som svarar att falltiden är oberoende av massan (alternativ C). För treorna har frekvensen av det korrekta alternativet ökat till 87 %. I uppgift två behandlas ungefär samma sak, men här kommer också en förståelse för rörelse i flera dimensioner in. Det är då inte längre lika självklart bland treorna att falltiden, vilken ger det horisontella avståndet, är oberoende av massan. Endast 54 % svarar detta (alternativ A). Skillnaden i resultaten för uppgift ett och två kan bero på att eleverna har svårt att generalisera sin kunskap och bara kopplar ihop förklaringar med en speciell fysikalisk situation (Redish 2003, stycke 3.4.).

Tabell 5.1. Procentuell fördelning av svaren i respektive årskurs.

Uppgift	Ettor					Uppgift	Treor				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	6		42	44	8	1		2	87	11	
2	15	20	7	29	29	2	54	4	2	35	6
3	22	32	23	18	6	3	31	4	64	2	
4	83		3	7	7	4	56				44
5	6	57	17	6	15	5	5	89	2		4
6	6	18	17	59		6	16	13	15	56	
7	13	13	39	23	13	7	9	5	82	4	
8	22	8	34	22	15	8	78	4	11		7
9	17	35	34	8	6	9	13	7	11	69	
10	15	1	2	20	61	10	7	4		15	75
11	23	6	50	8	14	11	4		31	65	
12	12	24	17	30	16	12	15	27	16	5	36
13	13	17	17	30	24	13	20	51	9	15	5
14	21	30	28	20	2	14	9	55	31	5	
15	15	5	58	5	18	15	60	5	25	2	7

relativ svarsfrekvens av alternativ på respektive uppgift

Korrekt svar

I uppgift tre kan man se att nästan en tredjedel av treorna har svarat att ett fritt fallande föremål (en blomkruka) efter en tid faller med konstant hastighet (alternativ A). Om detta beror på att de anser att luftmotståndet efter en stund utövar en lika stor uppåtriktad kraft som gravitationskraften verkar med nedåt så $F_{\text{res}} = 0$, eller om det är en brist i förståelsen att en resulterande kraft ger en acceleration, $F_{\text{res}} = ma$, är svårt att säga. Tittar man på resultatet på uppgift 9, som behandlar vilka krafter som verkar på fritt fallande föremål, så har 69 % svarat att det endast är en nedåtriktad gravitationskraft (alternativ D). Resterande elever har på olika sätt med en avtagande uppåtriktad kraft i sina svar (alternativ A, B och C). Om det är dessa 31% som svarat alternativ A på uppgift tre, skulle man kunna tro att det svaret är på grund av en brist i förståelsen att en resulterande kraft ger en acceleration. Jämfört med eleverna i årskurs ett har ändå vardagsföreställningarna försvunnit. Bland dessa var det endast 8 % som på uppgift nio svarade att det endast är en nästan konstant nedåtriktad gravitationskraft som verkar (alternativ D).

I uppgift fyra ses tydligt vilken som är den dominerande vardagsföreställningen. Bland ettorna är det hela 83 % som tror att ett tyngre föremål utövar en större kraft på ett lättare föremål, än kraften det lättare föremålet utövar på det tyngre, då de kolliderar (alternativ A). Denna föreställning lever även kvar bland eleverna i årskurs tre, 56 % tror detta. Uppgift fem

och sex behandlar kunskapen om föremåls rörelsebanor. I uppgift fem har föremålet snurrats i en horisontell cirkelbana och sedan släppts ”fritt”. Bland treorna är det 89 % som vet att föremålet fortsätter i tangentens riktning (alternativ B) och bland ettorna är det 57 % som svarar detta. En kunskap som var relativt god innan eleverna startade fysikundervisningen och som utvecklats till att omfatta de flesta efter de studerat fysik. Just detta med ”i tangentens riktning” är något som eleverna får höra mycket enligt den erfarenhet jag har från mina VFU-veckor. Resultatet i uppgift sex är däremot sämre, här har till och med fler ettor (59 %) än treor (56 %) svarat rätt (alternativ D). Återigen kommer en förståelse för rörelse i flera dimensioner in och då kan tänkas att det är bristen i förmågan att kunna generalisera kunskapen till att omfatta fler situationer som ställer till det (se ovan).

