

# **EXAMENSARBETE**

***Våren 2008***

*Läroarutbildningen*

## **”Det är luft i möget”**

- Om elevers förståelse för några vardagliga fysikaliska fenomen

**Författare**

Lina Englesson

Karin Englund

**Handledare**

Inger Holmberg



”Det är luft i möget”  
- Om elevers förståelse för några vardagliga fysikaliska fenomen

Lina Englesson och Karin Englund

**Abstract**

Grundtanken med fysik är att den ska användas för att förklara omvärlden. Vi upplever att det i skolans fysikundervisning ofta läggs större vikt vid att tillämpa formler än vid att förstå själva fysiken. I den här undersökningen fokuseras därför elevers förståelse för fysikaliska fenomen de möter i sin direkta vardag.

En klass gymnasietvåor på det naturvetenskapliga programmet fick skriftligt förklara fem fysikaliska vardagsfenomen, där teorin behandlats i Fysik A. Svaren kategoriserades och kategorierna ordnades därefter hierarkiskt efter hur väl de överensstämde med den vetenskapliga förklaringen. Eleverna behövde inte använda vetenskapliga begrepp utan resonemanget var avgörande för kategoriseringen.

Utifrån resultaten drogs slutsatsen att de allra flesta eleverna gav ett svar inom rätt teoriavsnitt medan endast ett fåtal elever visade på full förståelse. Många av eleverna använde fysikaliska begrepp i svaren, men det är först då eleven kan placera begreppen i ett sammanhang som eleven har fått förståelse för fenomenet och därmed tillägnat sig kunskap.

**Ämnesord:** fysikundervisning, gymnasieelever, förståelse, kunskap, vardagsföreställningar.



# Innehållsförteckning

Tack till...	5
Inledning.....	6
Styrdokument.....	7
Mål och syfte.....	8
Litteraturavsnitt.....	9
Nationella och internationella studier om elevers fysikkunskaper.....	9
Vetenskap mot vardagstänkande.....	10
Att dra rätt slutsats.....	11
Undervisning med olika perspektiv.....	12
Kunskap och förståelse.....	14
Litteratursammanfattning.....	15
Problemprecisering.....	17
Förklaring av begreppet fenomen.....	17
Metod.....	18
Motivering av metod.....	18
Frågeformulärets utformning.....	19
Urvalsgrupp.....	20
Förväntade förkunskaper.....	20
Etiska överväganden.....	21
Den här undersökningen i relation till tidigare undersökningar.....	21
Genomförande.....	22
Resultat.....	23
Uppgift 1 – Hur kan en båt med järnskrov flyta?.....	24
Uppgift 2 – Hur kan man frysa trots att det är varmt?.....	25
Uppgift 3 – Vad har hänt med frysen?.....	27
Uppgift 4 – Vilket ägg fortsätter att snurra och varför? .....	28
Uppgift 5 – Hur långt bort är åskvädret?.....	30
Enskilda elever.....	31
Diskussion.....	32
Hur kan en båt med järnskrov flyta?.....	32

Hur kan man frysa trots att det är varmt?.....	33
Vad har hänt med frysen?.....	35
Viket ägg fortsätter att snurra och varför?.....	36
Hur långt bort är åskvädret?.....	37
Metoddiskussion.....	37
Slutdiskussion.....	38
Fortsatt forskning.....	40
Sammanfattning.....	41
Referenser.....	42

Bilaga 1. Formulär till eleverna

Bilaga 2. Sammanställning av elevsvar

Tack till...

... medverkande elever och deras lärare som har ställt upp och gjort undersökningen och därmed hela uppsatsen möjlig, samt till vår handledare Inger Holmberg för stöd och goda råd under arbetets gång.

## Inledning

Fysik är läran om energi och materia. I princip är det läran om allt omkring oss. Som med all annan vetenskap är syftet med fysiken att beskriva världen och dess egenskaper, och förklara varför den fungerar som den gör. Presenterat på det här viset framstår fysiken som något handfast och konkret, ett redskap som kan hjälpa oss att förstå vår omgivning. Många elever skulle nog inte hålla med om den beskrivningen. Fysik upplevs ofta snarare som något svårt och som inte har direkt med verkligheten att göra. Istället för att beskriva världen handlar den om formler, beräkningar och konstruerade exempel som eleverna sällan själva kan relatera till.

Samtidigt finns det en anledning till det. Fysik *är* svårt. Det *är* komplicerat och vår värld är inte på något vis ideal. Men någonstans måste man ju börja. Ingen kan gå utan att först lära sig krypa, och fysikens motsvarighet till att krypa är låtsasexemplen som inte finns i verkligheten.

Sedan kan man fråga sig varför elever egentligen ska läsa fysik och vad det är tänkt att de ska lära sig. Vad är meningen med skolfysiken? Vad gäller gymnasiefysiken är det uttalade syftet enligt Skolverket (2000a) bland annat att förbereda eleverna för fortsatta naturvetenskapliga studier, samt att

Eleverna skall uppleva den glädje och intellektuella stimulans som ligger i att kunna *förstå och förklara* fenomen i omvärlden (vår kursivering). (Skolverket, 2000a)

De här båda målen har enligt vår uppfattning en gemensam faktor – förståelse. För att lyckas med eventuella vidare fysikstudier är det betydligt viktigare att ha fått förståelse än att kunna ett antal formler, som man ändå kan slå upp i en formelsamling och inte behöver kunna utantill. För alla de elever som inte kommer att fortsätta läsa fysik kommer formler inte att spela någon som helst roll när väl skolan är slut. Vad de däremot kan ha nytta och glädje av att ha med sig är förmågan att förklara fenomen i omgivningen, och en sådan förmåga har sin grund i just förståelse.

Edward Redish är professor i fysik vid universitetet i Maryland och forskare inom PER (Physics Education Research), en grupp som bland annat undersöker varför elever har problem att förstå fysik (Redish, 2003). Han menar att en elev måste bearbeta samma information många gånger, på olika nivåer, innan informationen övergått till kunskap. För



många elever ingår inte flera år av fysik i utbildningen och de riskerar då att inte få full förståelse. Därför bör undervisningen utformas så att även de elever som bara läser fysik under en kort period, känner att de direkt kan ha nytta av den.

Vi kan inte annat än hålla med, och tror att många elever hade upplevt fysiken som mer meningsfull om större vikt lagts vid förståelse och verklig koppling till vardagen. Med detta menar vi inte att eleverna ska kunna räkna på verkliga, icke-ideala fall, utan istället kunna förklara olika fenomen de ser omkring sig. På så sätt kan eleverna direkt se nyttan av det de lär sig i skolan. Först då upplever de glädje och intellektuell stimulans.

Naturligtvis är det inte möjligt att behandla alla delar inom fysiken på ett sådant sätt. Den moderna fysiken är till stora delar abstrakt och har inte samma vardagsanknytning som exempelvis mekanik eller ellära, men bör ändå vardagsanknytas i den mån det är möjligt.

## Styrdokument

Vad säger då styrdokumentet om vad som är viktigt i fysikundervisningen? Enligt kursplanen för Fysik A, ska eleven kunna använda sig av fysikaliska begrepp och modeller, och i en del av dessa ingår naturligtvis beräkningar. Endast på ett ställe skrivs uttryckligen att eleven ska kunna räkna inom fysiken:

Eleven skall [...] kunna föra resonemang kring fysikaliska storheter, begrepp och modeller samt inom ramen för dessa modeller genomföra enkla beräkningar. (Skolverket, 2000a)

Då är kopplingen till elevernas förståelse tydligare. De flesta målen i kursplanen innehåller uttryck som att eleven ska ”ha kunskap om” eller ”ha kännedom om” olika moment inom fysik. I styrdokumentet för fysikämnet (Skolverket, 2000b) står dessutom det citat som presenterades redan i inledningen, att eleverna ska få känna den glädje det innebär att kunna förklara och förstå skeenden i omvärlden.

Då styrdokumentet inte ger direktiv om hur kunskapen ska uppnås, blir det upp till läraren att avgöra hur stor vikt som ska läggas vid förståelse respektive formler och beräkningar. Utifrån hur traditionella kursböcker och prov är upplagda, kan det dock förväntas en fokusering på beräkningar. Vardagsaspekten finns trots allt omnämnd i styrdokumentet, där det står att eleven ska ”kunna beskriva och analysera några vardagliga företeelser och skeenden med hjälp av fysikaliska begrepp och modeller” (Skolverket, 2000a), och vidare att

eleven ska utveckla ”sin förmåga att kvantitativt och kvalitativt beskriva, analysera och tolka fysikaliska fenomen och skeenden i vardagen” (Skolverket, 2000b).

## Mål och syfte

Syftet med den här studien är att diskutera och lyfta fram elevers förståelse för fysiken i deras direkta omvärld. Det finns många elever som är duktiga på att hantera formler och begrepp och gör väl ifrån sig på fysikproven. Men om samma elever inte kan förklara fysiken utanför skolan, vilken nytta har de då av sina kunskaper? Har man verkligen kunskap om man inte kan sätta in den i ett annat sammanhang eller se dess tillämpningsområden?

Vi menar att skolfysikens kärna ligger i att eleverna tillägnar sig sådana kunskaper som hjälper dem att förstå den fysik de ser i verkligheten. I undersökningen studeras hur gymnasieelever resonerar kring några fysikaliska vardagsfenomen, och vilken grad av förståelse de uppvisar. Utifrån de förklaringar eleverna ger är målet att urskilja dem som förstått sammanhanget från dem som enbart hanterar olika begrepp.

## Litteraturavsnitt

### Nationella och internationella studier om elevers fysikkunskaper

Det har gjorts en rad studier, nationella såväl som internationella, kring elevers kunskaper och syn på fysikämnet, såsom TIMSS, PISA och Nationella utvärderingar.

TIMSS (Skolverket, 1998) är en internationell studie som bland annat tittar på hur prestationer i naturvetenskap och matematik för avgångselever på gymnasiet skiljer sig åt mellan olika länder. Vad gäller fysikämnet uppvisade de svenska eleverna tillsammans med de norska bäst resultat.

En annan internationell studie är PISA (Skolverket, 2007), som undersöker dels femtonåringars kunskaper inom matematik, naturvetenskap och läsförståelse, dels deras inställning till respektive område. Även här görs jämförelser mellan de medverkande länderna. Frågorna är av resonemangskaraktär och berör aktuella naturvetenskapliga fenomen. Frågorna rör till exempel elevernas kunskap och resonemang kring växthuseffekten och surt regn.

Sverige har varit med i PISA-undersökningarna år 2000, 2003 och 2006. Den senaste undersökningen visade att svenska elever befinner sig på en genomsnittlig nivå vad gäller naturvetenskapliga kunskaper. Jämfört med de tidigare studierna är detta en liten tillbakagång. Dock presterar eleverna högre än genomsnittet just när det gäller att förklara företeelser naturvetenskapligt. Intresset för naturvetenskap hos de svenska eleverna är däremot, liksom för övriga i-länder, lågt.

Nationella utvärderingar har genomförts i Sverige 1992, 1995, och 2003 (Skolverket, 2004). I undersökningen testas femte- och niondeklassares kunskaper inom de flesta skolämnena. De får även svara på etiska frågor kopplade till värdegrunden samt frågor som kretsar kring exempelvis undervisningens upplägg och deras möjlighet att påverka. Vad gäller elevers kunskaper inom fysik är resultaten något sämre 2003 jämfört med utvärderingarna 1992 och 1995.

Elevers förståelse för naturvetenskapliga fenomen har även undersökts genom till exempel projektserierna Elevperspektiv och NA-spektrum vid Göteborgs universitet. Några områden som studerats är elektrisk ström (Östklint & Rönnlund, 1981) och materia och dess omvandlingar (Jansson, 1994). En del av frågorna är av resonerande karaktär medan övriga utgörs av frågor med flersvarsalternativ, med eller utan motivering.

## Vetenskap mot vardagstänkande

Det finns även studier som behandlar hur elevers fysikkunskaper är beroende av situationen eller kontexten. Gardner (1991) hänvisar till en undersökning som genomfördes av DiSessa (1982). Här ställdes fysikstudenter på universitetet inför ett praktiskt problem vars lösning bestod i att tillämpa Newtons mekanik. Samtliga studenter hade höga provresultat i ämnet och därmed goda teoretiska kunskaper, men de fick ändå stora problem då de skulle lösa uppgiften. Gardner (1991) förklarar detta genom att elever eller studenter helt enkelt skiljer mellan fysiken i klassrummet och världen utanför. I fysiksalen kan elever hänvisa till lagar och formler, och förklara fenomen med hjälp av dessa eftersom de har lärt sig att det är vad som efterfrågas.

Den här studien har några år på nacken, men även nyare forskning visar på samma sak. Redish (2003) påpekar till exempel att det i verkligheten måste användas en kraft för att få ett föremål att behålla hastigheten, eftersom friktionen annars får föremålet att stanna. Den sortens ideala friktions- och tyngdkraftslösa modeller som används inom fysikteorin, existerar endast där och eleven får uppfattningen att skola och verklighet inte har med varandra att göra.

