

VYUŽÍVANIE JEDNODUCHÝCH FYZIKÁLNYCH EXPERIMENTOV V PRÍRODOVEDE NA 1. STUPNI ZŠ

Ivana Krupová

Pedagogická fakulta KU v Ružomberku, Inštitút Juraja Páleša v Levoči

Abstrakt: V príspevku sú prezentované výsledky výskumu zameraného na riešenie reálnych problémov žiakmi 1. stupňa ZŠ prostredníctvom využívania jednoduchých fyzikálnych experimentov. Podrobnejšie je charakterizovaný projekt vyučovania prírodovedy, v ktorom sú žiaci uvedení do problémovej situácie a riešia ju na základe vlastných skúseností, získaných v priebehu skupinovej experimentálnej činnosti. V príspevku je zároveň diskutovaná aj pripravenosť učiteľov 1. stupňa ZŠ z hľadiska adekvátnych vedomostí z fyziky, zručností potrebných na realizáciu jednoduchých experimentov a schopností využívať ich pri riešení bežných problémových úloh.

Kľúčové slová: fyzikálny experiment, prírodoveda, 1. stupeň ZŠ.

Úvod

Vychádzajúc z medzinárodných výskumov (Krošňáková, P., Kováčová, J., 2007; Kuraj, J., Kurajová Stopková, J., 2006) možno konštatovať, že naše prírodovedné vzdelávanie kladie väčší dôraz na zhromažďovanie a reprodukciu teoretických vedomostí ako na podstatu vedeckého skúmania a uvažovania. Problematika rozvíjania prírodovednej gramotnosti sa vplyvom zhoršujúcich sa výsledkov našich žiakov v medzinárodných výskumoch stáva čoraz aktuálnejšou a naliehavejšou. Podľa National Committee on Science Education Standards and Assessment (1996) prírodovedne gramotná osoba je schopná nájsť odpovede na otázky, ktoré vznikli z jej vlastnej zvedavosti; vysvetliť a predpovedať prírodné javy, čítať, pochopiť a byť schopná diskutovať o prírodovedných témach prezentovaných v médiách; identifikovať prírodovedné problémy predstavujúce základné informácie potrebné k tvorbe národných a lokálnych rozhodnutí; využívať údaje a dôkazy na posúdenie kvality prírodovedných informácií a argumentov prezentovaných vedcami alebo v médiách. Rozvíjanie prírodovednej gramotnosti je dôležité už v priebehu primárnej edukácie. Na základe našich výskumných zistení (Krupová, I., 2008) možno konštatovať, že už v edukácii žiakov mladšieho školského veku je možné využívať jednoduché fyzikálne experimenty (Hanisko, P., 2007a), pričom takto zameraný edukačný proces smeruje k efektívnemu rozvíjaniu schopností používať prírodovedné vedomosti k riešeniu reálnych problémov z bežného života.

1 Experiment ako prostriedok rozvíjania kompetencií k riešeniu problémov

Hlavným cieľom spomínaného výskumu (Krupová, I., 2008) bolo experimentálne porovnať účinnosť vyučovania podľa navrhovanej koncepcie s účinnosťou tradičného vyučovania. V jednej z piatich hypotéz sme predpokladali, že v experimentálnej skupine sa vplyvom vyučovania podľa navrhovanej koncepcie (s využívaním jednoduchých fyzikálnych experimentov) štatisticky významne zvýši úroveň schopností žiakov riešiť úlohy z bežného života s využívaním prírodovedných poznatkov. Do experimentálneho výskumu bolo celkovo zapojených 20 tried – 19 učiteľov a 386 žiakov 4. ročníkov základných škôl. Hlavnou výskumnou metódou bol pedagogický experiment. Schopnosti žiakov riešiť úlohy z bežného života s využívaním prírodovedných poznatkov boli overované didaktickým testom pred aj po experimentálnom zásahu.

Výsledky riešenia úloh v preteste sa v experimentálnej a kontrolnej skupine výrazne nelíšili, v postteste bol však medzi výsledkami žiakov v oboch skupinách výrazný rozdiel – žiaci experimentálnej skupiny dosiahli vyšší progres, teda bolo možné konštatovať, že úroveň schopností riešenia úloh z bežného života (s využívaním prírodovedných poznatkov) žiakov experimentálnej skupiny sa uplatňovaním navrhovanej koncepcie vyučovania (s využívaním jednoduchých fyzikálnych experimentov) štatisticky významne zvýšila v porovnaní s kontrolnou skupinou.

