

Ulfves, Fahrman & Andréé

Om utveckling av elevers förmåga att resonera om friktion i de tidiga skolåren

A Ulfves, B Fahrman & M Andréé

Sammanfattning

Studien har undersökt hur elever i de tidiga skolåren kan utveckla förmåga att resonera om fenomenet friktion. Studien bygger på en intervention i årskurs 1 där elever har arbetat med begrepp för friktion och rörelse på lekplatsen. I artikeln analyseras elevfilmer där eleverna visar och berättar om friktion på en lekplats. Filmerna har analyserats fenomenografiskt. Resultaten visar på tre kvalitativt skilda sätt att erfara friktion bland eleverna: A) Friktion som relaterat till hastighet, B) Friktion som egenkap som påverkar hastighet, C) Friktion som materialegenskap som påverkar hastighet. Studien visar att elever redan i grundskolans tidiga år kan urskilja innebörder av begreppet friktion och visa differentierade skillnader i att hantera begreppet. Studien bidrar på så sätt till en precisering av vilket kunnande som kan utvecklas i tidig fysikundervisning.

Nyckelord: friktion, lekplatsfysik, begreppsutveckling, tidiga skolår, fysik, fenomenografi



Ann Ulfves är utbildad förskollärare samt grundskollärare i matematik, naturorienterande ämnen och samhällsorienterande ämnen för årskurserna 1-7 vid Skapaskolan i Hudinge. Hon är dessutom NT-handledare inom ramen för Skolverkets NT-satsning.



Birgit Fahrman är grundskollärare i teknik och fysik, i åk 4-9 vid Spånga grundskola i Stockholms stad, forskarstuderande i teknikedaktik vid KTH inom forskarskolan QUEST samt koordinator inom nätverket för undervisning i naturvetenskap och teknik vid STLS.



Maria Andréé är docent och universitetslektor i naturvetenskapsämnenas didaktik vid Stockholms universitet. Hon är utbildad grundskollärare i matematik och naturorienterande ämnen med inriktning mot åk 4-9. Hon är vetenskaplig ledare vid STLS.

Abstract

The purpose of this article is to discuss and inquire into the possibilities for developing children's reasoning in physics in elementary school. More specifically the article focuses on children's reasoning about the phenomenon of friction. An intervention study was conducted where children in school year one worked with concepts of motion and friction on the playground. The data analysed consists of short films about movement and friction on the playground made by the children as part of the intervention. The films were analysed phenomenographically. The results show three qualitatively different ways of experiencing friction among the children: A) Friction as related to speed, B) Friction as a property that affects speed, and C) Friction as a material property that affects speed. The results point to possibilities of enabling children in primary school to begin discerning dimensions of friction.

Keywords: friction, playground physics, conceptual development, primary school, physics, phenomenography

Introduktion

Eshach och Fried (2005) argumenterar för att det finns flera skäl att introducera naturvetenskap tidigt, bland annat mot bakgrund av att barn uppskattar naturvetenskap och att en tidig exponering bidrar till positiva attityder till naturvetenskap senare. En återkommande fråga där det råder olika uppfattningar inom lärarprofessionen gäller när barn/elever ska introduceras till ett naturvetenskapligt språkbruk (Thulin, 2011). Utifrån våra egna erfarenheter av möten med andra lärare och lärarutbildare är det en vanligt förekommande inställning att en ska vara försiktig med att introducera naturvetenskapliga begrepp i tidig ålder. Fysik ska "lekas in" på lågstadiet för att på mellan- och högstadiet göras mer abstrakt och teoretiskt. Skolinspektionen (2010, s. 9) skriver i en rapport om fysikundervisning att "yngre barns naturliga nyfikenhet bör utnyttjas i den naturvetenskapliga undervisningen, så att de idéer om världen som barn tar till sig redan från början blir förenliga med naturvetenskapliga synsätt".

Forskning om naturvetenskaplig undervisning i tidiga skolår visar att syften att väcka lust och nyfikenhet dock riskerar skymma det naturvetenskapliga innehållet. Berg, Löfgren och Eriksson (2007) visar i en studie av laborationer med "isballonger" i tidiga skolår att de laborationer som genomförs potentiellt erbjuder en introduktion till ett naturvetenskapligt lärande där eleverna skulle kunna bli kunniga i att förklara och resonera kring kemiska fenomen. Lärarens ambitioner att väcka lust och nyfikenhet samt värna om elevernas upplevelser gör dock att det potentiella kemiinnehållet förblir implicit. Konsekvensen är att kemin i de tidiga skolåren framstår som ett ämne där det viktigaste blir att göra och uppleva snarare än att erövra naturvetenskapliga begrepp (jfr Vikström, 2008). Fleer (2008) visar dock, inom ramen för förskoleverksamhet, hur naturvetenskapliga begrepp kan utvecklas i lek men skriver samtidigt att en förutsättning för detta är att lärare uppmärksammar vad eleverna riktar sin uppmärksamhet mot och stödjer eleverna i en riktning som synliggör och fokuserar naturvetenskapen. Strävan att göra undervisningen lek- och lustfylld riskerar annars

Ulfves, Fahrman & Andrée

leda till att naturvetenskapen tappas bort. Annan forskning visar att barn redan tidigt i förskolan kan förstå och resonera med naturvetenskapliga begrepp samt att tidig exponering för naturvetenskapliga fenomen kan bidra till en bättre förståelse inför senare, mer formella, naturvetenskapliga studier (Eshach & Fried, 2005).

Syfte

Syftet med den här studien är att bidra till utveckling av kunskap om hur elever i grundskolans tidiga årskurser kan utveckla förmåga att resonera om naturvetenskapliga fenomen. Mer specifikt fokuserar vi fysikämnet och utveckling av elevers förmåga att resonera om friktion. När det gäller fysik i grundskolans årskurs 1-3 specificeras det centrala innehållet till den "friktion som kan observeras vid lek och rörelse, till exempel i gungor och rutschbanor" (Lgr 11, s. 167). Kursplanens formulering, som sätter begreppet friktion i samband med lek och lekplats, kan ses som ett uttryck för den ambition att väcka lust och nyfikenhet inför fysik hos eleverna som vi beskrivit ovan. Studien är genomförd inom ramen för Stockholm Teaching & Learning Studies, STLS¹.