Vidare menar Redish (2003) att det till och med kan bli svårt att tillämpa matematik-kunskaper på fysiklektioner eftersom dessa inte förväntas behöva användas där. En viss typ av uppgifter löses i en viss kontext. Ändras kontexten kan eleven få problem att lösa uppgiften. Bara genom att på tavlan symbolisera en bil med en rektangel kan orsaka problem för eleven. Han beskriver vidare hur han gav batteri, lampa och sladd till sina förstaårsstudenter, och bad dem tala om i fall och hur de kunde få lampan att lysa. De flesta menade att sladden skulle placeras mellan batteriet och lampan, medan endast 10-15 % förstod att lampan även måste röra vid den andra polen på batteriet för att det skulle bildas en sluten krets och lampan skulle kunna lysa.

Utanför klassrummet, ”när eleven inte har anledning att förvänta sig att ett visst mått av kunskap i fysik skall användas, kommer en annan och mäktigare sorts mekanism fram” (Gardner, 1991, s. 163), nämligen de så kallade primitiva uppfattningar. Sjøberg (2004) benämner dem vardagsföreställningar och förklarar dem som beskrivningar av världen som individer redan som småbarn skapar sig och utvecklar, och senare, trots bättre vetande, håller fast vid. Anledningen till att de är så seglivade är att de är enkla och många gånger fungerar bra i det vanliga livet.

Föreställningarna är dock inte fel i sig, påpekar Redish (2003), då de grundar sig i elevernas erfarenheter och observationer. Så länge eleven inte utsätts för situationer där de egna reglerna inte gäller, finns ingen anledning att ändra dem. Han menar även att de flesta elever inte är intresserade av en teori som gäller för alla situationer utan nöjer sig med regler som gäller i specifika situationer de utsätts för.

Kikas (2003) har i en studie låtit drygt hundra studenter ta ställning till hur pass väl olika naturvetenskapliga påståenden stämmer överens med deras teorier. Studien innefattade tre moment: rörelse, årstider och aggregationstillstånd. Till varje situation fick studenterna fyra alternativ där ett var den vetenskapligt korrekta modellen, två var förklaringar med vardaglig prägel och ett var enbart en beskrivning. De ombads värdera alternativen utifrån hur väl de stämde överens med ett vetenskapligt synsätt. Undersökningen visade att studenterna värderade den vetenskapliga förklaringen högst och beskrivningen lägst och däremellan kom vardagsföreställningarna. Exempel på vardagsföreställningar i studien var att föremål i rörelse har en inneboende kraft och när kraften är slut, stannar föremålet. Andra föreställningar var att atomer utvidgas då de värms upp eller att årstiderna beror på avståndet mellan solen och jorden. En slutsats som kan dras är att studenterna ansåg de teorier som lärs ut i skolan som mest vetenskapliga. En annan är att de även tillskrev vardagsföreställningarna ett visst mått av vetenskap.

Kikas (2003) slutsats är att eleverna måste undervisas i naturvetenskap för att komma i kontakt med vetenskapliga förklaringar. Eftersom dessa oftast gäller i ideala sammanhang och därmed inte kan konstrueras på egen hand, kommer vardagsföreställningarna annars att hållas fast vid även i vuxen ålder.

### Att dra rätt slutsats

Dimenäs (2001) har i en rad fallstudier undersökt hur elevers lärande i naturvetenskap kan förstås. Han har bland annat studerat experimentets betydelse för elevers förståelse av naturvetenskapliga fenomen. Experiment och laborationer är centrala inslag i skolans fysikundervisning, dels av tradition då laborationer utgör en viktig del i det vetenskapliga arbetssättet, dels av pedagogiska skäl eftersom det ger eleverna möjlighet att arbeta praktiskt och att själva se vad som händer och dra slutsatser därefter. En sådan syn på inläring grundar sig i konstruktivismen vars grundtanke är att individer utifrån sina erfarenheter skapar eller konstruerar kunskap (Maltén, 1997). Dimenäs ställer sig kritisk till en sådan inställning till

skollaborationer. Han hävdar att för att elever utifrån experiment ska komma fram till ”rätt” slutsats krävs tydlig ledning från och samtal med läraren.

Även Sjøberg (2004) har invändningar mot en konstruktivistisk syn på lärande i naturvetenskap. Han menar att de förklaringar och samband elever själva konstruerar utifrån det de observerar sällan är de vetenskapliga förklaringarna, utan istället typiska vardagsföreställningar.

Ekstig (2002) benämner det arbetssätt där eleverna genom laborationer själva drar slutsatser för naiv positivism. Enligt honom tenderar eleverna att tolka resultaten utifrån de kunskaper de redan har.

Redish (2003) påpekar att ett ensidigt arbetssätt inte leder till ökad förståelse och hänvisar till en undersökning kring uppgiftsräknande, gjord av Kim och Pak (2002). I undersökningen jämfördes amerikanska och koreanska studenter där de koreanska räknade 5-10 gånger så många fysikuppgifter som de amerikanska. Trots den stora skillnaden i antalet uppgifter, hade de koreanska eleverna liknande svårigheter att förklara fysikaliska begrepp som de amerikanska eleverna.

Inte heller genom att endast beskriva den fysikaliskt korrekta teorin för eleverna, kommer de att anta den, enligt Redish (2003). Detta pekar även en studie gjord av Hrepic, Zollman och Rebello (2007) på. I undersökningen fick först nio fysikexperter och arton gymnasielever svara på frågor angående ljudets utbredning. Därefter fick de se en videoföreläsning, och under föreläsningen svara på ifall någon av de tidigare frågorna ställdes igen och vilket svar föreläsaren i så fall gav. De skulle även avgöra till vilken grad frågorna besvarades, eller om svaren endast kunde antydans. Undersökningen visade att det generellt var fler experter än studenter som ansåg att svar, eller antydans till svar, gavs i föreläsningen. En viktig anmärkning var dessutom att de enda personer som gav rätt svar efter föreläsningen även hade gett rätt svar före. Det fanns alltså inga elever som övergivit en felaktig modell trots att de fått undervisning om den korrekta.

## Undervisning med olika perspektiv

Ett sätt att få eleven att reflektera över sina föreställningar är genom så kallade kognitiva konflikter (Redish, 2003). Dessa används i synnerhet då eleven har svårt att överge en ickevetenskaplig föreställning. Genom att utsätta eleven för en situation där dess egen modell inte fungerar hamnar eleven i en kognitiv konflikt och måste ompröva sin modell. Redish ser dock

en fara i att lägga alltför stor vikt vid kognitiva konflikter eftersom eleverna lätt kan känna att alla deras teorier är fel. Istället menar han att man kan utgå ifrån det eleverna redan kan.

Ekstig (2002) föreslår ett sätt att införa den vetenskapliga föreställningen, där läraren utgår ifrån elevens erfarenheter och introducerar vetenskapen via en modell eleven är bekant med. En annan metod Ekstig förespråkar är att utgå ifrån det historiska perspektivet. Elevers föreställningar finns ofta representerade i historien och genom att använda tidigare forskares argument för att utveckla modellerna, kan även elever gå från en modell till en annan.

Även Hansson (2007) har gjort studie kring elever och fysikämnet. Hon utgår ifrån ett cross-cultural-perspektiv, vilket innebär att man betraktar skolan och dess fysikundervisning som en kultur skild från den kultur och de livsåskådningar eleverna har med sig hemifrån. Dessa båda kulturer krockar med varandra och är för många elever oförenliga. Det behöver inte innebära att eleven inte förstår det naturvetenskapliga synsättet, men däremot tar han eller hon det inte till sig; eleven *tror* inte på vad fysiken påstår. I Hanssons undersökning fick gymnasieelever på det naturvetenskapliga programmet diskutera olika frågor kring kosmologi. Resultatet visade att eleverna klart och tydligt hade förstått fysikens förklaringar och inte hade några problem med att redogöra för dessa. Samtidigt påstod sig många inte riktigt tro på det utan hade istället egna teorier. Eleverna drog därmed en tydlig linje mellan fysikens inställning och den egna uppfattningen. Av den anledningen betonar Hansson hur viktigt det är att i den här typen av undersökningar verkligen fråga det man vill veta. Är man intresserad av att veta vad elever har förstått av ett visst fysikaliskt fenomen kan man inte fråga ”Hur resonerar du kring det här?” eftersom deras kunskaper och deras personliga uppfattningar inte nödvändigtvis stämmer överens.

Kosmologin är förvisso ett ämne med tydlig anknytning till existentiella frågor, frågor som är viktiga för många människor och där den personliga övertygelsen kan vara stark. Newtons mekanik är ett mindre känsloladdat område inom fysiken, men om man inte accepterar kosmologin, varför skulle man då tro på rörelselagarna eller termodynamiken? I skolan presenteras ofta naturvetenskapen som ”sanning” (Hansson, 2007), och om en elev känner starkt motstånd till vissa delar borde rimligtvis inte steget vara stort att även tvivla på andra delar av ”sanningen”.

Dimenäs (2001) hävdar att om en elev ska kunna få en djupare insikt om ett visst fysikaliskt fenomen måste det presenteras på olika sätt och ur olika synvinklar, till exempel genom samtal, bilder och metaforer. Detta är också grundtanken i variationsteorin, nämligen att för att kunna urskilja ett fenomen måste det beskådas från olika håll, och variationen i sig är därmed av stor betydelse för förståelse och inläring (Helldén, Lindahl och Redfors 2005).

Som exempel på fenomen tar Holmqvist (2006) en stol, vilken består av både stolsben, sittytta och ryggstöd. Genom att variera de tre beståndsdelarnas utseende får den lärande en uppfattning om att stolen kan se ut på olika sätt, men ändå vara en stol. Tas ryggstödet bort är det inte längre en stol och fenomenet stol avgränsas därmed från fenomenet pall.

## Kunskap och förståelse

Kunskap är ett återkommande begrepp i diskussionen kring skolan och lärande, och nämns ett flertal gånger styrdokument för fysikämnet genom;

- "...eleven utvecklar sin *kunskap* om centrala fysikaliska begrepp..."

- "ämnet fysik syftar till att ge sådana *kunskaper* och färdigheter..."

- "*Kunskaperna* används för att diskutera och förklara..."

(Skolverket, 2000b, vår kursivering).

Det är därför värt att reflektera över vad begreppet egentligen innebär. Vad är kunskap? Vad betyder det att ha kunskap om något? För att koppla begreppet till de ovan nämnda studierna; har man kunskaper om något om man inte känner igen det då det presenteras på ett annorlunda sätt än vad man är van vid? Studenterna som Gardner (1991) hänvisar till kunde klart och tydligt redogöra för Newtons lagar på fysiklektionerna, men kunde inte tillämpa dem utanför klassrummet. Kan man då säga att de besitter kunskap i ämnet?

Gustavsson (2002) diskuterar kunskap utifrån olika perspektiv, och skiljer då mellan de närbesläktade begreppen kunskap och information genom definitionen "information är det material som blir till kunskap när en människa tar det till sig och förstår det" (s. 39). Det innebär en kvalitativ skillnad mellan att ha information om ett ämne och att ha kunskap i det samma, där kunskap är kopplat till förståelse vilket inte information är. Information kan exempelvis vara namn, historiska händelser eller fysikaliska lagar, men informationen blir ingen kunskap förrän den sätts i ett sammanhang. Att sedan få ökad kunskap i ett ämne innebär, enligt Gustavsson, att man kan tolka flera olika sammanhang och relatera dessa till varandra.

Här följer ett exempel som illustrerar hur vi uppfattar Gustavssons (2002) användning av begreppen: En elev som känner till formeln  $F = m \cdot a$ , (där  $F$  är kraften som behövs för att ett föremål med massan  $m$  ska få accelerationen  $a$ ), och som kan använda den för att lösa räkneuppgifter av standardtyp, kan sägas ha information om sambandet mellan kraft, massa



och acceleration. Men om samma elev menar att en boll som rullar kommer att sakta in när det inte längre är någon kraft som verkar på bollen, så har eleven inte lyckats placera formeln i ett sammanhang där den får mening och betydelse. Informationen har stannat vid just information och har inte omvandlats till kunskap. Eleven har inte förstått vad formeln egentligen innebär.

Det är mycket möjligt att eleven trots detta faktiskt gör bra ifrån sig på fysikproven, precis som studenterna Gardner (1991) talar om, eller som Gustavsson (2002) påpekar:

Det är en sak att lära sig för att klara provet, få betyg och ta examen.  
Det är en annan sak att lära sig på ett sådant sätt att det vi lär får  
verklig betydelse för vårt sätt att tänka om och föreställa oss tillvaron  
[...]. (Gustavsson, 2002, s. 41)

Ett exempel på detta beskrivs av Redish (2003) där han berättar om ett tillfälle då han bad en elev förklara hur denne löst en viss hemuppgift. Eleven svarade då att han använde den formel i boken som dittills inte använts.