2 Charakteristika navrhovaného projektu vzdelávania

Navrhovaná koncepcia vyučovania prírodovedy s uplatňovaním jednoduchých fyzikálnych experimentov (Hanisko, P., 2007b) obsahuje 7 projektov vyučovacích blokov, pričom každý projekt pozostáva z 3 fáz: **1) Zisťovanie žiackych predstáv o danej téme:** Žiaci sú vyzvaní, aby formulovali a prediskutovali svoje chápanie študovaného prírodného alebo fyzikálneho javu [6], a tiež odhad jeho priebehu. Dôležité je čo najefektívnejšie zorganizovať diskusiu žiakov a zistiť, aké sú žiacke predchádzajúce vedomosti a skúsenosti so študovaným javom. **2) Konfrontácia žiackych predstáv s novým učivom:** Žiaci sú konfrontovaní s javom, ktorý je ťažko vysvetliteľný v rámci ich vlastných predstáv a jeho priebeh protirečí ich odhadom. Takéto udalosti by mali v žiakoch vyvolať kognitívny konflikt, ktorý vyplýva najmä z rozdielu medzi ich očakávaním a pozorovanými javmi. **3) Rekonštrukcia žiackych predstáv:** Žiaci vykonávajú rozličné činnosti (praktické činnosti, experimentovanie, diskusia), pričom cieľom je pomôcť žiakom pri riešení problému spojeného s novým učivom. Riešenie by malo viesť k zmene a zdokonaleniu žiackych predstáv o sledovanom jave (Bertrand, Y., 1998).

V príspevku prezentujeme jeden z navrhovaných projektov, ktorého zámerom je budovanie pojmu kladka. V projekte sa uplatňuje diferencovaná práca žiakov a rozvíjanie ich kompetencií s ohľadom na aktuálnu úroveň prírodovednej gramotnosti. Minimálne požiadavky na vedomosti a zručnosti žiaka sú, aby bol v závere projektu schopný vysvetliť pojem kladka ako pomôcka pri zdvíhaní bremien; demonštrovať zdvíhanie bremena pomocou pevnej kladky; porovnať silu pri zdvíhaní bremena bez použitia a s použitím pevnej kladky; porozprávať, ako kladka pomáha v bežnom živote (uviesť aspoň tri príklady). Materiálne zabezpečenie projektu (Obr. 1) vychádza z používania pomôcok dostupných v školských kabinetoch, prípadne alternatívnych pomôcok bežne dostupných v domácnosti.



Obr. 1 Pomôcky potrebné na realizáciu experimentu ¹

¹ Predpokladáme, že na každej základnej škole sú k dispozícii silomery a na viacerých školách kladky, s ktorými môžu žiaci manipulovať. Uvádzame však aj alternatívne pomôcky, ktoré možno využiť ako kladky. Poznámka pre učiteľov: 1 liter vody má hmotnosť 1 kg. Ak dvíhame závažie s hmotnosťou 1 kg, použijeme silu približne 10 N. Preto ak máme napr. silomery pre žiakov do 5 N, usmerníme ich, aby použili 0,5 l plastovú fľašu, ktorá nie je úplne napustená vodou. Ako kladky je možné využiť aj kolieska z rôznych stavebníc (Mercur, Lego a pod.),

2.1 Zisťovanie žiackych predstáv o danej téme

Žiaci majú vo svojich pracovných listoch obrázok zabíjačky – prasiatka zaveseného na trojnožke (Obr. 2). Vyzveme ich, aby vyjadrovali svoje predstavy, *ako sa chlapom podarilo zavesiť prasiatko tak vysoko, keď má hmotnosť asi 200 kg*. Žiaci, ktorí majú predstavu, ako chlapi na zabíjačke dvíhajú prasa, môžu sprostredkovať svoje skúsenosti ostatným spolužiakom, a to jednak rozprávaním, ale najmä demonštráciou s použitím ľubovoľných pomôcok, náčrtov a pod.