Att erövra naturvetenskapliga begrepp

Tidigare forskning inom naturvetenskapämnenas didaktik med fokus på elevers begreppsförståelse är relativt omfattande och innefattar studier av elevers förståelse, kartläggning av elevers alternativa uppfattningar samt undersökning av undervisningsmetoder som syftar till att utveckla elevers begreppsförståelse (Lee m.fl., 2009; Tsai & Wen, 2005). Inom naturvetenskapsämnenas didaktik ramas ofta frågan om naturvetenskaplig begreppsbyggnad in som en fråga om att lära sig ett nytt språk (t.ex. Wellington & Osborne, 2001). Utveckling av naturvetenskaplig begreppsbyggnad handlar dock inte enbart om att erövra vissa ord utan om att erövra förmåga att delta i en verksamhet med vissa sätt att resonera (jfr Vygotskij, 1999). Det handlar om att lära sig bemästra de relationer, abstraktioner, generaliseringar och synteser som karakteriserar ett ämnesområde (Chaiklin, 1999).

Vygotskij (1999, s. 389) skriver: "I det ögonblick man tillägnar sig ett nytt ord befinner det sig aldrig i slutet av sin utveckling, utan alltid i början. Och under den perioden är det alltid omoget." Det betyder att introduktionen av ett ord som friktion inte i sig innebär utveckling av en begreppslig förståelse av friktion som fenomen. Däremot kan introduktionen av ordet friktion användas för att synliggöra och avgränsa friktion som fenomen och därigenom utgöra en startpunkt för vetenskaplig begreppsutveckling. Vygotskij varnar dock för att det vetenskapliga begreppets svaghet är dess *verbalism*. Det finns en risk att undervisningen fokuserar på att elever lär sig tomma ord, exempelvis i form av att återupprepa naturvetenskapliga definitioner. Detta är en

¹ Stockholm Teaching and Learning Studies (STLS) är en plattform för undervisningsutvecklande ämnesdidaktisk forskning i samarbete mellan skolhuvudmän i Stockholms län och Stockholms universitet. STLS syfte är att initiera, stödja och bedriva undervisningsutvecklande ämnesdidaktisk forskning. Forskningen koordineras och bedrivs i ämnesdidaktiska nätverk. Detta projekt har genomförts inom ramen för det ämnesdidaktiska nätverket för naturvetenskap och teknik. För mer information se <http://pedagog.stockholm.se/stockholm-teaching-and-learning-studies/>.

risk i all undervisning och kanske framförallt i naturvetenskaplig undervisning där ord (som till exempel sur, jfr Szybek, 1999) används med delvis andra innebörder än i vardagliga sammanhang. I syfte att utveckla elevers naturvetenskapliga begreppsförståelse är det alltså inte självklart att undervisningen blir mer utvecklande om de naturvetenskapliga orden introduceras tidigare. Samtidigt riskerar undervisning som begränsas av och inte vidareutvecklar elevernas språkliga repertoar bli en undervisning där eleverna inte får möjlighet att ”höja sig över sig själva” (Vygotskij, 1999):

”I skolan lär sig ju inte barnet sådant som det redan kan göra på egen hand, utan sådant som det ännu inte kan, men som det har möjlighet att lära sig i samarbete med läraren under dennes handledning. Det grundläggande för inläringen är just det att barnet lär sig något nytt. (a.a., s. 333)

I undervisning om vetenskapliga begrepp möter eleven inte bara vetenskapliga begrepp i sig utan hela system av vetenskapliga begrepp som är relaterade till varandra.

När det gäller friktion gör barn tidigt spontana kroppsliga erfarenheter av friktion som fenomen. Exempelvis kan det handla om att erfara att det ibland går olika fort i rutschkanan: det går fort att åka med baddräkt i en vattenrutschkana medan det tar stopp med baddräkten i en vanlig rutschkana. Det vetenskapliga begreppet friktion är däremot en generalisering som fungerar som redskap för att beskriva och förklara kraft och rörelse i vilken situation som helst. Utvecklingen av vetenskapliga begrepp som introduceras i skolan skiljer sig enligt Vygotskij (1999) från spontana begrepp just med avseende på att de spontana begreppen genomsyras av barnets personliga erfarenheter. Gränserna mellan vetenskapliga och spontana, eller vardagliga begrepp, är dock flytande. Å ena sidan bygger utvecklingen av de vetenskapliga begreppen på grad av mognad hos de spontana begreppen. Å andra sidan bidrar utveckling av vetenskapliga begrepp till förändring av de spontana begreppen. Det vetenskapliga begreppet uppstår med hjälp av de generalitetsrelationer som etableras i undervisningen och det vetenskapliga begreppet ”tillväxer neråt, genom de vardagliga” (a.a. s. 349). Ett syfte med undervisning i fysik är att eleverna ska utveckla förmåga att använda begreppet friktion, som vetenskapligt och icke-spontant begrepp, för att beskriva och förklara kraft och rörelse. Det innebär att eleverna behöver utveckla förmåga att sätta de generella relationer som kännetecknar det vetenskapliga begreppet friktion i relation till erfarenheter av rutschkanan såväl som till andra erfarenheter av rörelse.

Elevers förmåga att beskriva och förklara fenomenet friktion i de tidiga skolåren

Friktion är ett fenomen som ofta hanteras just genom besök på lekplats och lek i rutschkana i de tidiga skolåren. Nationellt resurscentrum för fysik skriver på sin hemsida: “Lekplatsen erbjuder många möjligheter att studera fysik med hela kroppen och själv undersöka några av fysikens grundläggande principer” (Nationellt resurscentrum för fysik, 2015). I kursplanen för de naturorienterande ämnena i årskurs 1-3 ingår “tyngdkraft och friktion som kan observeras vid lek och rörelse, till exempel i gungor och rutschbanor” som centralt innehåll. Det långsiktiga målet är att undervisningen

ska ge eleven möjlighet att utveckla förmåga att "använda fysikens begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara fysikaliska samband i naturen och samhället" (Skolverket, 2011, s.127). När det gäller friktion anges som kunskapskrav för årskurs 3 att eleven ska kunna samtala bland annat om friktion i relation till lek och rörelse. Skolverket har även ett undervisningsmaterial inom fysik för årskurs 1 – 3 kring lek och rörelse på lekplatsen. Materialet tar bland annat upp begrepp som tyngdkraft, friktion och balans som kan observeras på en lekplats. Ett viktigt syfte i materialet är just att eleverna ska få möjlighet att koppla sina vardagserfarenheter till fysikaliska fenomen och reflektera över dessa. (Skolverket, 2015).