I en diskussion om kunskap bör också nämnas något om minne. Redish (2003) tar upp skillnaden mellan långtidsminne och arbetsminne. För en person som hållit på länge med fysik har erfarenheterna hunnit lägga sig i långtidsminnet och kan plockas fram beroende på kontexten. En elev som inte läst så mycket fysik måste hålla mycket i arbetsminnet vilket gör det svårt att skilja ut vad som är väsentligt. Genom repetition överförs kunskapen från arbets- till långtidsminnet. Redish påpekar också att bara för att eleven en gång lärt sig, och placerat informationen i långtidsminnet, finns det ingen garanti för att kunskapen kan tas fram igen, i synnerhet inte om kontexten ändras.

## Litteratursammanfattning

Elevers kunskaper och inställning till fysik- och annan naturvetenskaplig undervisning är alltså ett stort forskningsområde och många studier har gjorts i ämnet. Vad studierna visar är bland annat att så kallade vardagsföreställningar kring fysikaliska fenomen är både utbredda och seglivade, även bland elever som fått mycket fysikundervisning (Gardner 1992, Sjøberg 2004, Redish 2003, Kikas 2003).

De visar också att det inte räcker med att eleverna bara får fysiken presenterad för sig. För att de ska acceptera och ta till sig dess modeller och förklaringar krävs att läraren är väldigt

tydlig, att eleverna får samtala kring de olika fysikaliska fenomenen samt att framställningen av dessa presenteras och undersöks ur olika perspektiv (Dimenäs 2001, Kim & Pak 2002, Hrepic et al 2007, Helldén et al 2005).

Ett begrepp med nära anknytning till skola och undervisning är kunskap. Gustavsson (2002) ställer detta mot ett annat begrepp, information, och menar att kunskap är det som skapas då man tagit till sig information och förstått den.

## Problemprecisering

Både förståelse och vardagsanknytning tas upp i styrdokumentet för fysik. Samtidigt visar undersökningarna ovan att elever har svårt att bilda förståelse och dra de slutsatser som läraren avser om inte teorin bearbetas på flera sätt. Dessutom använder elever gärna vardagsföreställningar även efter att de genomgått fysikundervisning. Utifrån detta tycker vi det är intressant att undersöka hur stor förståelse elever har för fysikaliska fenomen i sin direkta vardag. Detta leder fram till följande forskningsfrågor:

- Hur stor förståelse visar eleverna för några vardagliga fysikaliska fenomen?
  - Vilka förklaringar används?
  - Vilka kvalitativa skillnader finns bland förklaringarna?

### Förklaring av begreppet fenomen

Ordet *fenomen*, ofta i uttrycket fysikaliskt vardagsfenomen, används genomgående i hela texten, och kan bäst beskrivas som en företeelse; något som sker och som kan förklaras på fysikalisk grund. Att uppleva att man trycks ut åt sidan då man åker bil och bilen svänger, är ett fenomen som har en fysikalisk förklaring. Att vissa föremål flyter i vatten medan andra sjunker är ett annat.

För att dessutom få kallas vardagligt fenomen, krävs att eleverna naturligt kommer i kontakt med fenomenet i sin vardag utanför skolan. Helst ska eleven ha utsatts för det specifika fenomenet ett flertal gånger och därför automatiskt kunna tänka sig in i situationen.

# Metod

## Motivering av metod

Denscombe (2000) menar att det finns fyra forskningsmetoder: frågeformulär, intervjuer, observation och skriftliga källor. I den här undersökningen var det frågeformulär eller intervjuer som skulle kunna tänkas användas.

Med ett frågeformulär kan det fås många svar under kort tid, men förmodligen inte lika utförliga svar som med intervjuer. Å andra sidan kan svaren skrivas helt anonymt varvid eleven kan skriva precis vad den tror och inte styras av det svar intervjuaren vill höra. Detta senare fenomen innefattar Denscombe (2000) i den så kallade intervjuareffekten.

Genom ett frågeformulär får samtliga elever samma frågor och leds inte till svaret av en intervjuare. Å andra sidan finns alltid risken att eleven ser frågeformulär som ett prov och av den anledningen tycker det är jobbigt att skriva. Enligt Denscombe (2000) kan provsituationen i sig upplevas som stressande för eleverna. Även frågornas utformning kan vålla problem och det finns en risk att eleverna inte svarar seriöst då svaren är helt anonyma.

Schoultz (1998) är kritisk till vad han kallar papper-och-penna-test. Kunskap, menar han, är kontextberoende. Skriftliga frågor på ett prov kan tolkas på olika sätt och placeras i olika kontexter. Eleverna svarar utifrån hur de tolkar uppgifterna och därför kan inga generella slutsatser om elevers kunskaper dras utifrån resultat av den typen av test. I ett samtal däremot kan eleven ledas in i rätt kontext och intervjuer är således enligt Schoultz en bättre metod att mäta kunskap.

Vid en intervju finns möjlighet att förtydliga frågan och eleven kan ges möjlighet att utveckla sitt svar. Angående fördelar med intervju skriver Gardner (1991):

Medan prov med korta svar och muntliga svar i klassrummen kan ge ledtrådar vad gäller elevens förståelse, är det i allmänhet nödvändigt att se djupare, om man önskar bevis för att förståelse har uppstått. För dessa ändamål är nya och obekanta problem uppföljda av öppna intervjuer det bästa sättet att bestämma den grad av förståelse som eleven har uppnått. (Gardner, 1991, s. 152)

I en tidigare undersökning baserad på intervjuer vi gjort, även den med kunskapsfrågor, avstod de flesta eleverna att svara då de inte var säkra på svaret. Eftersom det, vid kunskapsfrågor, uppstår ett visst maktförhållande mellan intervjuaren och den intervjuade,

finns alltid risken att den intervjuade inte svarar vad den tror. Slutligen krävs större sekretess vid genomförande av intervjuer än vid anonyma skriftliga frågor.

Som metod valdes slutligen ett helt anonymt frågeformulär där eleven skulle kunna skriva precis hur han eller hon resonerade kring ett antal kunskapsfrågor utan att påverkas av vilket svar som skulle kunna efterfrågas. Det finns ingen garanti att elevsvaren speglar vad eleverna verkligen kan, men för att kunna dra slutsatser måste utgå från vad de skriver.

### Frågeformulärets utformning

Som undersökningsmetod valdes ett test där eleverna skriftligt och individuellt skulle besvara fem frågor som behandlade flytförmåga, avdunstning, tryck, tröghet samt hastighet (se Bilaga 1 för den fullständiga utformningen). Innan undersökningen fick några lärare samt några elever i samma ålder som eleverna i undersökningen, läsa igenom frågorna. Därpå justerades frågorna något för att bli tydligare.

Frågorna var inte utformade som på traditionella prov där eleven ska använda olika formler för att komma fram till ett svar, utan istället fick de resonera sig fram till en förklaring. På fysikprov testas ofta kunskaperna inom ett visst avgränsat område, vilket gör att eleven vet vilka begrepp och formler som ska användas. Denna studie behandlar flera olika områden inom fysiken och eleven får själv avgöra vilken teori som är lämplig.

I till exempel Nationella utvärderingar (Skolverket, 2004), som också testat elevernas förståelse av fysikaliska fenomen, användes flervalalternativ i svaret. Risken med den sortens upplägg är att eleven kryssar i ett av alternativen, även om denne inte kan svaret, vilket kan ge en snedfördelning i resultatet. I den här undersökningen fick eleverna resonera fritt utan att påverkas av eventuella föreslagna svarsalternativ.

Undersökningen valdes att genomföras på en annan lektion än naturvetenskap för att eleverna inte automatiskt skulle förknippa den med fysik. Även att hålla formuläret till ett litet antal frågor, var en strategi för att eleverna inte skulle tänka på prov och skolfysik.

Ett av målen med studien var att undersöka variationen i elevernas förklaringar av ett visst fenomen. Dessutom kan det vara relevant att undersöka hur många elever som använder en viss förklaring.

## Urvalsgrupp

Eftersom studien gick ut på att ta reda på ifall eleverna kunde förklara vardagliga fenomen, baserade på teorin i Fysik A, var det viktigt att eleverna i undersökningen hade läst den kursen. Den undersökta klassen blev därför en NV2: a som vi tidigare varit i kontakt med. Klassen bestod av 24 elever varav 21 av dem vid tillfället för undersökningen läste Fysik B. Vid undersökningstillfället deltog 21 av de 24 eleverna. Samtliga elever var godkända i Fysik A med en medelpoäng strax under VG-gränsen på slutprovet.

I undersökningen har det inte lagts någon vikt vid genusperspektiv eftersom det inte är av relevans i det här fallet.

## Förväntade förkunskaper

Kursplanen för Fysik A beskriver endast i stora drag vad som ska ingå i kursen och innehållet kan därför variera en del. För att försäkra oss om att eleverna gått igenom de moment som skulle testas, diskuterades frågorna med klassens fysiklärare och granskade även de aktuella avsnitten i deras lärobok, Ergo (Pålsgård, Kvist, Nilsson, 2000).

Den första frågan i formuläret handlar om varför ett föremål flyter. I Ergo tas densitet och lyftkraft upp i olika kapitel. Kopplingen till flytförmåga är inte tydlig. Däremot står uttryckligen ”Det är lyftkraften på fartyget som får fartyget att flyta” (Pålsgård et al., 2000, s. 182) och vidare:

Om lyftkraften är mindre än tyngden, sjunker föremålet till botten.  
Om lyftkraften däremot är större än tyngden, stiger föremålet mot ytan. Föremålet flyter när det sticker ner precis så djupt att tyngden av den undanträngda vätskan är lika med föremålets tyngd. (Pålsgård et al., 2000, s.183)

Den andra frågan behandlar energi och fasövergångar (en fasövergång är till exempel då vatten övergår till ånga), vilket också finns med i Ergo. Där förklaras bland annat att det måste tillföras energi för att vatten ska övergå till ånga.

Sambandet mellan tryck och temperatur tas upp i tredje frågan. Värme, temperatur och tryck står det uttryckligen i kursplanen att Fysik A (2000) ska innehålla, och i Ergo går detta under benämningen Tillståndslagen för gaser:  $\frac{pV}{T} = \text{konstant}$ , där  $p$  är trycket,  $V$  volymen och

$T$  temperaturen. På tillståndslagen följer bland annat ett räkneexempel som går ut på att beräkna trycket i ett bildäck vid två olika temperaturer.

Formulärets fjärde fråga behandlar tröghetslagen som innebär att ett föremål vill fortsätta med bibehållen fart och riktning. I läroboken uttrycks detta som ”Om föremålet är i rörelse, kommer det att fortsätta att röra sig med konstant hastighet längs en rät linje” (Pålsgård et al., 2000, s. 69). Teorin bakom sista frågan, som grundar sig på sambandet  $s = v \cdot t$ , där  $s$  är sträckan,  $v$  är hastigheten och  $t$  är tiden, beskrivs i kapitlet om rörelse.

## Etiska överväganden

Studien följer Vetenskapsrådets (2002) forskningsetiska principer. Vid undersökningstillfället informerades klassen, såväl muntligt som skriftligt, om studien och deras roll i den. Eleverna försäkrades även om de skulle vara anonyma, att det var frivilligt att delta och att de när som helst kunde avbryta.

Eleverna går andra året på gymnasiet vilket innebär att ett antal av dem ännu inte är myndiga. I de forskningsetiska principerna står följande om detta: ”I vissa fall bör samtycke dessutom inhämtas från förälder/vårdnadshavare (till exempel om de undersökta är under 15 år och undersökningen är av etiskt känslig karaktär).” (s. 9) Eftersom frågorna i den här studien inte är av känslig natur, och i synnerhet eftersom eleverna skulle komma att vara helt anonyma i undersökningen, valdes att genomföra undersökningen med endast elevernas samtycke och utan medgivandeformulär till föräldrarna.

Istället betonades att eleverna skulle komma att garanteras total anonymitet då de inte skulle skriva namn på papperet. Det finns en risk att elever, om de skulle ha skrivit ut sitt namn, avstått från att lämna svar om de inte varit helt säkra. Genom anonymitet hoppades vi att eleverna skulle våga skriva precis vad de tänkte.

## Den här undersökningen i relation till tidigare undersökningar

Både i PISA-undersökningarna och Nationella utvärderingar, beskrivna i litteraturavsnittet, studeras elevernas kunskaper och resonemang i några verklighetsanknutna situationer. Men medan PISA 2006 (Skolverket, 2007) undersöker resonemang kring aktuella frågor som växthuseffekten och surt regn, försöker vi komma ännu närmare elevernas vardag. Det är rimligt att anta att alla elever har hört talas om växthuseffekten men de kan kanske inte se

verkan av den i sin egen vardag. Däremot har de säkert frusit på stranden, sett föremål som flyter eller märkt att frysen är svår att öppna just efter att man har stängt den. Tanken var att få eleverna att reflektera över fenomen som de träffar på nästan dagligdags.

