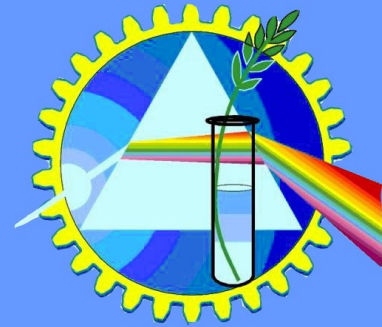


Utdrag ur

LMNT nytt

2014:2



RIKSFÖRENINGEN FÖR LÄRARNAS I MATEMATIK, NATURVETENSKAP OCH TEKNIK



Filip, Gustav, Tove och några klasskamrater från årskurs 5 på Byskolan i Södra Sandby arbetar med friktion när de jämför olika klossars glidhastighet. Kan färgen ha någon betydelse? Du kan läsa om deras experiment och resultat på de sidor som följer.



Friktion – experiment med klossar och rutschkanor. Enkel modell eller komplicerad verklighet?

11-åringar planerar, undersöker och diskuterar

Friktion spelar en stor roll i vardagslivet. Från rutschbanan har barn erfarenheter av friktion, och av hur den kan variera med olika material. Dessa erfarenheter kan vara utgångspunkt för elevers fördjupande undersökningar. Den enkla modellen, $F = \mu N$, för friktion leder till överraskande konsekvenser som barn kan upptäcka genom enkla experiment. Denna artikel berättar om hur 11-åringar, tillsammans med lärare, planerar och genomför undersökningar om friktion och hur de uppföljande diskussionerna bidrar till kunskapsbildningen. Vilka aspekter av friktion kunde de urskilja? Vilken förståelse visar de - och utvecklar - under sina undersökningar och under de sammanfattande diskussionerna med läraren? Vi diskuterar också hur undersökningarna kan knytas till styrdokument, både avseende kraft och rörelse och naturvetenskapens karaktär.



Bild 1:
Anteckningar under experiment på lekplatsen och exempel på ett protokoll från undersökningarna i rutschbanan



Mjukis		3,12
Shorts	Med vatten	1,81
Mjukis	Med vatten	6,7
Galon	Med vatten	2,63

Morph suit		2,24
Barca shorts		2,88
Jeans		4,5
Shorts		2,33

Introduktion

Läraren berättar för en grupp förskolebarn att elever från årskurs 4 skall undersöka hur man åker snabbast nedför en rutschbana. Entusiastiskt ropar förskolebarnen: *Vi vet! Regnbyxor på våt kana.* Förskolebarns diskussion när de ska ta på sig kläder kan ibland handla om valet av snabba och långsamma kläder. Friktion är en självklar del av allas vardagserfarenhet, även om den inte tillhör fysikens fundamentala växelverkningar. Kan fysikundervisningen tillföra något till förståelsen av friktion? I denna artikel presenterar vi exempel på hur 11-åringar genomför systematiska undersökningar av friktion, dels med olika kläder i en rutschbana, dels med ett hyllplan som kunde



lutas fritt och klossar klädda med olika tyger. Eleverna dokumenterade sina undersökningar med hjälp av lärplattor (Bild 1)

Undersökningarna kan knytas till det centrala innehållet i Lgr11: För år 1-3 nämns "Tyngdkraft och friktion som kan observeras vid lek och rörelse, till exempel i gungor och rutschbanor." Förväntningen är att eleverna ska kunna använda ordet friktion i rätt sammanhang. För årskurs 4-6 nämns "Krafter och rörelser i vardagsituationer och hur de upplevs och kan beskrivas". I de övergripande målen nämns "Genomföra systematiska undersökningar i fysik" och "Använda fysikens begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara fysikaliska samband i naturen och samhället". Undersökningarna ger också flera exempel på "Fysikens metoder och arbetsätt".

Hur mycket lutar planet?

Hälften av eleverna började med att prova olika kläder i rutschbanan och ta tid (Bild 1). De andra eleverna började med klossar på ett hyllplan (Bild 2). De kände först på de olika tygerna på klossarna. De provade sedan att lägga en kloss i taget på det hyllplan som fanns med och lyfte upp det tills klossen började glida. Genom att mäta höjden på den fria änden med en linjal fick de ett mått på lutningen (Bild 2a-b)



a



b



c

Figur 2: Klossar klädda med olika slags tyg (a) och mätning av lutningen när en kloss börjar glida (b). Fotot i (c) visar en jämförelse mellan två klossar som glider med olika sidor i kontakt med planet.