Tidigare studier av undervisning om friktion

Hur yngre elever möter begreppet friktion har undersökts i ett par tidigare studier. Larsson (2013) har studerat förskolebarns möten med friktion i lek. Hon visar dels på att förskolebarn dagligen kommer i kontakt med friktion och att sådana vardagliga situationer kan användas av lärare för att rikta barnens uppmärksamhet mot fenomenet och utveckla deras förståelse på ett mer explicit sätt. Larsson visar att brist på tillräcklig kunskap om friktion och naturvetenskap ofta hindrar lärare från att uppmärksamma dessa kritiska tillfällen där barnen möter friktion.

Pendrill, Ekström, Hansson, Ouattara och Ryan (2014) diskuterar vilka observationer elever i årskurs 5 gör kring friktion och rörelse när man undersökt hur olika material beter sig på ett lutande plan. Studien genomförs med en grupp elever från åk 5 och deras lärare på lekplats där eleverna både åkte rutschkana och använde en modell av ett lutande plan. Det lutande planet användes för att undersöka friktion med hjälp av lika stora block, klädda med olika material. I studien lyfts att när eleverna samtalar kring olika material och olika lutning utifrån modellen över det lutande planet så återkopplar de till sin egen erfarenheten av att åka rutschkana och använder resultaten från experimentet på lekplatsen för att beskriva sin egen tidigare erfarenhet.

Johansson och Wickmans (2011) analyserar en undervisningssituation där elever i elvaårsåldern undersöker hur friktion inverkar på rörelse när eleverna undersöker hur leksaksbilar med och utan däck färdas. De visar på hur eleverna kan delta i aktiviteten med sina tidigare erfarenhet av friktion även om de inte kan tala om undersökningen i termer om friktion och rörelse. Eleverna använder delvis ord som berör friktion och rörelse, som är funktionella för eleverna i aktiviteten, men de ord som eleverna använder kan inte helt ersätta de naturvetenskapliga termerna för friktion och rörelse. Eftersom de naturvetenskapliga termerna inte introduceras i relation till vad eleverna håller på med får eleverna heller inte möjlighet att organisera sina erfarenheter och sätt att tala om vad de gör i förhållande till dessa. Johansson och Wickmans slutsats är att undervisningen behöver utformas för att skapa kontinuitet mellan det närliggande syfte som etableras i aktiviteten - att undersöka leksaksbilar - och det överordnade syftet att utveckla elevers förståelse för friktion och rörelse.

Sammantaget visar dessa tre studier av undervisning om friktion, från förskola till mellanstadiet årskurs 4/5, att elever i såväl formella som informella sammanhang möter friktion som fenomen genom undervisning men att det är oklart i vilken ut-

sträckning eleverna ges möjlighet att utveckla förmåga att resonera med naturvetenskapliga begrepp kring fenomenet friktion i undervisningen. Detta väcker frågor, på ett mer övergripande plan, kring i vilken utsträckning fysikundervisningen i den svenska skolan skapar och i högre grad skulle kunna skapa möjligheter till progression och utveckling av elevers förmåga att beskriva och förklara friktion.

Friktion som fysikaliskt begrepp

En utgångspunkt för att synliggöra möjligheter till progression i elevers lärande om friktion handlar om hur fenomenet friktion beskrivs och hanteras inom fysiken. Friktion kan definieras som "motstånd mot glidning mellan två kroppar i kontakt" och friktionskraft som "kraft motriktad rörelseriktningen för en kropp i glidning på en yta" (Nationalencykopedins ordbok, 2017; jfr Nordling & Österman, 2006). Friktion kan alltså beskrivas som en kraft som uppkommer när två ytor rör sig mot varandra och som motverkar den relativa rörelsen mellan ytorna.

Centrala frågor kring friktion är *när* friktion uppkommer och *vad som påverkar* friktionens storlek. I Skolverkets undervisningsmaterial om friktion i lek och rörelse beskrivs friktion som: "Friktion uppkommer när två ojämna ytor gnider mot varandra. Genom att ytorna hakar i varandra försvåras rörelser. Ibland vill vi ha låg friktion, till exempel för att glida snabbt på våra skridskor. Ibland vill vi ha hög friktion, till exempel på vinterskorna så att vi inte glider. Eller när vi startar och bromsar på cykeln. Då vill vi inte glida iväg på däck" (Skolverket, 2015).

En viktig distinktion är att friktion uppstår som ett *relativt* fenomen och att det alltså inte är en materialegenskap (Nordling & Österman, 2006). Det är istället kombinationen av ytornas material, kraften med vilken de trycks mot varandra, om de är i rörelse eller i vila i förhållande till varandra som bestämmer friktionens storlek (jfr Pendrill m.fl., 2014). Däremot har inte massan eller kontaktytans storlek någon betydelse (a.a.). Friktionens storlek kan beskrivas med en storhet som kallas friktionstal. Inom dagens fysikforskning ses friktion som ett komplicerat fenomen där experimentell forskning genomförs i syfte att förklara hur friktionskrafter uppstår på nanonivå (Thorén, de Wijn, Borgani, Forchheimer & Haviland, 2016).

Ovanstående beskrivning av friktion ger en karta över de relationer och abstraktioner, som karakteriserar hur friktion hanteras inom fysik och som eleverna genom undervisning i grund- och gymnasieskola successivt och delvis kan förväntas erövra. Innehållsanalysen beskriver däremot inte hur elever uppfattar friktion eller hur elevers sätt att uppfatta friktion kan eller bör utvecklas genom undervisning i olika årskurser och undervisningssammanhang.

Metod

Studien bygger på en intervention med tema lekplatsfysik i årskurs 1 som genomfördes på en F-7 skola i Stockholmsområdet. Interventionen innefattade en rad uppgifter som syftade till att möjliggöra för eleverna att utforska rörelse samt att erövra fysikaliska begrepp för att beskriva och förklara rörelse (bland annat avseende friktion).

Som redovisning under temat fick eleverna i uppgift att skapa filmer där de beskriver lek och rörelse på en lekplats i medieverktyget Puppet PALS, en applikation i elevernas lärplattformar. Det är dessa filmer som också utgör datamaterial för den här studien. I interventionistisk forskning skiljs ibland på forskning på och genom interventioner (McKenney & Reeves, 2012). Forskning på en intervention har som primärt syfte att undersöka principer för design av undervisning medan forskning genom interventioner syftar till att generera empiriska data vad gäller elevers deltagande och lärande i undervisning. I den här studien använder vi interventionen som sätt att skapa ett empiriskt material för att studera elevers förmåga att resonera om friktion inom ramen för fysikundervisning i tidiga skolår. Det vill säga, vi gör inte en studie av interventionen i sig även om vi, i syfte att skapa en förståelse för studiens sammanhang, redogör för genomförandet av interventionen nedan.