## Genomförande

21 elever deltog i undersökningen som genomfördes på en 80-minuterslektion. Läraren hade meddelats om att hela passet troligtvis inte skulle behövas, och att det därför vore bra om eleverna hade en ytterligare uppgift att göra efter. Tanken var att de inte skulle stressa igenom testet för att sedan få sluta, utan ta den tid som behövdes och ge uttömmande svar. Här uppstod dock ett missförstånd och läraren sa istället att eleverna fick sluta när de var klara. Detta ledde till att de eleverna som satt längst gick redan efter 20 minuter.

Testet var tänkt att lösas individuellt, men många av eleverna diskuterade frågorna sinsemellan. Några kommenterade också högt olika saker i formuläret, bland annat utropade en elev redan i början att ”det här är ju fysik!”. Det högljudda pratandet avtog efter en stund. Ett par elever gick runt och tittade vad de andra skrev, men majoriteten verkade ta uppgiften på allvar.



## Resultat

Här följer en presentation av resultatet av undersökningen där de elevsvar som anses intressanta för vidare diskussion sammanfattas eller presenteras i sin helhet. Samtliga elevsvar finns sammanställda i Bilaga 2. Nedan redovisas var fråga för sig med först en presentation av frågan eleverna fick, sedan den fysikaliska förklaringen i korta drag, och därefter hur eleverna har svarat. För samtliga fem frågor har elevsvaren kunnat kategoriseras i olika kvalitativa grupper, där den ena gruppen består av svar som bedömdes som korrekta. Villkoren för att ett svar skulle hamna i denna grupp bestämdes i förväg. Övriga kategorier skapades genom att samla svaren i så enhetliga grupper som möjligt. Några elevers svar hör hemma i mer än en grupp, och har då placerats i båda grupperna. Detta innebär att summan av svaren för varje fråga kan bli mer än 21, som var antalet elever som deltog i undersökningen. Siffran inom parentes talar om antalet svar inom gruppen.

En hierarkisk indelning av de olika svarskategorierna för varje fråga har också gjorts, och dessa presenteras i ordning med de korrekta svaren överst. Eleven behöver dock inte använda sig av ett vetenskapligt språk för att placera sig här, utan det är resonemanget som är viktigt.

Ett problem som dök upp under indelningen av svaren var hur alla knapphändiga och ofullständiga svar skulle hanteras. Många svar består av endast ett begrepp, som visserligen är rätt men utan en förtydligande förklaring går det inte att avgöra hur mycket eleven egentligen förstår av fenomenet i fråga. Samma sak gäller de svaren som är av mer förklarande slag, där eleven skulle kunna vara på rätt spår men där resonemanget är oklart och inte går att följa. Ett av målen med fysikämnet är dock att eleven ”utvecklar sin förmåga att tala om och skriva om samt reflektera över fysikaliska fenomen, modeller och begrepp” (Skolverket, 2000b). Med stöd av detta, att även styrdokumentet ställer krav på tydlighet, valde vi att fälla istället för att fria. För att placeras högst i hierarkin måste svaren således innehålla en korrekt förklaring och vara tydligt formulerade. Undantag är uppgift 5, att bestämma avståndet till åskan, där flera elevers resonemang tydligt visar att de använt rätt formel, trots att de inte skrivit ut den.

För att kunna benämna svarskategorierna mer kortfattat har ett system använts som presenterar både fråga och svar. Exempelvis innebär 1:3 första frågan och tredje hierarkiska nivån. I de fall två nivåer bedöms likvärdiga presenteras dessa som 1:3a och 1:3b. Ingen likställning mellan nivåerna 1:2, 2:2, 3:2 etcetera kan göras.

För varje fråga finns även svar som inte faller in i någon av grupperna. Bland dessa finns udda svar som bildar en egen kategori, vilken benämns som *Övrigt*. Dessutom finns blanksvar

och svar som bedöms som oseriösa, och dessa rubriceras under det gemensamma namnet *Oseriöst/Inget svar*.

Elevcitaten nedan presenteras oredigerade. Stavfel och dylikt har alltså inte korrigerats.

### Uppgift 1 – Hur kan en båt med järnskrov flyta?

”Det är en varm dag i juli och Magnus bestämmer sig för att dra till stranden. När han ligger och flyter på sin luftmadrass, får han syn på en Stena Line-färja ute till havs och börjar fundera över hur en båt med järnskrov egentligen kan flyta. Kan du förklara det?”

Den övergripande fysikaliska principen här är att för att ett föremål ska flyta måste det ha lägre densitet än vattnet det flyter på, vilket motsvaras av den första gruppens resonemang nedan. På grund av den låga densiteten kommer vattnets lyftkraft att kunna motverka båtens tyngd och därmed flyter båten.

1:1

*Det är luft i båten, vilket ger en total lägre densitet än vattnets, därför flyter båten.* (3)

Exempel på elevsvar: ”Den undanträngda mängd vatten lyfter upp båten. Om båtens skråv inte skulle varit fylld med luft utan enbart varit i järn, skulle den sjunkit.”

Elever, vars svar placeras här, har skrivit att det är båten och luften ihop som har betydelse för om den flyter. Någon använder dessutom ordet densitet. En del av eleverna resonerar även lite kring lyftkraft.

1:2a

*Det är luft i båten.* (7)

Exempel på elevsvar: ”Båten är fylld med luft. [...] Vattnet har högre densitet än luften i båten.” och ”Det är luft i möget.”

Av dessa elever finns en som skriver att luften är lättare än vatten men ingen i gruppen resonerar vidare kring vad luften innebär.

1:2b

*Lyftkraften gör att båten flyter.* (12)

Exempel på elevsvar: ”Tror det beror på lyftkraften som bildas beroende på vattnets densitet o volymen vatten som fartyget pressar undan.”

Detta är delvis korrekt; vattnet verkar på båten med en lyftkraft, men lyftkraften skulle verka även om båten hade sjunkit. Inte heller besvaras frågan varför järn i det här fallet flyter när en solid järnklump inte skulle göra det. En elev menar att lyftkraften är större än båtens tyngd.

Några elever har svarat ”Arkimedes princip” som handlar om lyftkraft, eller försökt uttrycka den i ord: ”Den undanträngda massans volym, är större än båtens massa” eller ”det undanträngda vattnet väger lika mycket som båten”.

1:3

*Båten flyter på grund av dess form (stor area). (6)*

Exempel på elevsvar: ”Båten har tillräckligt stor yta mot vattnet så att vattnet kan hålla båten flytande.”

Någon skriver att ”skrovet är anpassat på så vis [...] att vattnets lyftkraft verkar”, det vill säga är konstruerat för att flyta. Det finns även en elev som menar att ytspänningen gör att båten flyter.

*Oseriöst/Inget svar. (1)*

Hierarkin mellan den andra och den tredje gruppen är inte given. Eleverna i grupp 1:2a nämner luft men utvecklar inte vad luften innebär. Grupp 1:2b använder fysikaliska begrepp som i sig inte är tillräckliga för att förklara fenomenet att flyta. Båda grupperna har angett en del av förklaringen och värderas därför lika.

**Uppgift 2 – Hur kan man frysa trots att det är varmt?**

”När han har badat en stund går han upp på stranden där han sätter sig på sin handduk och självtorkar. Trots att det är över 30 grader varmt i luften känner han att han fryser. Hur kan det komma sig?”

Här är den centrala tanken vad som egentligen sker då något torkar, nämligen avdunstning. För att någonting ska avdunsta krävs energi, och i det här fallet tas energi i form av värme från kroppen vilket gör att man känner sig kall.

2:1

*Vattnet tar värme från kroppen när det avdunstar. (6)*

Exempel på elevsvar: ”Det gör man för att vattnet tar värme från kroppen och huden när det ska avdunsta.”

Här har eleverna kopplat avdunstningen till värme och energi enligt förklaringen ovan.

2:2a

*Energi går åt. (5)*

Exempel på elevsvar: ”Det går åt värme för att självtorka sig.”

Svaren i den här gruppen varierar en del, men gemensamt för dem är att alla menar att det på något sätt krävs energi eller värme. Vissa har klart för sig att energin tas från kroppen, men nämner inte vattnets avdunstning. Några gör tvärt om, och menar att vattnet behöver energi för att avdunsta men kopplar inte detta vidare till varifrån energin kommer. En elev skriver ”Därför det tar energi för vattnet att avdunsta. Vattnet med högst energi avdunstar först och det blir lägre energi kvar. Det blir kallare.” Ordvalet varierar också. Några elever använder fysikaliska begrepp som avdunstning och energi, medan andra använder mer vardagliga begrepp som självtorka och värme.

2:2b

*Vattnet/vinden/luften kyller. (8)*

Exempel på elevsvar: ”Det blåser och hans temp har sjunkit i vattnet.”

I den här gruppen menar eleverna att det är vattnet eller luften i sig som gör att man fryser. Vattnet kyller, eller så blåser det, vilket ju i och för sig kan förklara varför man fryser, men svar av den typen bygger på antaganden som inte var givna i uppgiften. Det kan ha varit en vindstilla dag och 25° i vattnet.

*Övrigt. (1)*

”Det vattenmolekyler med högst rörelsehastighet försvinner från kroppen och det blir kallare på de ytorna. Det tar också tid för Magnus kropp att uppnå samma temperatur som luften.”

Den här eleven använder inga av de begrepp som kännetecknar de övriga kategorierna, och svaret får därför utgöra en egen grupp. Eleven försöker använda ett fysikaliskt resonemang men som i det här sammanhanget är felaktigt.

*Oseriöst/Inget svar. (3)*

Svaren i grupperna 2:2a och 2:2b belyser problemet från två olika perspektiv där det ena inte kan placeras högre än det andra. Grupp 2:2a har försökt ge sig på en vetenskaplig förklaring, men inte lyckats till fullo. Grupp 2:2b däremot har kringgått själva fysiken och kommit med andra förklaringar, som inte nödvändigtvis är fel men som inte grundar sig i ett djupare vetenskapligt resonemang.

### Uppgift 3 – Vad har hänt med frysen?

”När Magnus kommer hem från stranden är han lite hungrig och tar ut ett paket jordgubbsglass ur frysen. När han stängt dörren ångrar han sig och vill hellre ha chokladglass. Nu är det mycket svårare att öppna frysdörren och Magnus får ta i ordentligt. Varför blev det så? Vad har hänt med frysen?”

Här var tanken att eleverna skulle förstå att luft med rumstemperatur kommer in i frysen och kyls ned varpå ett undertryck bildas i frysen. Dörren blir alltså svår att öppna eftersom trycket på utsidan av dörren är högre än trycket på insidan. Uppgiften innehöll två frågor: ”Varför blev det så?” och ”Vad har hänt med frysen?” För att placeras överst i hierarkin, krävs att eleven svarar på båda frågorna.

3:1

*Luft kyls ned vilket medför temperaturskillnader vilket medför lägre tryck i frysen. (1)*

Exempel på elevsvar: ”Pga att luften i frysen kyls ner blir det lägre tryck. Trycket på utsidan är större och trycker in dörren.”

Eleven resonerar ett steg längre än grupp 3:2a där eleverna endast svarat att det beror på att det är lägre tryck i frysen.

3:2a

*Det är lägre tryck i frysen. (12)*

Exempel på elevsvar: ”Trycket i frysen har sänkts trycket på utsidan är större.”

Eleverna har besvarat frågan varför det är svårare att öppna frysen men inte tänkt, eventuellt låtit bli att svara, vilken orsaken är till att trycket är lägre. I kategorin finns även elever som istället för undertryck väljer ordet sug eller baksug.

3:2b

*Temperaturskillnader medför tryckskillnader. (7)*

Exempel på elevsvar: ”Trycket inifrån o utifrån förändras beroende på temperatur o temperaturen förändras när de öppnar dörren första gången.”

Eleverna har satt tryckskillnaderna i samband med temperaturskillnader men inte resonerat vidare kring varför det i så fall inte alltid är lägre tryck i frysen. En elev menar att den luft som kommer in i frysen kyls ned varpå ett vakuum skapas. En annan förklarar svårigheten att öppna dörren genom: ”Kallare luft har lägre densitet än luften utanför frysen och då trycker den tyngre luften på dörren mot den kallare.”

3:3

*Tryckskillnader. (3)*

Exempel på elevsvar: ”Trycket på dörren är stort. Trycket minskar ju längre tid som går men när den är nystängd är trycket högt.”

Eleverna nämner tryckskillnader i svaret men har inte preciserat var det är lägre tryck eller varför det blir tryckskillnader. Någon elev nämner dessutom att tryckskillnaden kommer att minska efter hand.

*Oseriöst/Inget svar. (2)*

Eleverna i 3:2a svarar att trycket är lägre i frysen, men ger ingen förklaring till detta, medan eleverna i 3:2b beskriver sambandet mellan tryck och temperatur men resonerar inte kring varför det i så fall inte alltid är lägre tryck i frysen. Båda grupperna anger delar av förklaringen, och bedöms som likvärdiga.

Uppgift 4 – Vilket ägg fortsätter att snurra och varför?