Uppgift sju är den uppgift som fått det sämsta resultatet bland treorna, endast 9 % svarade rätt på denna. Här handlar det återigen om kraft och motkraft, en liten bil knuffar på en buss och under accelerationen tror då de flesta eleverna i årskurs tre (82 %) att bilen skjuter på bussen med en större kraft än den kraft bussen trycker bakåt på bilen med (alternativ C). Däremot då bilen som puttar på bussen åker med konstant hastighet (uppgift åtta) svarar 79 % att krafterna är lika stora (alternativ A). De flesta känner förmodligen inte igen situationen i uppgift sju från fysikundervisningen, (till skillnad från situationen i uppgift åtta), och har därför svårt att koppla fysiken de lärt sig till denna händelse (jmf. bl.a. Redish 2003, stycke 3.4.). Uppgift 10 och 11 behandlar förståelse för hastighet och acceleration och kunna relaterat dessa till ett ”tid och sträcka” diagram. Då det gäller att utläsa hastighet (uppgift 10) svarade 61 % av ettorna rätt (alternativ E) och 75 % av treorna. Då det gäller acceleration däremot (uppgift 11) svarade endast 8 % bland ettorna rätt (alternativ D) mot 65 % av treorna. Här har en tydlig ökning av förståelsen skett, något som även kan bero på att treorna hunnit avsluta matematikkurserna ända upp till MaD, jämfört med ettorna som håller på med MaA.

Uppgifterna 12 till 15 kan ses som att behandla en förståelse för rörelsemängd. Rörelsemängd studeras ganska ”långt” efter det att kraftbegreppet introducerats och eleverna i årskurs tre hade ännu inte hunnit börja med rörelsemängd. Alternativt kan ändå en förståelse för att en resulterande kraft ger upphov till acceleration och kunskap om rörelse i flera dimensioner användas här. Överlag är det relativt låga resultat på all fyra uppgifter. Då det gäller ettorna spretar svaren mycket men i sista uppgiften (15) är det övervägande delen (58 %) som tror att farten minskar då kraften försvunnit (alternativ C). I årskurs tre är det en fjärdedel som angivit detta alternativ och 60 % svarade att farten är konstant (alternativ A).

I kursplanen för fysik (Skolverket 2007) står bland annat att skolan ska sträva efter att eleverna utvecklar sin kunskap om centrala fysikaliska begrepp, storheter och grundläggande modeller. Eleverna ska också utveckla sin förmåga att kvalitativt beskriva, analysera och tolka fysikaliska fenomen och skeenden i vardagen. Det nämns också här att ”beskriva föremåls rörelse och vad som orsakar denna rörelse är centralt inom fysiken”. I Fysik A är ett av målen att eleverna efter kursen ska ”ha kunskap om krafter och kraftmoment samt kunna utnyttja dessa begrepp för att beskriva jämviktstillstånd och linjär rörelse” (Skolverket 2007a). De ska också ”kunna beskriva och analysera några vardagliga företeelser och skeenden med hjälp av fysikaliska begrepp och modeller”. Efter att ha läst Fysik B ska eleverna ”ha en fördjupad kunskap om bl.a. begreppen kraft, massa, arbete, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp” (Skolverket 2007b). Detta kan då ställas mot hur resultatet bland årskurs tre ser ut, där eleverna endast visar en förståelse för 3/5 av situationerna/fenomenen som beskrivs i testet. Ett resultat som indikerar att förståelsen hos eleverna bör förbättras för att uppnå kursmålen.