En intervention på temat lekplatsfysik

Temat började med att lärargruppen lade ut en flip-film² som eleverna skulle titta på hemma innan undervisningen i skolan startade. Filmen syftade till att introducera eleverna till arbetet. På filmen är lärarnas ansikten inklippta på dockor, eller avatarer, på en lekplats där de leker och pratar om sin lek med de begrepp som planerats att arbetas med (friktion, tyngdpunkt och tyngdkraft).

Under första lektionen om friktion fick eleverna undersöka friktion genom att köra leksaksbilar på olika underlag i klassrummet. En bil drogs på en tjock matta och sen på golvet. När eleverna pratade om huruvida friktionen mellan bilen och underlaget var stor eller liten blev det problem. Här uppstod en kritisk situation då lärarna insåg att det var svårt för eleverna att tala om friktionens storlek och rörelsens hastighet. Det vill säga, att när bilen rullar snabbt på det plana golvet är det lite friktion och när bilen rullar långsamt, som på tjockmattan, var det mycket friktion.

För att underlätta för eleverna att prata om friktionens storlek introducerade lärarna under nästa lektion en tabell där friktionen graderades från 1-10 (Tabell 1). Ju trögare något gick, desto mer friktion och ju högre siffra (10 var högst). Lärarna uppfattade att detta blev en vändpunkt i arbetet. Tabellen innebar att lärarna introducerade storheten friktionstal (som beskriver friktionens storlek mellan två fasta ämnen) utan att själva ordet friktionstal introducerades. Eleverna fick sedan i uppgift att släppa ner olika föremål med olika yta och konsistens på plastrutschkana (kork, sand, gummi, trä och vatten) samt att gradera friktionens storlek. Föremålen valdes av pedagogerna för att ge en variation i den friktion som uppstod.

Senare besöktes en lekplats där eleverna fick prova att åka nedför en rutschkana av metall med olika byxor (mjukisbyxor, regnbyxor och jeans). Elevernas observationer fördes in i en tabell motsvarande Tabell 1. En del elever hade med alla tre sorters byxor. Mitt i testandet började det regna vilket ändrade förutsättningarna och gjorde

² Med en flip-film avses en film som eleverna förväntas se på nätet hemma före undervisningen. I den aktuella skolan arbetade lärarna ofta med flip-filmer som läggs ut på internet före ett nytt undervisningsområde. De filmer som både lärarna och eleverna gjorde skapades på lärplattor i applikationen Puppet PALS.

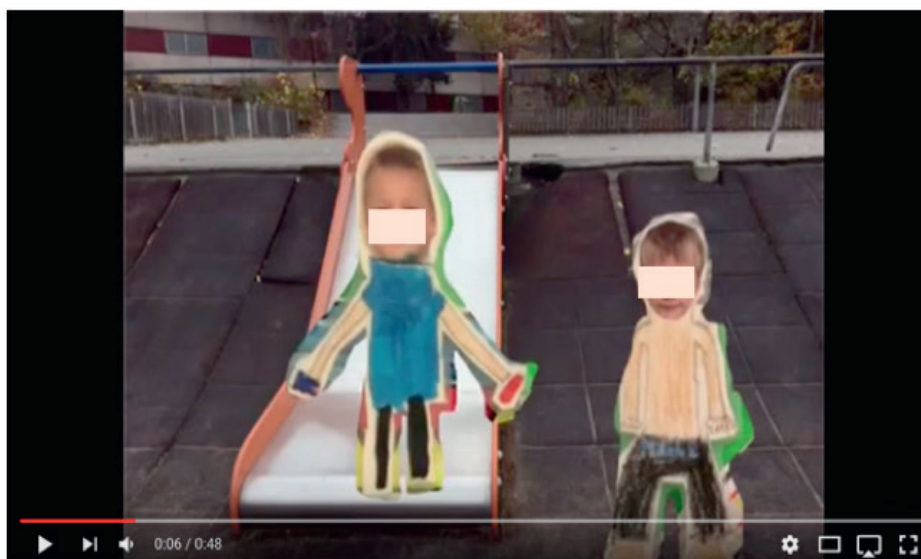
att observationerna blev annorlunda. I regnet var det plötsligt regnbyxan som åkte snabbast nedför rutschkanan. Detta bidrog till att synliggöra att det inte går att säga att regnbyxor i sig "har mycket friktion", det vill säga att friktion inte är en material-egenskap.

Material	Sand	Vatten	Galon	Trä	Kork
Plastrutschkana					

Tabell 1: Gradering av friktionens storlek i plastrutschkanan. Gradering 1 till 10: Friktion: 1 = ingen friktion, som vatten; Friktion: 10 = mycket trögt, stannade nästan.

Dokumentation

Som en diagnostisk avstämning under arbetsområdet fick eleverna göra egna filmer i grupp där de beskrev och förklarade lek och rörelse på en lekplats. Syftet med filmerna var att synliggöra på vilka sätt eleverna utvecklat förmåga att resonera om friktion. Film valdes som format mot bakgrund av att många elever i årskurs 1 begränsas av skriftspråkliga färdigheter och har svårt att formulera sig i skriftliga format. I filmen fick eleverna prata fritt om friktion, även om de hade fått instruktioner att använda ordet friktion. Eleverna fick göra eget manus till valfri bakgrund. I applikationen kunde eleverna bygga upp en egen värld med egna karaktärer eller avatarer³ (jfr. figur 1). Det är dessa filmer som transkriberats och analyserats.



Figur 1: Skärmdump från elevfilm om friktion på lekplatsen

³ Eleverna skapade dockor i applikationen med sina egna ansikten inklippta. Dessa kallas för avatarer i transkripten.