”Senare på kvällen kommer Magnus flickvän Hanna över. Till kvällsmat ska de laga en tonfisksallad och behöver bland annat två kokta ägg. I kylskåpet finns två ägg. Magnus vet att det ena är kokt och det andra är rått, men han har glömt vilket som är vilket. Hanna vet att man kan ta reda på det genom att snurra äggen och stoppa dem en kort stund med handen. När man lyfter handen igen ska det ena ägget fortsätta snurra medan det andra ska vara stilla.

Tyvänn har Hanna glömt om det är det kokta eller det råa ägget som ska fortsätta snurra. Kan du fundera ut vilket det är?”

På denna fråga var meningen att eleverna skulle förstå att handen endast stoppar skalet. För det kokta ägget sitter skal och innehåll ihop varpå hela ägget stannar. För det råa ägget fortsätter innehållet att röra sig och får därmed hela ägget att röra sig när man släpper det.

4:1

*Det råa fortsätter snurra, beroende på innehållets tröghet. (7)*

Exempel på elevsvar: ”Det råa ägget eftersom det lösa ägget inne i skalet fortsätter att snurra när du stoppar det med handen.”

Eleverna har insett att det bara är skalet som stoppas av handen medan innehållet fortsätter att röra sig och påverkar resten av ägget.

4:2

*Det kokta fortsätter snurra, i det är det jämvikt. (5)*

Exempel på elevsvar: ”Det är det kokta som fortsätter snurra, för att vikten är jämt fördelad (jämvikt).”

Eleverna i den här kategorin använder ord som jämvikt och tyngdpunkt.

4:3

*Det råa fortsätter snurra, det är tyngre. (2)*

Exempel på elevsvar: ”Det råa för att det är tyngre.”

Eleverna skriver att äggets massa förändrats under kokningen, vilket är fel.

4:4

*Det kokta. (3)*

Exempel på elevsvar: ”Det kokta ägget snurrar vidare.”

Ingen motivering vilket innebär att eleverna kan ha gissat ett svar.

*Oseriöst/Inget svar. (4)*

## Uppgift 5 – Hur långt bort är åskvädret?

”Det har varit varmt och kvavt hela dagen och plötsligt drar ett åskväder in. Båda tycker det är mysigt med åska, men lite läskigt också, så de vill veta hur långt borta ovädret är. De räknar till 9 sekunder mellan det att de ser blixten och det att de hör åskan. Magnus säger att då är det 9 km bort, men Hanna menar att det bara är 3 km bort. Hur kan man avgöra vem som har rätt?”

Att bestämma hur långt borta ett blixtnedslag är genom att räkna sekunderna mellan blixten och åska har nog de flesta någon gång gjort. Antalet sekunder ska sedan divideras med tre, och då får man hur många kilometer bort ovädret är. Det rör sig i själva verket om en tillämpning av en mycket enkel formel som de flesta elever stöter på redan i grundskolan:  $s = v \cdot t$ , det vill säga sträckan är lika med hastigheten man färdas med multiplicerat med tiden det tar att tillryggalägga sträckan. Ljudets hastighet är cirka 0,34 kilometer i sekunden. Att dividera tiden med 3 är samma sak som att multiplicera med  $1/3$ , som är ungefär 0,33, alltså nära ljudets hastighet.

Ljudet och dess egenskaper ingår i Fysik B som eleverna inte har läst ännu. För att besvara frågan måste man dock inte känna till ljudets hastighet, det räcker att eleven inser att det är just ljudhastigheten som är nyckeln till svaret. Eleven behöver alltså inte tala om vem som har rätt (Hanna) utan endast presentera en lämplig metod som kan avgöra det.

Tre olika grupper kunde här urskönjas, samt flera svar som kategoriserades som övriga, oseriösa eller blanksvar. Då sträckaformeln ovan är väldigt grundläggande, har inte samma krav på tydlighet ställts i den här uppgiften som i de övriga. I några svar har eleverna inte uttryckligen hänvisat till formeln, men denna har då bedömts som underförstådd och svaren har ändå placerats i de båda översta kategorierna.

5:1a

$$s = v \cdot t. (5)$$

Exempel på elevsvar: ”Om man vet ljudets hastighet kan man räkna ut det. Eftersom ljuset är snabbt tar det ingen tid. Om man vet hur många m/s ljudet går är det bara att gånga t med v.”

Den här gruppen har angett rätt svar genom ett följbart resonemang. Någon har även nämnt ljushastigheten men tillägger att den inte spelar någon roll eftersom den är väldigt mycket större än ljudhastigheten. Ett par stycken anger även ljudets hastighet: ”Det är 3 km bort. För ljudet färdas med ca 350 m/s”. Här är sträckaformeln underförstådd. Till gruppen räknas även en elev som skrivit ”ljushastigheten – ljudhastigheten x 9”. Eleven kombinerar



ljus- och ljudhastigheten så att svaret blir orimligt, men då ljus och ljud inte går igenom närmare förrän i Fysik B placeras även detta svar här.

5:1b

$$s = v \cdot t, \quad v = 1000 \text{ m/s}. \quad (4)$$

Exempel på elevsvar: "Ljudets hast  $\approx$  1km vilket gör att Åskan är ungefär 9 km bort".

Den här gruppen är egentligen likvärdig med den övre gruppen. Eleverna här resonerar på samma sätt, men påstår att ljudets hastighet är 1000 m/s. Detta är dock ett faktafel vilket inte bedöms som särskilt grovt eftersom eleverna uppenbarligen förstår de bakomliggande principerna.

5:2

*Ljudets hastighet i förhållande till ljusets.* (4)

Exempel på elevsvar: "Räkna ut hur mycket snabbare ljuset är än ljudet, och sen jämföra med längden".

Gemensamt för svaren i den här kategorin är att alla menar att någon slags jämförelse mellan ljudets och ljusets hastighet måste göras.

*Övrigt.* (3)

Exempel på elevsvar: "genom att bestämma hur långt åskan färdas en viss sträcka. efter som att ljuset är snabbare än ljudet början man att räkna från då man ser ljuset tills ljudet kommer. Det blir ett ungefärligt svar."

Detta är i princip ett upprepande av frågan.

*Oseriöst/Inget svar.* (5)

## Enskilda elever

Avslutningsvis bör nämnas något om antalet elever vars svar placerats i översta kategorin. Av de 21 elever som deltog i undersökningen är det 3 elever som har gett 3 korrekta svar, ytterligare 3 elever har gett 2 korrekta svar och därutöver finns 7 elever som gett 1 korrekt svar. Resterande 8 elever har inget svar placerat i den översta kategorin.

## Diskussion

I följande avsnitt diskuteras resultaten för de olika frågorna, med fokus på vilken förståelse eleverna uppvisar för de olika fenomenen. En diskussion förs också kring styrkor och brister i undersökningsmetoden och genomförandet. Därefter lyfts de viktigaste slutsatserna, och avslutningsvis förs ett resonemang kring hur en mer förståelseinriktad undervisning kan se ut.

### Hur kan en båt med järnskrov flyta?

En relativt liten grupp elever har gett ett fullständigt och korrekt svar på den här frågan, att det är densiteten som är avgörande för huruvida ett föremål flyter eller sjunker. Många av de övriga eleverna är dock inne på rätt spår men utan att nå ända fram. De nämner begrepp som lyftkraft och att luften är lättare än vatten, och kopplar därmed till rätt teoriavsnitt. Däremot ser de inte betydelsen av begreppen, vad de innebär och hur de hänger ihop. Lyftkraft är inte fel, vilket även nämndes i resultatavsnittet, men enbart lyftkraften är inte det avgörande för flytförmågan. Eleverna verkar inte heller ha förstått vad lyftkraft egentligen är, och att den verkar på alla föremål som placeras i vatten; även på de föremål som inte flyter. En elev menar dessutom att lyftkraften skulle vara större än tyngden på båten. Om detta vore fallet, skulle båten ha varit på väg uppåt.

Sett ur Gustavssons (2002) perspektiv kan dessa elever sägas ha information om fenomenet att flyta. Däremot har de ingen djupare förståelse, och därmed inte kunskap om, vad lyftkraften innebär för ett föremål som flyter.

I stället för att använda ordet lyftkraft hänvisar några elever till Arkimedes princip eller försöker uttrycka denna i ord. Bland dessa finns en elev som i sitt resonemang jämför volym med massa, det vill säga blandar två olika storheter. Detta är i princip som att jämföra äpplen och päron. Eleverna använder begrepp utan att ha förståelse för dess innebörd. Även dessa svar kan ses som informationssvar.

Som nämnt i metodavsnittet under Förväntade kunskaper, kopplas inte momenten densitet och lyftkraft ihop i elevernas kursbok. Kanske är dessa begrepp så naturligt sammankopplade för författarna att de ser det som en självklarhet att även eleverna ska göra denna koppling. Som också nämnts ovan tar boken upp ett kort resonemang om hur förhållandet mellan lyftkraft och tyngd är avgörande för om ett föremål flyter. I boken påstås även att det är ”lyftkraften [...] som får fartyget att flyta” (Pålsgård m.fl., 2000, s. 182). Ifall eleverna endast

använder kursboken för att få information om fenomenet att flyta, är det inte troligt att de själva kan göra kopplingen till densitet.

Som både Dimenäs (2001), Ekstig (2002) och Hrepic et al. (2007) påpekar utifrån resultaten i sina undersökningar, kan inte eleven själv förväntas dra slutsatser från den information de får.

En del av den första gruppens elever, vars svar tillhör kategorin 1:1, nämner begreppet lyftkraft men lägger inte vikt vid det. Istället förklarar de innebörden av att det finns luft i båten, nämligen att den totala densiteten ändras. Dessa elever visar på förståelse och kan därmed sägas ha kunskap om fenomenet.

Flera elever nämner kortfattat luften i båten som anledningen till att den flyter. Dessa elever har insett att luften har betydelse men inte förstått, eventuellt inte uttryckt, till fullo vad luften innebär för flytförmågan. En av dessa elever har tänkt lite längre och menar att ”luft är lättare än vatten”. Här kan göras två påpekanden; för det första att eleven använder ”är lättare” synonymt med ”har lägre densitet” och för det andra att eleven jämför luftens densitet med vattnet istället för den sammanlagda densiteten för luft och båt.

Slutligen har sex elever svarat att båtens form, och då i synnerhet dess area, har betydelse för ifall den flyter eller inte. Här kan det röra sig om någon typ av vardagsföreställning eller att de applicerat ett resonemang om tryck för att besvara frågan. Trycket beror på ett föremåls tyngd och på arean mot underlaget. En stor area ger ett litet tryck och vice versa.

Båtens form spelar in, på så sätt att båten kommer att innehålla olika mycket luft beroende på formen. Men form i sig, eller att ”skrovet är anpassat” är ingen fysikalisk förklaring utan snarare tecken på vardagsresonemang.

Det finns även en elev som menar att ytspänningen skulle kunna vara en anledning att båten flyter. Med Gustavssons (2002) resonemang är även detta ett informationssvar. Eleven vet att ytspänningen kan hålla föremål flytande men relaterar inte denna till föremålets storlek.

## Hur kan man frysa trots att det är varmt?

För att förklara den här uppgiften måste eleverna ha kännedom om och kunna sätta samman flera olika fenomen. De måste först inse vad det innebär att torka, nämligen att vattnet avdunstar, sedan att det behövs energi för att vatten ska avdunsta och slutligen att den här energin tas från kroppen i form av värme.

Vi bedömde det här som en svår fråga, men förvånansvärt många (6 av 21) har kunnat förklara den med ett korrekt resonemang. Eleverna visar här på god förståelse genom att resonera i flera led, och därmed även att de har kunskap om fenomenet enligt Gustavssons (2002) definition.

Precis som i förra frågan finns här också en stor grupp som förstår i vilken del av fysiken detta hör hemma, och använder därmed några begrepp som är centrala. De talar om avdunstning och energi, men de ser inte sammanhanget däremellan eller hur detta leder till att man fryser. Med Gustavssons (2002) benämningar har dessa elever information men inte förståelse.

Av de här eleverna är det inte alla som nämner ordet avdunstning. Några talar istället allmänt om att självtorka. Det är möjligt att några av eleverna inte har insett att det är samma sak, och här skulle det vara intressant med uppföljande intervjuer, inte minst för att se ifall några kanske håller fast vid vardagsföreställningar.

En elev, som placerades i kategorin Övrigt, skriver ”De vattenmolekyler med högst rörelsehastighet försvinner från kroppen och det blir kallare på de ytorna”. Även detta kan ses som ett informationssvar. Eleven använder fysikaliska begrepp och försöker ge en förklaring, men har inte förstått de bakomliggande principerna.

Samma elev menar även att det tar tid för kroppen att uppnå samma temperatur som luften. En intervju skulle kunna ge klarhet i hur eleven egentligen resonerar då elevens svar förmodligen inte ska tolkas bokstavligt. Om kroppen skulle ändra temperatur efter omgivningen, skulle den sällan uppnå 37°C.