6 Diskussion

Att hitta forskning och teorier om lärande i framförallt fysik var inte svårt. Har man väl börjat leta kan man hitta hur mycket som helst. Det svåra var att försöka avgöra vilken litteratur som bäst passade min frågeställning. I urvalet av litteratur gjorde jag också en avvägning av tid samt tog hänsyn till omfattningen av examensarbetet. Jag begränsade mig till materialet som främst redovisas i teoridelen. Jag hade tidigare stött på förståelsetestet FCI och såg en fördel i att använda ett redan färdigutvecklat test i elevundersökningen. Härigenom behövdes ingen tid läggas på frågekonstruktion. Att konstruera flervalsfrågor som verkligen testar det man vill undersöka kräver mycket bearbetning. Frågorna kan behöva testas på en "pilotgrupp" elever vilket även det kräver tid och "tillgång" till ett större elevunderlag. Nackdelen med testet är att det är mycket text att läsa (trots en nedkortad version). Av eleverna som genomförde testet hörde jag ibland kommentaren "Nä, nu orkar jag inte läsa mer". Något som skulle kunna påverka om frågorna verkligen besvarats eller bara "kryssats i". I analysen av resultaten har jag ändå utgått från att alla valt det alternativ de tror är det rätta efter att ha satt sig in i situationen ordentligt. Underlaget för min undersökning är också i minsta laget. Ingen generalisering av resultaten kan göras, men det kan ge en liten bild av förståelsen hos eleverna på just denna skola. Däremot resonemanget om hur lärandet sker och positiva lärmiljöer kan ses ur ett mer generellt perspektiv då olika litteratur och forskning studerats.

Då elevernas resultat på GFCI i årskurs tre jämförs med de resultat på FCI som nybörjare vid högre utbildningar brukar hamna på (Redish 2003), ses att det förra resultatet är något högre. Enligt teorin om hur lärande går till och hur fysikundervisning bör utformas skulle denna skillnad kunna bero på att de elever jag undersökt haft en gynnsammare lärmiljö. Fysikundervisningen har utvecklats under åren och den undersökning som presenteras av Redish (2003) baseras på studier gjorda under 1990-talet. Vilken pedagogik och dold läroplan som dominerar på skolan är dock inget som undersökts närmare i detta arbete. En annan orsak till skillnaden i resultatet kan vara skillnaden i frågornas framställning (McCullough 2004). Som nämndes ovan är GFCI ännu mer anpassat till vardagliga situationer än vad FCI är och elever har överlag oftast visat ett något högre resultat på GFCI än på FCI. Enligt teorin är lärandet och minnets funktion beroende av sammanhanget. Hur situationen presenteras är då något som skulle kunna påverka eleverna så att de lättare kan sätta sig in i uppgiften och visa sin förståelse. Skillnaden kan även bero på att GFCI är en nedkortad version, vilket kan resultera i att några av de svårare frågorna tagits bort.

Ytterligare en orsak kan vara resultatets reliabilitet och validitet. Genomförandet skedde inte på exakt samma sätt i alla klasser. Under genomförandet förekom också samarbete mellan vissa elever, särskilt i en av klasserna. Inte heller användes provskärmar i någon av klasserna och detta kan ge ett missvisande resultat på så sätt att de elever som känner sig mer osäkra sneglar och skriver av en elev de "vet" brukar kunna mer. En annan faktor (som nämndes ovan) att ta hänsyn till är att mitt underlag är för litet för att göra en generalisering av hur det i dagsläget ser ut överlag. För att kunna göra detta skulle krävas att fler skolor deltagit och att olika delar av Sverige och olika typer av skolor funnits representerade i undersökningen.

Vid jämförelse mellan hur elever i årskurs tre svarat på de olika uppgifterna kan en tendens av brist på generalisering av fysiken ses. Vissa frågor som behandlar samma fysik har tydligt fått olika svarsfrekvens. Detta är något som skulle kunna bero på elevers enkla kopplingar av förklaringar i deras kognitiva struktur (se stycke 3.4). Förklaringarna är oftast bara länkade till en speciell fysikalisk situation och då de ställs inför en annan situation som inte diskuterats i kursen kan de inte använda sig av fysiken de lärt sig. Något som i sin tur kan ge en bristande förmåga till problemlösning och synen att fysik inte har med den "verkliga" vardagen att göra.