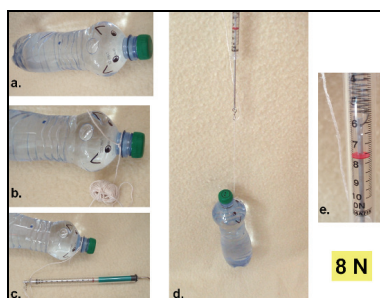
Obr. 2 Problémová úloha k projektu

2.2 Konfrontácia žiackych predstáv s novým učivom

Žiakov vyzveme, aby si prišli skúsiť zdvihnúť bremeno – „prasiatko“ bez použitia kladky a s jej použitím, a aby vyjadrili svoje pocity, kedy sa im zdala vynaložená sila menšia a kedy väčšia. Na základe týchto vyjadrení formulujeme **hypotézy** a zapíšeme ich na tabuľu tak, ako ich formulovali žiaci, aby ich v závere na základe zistených výsledkov mohli potvrdiť alebo vyvrátiť.

2.3 Rekonštrukcia žiackych predstáv

Úlohou žiakov je najprv zapísať do pracovných listov plán experimentu a následne zisťovať vynaloženú silu pri rôznych spôsoboch zdvíhania bremena. Žiakov podnecujeme, aby formulovali, čo chceme zistiť, čo na to potrebujeme a ako budeme postupovať; ďalej **čo budeme meniť** (upozorníme žiakov, že meníme len jednu premennú – spôsoby dvíhania), **čo budeme merať** (silu potrebnú na zdvihnutie bremena) a **čo bude stále rovnaké** (hmotnosť bremena, výška, do ktorej budeme dvíhať bremeno). Na základe predchádzajúcej diskusie si žiaci do svojich pracovných listov samostatne zapisujú plán experimentu. Len tým žiakom, ktorí majú problém so samostatným návrhom a realizáciou experimentu, môžeme poskytnúť pomocné kartičky s opisom a náčrtom experimentálneho postupu.

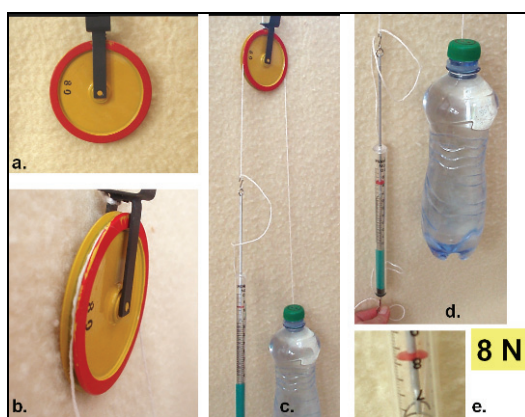


Obr. 3 Postup experimentu ²

prípadne kotúče na navíjanie priadze, ktoré nasunieme na tyčku (napr. ihlicu na pletenie, ceruzku alebo pero takého priemeru, aby sa dala vložiť do otvoru kotúča) a upevníme z oboch strán pomocou štipcov na prádlo.

² Namiesto prasiatka – bremena – sme použili plastovú fľašu, naplnenú vodou (Obr. 3a.). O hrdlo fľaše sme priviazali cca 50 cm dlhý špagát (Obr. 3b), ktorého druhý koniec sme pripevnili k silomeru

Žiakom odporúčame zadať problémovú úlohu, v ktorej využijú nadobudnuté poznatky o pevnej kladke: Pevnú kladku upevníme o tabuľu alebo skriňu (vhodné je, ak máme v triede vodorovnú pevnú tyč, na ktorú by sme upevnili kladku), o jeden koniec špagáta priviažeme 0,5-litrovú fľašu do polovice napustenú vodou. Na druhom konci bude priviazaná prázdna 0,5-litrová fľaša. Úlohou žiakov bude do prázdnej fľaše napustiť také množstvo vody, aby boli obe fľaše v rovnováhe. Ak tieto poznatky prenesieme do reálneho života, použitie pevnej kladky by nám ešte stále nestačilo na to, aby sme zdvihli 200-kilogramové prasiatko do výšky. Na základe experimentálnych zistení so žiakmi diskutujeme, aký je význam pevnej kladky, ak sa nemení veľkosť sily. Žiaci vyjadrujú svoje predstavy o tom, prečo je výhodnejšie využívať pevnú kladku. Zároveň ich navádzame na využitie kladky iným spôsobom. Ak sa žiakom nepodarí samostatne prísť na to, ako zdvihnúť závažie s pomocou voľnej kladky, demonštrujeme im takýto spôsob zdvíhania, aby mohli v skupinách odmerať silu potrebnú na zdvihnutie závažia.