Den enskilt största gruppen undviker ett djupare fysikaliskt resonemang och menar att det är vinden eller det kalla vattnet som gör att man fryser. Det är visserligen inte felaktiga svar, och de grundar sig säkert i elevernas egna erfarenheter. Men de visar inte prov på fysikalisk förståelse. Dessutom är förklaringarna inte generella; de gäller bara då det blåser eller är kallt i vattnet och det framgick inte i texten att det var så. Eleverna gjorde alltså egna antaganden. Det kan förklaras med Redish (2003) resonemang om att många elever inte är intresserade av en allmän teori utan nöjer sig med regler som förklarar särskilda fall. Det kan även bero på att eleverna inte kunde förklara det på något annat sätt, eller att de valde att vara bekväma och tog den lättaste vägen där de inte behövde tänka så mycket. De kan även ha bedömt uppgiften som en kuggfråga. Med Redishs (2003) och Gardners (1991) resonemang kan ytterligare en förklaring läggas till, nämligen att kontexten i det här fallet spelade in. Om eleverna hade fått frågan på ett riktigt fysikprov hade de troligtvis svarat annorlunda. Väder och vind är

vardagliga förklaringar, det är inte fysikaliska svar som förväntas på ett prov. Därmed inte sagt att eleverna hade klarat uppgiften, men de hade nog resonerat på ett annat sätt.

### Vad har hänt med frysen?

Uppgiften innehåller två frågor: ”Varför blev det så?” och ”Vad har hänt med frysen?”. För att svara fullständigt på frågorna måste eleven se en kedja av orsaker. För det första måste eleven ha förstått att luft bytts ut i frysen, för det andra känna igen gaslagen och slutligen inse att denna leder till ett lägre tryck i frysen. De allra flesta svaren innehåller någon typ av resonemang kring tryckskillnader. En del elever kan dessutom resonera lite kring fenomenet men få elever kan se hela kedjan. Endast en elev visar på god förståelse för det här fenomenet genom att ge ett fullständigt och korrekt svar på frågan.

Å ena sidan skulle enbart svaret ”det är lägre tryck i frysen” kunna ses som fullständigt. Tryckskillnaden är ju själva orsaken till att frysdörren är svår att öppna. Å andra sidan ger det svaret ingen utförlig förklaring till varför trycket är lägre och frågan är då ifall de elever som svarat så verkligen har förståelse för fenomenet. De flesta eleverna kan alltså besvara den första frågan ”Varför blev det så?” men inte den andra ”Vad har hänt med frysen?”.

Här måste frågans formulering tas i beaktande. Kanske eleverna hade svårt att förstå vad de skulle svara på eller hur utvecklat svaret skulle vara. Kanske den andra frågan: ”Vad har hänt med frysen?” skulle ha formulerats på annat sätt. Naturligtvis finns även möjligheten att eleverna faktiskt inte visste vad som hänt med frysen.

Flera av eleverna resonerar lite kring tryckskillnader samt temperaturens betydelse för dessa skillnader. Utifrån enbart ett resonemang om att lägre temperatur medför lägre tryck, borde det alltid vara lägre tryck i frysen än i rumstemperatur. Här skulle det vara intressant med kompletterande intervjuer för att få veta hur eleverna resonerar kring detta påstående.

Bland elevsvaren kan hittas mer vardagliga uttryckssätt angående tryckskillnader. Tre elever förklarar att det bildats ett sug eller baksug som gör att dörren ”sugs fast”. Det verkar som att eleverna tänker sig något inuti frysen som drar dörren mot sig istället för att det är luften i rummet som trycker mot dörren.

En elev skriver att luften som kyls ned får mindre volym och att det därmed skapas ett vakuum i kylskåpet. Detta resonemang följer också gaslagen men i fallet med frysen kommer volymen alltid att vara samma eftersom gasvolymen upptar hela volymen i frysen. Här skulle

behövas ett förtydligande ifall eleven tänker sig att gasen samlas till ett enda ställe i frysen eller om det är så att gasvolymen vill dra ihop sig och därmed drar dörren mot sig.

En elev menar att varm luft har högre densitet än kall luft och att detta är orsaken till att den varma luften därmed är ”tyngre” och trycker mot dörren. Intressant att lägga märke till är att eleven tillämpar ett resonemang om densitet som han eller hon troligtvis känner igen från andra moment inom fysiken. Eftersom kall luft upptar mindre volym än varm luft är densiteten högre för kall luft. Rent fysikaliskt är elevens resonemang i detta sammanhang därför felaktigt men svaret visar på att eleven har försökt komma på en logisk förklaring. Intressant är även att eleven använder att ha hög densitet synonymt med att vara tung vilket tyder på en vardaglig tolkning av begreppet.

Avslutningsvis får nämnas att två elever i grupp 3:3 skrivit att skillnaderna i tryck mellan frysen och rummet kommer att minska allt eftersom tiden går så att trycket återigen blir samma på båda ställena.

### Vilket ägg fortsätter att snurra och varför?

För att lösa denna uppgift behövs kännedom om tröghetslagen; ett fenomen som alla elever har upplevt i verkligheten till exempel då de sitter i ett fordon som svänger. Den största enskilda gruppen (7 av 21) är även de elever som svarar ”det råa ägget” med motiveringen att innehållet kommer att fortsätta röra sig efter att handen stoppat skalet. Några elever nämner även att innehållet fortsätter snurra på grund av dess tröghet. Utifrån Gustavssons (2002) resonemang kan påstås att eleverna, vars svar placerats i denna kategori, har kunskap om fenomenet tröghet. De har tagit fenomenet till sig och kan applicera det på andra situationer än typiska skolexempel.

Värt att lägga märke till är att hela fem elever har svarat att det kokta ägget fortsätter snurra på grund av det är i jämvikt respektive att tyngdpunkten förändras i det okokta. Om man bara skulle sätta fart på äggen och *inte* stoppa dem med handen skulle det kokta ägget fortsätta snurra stadigare än det råa, just på grund av ovanstående resonemang. En möjlig förklaring till det relativt stora antalet svar i denna grupp, skulle alltså kunna vara att eleverna inte läst frågan ordentligt. Å andra sida måste man, för att kunna bedöma alla på samma grunder, utgå ifrån att de läser uppgiften innan de svarar.

Det är även värt att notera att två elever svarat att det råa ägget är tyngre än det kokta. Här vore det väldigt intressant att göra uppföljande intervjuer för att få höra tankegångarna bakom

ett sådant påstående. Det kan naturligtvis röra sig om bara en olycklig formulering, att eleverna egentligen menar något annat men har svårt att uttrycka sig. Alternativt tror faktiskt eleverna att ägget har blivit lättare efter att det kokats. Då måste antingen något ha försvunnit ut genom äggets skal under kokningen, eller också har eleverna ifråga stora brister i sin förståelse av massbegreppet.

### Hur långt bort är åskvädret?

För att besvara den här uppgiften ska eleven inse att det är ljudets hastighet tillsammans med sträckaformeln,  $s = v \cdot t$ , som efterfrågas. Det är som tidigare nämnts en enkel formel som eleverna är bekanta med redan innan de läser Fysik A. Kategoriseringen av svaren var därför inte lika strikt som vid de andra frågorna. Många av eleverna som placerats i 5:1a och b har inte uttryckligen nämnt sträckaformeln. En elev skriver till exempel ”Det är 3 km bort. För ljudet färdas med ca 350 m/s”. Här har bedömts att eleven underförstått hänvisar till formeln.

Det är intressant att så många, fyra stycken, menar att ljudets hastighet är 1000 meter per sekund, och inte 340. Våglära, den del av fysiken som handlar om ljus och ljud, ingår i B-kursen och ljudhastigheten var inget de behövde kunna för uppgiften. Några av dem har troligtvis stött på det i grundskolan eller i andra sammanhang, men det förklarar inte var den felaktiga siffran 1000 meter i sekunden kommer ifrån. Det är möjligt att de vilseletts av alternativen i uppgiften, tre respektive nio kilometer, och den angivna tiden nio sekunder, och helt enkelt stirrat sig blinda på siffrorna:  $9\text{km} = 1000\text{m/s} \cdot 9\text{s}$ .

En stor grupp, 5:2, menar att man även måste ta med ljushastigheten i beräkningarna. Om eleverna hade fått den här frågan efter att de också läst Fysik B skulle nog svaren ha sett annorlunda ut. Värt att notera är även att ingen i den här gruppen verkar utgå ifrån den vardagliga metoden att dividera med tre. Kanske har de inte stött på den, eller så bedömer de den som just en vardagsmetod utan vetenskaplig grund.

### Metoddiskussion

Eftersom ett relativt stort antal elever deltog i studien erhöles ett material där både variationer och grupper med gemensamma förklaringsätt tydligt kunde urskiljas. Intervjuer hade kunnat ge en djupare inblick i elevernas resonemang, och enligt Schoultz (1998) är samtal den enda metoden som kan ge en fullständig inblick i elevens förståelse. Med intervjuer hade det dock

inte varit möjligt att ha ett lika stort urval. Med ett litet urval är det inte säkert att eleverna gett förklaringar som varit representativa för en större grupp.

Då några svar är mycket kortfattade och andra tyder på att eleverna syftar på något annat än det de skriver, hade kompletterande intervjuer kunnat klargöra elevernas tankegångar. Å andra sidan hade testet inte längre varit anonymt och andra faktorer såsom maktrelationer hade spelat in.

Testet var som tidigare nämnts tänkt att lösas individuellt, men många av eleverna diskuterade frågorna sinsemellan. Det innebär att några elever kanske inte har skrivit hur de själva resonerar utan snarare hur kompiserna gör. Detta kan naturligtvis vara en stor felkälla då svaren kategoriserats som om eleverna svarat individuellt. Om uppgiften besvarats helt individuellt är det möjligt att fler svar hamnat i kategorin övrigt eller att andelen blanksvar varit högre. Av den anledningen är elevernas förståelse kanske lägre än vad undersökningen visar. Samtidigt kan diskussionerna ha hjälpt eleverna att uttrycka sina kunskaper. Dessutom kan diskussionen i sig ha verkat som en lärandesituation där eleven faktiskt fått förståelse under undersökningstillfället.

Eleverna fick gå så fort de var färdiga med frågeformuläret och det kan ha medfört att vissa elever inte gav så fullständiga svar som de skulle ha kunnat ge. Detta märks i synnerhet på sista frågan där det finns en förhållandevis stor andel oseriösa och blanka svar.

Hur frågorna är utformade är också av betydelse; med andra formuleringar hade svaren troligtvis sett annorlunda ut. På andra frågan, som handlade om avdunstning, kunde vi ha förtydligat med att det var varmt i vattnet och att det inte blåste för att undvika icke-resonerande svar. Med facit i hand kan även konstateras att sista frågan, om åskan, var mindre lämplig, då många elever inte kände till ljusets och ljudets hastigheter. Trots att dessa inte behövdes för att svara på frågan kan eleverna ha känt sig låsta och istället valt att resonera allmänt kring ljus och ljud.

## Slutdiskussion

Sammanfattningsvis kan sägas att trots att det är få svar som placerats i de översta kategorierna, har de flesta eleverna i samtliga uppgifter kopplat till rätt teoriavsnitt. På traditionella prov vet eleverna vilket avsnitt som behandlas och därmed vilka formler och begrepp som ska användas. Även flera av de undersökningar som hänvisas till i litteraturavsnittet, som Jansson (1994) och Östklint & Rönnlund (1981) behandlar ett område i



taget eller ger flera svarsalternativ. I den här undersökningen fick eleverna tänka själva och lyckades ändå hamna rätt vilket tyder på en viss förståelse för de olika fenomenen och en förmåga att sätta samman teori och verklighet. Däremot visar de flesta inte på full förståelse då de brister i att se samband mellan olika begrepp och då de inte kan förklara hela förlopp.

Trots att frågorna var formulerade vardagligt, använder många elever fysikaliska begrepp som tryck, lyftkraft och jämvikt. Bland dessa är det dock några som använder begreppen i fel sammanhang. Det finns även elever som försöker resonera sig fram till en trolig förklaring men använder fel utgångspunkter, och som alltså inte har kopplat till rätt teoriavsnitt.

Med Gustavssons (2002) begrepp information och kunskap, kan sägas att de elever som använder fysikaliska begrepp utan att koppla dessa till ett sammanhang har information medan de elever som visar på förståelse för hela orsakskedjan, har omvandlat informationen till kunskap. I klassen finns tre elever med vardera tre korrekta svar, det vill säga svar som blivit placerade i de översta kategorierna. Dessa elever kan tänkas ha en större fysikalisk förståelse än sina klasskamrater. Därutöver finns fyra elever med två korrekta svar och ytterligare sju elever med ett korrekt svar. Några av de korrekta elevsvaren är formulerade på ett väldigt snyggt sätt, kort och koncist. Dessa skulle kunna tyda på hög förståelse, då eleverna inte bara förklarar korrekt utan dessutom hållit sig till det relevanta utan att sväva ut.