Efter att ha mätt höjden då alla klossar började glida kom förslag att de kanske skulle prova att lägga klossarna på annat sätt. Spelar det t ex roll om klossen ligger med den breda eller smala sidan mot hyllplanet? Mätningarna visade en liten skillnad. Läraren tog då upp frågan om rättvisa test och eleverna upptäckte att marken var lite ojämn och att det var viktigt att hålla linjalen vertikalt. Efter lite diskussion och ett försiktigt förslag från oss som var med, kom eleverna fram till att man kunde jämföra två klossar som låg tillsammans på planet, i stället för att mäta höjden separat för varje kloss. Eftersom det bara fanns en kloss av varje typ så improviserades en kopia med hjälp av en lös tygbit och ett hästsvansgummiband från en av eleverna, även om resultatet inte satt riktigt lika tätt som originalet (Bild 2c). Detta diskuterades som en möjlig orsak till de små skillnader som noterades. Eleverna uppmuntrades att upprepa experimentet och märkte att en kloss ibland fastnade. (Statisk friktion - vilofriktion - kallas ibland "stiction" på engelska.) Detta ledde till ganska stora variationer av den vinkel vid vilken klossarna började glida. Elevernas fortsatta undersökningar fokuserade i stället på att jämföra klossar som fick glida ikapp utför planet med en lite större lutning (Bild 3.)

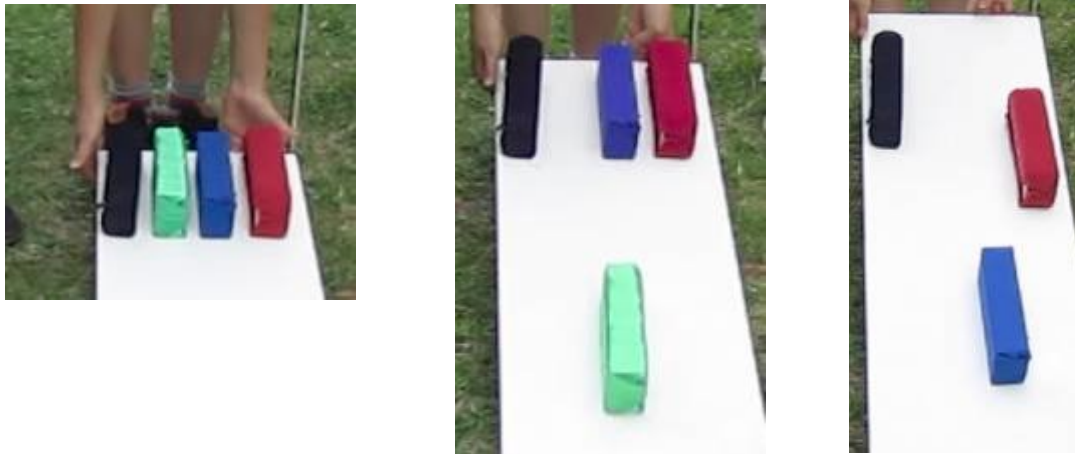


Bild 3: Jämförelse mellan klossar klädda med olika material som får glida nedför ett lutande plan

Materialen hos de två ytor som är i kontakt med varandra påverkar naturligtvis om något glider och hur snabbt. Finns det något annat som kan påverka?

När fyra klossar skulle jämföras, som i bild 3, så behövde blocken stå på sidan för att alla skulle få plats. Hur påverkar detta klossarnas rörelse? Intuitivt borde en större yta ge större friktion, vilket inte stämmer med uttrycket $F = \mu N$. När två klossar klädda i samma tyg fick glida bredvid varandra kom de ner nästan samtidigt, även om den ena hade större yta i kontakt med planet. I denna undersökning blir resultatet att något inte spelar roll. Kan det finnas annat som inte spelar roll? Vilka undersökningar som kan genomföras påverkas av det material som finns tillgängligt. Kanske kunde man ha tagit med två tyger i samma material men olika färg? Även om vuxna inte förväntar sig att färgen spelar roll, så kan eleverna föreslå en sådan undersökning, beroende på vilka erfarenheter de har gjort tidigare.

Vilken roll spelar massan? Att det är tyngre att dra en tyngre låda över ett bord hänger ihop med *normalkraften* mellan lådan och bordet, som alltid är proportionell mot massan. Ett lutande plan utövar alltså en större normalkraft på ett tyngre föremål. Å andra sidan är även tyngdkraftens komponent utmed det lutande planet större för ett tyngre föremål. Genom att sätta upp rörelse-ekvationerna kommer man fram till att massan inte spelar roll. Skulle man kunna komma fram till detta utan matematik? Kanske kan någon student föreslå ett tankeexperiment, när två klossar som glider bredvid varandra inte skulle förändra sin rörelse av att man klistrade ihop dem. En möjlig diskussionsfråga skulle kunna vara om tunga vuxna kan gå upp för brantare backar än lätta barn - eller tvärtom.

En undersökning som var lätt att genomföra på lekplatsen var att jämföra en ensam kloss med en hög med två eller tre klossar (Bild 4). Eleverna tyckte sig se små skillnader - var de skillnaderna viktiga? Läraren föreslog att en dubbling eller tredubbling av massan borde ge större effekter om massan vore viktig. En av eleverna föreslog då att man kunde leta efter en tung sten att lägga på klossen för att jämföra med - ett exempel på den viktiga principen att uppnå någon form av gräns. Efter lite letande kunde experimentet genomföras med en tung sten. Detta bekräftade att massan inte kunde ha någon stor påverkan på rörelsen.



Under gruppdiskussionen vid slutet av undersökningen ifrågasatte en av eleverna resultatet och jämförde med när man åker pulka. De fick då förklarat för sig att snö påverkas av tyngden så att ytan förändras under tryck och blir hårdare och blankare.