7 Slutsats

Utifrån undersökningen drar jag slutsatsen att hos årskurs ett dominerar flera vardagsföreställningar om hur och varför vissa fenomen sker. Tydligast är föreställningen att ett tyngre föremål utövar en större kraft på ett lättare föremål vid en kollision. Förståelsen utvecklas under tiden som eleverna studerar fysik, men fortfarande finns i årskurs tre vissa vardagsföreställningar kvar som är extra tydliga. Över en tredjedel tror fortfarande att olika tunga föremål som rullar av en bordskant landar på olika horisontella avstånd från kanten. Mer än hälften har också kvar föreställningen att ett tyngre föremål utövar en större kraft på ett lättare föremål vid en kollision. Över 80 % tror att en bil som puttar en buss (med motorstopp) utövar en större kraft på bussen än bussen på bilen då bilen accelererar. Dessa situationer känns förmodligen inte igen lika tydligt och eleverna kan inte generalisera sina fysikkunskaper. En fråga som kan ställas är om man uppnått målen i kursplanerna (Skolverket 2007, 2007a, 2007b) då eleverna endast har en förståelse för fysiken i 3/5 av de beskrivna situationerna.

Undersökningen visar också att det finns en skillnad i hur förståelsen utvecklas hos pojkar och hos flickor under gymnasietiden. Utifrån resultatet på testet anser jag att det finns en hel del att arbeta med då det gäller fysikundervisningen för att förbättra resultaten (förståelsen hos eleverna). Mycket forskning om hur och vad man som lärare kan göra för att hjälpa eleverna utveckla sin förståelse har gjorts och pågår fortfarande. I teoridelen har jag försökt redogöra för en liten del av denna och kommer till följande slutsats då det gäller hur fysikundervisningen kan utformas på så bra sätt som möjligt. För att få ett effektivt lärande måste vi utgå från elevernas förkunskaper och förväntningar, härifrån kan vi hjälpa dem att bygga upp sin kunskap. Nu är oftast fysikkurserna uppdelade i olika kapitel och när det ena är avslutat framställs det nya som ett nytt område. Att istället knyta ihop områdena och visa på likheter och återkommande använda fysiken i olika sammanhang kan hjälpa eleverna bygga ut sina tankescheman i mer komplexa strukturer och på så sätt fördjupa sina kunskaper. Det ”nya” måste också presenteras på ett språk eleverna förstår. Efterhand kan ett mer vetenskapligt språk byggas upp som eleverna socialiseras in i. Med tanke på resultatet ovan tror jag att man som lärare måste tänka extra på att sammanhangen och språket även når flickorna.

Repetition är som nämnts tidigare grundläggande för att bygga upp en förståelse och detta kan vi som lärare behöva hjälpa eleverna att förstå¹. Vi måste också ge tillfälle till repetition under hela kursen och det kan då vara lämpligt att knyta ihop tidigare moment med vad som diskuteras för tillfället. En viktig aspekt för ett bra lärande är variationen. Den traditionella ”katederundervisningen” tror jag är nog så bra, men den behöver kompletteras med problemlösning av t.ex. essäuppgifter som Redish (2003) föreslår, projektarbeten och realistiska laborationer baserade på en kognitiv konfliktmetod. Enligt vad som togs upp i teoridelen är lärandet socialt interagerat så eleverna måste få möjlighet att diskutera sitt arbete, sina föreställningar och sitt resultat med andra. Något som projektarbeten och problemlösning i grupp kan ge tillfälle till. Genom att de diskuterar måste de också reflektera över sitt tänkande, vilket är betydande då de bygger upp sina mentala modeller. Ett hinder för dessa arbetsformer kan vara skolorganisationen med lokaltillgång och klasstorlekar. Ett annat kan vara traditionen (”den dolda läroplanen”) i skolan.

¹ Elever kan behöva hjälp med att lära sig hur man lär sig fysik, stycke 3.3 och 3.5.