Samtliga elever i undersökningsgruppen är godkända i Fysik A, men samtidigt finns sex elever som inte har angett något fullständigt rätt svar. Härvid kan spekuleras över huruvida fokus på de betygsgrundande proven överensstämmer med fokus i undersökningen det vill säga ligger deras kunskaper i förståelse eller i formelhantering. Å andra sidan finns inget krav på att ha fullständig förståelse i ämnet för att bli godkänd. Dessutom har samtliga elever, bortsett från dem som lämnat oseriösa svar, placerat sitt svar inom rätt område.

De allra flesta eleverna förstår som sagt delar men inte helheten. De har alltså tagit till sig informationen men inte omvandlat den till kunskap. Vardagsföreställningar är också förekommande bland svaren. Hur gör man då för att alla elever ska skapa sig en verklig förståelse?

Undervisningen idag består till stor del av formler och mekaniskt räknande vilket i sig enligt Kim och Pak (2002) inte leder till förståelse. Samtidigt ger styrdokumentet stora möjligheter för lärarna att utforma undervisningen efter sina egna idéer. Vi tror att eleverna i större utsträckning måste få möjlighet att resonera kring olika begrepp och ges uppgifter där svaret inte är vad de förväntar sig. Om teorin blir belyst från olika perspektiv kan eleven lättare sätta in den i ett sammanhang och även använda den i andra situationer. För att exempelvis skapa en bättre förståelse för fenomenet att flyta bör olika relaterade aspekter

lyftas såsom lyftkraft, föremålets respektive vätskans densitet, ytspänningen, formen etcetera. Detta för att urskilja själva fenomenet, vilket variationsteorin handlar om (Holmqvist, 2006). Dessutom bör flytförmåga behandlas på olika sätt, till exempel genom laborationer och diskussioner.

Att förändra undervisningen till ett sätt man inte är van vid, kan dock ta mycket tid i anspråk. Dessutom är prov av mer resonerande karaktär, som vårt frågeformulär, svårare att rätta än traditionella prov med fokus på formler och räkning, då det inte alltid är lätt att bedöma om eleven har förståelse eller inte. Å andra sidan är det möjligt att elever som får vänja sig vid att resonera och förklara även på prov, och som vet att det är förståelse som läraren förväntar sig, börjar tänka på ett annat sätt och även försöker se sammanhangen. Då är man en bra bit på väg.

### Fortsatt forskning

Från undersökningen ser vi att det bland svaren finns mer eller mindre fullständiga korrekta svar samt några vardagsföreställningar. En del av begreppen som används, exempelvis lyftkraft, måste eleverna antas ha fått kännedom om genom fysikundervisningen. Intressant skulle vara att genomföra samma undersökning med en klass som inte läst Fysik A för att därigenom kunna jämföra vilken påverkan kursen har på elevernas föreställningar.

Som nämnts ovan är samtliga elever godkända på det nationella provet i fysik. En möjlig undersökning skulle vara att jämföra respektive elevs resultat på det nationella provet med dess resultat i undersökningen. Eftersom provet innehåller beräkningar är det inte säkert att en elev som har bra resultat på detta har bra resultat även i undersökningen och vice versa.

## Sammanfattning

Fysikens syfte är att förstå och förklara vår omvärld. Den fysik elever idag lär sig i skolan handlar dock ofta mer om formel- och begreppshantering än förståelse, trots att styrdokumentet lägger mer tyngd på det senare. Syftet med den här undersökningen är därför att fokusera elevers förståelse för några fysikaliska fenomen i deras vardag.

I litteraturavsnittet presenteras tidigare forskning som gjorts kring elever och fysikundervisning. Denna berör bland annat vardagsföreställningar, kontextens betydelse och traditionella inslag i fysikundervisningen såsom beräkningar och laborationer. Gemensamt för många av dem är att de visar att elever, bara genom att få ett fenomen presenterat för sig, inte själva kan förväntas dra rätt slutsatser kring det.

Även begreppen kunskap och information tas upp. Skillnaden mellan att ha information och att ha kunskap om något är, med den definition som här används, att kunskapen är knuten till förståelse vilket inte informationen är.

Som metod valdes ett skriftligt test med fem frågor av resonerande karaktär. Alla frågorna berör på olika sätt vardagliga fysikaliska fenomen, såsom flytförmåga och avdunstning, vars teori ingår i Fysik A på gymnasiet. En klass från andra året på det naturvetenskapliga programmet deltog i undersökningen och ombads då besvara frågorna genom att förklara de olika fenomenen.

Svaren delades sedan in i olika kvalitativa grupper beroende på hur eleverna förklarade de olika fenomenen. Indelningen följer en tydlig hierarki, med de korrekta förklaringarna överst, därefter ofullständiga förklaringar med olika grader av korrekt resonemang.

Resultatet visar att några få elever kan ge ett fullständigt svar på frågorna, medan de flesta endast kan förklara delar av fenomenen. Detta tolkas som att majoriteten av eleverna har tagit till sig information men inte omvandlat den till kunskap, och därmed har de inte riktig förståelse för de fysikaliska avsnitten som behandlas.

## Referenser

- Denscombe, M. (2000): *Forskningshandboken: för småskaliga projekt inom samhällsvetenskaperna*. Lund: Studentlitteratur.
- Dimenäs, J. (2001): *Innehåll och interaktion. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- DiSessa, A. (1982): Unlearning Aristotelian Physics: A Study of Knowledge-Based Learning. *Cognitive Science* 6.
- Ekstig, B. (2002): *Naturen, naturvetenskapen och lärandet*. Lund: Studentlitteratur.
- Gardner, H. (1992): *Så tänker barn – och så borde skolan undervisa*. Jönköping: Brain Books.
- Gustavsson, B. (2002): *Vad är kunskap? – En diskussion om praktisk och teoretisk kunskap. Forskning i fokus, nr. 5*. Stockholm: Skolverket.
- Hansson, L. (2007): "Enligt fysiken eller enligt mig själv?" – *Gymnasieelever, fysiken och grundantaganden om världen*. Norrköping: Linköpings universitet, Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier.
- Helldén, G. Lindahl, B. & Redfors, A. (2005): *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Holmqvist, M (2006): *Lärande i skolan – Learning study som skolutvecklingsmodell*. Lund: Studentlitteratur.
- Hrepic, Z. Zollman, D. A. & Rebello, N. S. (2007): Comparing Students' and Experts' Understanding of the Content of a Lecture. *Journal of Science Education and Technology*. Volym 16, nummer 3.
- Jansson, I. (1994): *Gymnasieelevers kunskaper om materia: en pilotstudie angående de teoretiska linjerna i ljuset av nationella resultat från årskurs 9*. NA-spektrum nr. 11. Göteborg: Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.
- Kikas, E. (2003): University Students' Conceptions of Different Physical Phenomena. *Journal of Adult Development*. Volym 10, nummer 3.
- Kim, E. och Pak, S-J. (2002): Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*. Volym 70, nr 7, s.759-765.
- Maltén, A. (1997): *Pedagogiska frågeställningar*. Lund: Studentlitteratur.
- Pålsgård, J. Kvist, G. & Nilsson, K. (2000): *Ergo fysik: naturvetenskap och teknik kurs A*. Stockholm: Liber AB.

- Redish, E. (2003): *Teaching physics: with the physics suite*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Schoultz, J. (1998): *Kommunikation, kontext och artefakt – studier av elevers behärskning av naturvetenskapliga diskurser*. Linköping: Linköpings universitet.
- Sjøberg, S. (2004): *Naturvetenskap som allmänbildning - en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket (1998): *Rapport 145. TIMSS. Kunskaper i matematik och naturvetenskap hos svenska elever i gymnasieskolans avgångsklasser*. Stockholm: Liber Distribution.
- Skolverket (2000a). *Kursplan Fysik A*: Hämtat 2008-05-06 från <<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0607&infotyp=5&skolform=21&id=3053&extraId>>.
- Skolverket (2000b). Styrdokument för fysikämnet. Hämtat 2008-05-06 från <<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0607&infotyp=8&skolform=21&id=FY&extraId>>.
- Skolverket (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003*. Stockholm: Statens skolverk.
- Skolverket (2007). *PISA 2006: 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera : naturvetenskap, matematik och läsförståelse*. Stockholm: Statens skolverk.
- Vetenskapsrådet (2002): *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Hämtat 2008-05-14 från <[www.cm.se/webbshop\\_vr/pdf/etikreglerhs.pdf](http://www.cm.se/webbshop_vr/pdf/etikreglerhs.pdf)>
- Östklint, O. & Rönnlund, B. (1981): *Gymnasieelevers föreställningar om elektrisk ström*. Elevperspektiv nr. 5. Mölndal: Institutionen för praktisk pedagogik, Göteborgs universitet.

## Bilaga 1. Formulär till eleverna

Vi är två lärarstudenter som går sista terminen på Kristianstad Högskola. Vi skriver vårt examensarbete och där ingår att göra en undersökning. Vi vill därför gärna att du läser igenom och svarar på de fem frågorna på nästa sida. Även om du inte är säker, så skriv vad du tror. Vi är tacksamma om du skriver så mycket som möjligt för att vi bättre ska förstå hur du tänker och resonerar.

Du kommer att vara helt anonym, dvs. du ska inte skriva ditt namn på pappret. Undersökningen är frivillig och du kan avbryta när du vill men vi vill gärna att du deltar.

När vi skrivit klart arbetet kommer allt det insamlade materialet att förstöras.

Om du undrar någonting senare får du gärna kontakta oss eller vår handledare.

Lina Englesson xxxx-xxxxxx

Karin Englund xxxx-xxxxxx

Inger Holmberg xxx-xxxxxx (uppsatshandledare på högskolan).

Tack för att du hjälper oss med vårt arbete!

Lina och Karin

---

Det är en varm dag i juli och Magnus bestämmer sig för att dra till stranden. När han ligger och flyter på sin luftmadrass, får han syn på en Stena Line-färja ute till havs och börjar fundera över hur en båt med järnskrov egentligen kan flyta. Kan du förklara det?

När han har badat en stund går han upp på stranden där han sätter sig på sin handduk och självtorkar. Trots att det är över 30 grader varmt i luften känner han att han fryser. Hur kan det komma sig?

När Magnus kommer hem från stranden är han lite hungrig och tar ut ett paket jordgubbsglass ur frysen. När han stängt dörren ångrar han sig och vill hellre ha chokladglass. Nu är det mycket svårare att öppna frysdörren och Magnus får ta i ordentligt. Varför blev det så? Vad har hänt med frysen?

Senare på kvällen kommer Magnus flickvän Hanna över. Till kvällsmat ska de laga en tonfisksallad och behöver bland annat två kokta ägg. I kylskåpet finns två ägg. Magnus vet att det ena är kokt och det andra är rått, men han har glömt vilket som är vilket. Hanna vet att man kan ta reda på det genom att snurra äggen och stoppa dem en kort stund med handen. När man lyfter handen igen ska det ena ägget fortsätta snurra medan det andra ska vara stilla. Tyvärr har Hanna glömt om det är det kokta eller det råa ägget som ska fortsätta snurra. Kan du fundera ut vilket det är?

Det har varit varmt och kvavt hela dagen och plötsligt drar ett åskväder in. Båda tycker det är mysigt med åska, men lite läskigt också, så de vill veta hur långt borta ovädret är. De räknar till 9 sekunder mellan det att de ser blixten och det att de hör åskan. Magnus säger att då är det 9 km bort, men Hanna menar att det bara är 3 km bort. Hur kan man avgöra vem som har rätt?

## Bilaga 2. Sammanställning av elevsvar

Här följer en sammanställning av samtliga elevsvar, fråga för fråga. Siffrorna indikerar elev, det vill säga alla svar som hör till nummer 1 kommer från samma elev. Svaren presenteras oredigerade, stavfel och så vidare har med andra ord inte korrigerats. Efter varje svar anges i vilken kategori det placerats, med samma beteckningar som används i resultatavsnittet. O/I betyder här oseriöst/inget svar och Ö står för övrigt.

Det är en varm dag i juli och Magnus bestämmer sig för att dra till stranden. När han ligger och flyter på sin luftmadrass, får han syn på en Stena Line-färja ute till havs och börjar fundera över hur en båt med järnskrov egentligen kan flyta. Kan du förklara det?