Som ett led i undervisningen fick eleverna avslutningsvis i uppgift att skriva om friktion utifrån Skolverkets diagnostiska material för bedömning i NO, DiNO-materialet⁴. I den skriftliga uppgiften ombeds eleverna skriva i vilken ordning tre barn med olika slags byxor kommer nedför en rutschbana. De ska sedan svara på frågan "Förklara så noga du kan varför du tror att de kommer ner i denna ordning." En av de två elever som gjort den film som vi använder som exempel på uttryck för en mer kvalificerad uppfattning av friktion i resultatdelen, skrev i sin text: "MJUKISARGLIDERPÅMETAL. GALONISARÄRFRIKTION." Den andra eleven skrev "RÄB.FÖÄT.B hel" vilket kan tolkas som att barnet med röd tröja förväntas komma ner först. Vi kan, efter våra analyser av filmerna, där vi ser att eleverna uppvisade väsentligt mer kvalificerade sätt att beskriva och förklara friktion, konstatera att det skriftliga formatet begränsar vad som blir möjligt för eleverna att uttrycka om friktion.

Analys av elevfilmer

Elevfilmerna har analyserats fenomenografiskt vilket innebär att vi har analyserat hur elever erfar fenomenet friktion på kvalitativt skilda sätt (Marton & Booth, 2000). Fenomenografin handlar om hur människor erfar och urskiljer omvärlden snarare än hur någonting är beskaffat (det vill säga vad friktion egentligen är). Inte heller fokuserar den fenomenografiska analysen på hur enskilda individer erfar omvärlden eller vad en individ är kapabel att erfara utan fenomenografin skildrar olika sätt att *erfara ett särskilt fenomen* i ett visst sammanhang på kollektiv nivå. I vårt fall handlar det om hur eleverna i årskurs 1 erfar friktion i samband med undervisning som fokuserar fysikens begrepp för kraft och rörelse och relationerna mellan dessa.

Filmerna transkriberades ordagrant med avseende på vad eleverna sa tillsammans med beskrivningar av vad avatarerna i filmen gjorde. Vanligtvis görs fenomenografiska analyser utifrån intervjuer där intervjupersoner ger uttryck för olika sätt att erfara ett fenomen (jfr. Carlgren & Nyberg, 2015). I den här studien har vi använt elevens verbala och visuella uttryck om rörelse i filmerna för att analysera elevens sätt att erfara fenomenet friktion.

Det fenomenografiska analysarbetet omfattar fyra faser (jfr. Eriksson, 1999): (1) En första läsning av transkripten som en sammanhållen text, (2) analys av *vad* transkripten handlar om, (3) analys av hur eleverna talar om fenomenet - i vårt fall friktion, samt (4) gestaltande och benämning av elevernas olika sätt att erfara fenomenet friktion. Alla fyra faserna genomfördes i samarbete i forskargruppen. I den inledande fasen handlade det om att läsa transkripten som en sammanhållen text. Genom analysen blev det synligt att relationen mellan elevernas tal och vad de visar med visuellt i filmen inte alltid var entydig. Ibland användes till exempel *ordet* friktion i tal i samband med en händelse i filmen som visade ett annat fysikaliskt fenomen som tyngdpunkt. Ett exempel på detta är nedanstående transkript:

4 Se vidare Skolverkets webbsida: <http://www.skolverket.se/bedomning/bedomning/bedomningsstod/biologi/uppgifter-i-dino-1.230547>

Transkript: Film av Alvin och Joakim

- Alvin: va kan friktion vara nu igen...
Joakim: hm.. va inte de dära när man gungade de tror jag det var...eller jag vet inte riktigt
Alvin: suck.....eller jag minns inte

I exemplet ovan använder eleverna *ordet* friktion men de sätter inte ordet friktion i relation till *fenomenet* friktion. Eleverna urskiljer dock friktion som ett ord kopplat till rörelse. Även om exemplet ovan innebär att eleverna prövar att gå in i ett naturvetenskapligt språkbruk har vi inte kategoriserat det eller andra liknande exempel som sätt att erfara friktion i den fenomenografiska analysen. Det finns också andra exempel från elevfilmer där eleverna varken använder ordet friktion för att beskriva vad barnen gör på lekplatsen eller urskiljer friktion som fenomen. Däremot har vi inkluderat exempel där eleverna talar om rörelse utan att använda ordet friktion. I den sista fasen av analysarbetet gestaltades analysen som kategorier i ett utfallsrum (Marton & Booth, 2000). Ett krav på analysen är att kategorierna ska vara kvalitativt skilda och samtidigt bidra till en helhet avseende hur de relaterar till varandra i utfallsrummet. Vi har sammanfattat resultaten av analysen i ett utfallsrum som omfattar de kvalitativt skilda sätt att erfara friktion som kommer till uttryck i elevfilmerna. Under arbetet med utformningen av utfallsrummet identifierades även strukturella aspekter av de olika sätten att erfara friktion. Det handlar om skillnader i hur friktion urskiljs, vad som fokuseras och vad som inte fokuseras (Marton & Booth, 2000). De strukturella aspekterna beskriver uppfattningarnas interna struktur och vilka aspekter av ett fenomen som urskiljs genom erfandet av fenomenet (jfr Björkholm, 2015).

Resultat

Resultaten beskriver de kvalitativt skilda sätt att erfara friktion som analysen resulterat i. Sammantaget pekar den fenomenografiska analysen på tre kvalitativt skilda sätt att erfara friktion som fenomen:

- A. Friktion som relaterat till hastighet
- B. Friktion som egenskap som påverkar hastighet
- C. Friktion som materialegenskap som påverkar rörelsens hastighet

A. Friktion som relaterat till hastighet

Kategori A innebär att eleverna urskiljer friktion som relaterat till ett objekts hastighet i en specifik situation t.ex. olika barn åker olika snabbt i en rutschkana. I de exempel på uttryck som finns i filmerna använder eleverna inte ordet friktion, det vill säga de benämner inte men har börjat urskilja friktion som ett fenomen. Till exempel:

Transkript: Film av Emma, Liv och Lova

- Emma: den går långsammare, undrar varför den där backen inte är så hög
den var faktiskt ganska stor
Liv: nu åker vi rutschkana (*avatar åker långsamt nedför en rutschkana*)
Lova: man ska inte åka så där

Ulfves, Fahrman & Andrée

Emma: man ska åka såhär *huyii (avatar åker snabbt nedför en rutschkana)*
nej man kan åka så här *(avatar åker långsamt nedför en rutschkana)*

Eleverna visar i filmen hur de åker långsamt och fort nedför en rutschkana. Eleverna benämner dock inte fenomenet och uttrycker inte heller något om vad som påverkar friktionens storlek. Den strukturella aspekt av friktion som urskiljs här är att olika objekt som släpps ned i en rutschkana kan få olika hastighet.