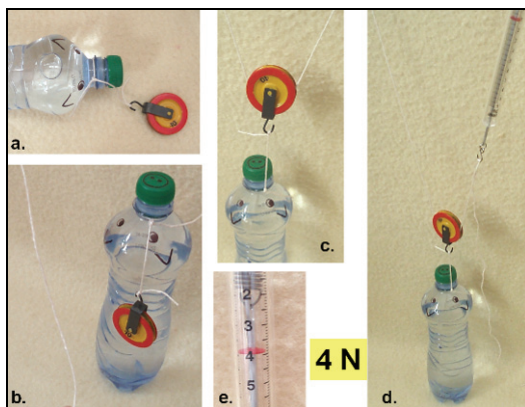
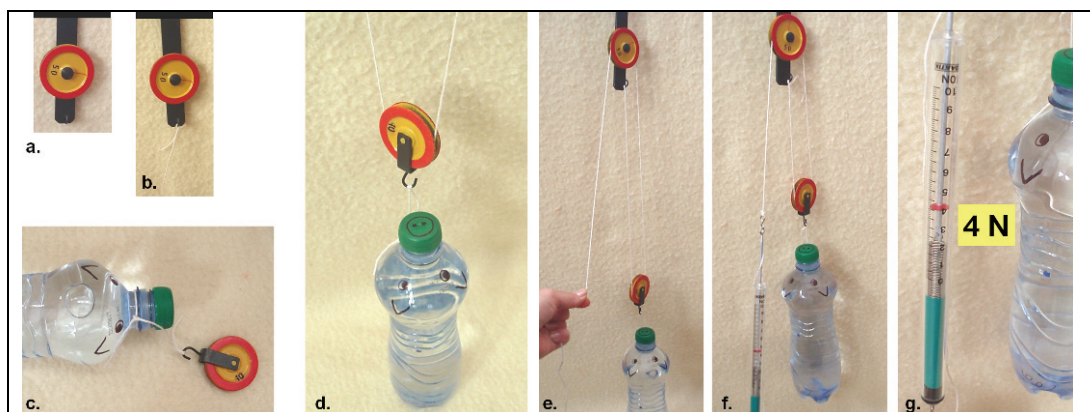


Obr. 4 Postup experimentu³

Ak by sme sa pokúsili zdvihnúť prasiatko pomocou voľnej kladky, museli by sme pôsobiť silou smerom nahor, čo by pre nás nebolo jednoduché. Žiaci zistili, že s pevnou kladkou je možné zmeniť smer pôsobenia sily a s voľnou kladkou veľkosť sily pri zdvíhaní bremena - prasiatka. Môžeme im zadať problémovú úlohu: vymyslieť zariadenie, ktoré by menilo veľkosť aj smer sily. Mimoriadne bystrí žiaci, ktorí samostatne a s úplným pochopením dokázali realizovať experimenty s pevnou a voľnou kladkou, sa môžu pokúsiť zostaviť zariadenie z pevnej a voľnej kladky (obr. 6).

(Obr. 3c). Fľašu sme vytiahli za silomer (obr. 3d) a údaj silomeru zaznamenali (obr. 3e). V našom prípade sme potrebovali na zdvihnutie bremena **bez použitia kladky** použiť silu **8 newtonov** (8 N). Ak máme k dispozícii silomer s inou stupnicou (napr. do 5 N), mali by sme usmerniť žiakov, aby si do fľaše nabrali menšie množstvo vody.

³ Potom sme použili pevnú kladku (Obr. 4a); cez drážku sme prevliekli špagát (Obr. 4b), ktorého jeden koniec sme priviazali o hrdlo fľaše a druhý o silomer (Obr. 4c). Ťahaním za silomer smerom nadol sa bremeno zdvíhalo nahor (Obr. 4d). Údaj silomeru sme zaznamenali (Obr. 4e). V našom prípade sme potrebovali na zdvihnutie bremena **pomocou pevnej kladky** použiť silu **8 newtonov** (8 N). Zistili sme, že pevná kladka nemení veľkosť sily, len jej smer.

Obr. 5 Postup experimentu ⁴Obr. 6 Postup experimentu ⁵

Pri zdvíhaní bremena s použitím kladkostroja s jednou pevnou a jednou voľnou kladkou sme využili rovnakú silu ako s použitím voľnej kladky (4 N) a o polovicu menšiu silu ako s použitím pevnej kladky (8 N) alebo bez použitia kladky (8 N). Použitím kladkostroja s jednou pevnou a jednou voľnou kladkou sa zmenší sila zdvíhania sa polovicu a zmení sa smer zdvíhania.