- |    |  |            |
|----|--|------------|
| 1  | –  | O/I        |
| 2  | Det är väl luft i båten och vattenet bär kraft för att båten har en stor area.   | 1:2a, 1:3  |
| 3  | Det finns luft inuti båten. Om det finns tillräckligt mycket luft kommer båten att flyta även om järn har högre densitet än vatten.            | 1:1        |
| 4  | Den undanträngda massans volym, är större än båtens massa $\Rightarrow$ därför flyter den.   | 1:2b       |
| 5  | Båten är fylld med luft. Vattnet har en lyftkraft på båten. Vattnet har högre densitet än luften i båten.                                      | 1:2a, 1:2b |
| 6  | Det undanträngda vattnet väger lika mycket som båten, dessutom beror det på hur stor yta som rör vattnet och ytspänningen.                     | 1:2b, 1:3  |
| 7  | Tror det beror på lyftkraften som bildas beroende på vattnets densitet $\rho$ volymen vatten som fartyget pressar undan.                       | 1:2b       |
| 8  | Eftersom det är luft innanför skrovet och luft är lättare än vatten, vilket gör att båten flyter på ”en luftkudde”.                            | 1:2a       |
| 9  | Båten är fylld med luft. Vattnet har en lyftkraft på båten.  | 1:2a, 1:2b |
| 10 | Båten tränger undan så stor massa vatten som båten väger, alltså är det p.g.a. vattnets lyftkraft.   | 1:2b       |
| 11 | för vattnets lyftkraft är större än tyngden på båten.  | 1:2b       |
| 12 | Därför skrovet är anpassat på så vis att den gör att vattnets lyftkraft verkar.  | 1:2b, 1:3  |
| 13 | Den undanträngda mängd vatten lyfter upp båten. Om båtens skräv inte skulle varit fylld med luft utan enbart varit i järn, skulle den sjunkit. | 1:1        |

- 14 För att det finns luft i båten. Luft är lättare än vatten. Alltså båten skrov består av något material som är lättare än vattnet vilket gör att den kan flyta. 1:1
- 15 Arkimedes princip. Skrovet har en stor yta i förhållande till vad den väger. Det undanträngda vattnets ger en lyftkraft. 1:2b, 1:3
- 16 Det är luft i möget. 1:2a
- 17 luft inne i fartyget som gör att den inte sjunker. 1:2a
- 18 Båten har tillräckligt stor yta mot vattnet så att vattnet kan hålla båten flytande. 1:3
- 19 Den undanträngda massans volym är större än båten massa. 1:2b
- 20 För att det finns luft i den nedre delen av båten. Arkimedes princip. 1:2a, 1:2b
- 21 Skrovet har en stor yta i förhållande till vad den väger. Det undanträngda vattnet ger en lyftkraft som håller båten flytande. Den sk Arkimedes princip. 1:2b, 1:3

När han badat en stund går han upp på stranden där han sätter sig på en handduk och självtorkar. Trots att det är över 30 grader varmt i luften känner han att han fryser. Hur kan det komma sig?

- 1 Det gör man för att vattnet tar värme från kroppen och huden när det ska avdunsta. 2:1
- 2 Det blåser och han temp har sjunkit i vattnet. 2:2b
- 3 - O/I
- 4 Det beror på solens dragningskraft, som ökar proportionellt med temperaturen. Alltså blir det kallare på stranden, då solens stråle inte bryts i vattnet. O/I
- 5 För att han ska torka tar vattnet värme (energi) från kroppen, vilket gör att han känner sig kall. 2:1
- 6 För att vattnet på kroppen tar värme från huden när det avdunstar. 2:1
- 7 Eftersom han har badat har hans kropp kylts ner då det är kallare i vattnet än i luften. 2:2b
- 8 Eftersom han är blöt och vattnet är kallare än luften. Det blåser antagligen också och då drar det och han upplever att det är kallt. Det krävs energi för att vattnet ska avdunsta och det tar energi från kroppen som annars skulle hålla honom varm. 2:1, 2:2b
- 9 Vattnet behöver energi för att avdunsta, den energin tas från kroppen. 2:1
- 10 Det vattenmolekyler med högst rörelsehastighet försvinner från kroppen och det blir kallare på de ytorna. Det tar också tid för Magnus kropp att uppnå samma temperatur som luften. Ö



- 11 för att kroppens egentliga värme är ca 37° och vattnet hjälper till att leda bort värmen. 2:2b
- 12 För att det krävs energi för vattnet på hans kropp att avdunsta, och därför tas den energi på hans kropp och Mange fryser. 2:1
- 13 Därför det tar energi för vattnet att avdunsta. Vattnet med högst energi avdunstar först och det blir lägre energi kvar. Det blir kallare. 2:2a
- 14 Det kan dels bero på att det blåser men också att det krävs energi från kroppen att behålla kroppstemperaturen mellan vatten och luft. 2:2a, 2:2b
- 15 Det går åt värme för att självtorka sig. 2:2a
- 16 Vattnet var kallt. 2:2b
- 17 Vattnet gör att man fryser, vindtorkar. 2:2b
- 18 Vattnet har kylt ner honom. Så det tar ett tag innan hans kropp har fått upp värmen igen. 2:2b
- 19 Det beror på solens dragningskraft som ökar proportionaliteten på m<sup>3</sup>. O/I
- 20 Värmen från kroppen avdunstar och kör så kroppen använder energi för att ta till sig värme, därför fryser han. 2:2a
- 21 Det går åt värme för att självtorka. Värmen avges till omgivningen. 2:2a

När Magnus kommer hem från stranden är han lite hungrig och tar ut ett paket jordgubbsglass ur frysen. När han stängt dörren ångrar han sig och vill hellre ha chokladglass. Nu är det mycket svårare att öppna frysdörren och Magnus får ta i ordentligt. Varför blev det så? Vad har hänt med frysen?

- 1 Trycket i kylskåpet blir mindre än utanför. 3:2a
- 2 Trycket i frysen har sänkts trycket på utsidan är större. 3:2a
- 3 Trycket inuti frysen har sänkts när man öppnade dörren. Det som tidigare var jämnt på båda sidor om dörren har blivit att trycket utifrån på dörren har blivit högre i jämfört med det inre trycket. 3:2a
- 4 Lufttrycket är olika pga olika temperatur. 3:2b
- 5 Trycket i kylskåpet har ändrats. Ett undertryck i kylskåpet. 3:2b
- 6 Det bildas ett sug i frysen, eller mer korrekt ett tryck på dörren. Kallare luft har lägre densitet än luften utanför frysen och då trycker den tyngre luften på dörren mot den kallare. 3:2a, 3:2b

- 7 Trycket inifrån o utifrån förändras beroende på temperatur o temperaturen förändras när de öppnar dörren första gången. 3:2b
- 8 För att det har kommit in luft i frysen och dörren ”sugs” fast. Varmare luft har kommit in. 3:2a
- 9 Det har bildats undertryck inuti kylskåpet. 3:2a
- 10 Trycket utanför frysen är mycket högre än inuti. 3:2a
- 11 den varma luften som han stänger in har kylts ned och blivit mindre vilket skapar ett ”vakuum”. 3:2b
- 12 Det bildas ett undertryck i frysen då den kalla och varma luften möts. 3:2a, 3:2b
- 13 Pga att luften i frysen kyls ner blir det lägre tryck. Trycket på utsidan är större och trycker in dörren. 3:1
- 14 Trycket på dörren är stort. Trycket minskar ju längre tid som går men när den är nystängd är trycket högt. 3:3
- 15 Det är högre tryck på dörren utifrån så det blir svårare att öppna dörren, trycket beror på att det är varmare ute än i frysen. 3:2a, 3:2b
- 16 Han har svårt att bestäma sig. Det har bildats ett tryck. 3:3
- 17 tryckskillnader. tryckets höjs när trycket i kylskåpet gämnas ut. 3:3
- 18 Det har uppstått ett baksug i frysen som gör att dörren har ”sugits” fast. 3:2a
- 19 Nordpolens dragningskraft O/I
- 20 Jo, för att jordgubbsglassen fastnade, så nu kan många inte öppna dörren. O/I
- 21 Eftersom det är varmare utanför än i frysen är det högre tryck utanför frysen. Det högre trycket gör att dörren blir svår att öppna. 3:2a, 3:2b

Senare på kvällen kommer Magnus flickvän Hanna över. Till kvällsmat ska de laga en tonfisksallad och behöver bland annat två kokta ägg. I kylskåpet finns två ägg. Magnus vet att det ena är kokt och det andra rått, men han har glömt vilket som är vilket. Hanna vet att man kan ta reda på det genom att snurra äggen och stoppa dem en kort stund med handen. När man lyfter handen igen ska det ena ägget fortsätta snurra medan det andra ska vara stilla. Tyvärr har Hanna glömt om det är det kokta eller det råa ägget som ska fortsätta snurra. Kan du fundera ut vilket det är?

- 1 Det är det kokta som fortsätter snurra, för att vikten är jämt fördelad (jämvikt) 4:2

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 2  | Det råa ägget snurrar vidare p.g.a. trögheten av innehållet i ägget   | 4:1 |
| 3  | Det råa för att det är tyngre   | 4:3 |
| 4  | Svar: Det råa ägget fortsätter snurra, det beror på att innehållet rör sig.   | 4:1 |
| 5  | Det kokta ägget.  | 4:4 |
| 6  | -   | O/I |
| 7  | Jag skulle tro att det råa ägget fortsätter snurra eftersom den massan inte är fast <u>o</u> fortsätter snurra innuti trots att man försöker stoppa ägget.              | 4:1 |
| 8  | Det kokta fortsätter att snurra eftersom det är fast. Det okokta ägget stannar eftersom äggulan är lös och sjunker ner till "botten" av ägget och stannar ägget.        | 4:2 |
| 9  | Det är det kokta ägget som fortsätter   | 4:4 |
| 10 | Det råa ägget eftersom det lösa ägget inne i skalet fortsätter att snurra när du stoppar det med handen.  | 4:1 |
| 11 | det löskokta snurrar för att innandömmet rör sig medans det är stilla   | 4:1 |
| 12 | Det ägget som inte är kokt, för det råa innehållet gör så det fortf snurrar.  | 4:1 |
| 13 | Det kokta ägget snurrar tror jag därför att det är fast och blir ingen motstånd som om ägget skulle varit löst.   | 4:2 |
| 14 | Jag tror att det råa ägget snurrar längre. Därför att äggulan i det kokta har blivit hårt. Äggulan i det råa fortsätter att rotera ägget lite.                          | 4:1 |
| 15 | Det är det kokta ägget som fortsätter att snurra för i det ägget är gulan fast i mitten, tyngd punkten ändras i det lösa ägget.   | 4:2 |
| 16 | Fan bara å peta hål på ägget  | O/I |
| 17 | råa ägget fortsätter snurra. Det är tyngre.   | 4:3 |
| 18 | Det kokta ägget snurrar vidare.   | 4:4 |
| 19 | Ta båda äggen, knäck dom, tillsatt kakao, lite mjöl, lite socker, vispa tills det blir pösigt, håll i en form, in i ugnen, grädda i ca 15 min, sen har du en kladdkaka. | O/I |
| 20 | Gör så här, knäck båda äggen, så ser man vilket som är kokt, gör man inte det, så är det fel på synen eller så är mange dum i huvet.                                    | O/I |
| 21 | Det är det kokta ägget som fortsätter att snurra. Beror på att tyngdpunkten ändras i det kokta ägget.   | 4:2 |

Det har varit varmt och kvavt hela dagen och plötsligt drar ett åskväder in. Båda tycker det är mysigt med åska, men lite läskigt också så de vill veta hur långt bort ovädret är. De räknar till

9 sekunder mellan det att de ser blixten och det att de hör åskan. Magnus säger att då är det 9 km bort, men Hanna menar att det bara är 3 km bort. Hur kan man avgöra vem som har rätt?

- 1 Magnus har rätt! Punkt slut! Ö
- 2 genom att bestämma hur långt åskan färdas en viss sträcka. efter som att ljuset är snabbare än ljudet början man att räkna från då man ser ljuset tills ljudet kommer. Det blir ett ungefärligt svar. Ö
- 3 - O/I
- 4 Svar: Det beror på hur långt ifrån blixtnedslaget är. Ö
- 5 ljudets hastighet är långsammare än ljusets. 3 km. 5:2
- 6 Efter som att ljudets hastighet är ungefär en km/sek stämmer det bäst med 9 km bort. 5:1b
- 7 man kan räkna ut det om man vet hur lång tid det tar för ljuset respektive ljudet att nå jorden. 5:2
- 8 Räkna ut hur mycket snabbare ljuset är än ljudet, och sen jämföra med längden 5:2
- 9 Om det hade varit 9 km bort skulle hastigheten på ljudet varit 1000m/s och det är det inte. Den är ca 300m/s. 5:1a
- 10 Ta reda på ljudets hastighet och beräkna sträckan efter 9 sekunder. 5:1a
- 11 ljudets hast  $\approx$  1km vilket gör att Åskan är ungefär 9 km bort 5:1b
- 12 Det är 3 km bort. För ljudet färdas med ca 350 m/s. 5:1a
- 13 Om man vet ljudets hastighet kan man räkna ut det. Eftersom ljuset är snabbt tar det ingen tid. Om man vet hur många m/s ljudet går är det bra att gånga t med v. 5:1a
- 14 Man säger att 1 sekund motsvarar 1 kilometer så Magnus har rätt. Man kan ju se hur snabbt åskvädret går förbi. 5:1b
- 15 Magnus har rätt för det är 1 km per sekund. 5:1b
- 16 ljushastigheten – ljudhastigheten x 9 5:1a
- 17 3 km. ljusets hastighet i förhållande till ljudets hastighet. 5:2
- 18 Ring en vän 3 respektive 9 km bort och fråga om det åskar över dennes hus. O/I
- 19 Räkna ut månens dragningskraft O/I
- 20 Ring poolia, eller man power, eller Ring 118 118 och fråga. O/I
- 21 - O/I