B. Friktion som egenskap som påverkar hastighet

Kategori B innebär att eleverna urskiljer friktion som en egenskap hos ett objekt som påverkar rörelsens hastighet. Vi ser att eleverna beskriver friktion som något en person eller ett föremål "har". I nedanstående exempel urskiljer eleverna relationen mellan ett föremåls hastighet och friktionens storlek:

Transkript: Film av Emma och Elise

Emma: okey nu ska vi testa friktionen på den här rutschkanan *whaaaa*
Elise: nu ska ..ska du inte åka?
Emma: jo *(avatar åker nedför rutschkanan) öeeeö öeeee*
Elise: varför går det så långsamt för dig?
för att du har mycket friktion
Emma: *aoooooo (avatar åker snabbt i filmen)*
Elise: du har lite friktion
Emma: är du nu mycket eller lite friktion? *(avatar åker snabbt nedför rutschkanan)*
Elise: mycket, lite friktion
är det nu jättemycket friktion?
ja ja ja det är det ja ja *(avatar går omkring i filmen och åker sen långsamt nedför rutschkanan)*
ja det är det, är det nu mycket friktion

Elise ställer frågan i filmen "varför går det så långsamt för dig?" och kopplar det till att Emmas avatar "har mycket friktion". När Emmas avatar åker snabbt kommenterar Elise det med att hon då "har lite friktion". I filmen fokuserar Emma och Elise på relationen mellan avatarens hastighet nedför rutschkanan och friktionens storlek samt formulerar denna som att en högre hastighet är uttryck för en lägre friktion och tvärtom.

I en film av Daniel och Teo använder de sig av den skala för att prata om friktion som introducerades i undervisningen för att visa att friktion kan ha olika storlek (0-10 där 10 angav maximal friktion):

Transkript: Film av Daniel och Teo

Teo: nu åker Teo *mmm (avatar åker långsamt nedför en rutschkana)*
Teo: varför går det inte så jätte jätte snabbt?
Daniel: du kanske inte har jätte jätte mycket friktion. du kanske har typ 5

eller tror jag eller 4. då åker Daniel då. *um um um*
 varför åker du då snabbt på mig?
 ja du hade så lite friktion

I exemplet ser vi att Daniel pratar om friktion som något som Teo "har". Samtidigt urskiljer de att lite friktion ger hög hastighet medan inte så hög hastighet har att göra med att friktionen varken är liten eller stor utan mellan 4 och 5 på skalan. De strukturella aspekter som synliggörs här är: att friktion kan ha olika storlek, att hastigheten för det objekt som släpps nedför en rutschkana är en konsekvens av friktionens storlek samt att friktion är en egenskap hos objektet i rörelse (dock inte specificerad som en särskild slags egenskap).

C. Friktion som materialegenskap som påverkar hastighet

Kategori C innebär att eleverna urskiljer friktion som en materialegenskap som påverkar rörelsen mellan två ytor. Det innebär att de förklarar att olika materiella egenskaper i de två ytor som är i kontakt med varandra orsakar friktion av olika storlek.

Transkript: Film av Gustav och Markus

Gustav: hej jag ska lära dig om jämvikt och friktion.
 Markus: hurra jag ska göra en bomb!
 Gustav: vi ska lära barnen friktion. å friktion *ahha* roligt det ska bli spännande
 nu ska vi göra det. nu ska de här hårda byxorna, då släpar de (*avatar åker ner från en gran långsamt*) mycket friktion!
 (*avatar åker snabbt ner från granen*)
 de här är väldigt mjuka så lite friktion huiiii!

I filmen visar Gustav och Markus hur två avatarer med olika byxor åker nedför en gran. Det ena paret byxor beskrivs som "hårda", rörelsen är långsam och Gustav säger att "då släpar de" och kopplar till "mycket friktion". I filmen etablerar eleverna relationer mellan byxornas material och friktionens storlek genom användning av sambandsorden "då" och "så". Nästa par byxor beskrivs som väldigt mjuka och att det ger lite friktion och därmed en snabb rörelse. På så vis urskiljer eleverna dels rörelsens hastighet som en konsekvens av friktionen men också att friktionen är relaterad till materialet. Den strukturella aspekt som synliggörs i kategori C, jämfört med kategori B där eleverna urskiljde friktion som en egenskap, är att friktion specificeras som materialegenskap hos objektet.

Sammanfattning av utfallsrummet

I tabell 2 sammanfattas utfallsrummet av de kvalitativt skilda sätt att erfara friktion som analysen resulterat i. Kategori A, B och C beskriver olika sätt att erfara friktion.

I kategori A använder eleverna inte ordet friktion men urskiljer och beskriver rörelser där två ytor möts med olika hastighet. I kategori B och C tillkommer strukturella aspekter av fenomenet friktion samtidigt som eleverna också benämner fe-

nomenet som friktion.

Olika sätt att erfara fenomenet friktion	Beskrivning	Strukturella aspekter
A. Friktion som relaterat till hastighet	Eleverna visar och berättar om rörelser med olika hastighet t.ex. olika barn åker olika snabbt i en rutschkana.	-Objekt kan ha olika hastighet nedför samma lutande plan.
B. Friktion som egenskap som påverkar hastighet	Elever visar och berättar att friktion är något en person eller ett föremål har och som påverkar personens/föremålets hastighet. En variant är att eleverna preciserar friktionens storlek genom att ange friktionstal.	-Friktion kan ha olika storlek. -Friktion som ospecificerad egenskap. -Objektets hastighet som konsekvens av friktionens storlek.
C. Friktion som materialegenskap som påverkar hastighet	Elever visar och förklarar att olika materiella egenskaper i de två ytor som är i kontakt med varandra orsakar friktion av olika storlek.	-Friktion som materialegenskap hos ett objekt.

Tabell 2: Analys av elevers sätt att erfara friktion.

Diskussion

Med den här studien pekar vi på både *att* och *hur* yngre elever kan utveckla förmåga att resonera om friktion. De tre kvalitativt skilda sätten att erfara friktion kan förstås som en beskrivning av hur en lärandeprocess i relation till friktion kan se ut i tidiga skolår. De strukturella aspekter som vi urskiljer i analysen bidrar till att utveckla innebörden av hur elevers erfarenhet av friktion kan utvecklas via urskiljande av friktion som relaterat till en rörelse där två ytor möts, att friktion kan ha olika storlek (olika friktionstal), att friktionens storlek påverkas av materialet, och ett föremåls hastighet nedför en rutschkana är relativ friktionen.