Bild 4 : Hur påverkar massan hur något rör sig på ett lutande plan. Efter jämförelse mellan en och tre klossar provade eleverna också en ännu större skillnad. Som avslutning undersökte eleverna också om massans *fördelning* spelar roll.

Uppföljande diskussioner i klassrummet

Några dagar efter undersökningarna fick de elever som deltagit möjlighet att diskutera vad de hade kommit fram till. Läraren bad dem sammanfatta vad som påverkar hur ett föremål glider nedför ett lutande plan. En av eleverna konstaterade genast att "Det är komplicerat" och de flesta klasskamraterna höll med. I diskussionerna som följde strävade läraren efter att alla elever skulle delta. Eleverna var livligt engagerade i diskussionen och mycket intresserade av att testa sina olika idéer och möjliga situationer mot varandra. Diskussionerna presenteras och analyseras mer ingående i /2/. När klassen till slut sammanfattade vad som har betydelse för hur snabbt något glider nedför kom de fram till följande:

- Det är komplicerat!
- Materialet har betydelse.
- Tyngden, på *vissa* underlag. (Då underlaget förändras på tryck, t ex vid pulkaåkning.)
- Om det ligger något som kan rulla (sand) ovanpå planet.
- Lutningen på planet.
- Kontaktytans area har ingen betydelse.

Elevernas diskussioner kan knytas till kursplanens centrala innehåll om fysikens metoder och arbetssätt /1/, och även till mål för "Nature of Science" i det stora dokumentet Benchmark for science literacy /2/. För år 6-8 föreslås t ex

- Om liknande undersökningar ger olika resultat, så är den vetenskapliga utmaningen att försöka avgöra om skillnaderna är triviala eller signifikanta. Man kan ofta behöva genomföra flera undersökningar för att avgöra detta.



Diskussionerna mellan eleverna på lekplatsen visar att de ibland har svårigheter att urskilja vilka skillnader som är viktiga – är de tillräckligt stora för att klassificeras som skillnader? En känedom om vilka möjliga skillnader som kan uppstå, eller som elever kan tänkas ta upp, är till hjälp för läraren för att kunna leda diskussionen. När elever har fått olika resultat blir det viktigt att diskutera om experiment gjordes på precis samma sätt eller om något gjorts annorlunda. Kanske har någon observation omedvetet ändrats för att passa förväntningarna? Att upprepa experimentet kan vara ett sätt att komma vidare. Om undersökningarna är dokumenterade genom film, t ex på telefon eller lärplatta, så kan det också vara möjligt att se filmerna igen, och titta närmare både på resultat och genomförande. Att dokumentera vilka svårigheter som kan förväntas kan vara ett skyddsnet för lärare och hjälpa dem i förberedelserna för de viktiga uppföljande diskussionerna.

Diskussion

Ett lutande plan ger många möjligheter att öva systematiska undersökningar och knyta dem till vardagserfarenheter från rutschbanor och pulkabackar. När eleverna i denna studie undersökte klossar på ett lutande plan, så ändrades deras fokus från *mätningar* av lutning till *jämförelser*, både för vilo- och glidfriktion. Genom dessa jämförelser kunde eleverna upptäcka att många faktorer som de förväntat sig skulle påverka rörelsen spelade väldigt liten roll, eller ingen alls. De diskuterade också gränfall, som vad som skulle hända i gränserna för väldigt lätta eller väldigt tunga föremål. En grupp genomförde också ett experiment för att prova detta.

Kan ett barn på en rutschbana modelleras med en kloss på ett lutande plan? Är detta en meningsfull modell för elever? Under lekplatsbesöket skedde de flesta diskussionerna i anslutning till modellexperimentet. Klassrumsdiskussionerna började däremot med erfarenheterna från kanan, men eleverna använde sedan resultaten från modellexperimentet för att bättre förstå sina vardagserfarenheter.

Liksom många vardagsfenomen är friktion komplicerad. I modellexperimentet med tygklädda klossar är urvalet av material en del av lärarens förberedelser, som definierar och i viss utsträckning begränsar vilka variationer av egenskaper som är möjliga. Kombinationen av tyg på klossarna, den verkliga kanan och hänvisningar till vardagsfenomen var väsentliga för att hjälpa eleverna att lära sig om fysikens metoder och arbetssätt, men också att dra mer allmänna slutsatser och förstå deras begränsningar.

*Ann-Marie Pendrill, Peter Ekström, Lena Hansson, Patrik Mars,
Lassana Ouattara, Ulrika Ryan*

Denna artikel är ett resultat av ett samarbete mellan Nationellt resurscentrum för fysik och Byskolan i Södra Sandby. Artikeln är en förkortad version av "The inclined plane and the nature of science", i *Physics Education* 49, s 180 (2014), <http://iopscience.iop.org/0031-9120/49/2/180>, och bilderna återges med tillstånd av Institute of Physics.

1. Lgr11, Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011, <http://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/grundskoleutbildning/grundskola/laroplan>
2. Benchmark for science literacy, <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>