7.1 Användning i läraryrket

Vad? Hur? och Varför? är de didaktiska frågor man som lärare bör ställa sig då det gäller planering och upplägg av en kurs¹. Vad? man ska undervisa om är till stora delar angivet i styrdokumentet i form av kursplaner och läroplaner. Kvar är då frågorna Hur? man som lärare ska göra så att eleverna uppnår de mål som finns angivna och Varför? man bör göra på detta sätt. Genom detta examensarbete tycker jag att jag fått en bättre kunskap om Hur? jag kan utforma undervisningen och också Varför? jag bör göra på detta sätt. Jag känner att det är kunskap jag kan ta med mig och ha nytta av i min framtida yrkesutövning som lärare. Samtidigt finns mycket gjord forskning som jag ännu inte hunnit ta del av men som jag avser läsa i alla fall en del av. Jag känner också att det är viktigt att hålla sig ajour med nya resultat som kommer fram och att hela tiden hålla de didaktiska frågorna aktuella.

7.2 Fortsättning

Som nämnts tidigare är elevundersökningen jag gjort väldigt liten. Denna skulle kunna generaliseras till att omfatta fler skolor utspridda över Sverige och representera olika skolkulturer, d.v.s. större och mindre kommunala gymnasieskolor samt friskolor av olika kategorier och storlekar. Genom att göra en generalisering skulle man kunna se om det är så att förståelsen hos gymnasieelever i Sverige idag ligger högre i förhållande till de resultat Redish (2003) redovisar från tidigare studier. Man skulle kanske kunna få svar på frågan om det är så att flickor har en sämre förståelse i fysik (trots att GFCI används) än vad pojkar har. Något som vore intressant i relation till fysikundervisningens utformande. Är det så att den är mer anpassad efter pojkars förkunskaper/behov? Behöver vi fysiklärare tänka extra mycket på att vi utformar fysikundervisningen så den relaterar mer till sammanhang flickor känner sig bekanta med?

¹ Även då kursen delas upp i moment som planeras, eller vid planering av en enskild lektion, bör man ha dessa frågor med sig.

Referens:

Andersson, Björn (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*. Skolverket.
www.skolverket.se

Hrepic Zdeslav & Zollman, Dean A. & Rebello, Sanjay N. (2007). *Comparing Students' and Experts' Understanding of the Content of a Lecture*. Journal of Science Education and Technology, vol 16 nr 3. s.213 – 224.

Johansson, Bo & Svedner, Per Olov (2004). *Examensarbetet i lärarutbildningen – undersökningsmetoder och språklig utformning*. Uppsala: X-O Graf Tryckeri AB.

McCullough, Laura (2004). *Gender, Context, and Physics Assessment*. Journal of International Women's Studies, vol 5 nr 4. s.20 – 30.

Monaghan, James M. & Clement, John (2000). *Algorithms, Visualization and Mental Models: High School Students' Interactions with a Relative Motion Simulation*. Journal of Science Education and Technology, vol 9 nr 4. s.311 – 325.

Persson, Anna (2006). *MBL – laborationers effektivitet I gymnasieskolans fysikundervisning. Modern teknik eller framgångsrik pedagogik? C – uppsats fysikdidaktik*. Karlstad: Karlstad Universitet. http://www.uppsatser.se/uppsats_4/4436321e1b.php

Redish, Edward F. (2003). *Teaching Physics*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Sjøberg, Svein (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.

Skolverket (2007). *Kursplan för Fysik i gymnasieskolan*.
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=8&skolform=21&id=FY&extraId=>

Skolverket (2007a). *Kursplan för Fysik A i gymnasieskolan*.
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=5&skolform=21&id=3053&extraId=>

Skolverket (2007b). *Kursplan för Fysik B i gymnasieskolan*.
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=5&skolform=21&id=3054&extraId=>

SOU 1992:94. *Bildning och kunskap*. Särtryck ur läroplanskommittens betänkande *Skola för bildning*. Skolverket. www.skolverket.se

Trumper, Ricardo (2002). *What Do We Expect From Students' Physics Laboratory Experiments?* Journal of Science Education and Technology, vol 11 nr 3. s.221 – 228.



Matematiska och systemtekniska institutionen
SE-351 95 Växjö

Tel. +46 (0)470 70 80 00, fax +46 (0)470 840 04
<http://www.vxu.se/msi/>