I jämförelse med Johansson och Wickmans (2011) observationer av elever i grundskolans mellanår ser vi att eleverna i vår studie börjat pröva att använda friktion som term. I Pendrill och hennes kollegors (2014) studie samtalar elever i årskurs 5 om friktion som att det har att göra med olika material, vikt på olika ytor (till exempel pulka på snö), om det finns något på det lutande planet som kan rulla (till exempel sand) samt att olika lutning på det lutande planet (rutschkanan) spelar roll för föremålets hastighet. Jämfört med eleverna i årskurs 1, i den här studien, kan vi se att eleverna i årskurs 5 i Pendrill med fleras studie urskiljer ytterligare möjliga strukturella aspekter av friktion. Vad vi också ser i analysen är att eleverna i årskurs 1 urskiljer friktion som något som har att göra med materialet. Vi har däremot inga exempel på att eleverna urskiljer friktion som relativ kombinationen av de ytor som möts. Detta kan förstås i ljuset av att eleverna i huvudsak arbetat med exempel där den ena ytan hållits konstant medan ytan på kroppen i rörelse varierar. Händelsen när det regnade

på lekplatsen och friktionen mellan byxorna och rutschkanan förändrades öppnade potentiellt för ett urskiljande av friktion som relativ kombinationen av de material som möts men detta blev inte synligt i elevfilmerna.

Jämförelser med DiNO-materialet

I Skolverkets DiNO material, som publicerats som stöd för formativ bedömning i de naturvetenskapliga ämnena från årskurs 1 till 6, ingår bland annat ett material om friktion. När vi jämför resultaten från den här analysen ser vi att de kategorier som framkommer i vår analys är mer preciserade jämfört med DiNO-materialets beskrivningar av hur elevers förmåga att använda begreppet friktion kan utvecklas.

I DiNO-materialet beskrivs tre så kallade "hållplatser" för hur elevers förmåga att beskriva och förklara friktion kan utvecklas. Den första, mest grundläggande, hållplatsen är formulerad som att "Eleven kan beskriva eller förklara ett fenomen eller ett samband i vardagliga termer och utifrån egna erfarenheter, men beskrivningen/förklaringen är ofullständig eller inte helt korrekt." Denna hållplats kan anses svara mot kategori A i vår analys där vi kan se att eleverna urskiljer och talar om fenomenet friktion i den bemärkelse att de kan identifiera en rörelse där två ytor möts men att eleverna inte använder friktion som begrepp.

Den andra hållplatsen i DiNO-materialet beskrivs som att "Eleven kan beskriva eller förklara ett fenomen eller ett samband i vardagliga termer och utifrån egna erfarenheter. Eleven kan dessutom ta hjälp av kunskaper i naturvetenskap för att beskriva eller förklara ett fenomen eller ett samband, men det naturvetenskapliga innehållet är inte nödvändigtvis helt korrekt, relevant eller fullständigt". Den tredje hållplatsen formuleras i DiNO-materialet som att: "Eleven kan använda korrekta och relevanta kunskaper i naturvetenskap för att beskriva eller förklara ett fenomen eller ett samband på ett – med hänsyn till årskursen – lämpligt sätt". Vi ser här att den progression som beskrivs mellan den andra och den tredje hållplatsen handlar om i vilken grad det naturvetenskapliga innehållet är korrekt, relevant och fullständigt. Det lämnas dock öppet för vad som bör betraktas som ett "lämpligt sätt" med hänsyn till årskursen.

Vi menar att hållplatserna – med fokus på korrekthet, relevans och fullständighet – ger lärare mycket lite vägledning i frågan om på vilka sätt elever i grundskolans tidiga årskurser kan förväntas utveckla förmåga att beskriva och förklara friktion i samband med lek och rörelse. Mot bakgrund av friktionsbegreppets komplexitet (jfr Thorén, de Wijn, Borgani, Forchheimer & Haviland, 2016) menar vi att det finns ett behov av att synliggöra hur progressionen i elevers sätt att resonera om friktion kan se ut och vilka aspekter av detta kunnande som kan/bör utvecklas i grundskolans tidiga år. Att elever börjar få syn på och avgränsa det vetenskapliga begreppet friktion utgör en startpunkt för den fysikaliska begreppsutvecklingen i skolan. Däremot är det orimligt att eleverna ska förväntas erövra alla de relationer och generaliseringar som friktionsbegreppet innefattar (inklusive matematiska beräkningar av friktionskraft, friktionstal och friktionens mekanismer).

Med utgångspunkt i resultaten från den här studien vill vi peka på generaliseringar

Ulfves, Fahrman & Andrée

som framstår som särskilt relevanta för fysikundervisning i grundskolans första år: att friktion uppstår i mötet mellan två ytor, att friktion kan ha olika storlek (olika friktionstal), att ett föremåls hastighet nedför ett lutande plan är relativ friktionen, att friktionens storlek påverkas av materialet.

Avslutande ord

Lärares arbete kan beskrivas som ett kunskapsarbete där läraren tillsammans med varje elevgrupp återupptäcker och återskapar tidigare generationers kunskapsmässiga landvinningar (Carlgren, 2015). Det lärare gör handlar om att skapa situationer där eleverna får möjlighet att utveckla kunnighet i form av förmåga att delta på särskilda sätt inom olika praktiker. Inom ramen för undervisning i fysik handlar det om att ge eleverna möjlighet att erövra fysikens generaliseringar, normer, värden och specifika sätt att formulera och lösa problem. För att kunna undervisa på ett sätt som bidrar till utvecklingen av elevers kunnighet krävs en uppfattning om vad ett specifikt kunnande innebär och på vilka sätt det kunnandet kan utvecklas (Carlgren, 2015; Björkholm, 2015). Genom att identifiera kategorier och aspekter av kunnande relaterat till att beskriva och förklara fenomenet friktion bidrar den här studien till precisering av vilket kunnande som kan utvecklas inom ramen för de tidiga skolårens fysikundervisningspraktik (jfr Björkholm, 2015). Studien bidrar på så vis också till utveckling av innebörder av en lärandeprecision vad gäller friktion genom förskola, tidiga år och mellanår.

Vi inledde artikeln med att det ofta framhålls att undervisning i naturvetenskap i de tidigare åren ska syfta till att skapa intresse och nyfikenhet snarare än att introducera naturvetenskapliga begrepp. Inom fysikundervisning kan idén om lekplatsfysik ses just som uttryck för ett synsättet att barn först ska uppleva fysikaliska fenomen utan att tyngas med fysikens begrepp så som friktion, tyngdkraft och tyngdpunkt. Vi menar dock att även om eleverna utvecklar lust till en undervisning där de får åka rutschkana, så kan den undervisning som samtidigt berikar och vidgar deras sätt att erfara omvärlden – genom att också introducera naturvetenskapliga begrepp för att beskriva och förklara kroppsliga erfarenheter – upplevas som än mer berikande och faktiskt lustfylld. Det handlar om att göra undervisningen personligt utvecklande och att möjliggöra utveckling av elevernas sätt att förhålla sig till omvärlden och erövra naturvetenskapens kulturella resurser (jfr. Andrée, 2007). Försteförfattaren och dennes lärarkollegor lade märke till att eleverna även utanför undervisningen om lekplatsfysik började använda fysikbegreppen i skolan (till exempel när de lekte på rasten “vilken liten friktion det var i den här isbacken”) och på fritiden (föräldrar hörde av sig och berättade om att deras barn pratade om friktion och tyngdpunkt hemma). Dessa anekdotiska exempel är tecken på att eleverna genom undervisningen både börjat appropriera de naturvetenskapliga begreppen för rörelse och börjat utveckla motiv för naturvetenskapligt lärande (jfr. Andrée, 2012; Chaiklin, 1999).

Referenser

- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen. En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan.* (Diss.) Stockholm: HLS Förlag.
- Andrée, M. (2012). Altering conditions for student participation and motive development in school science: learning from Helena's mistake. *Cultural Studies of Science Education*, vol. 7, nr. 2, ss. 425-438.
- Berg, A., Löfgren, R. & Eriksson, I. (2007) Kemiinnehåll i undervisningen för nybörjare. En studie av hur ämnesinnehållet får konkurrera med målet att få eleverna intresserade av naturvetenskap. *NorDiNa*, vol. 3, nr. 2, ss. 146-162.
- Björkholm, E. (2015). *Konstruktioner som fungerar. En studie av teknikkunnande i de tidiga skolåren.* (Diss.) Stockholm: Stockholms universitet.
- Carlgren, I. (2015). *Kunskapskulturer och undervisningspraktiker.* Göteborg: Daidalos.
- Carlgren, I., & Nyberg, G. (2015). Från ord till rörelser och dans: en analys av rörelsekunskandet i en dansuppgift. *Forskning om undervisning och lärande*, nr. 14, ss. 24-40.
- Chaiklin, S. (1999). Developmental teaching in upper-secondary school. Ingår i M. Hedegaard & J. Lompscher (red.), *Learning activity and development*, ss. 187-210. Aarhus: Aarhus University Press.
- Eriksson, I. (1999). "Lärares pedagogiska handlingar: En studie av lärares uppfattningar av att vara pedagogisk i klassrumsarbetet". (Diss.). *Uppsala studies in Education*, 82. Uppsala: Uppsala universitet.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood?. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 14, nr. 3, ss. 315-336.
- Fleer, M. (2008). Understanding the dialectical relations between everyday concepts and scientific concepts within play-based programs. *Research in Science Education*, vol. 39, nr. 2, ss. 281-306.
- Johansson, A.-M., & Wickman, P.-O. (2011). A pragmatist approach to learning progressions. Ingår i Hudson, B. & Meyer, M. A. (red.) *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe*, ss. 47-59. Leverkusen: Barbara Budrich Publishers.
- Kelly, G. J. (2007). Discourse in science classrooms. I: S.K. Abell & N. Lederman (red.), *Handbook of research on science education* (ss. 443-469). New York: Routledge.
- Larsson J. (2013.) Children's encounters with friction as understood as a phenomenon of emerging science and as "opportunities for learning", *Journal of Research in Childhood Education*, vol. 27, nr. 3, ss. 377-392.
- Lee, M., Wu, Y., & Tsai, C. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, vol. 31, nr. 15, ss. 1999-2020.
- Marton, F., & Booth, S. (2000). *Om lärande.* Lund: Studentlitteratur.
- McKenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research.* New York: Routledge.

Ulfves, Fahrman & Andrée

- Nationellt resurscentrum för fysik (2015). *Lekplats*. Tillgänglig online: <http://tivoli.fysik.org/lekplats/>. [Hämtad den 10 februari 2017]
- Nordling, C. & Österman, J. (2006). *Physics handbook* (8:e uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Pendrill, A-M., Ekström, P., Hansson, L., Ouattara, L., & Ryan, U. (2014). Motion on an inclined plane and the nature of science. *Physics education*, vol. 49, nr. 2, ss. 180-187.
- Skolinspektionen (2010) *Fysik utan dragningskraft; En kvalitetsgranskning om lusten att lära fysik i grundskolan*. Rapport 2010:8. Stockholm: Skolinspektionen.
- Skolverket (2015). *Friktion: Åka rutschkana*. Undervisningsstöd. Tillgänglig online:<http://www.skolverket.se/skolutveckling/larande/nt/grundskoleutbildning/fysik/arskurs1-3/friktion-aka-rutschkana-1.205715> [Hämtad den 6 februari 2017]
- Skolverket (2011) *Läroplan för grundskola, förskoleklassen och fritidshemmet*. (Lgr 11) Stockholm: Fritzes förlag.
- Szybek, P. (1999). *Staging science. Some aspects of the production and distribution of science knowledge*. (Diss.). Lund: Department of Education, Lund University.
- Tsai, C. C. & Wen, M. L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, vol. 27, nr. 1, ss. 3-14.
- Thorén, P-A., de Wijn, A., Borgani, R., Forchheimer, D. & Haviland, D. (2016). Imagining high-speed friction at the nanometer scale. *Nature Communications*, vol. 7, artikel nummer 13836.
- Thulin, S. (2011). *Lärares tal och barns nyfikenhet: Kommunikation om naturvetenskapliga innehåll i förskolan*. (Diss.). Göteborg: Gothenburg Studies in Educational Sciences
- Vikström, A. (2008). What is intended, what is realized, and what is learned? Teaching and learning biology in the primary school classroom. *Journal of Science Teacher Education*, vol. 19, nr. 3, ss. 211-233.
- Vygotskij, L. S. (1999). *Tänkande och språk*. Göteborg: Daidalos. (Översatt från ryska, i original 1934).
- Wellington J., Osborne J. (2001) , *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.