Šikovnejší žiaci by mali byť schopní samostatne uviesť niekoľko príkladov využitia kladky (kladkostroja) z bežného života. Slabším žiakom môžeme dať pomocné kartičku (obr. 7). Žiaci by mali chápať zmysel učiva pre využitie v bežnom živote. Tým, že ich podnecujeme k tvorbe nových nápadov, kde by sme mohli využiť kladku, rozvíjame u nich schopnosť aplikovať nadobudnuté prírodovedné poznatky v nových situáciách.

⁴ Použili sme voľnú kladku, ktorú sme špagátom priviazali o hrdlo fľaše (Obr. 5a,b); cez drážku sme prevliekli špagát (Obr. 5c), ktorého jeden koniec sme priviazali napr. o lavicu a druhý o silomer. Ťahaním za silomer smerom nahor sa bremeno zdvíhalo nahor (Obr. 5d). Údaj silomeru sme zaznamenali (Obr. 5e). V našom prípade sme potrebovali na zdvihnutie bremena **pomocou voľnej kladky** použiť silu **4 newtony** (4 N). Žiaci sa vlastnou skúsenosťou presvedčili, že s voľnou kladkou potrebujú využiť pri zdvíhaní bremena o polovicu menšiu silu.

⁵ Kladkostroj sme vytvorili z **jednej pevnej kladky** (Obr. 6a), o ktorú sme priviazali špagát (Obr. 6b) a **jednej voľnej kladky**, ktorú sme priviazali k hrdlu fľaše (Obr. 6c). Špagát, jedným koncom pripnutý k pevnej kladke, sme prevliekli drážkou voľnej kladky (Obr. 6d). Pokračovali sme prevlečením špagáta cez pevnú kladku (Obr. 6e) a o jeho koniec sme priviazali silomer. Ťahaním za silomer smerom nadol sa bremeno zdvíhalo smerom nahor (Obr. 6f). Údaj silomeru sme zaznamenali (Obr. 6g). V našom prípade sme na zdvihnutie bremena **pomocou kladkostroja** potrebovali silu **štyroch newtonov** (4 N).



Obr. 7 Kartačka k úlohe

V záverečnej fáze hodiny (cca 10 minút) sa zameriavame na rozvíjanie komunikatívnych kompetencií, najmä schopností formulovať a vyjadrovať svoje myšlienky v logickej nadväznosti, výstižne, súvisle a kultivovane sa vyjadrovať, používať správne termíny, výstižné výrazy, ale tiež dávať informácie do súvislostí, chápať vzťahy medzi pojmami. Vybraná skupina žiakov prezentuje výsledky svojho výskumu pred celou triedou, pričom môžu postupovať podľa osnovy v pracovnom liste. Je vhodné, ak žiaci využívajú aj grafické znázornenie výsledkov na tabuli, prípadne demonštrujú experiment (zisťovanie sily potrebnej na zdvíhanie bremena bez použitia kladky, s použitím pevnej kladky a voľnej kladky) pred celou triedou. V priebehu experimentovania je dôležité, aby učiteľ nabádal žiakov na spájanie zistených výsledkov s reálnym životom, v našom prípade s problémom zdvíhania prasiatka na zabíjačke.

Záver

Predpokladom pre efektívne rozvíjanie prírodovednej gramotnosti žiakov 1. stupňa ZŠ je úroveň prírodovednej gramotnosti učiteľov. V priebehu experimentálneho overovania navrhovanej koncepcie (Krupová, I., 2008) však bolo zistené, že učitelia nedisponujú dostatočnými vedomosťami a experimentálnymi zručnosťami (Melicherčíková, D., Melicherčík, M., 1996), ktoré by im umožnili flexibilne reagovať na vzniknuté situácie (a to aj napriek tomu, že učitelia mali k dispozícii príručku, v ktorej boli podrobne rozpracované experimentálne postupy v obrazovej podobe, doplnené verbálnym opisom postupu). Za možné riešenie možno považovať posilnenie vysokoškolskej prípravy budúcich učiteľov 1. stupňa ZŠ a organizáciu školení pre učiteľov s dôrazom na prírodovedné vzdelávanie (Hanisko, P., 2008), ktoré by im priblížili možnosti využívania navrhovaného projektu vzdelávania, čo je predmetom našej ďalšej výskumnej práce.

Literatúra

BERTRAND, Y. 1998. Soudobé teorie vzdělávání. Praha : Portál, 1998. ISBN 80-7178-216-5

HANISKO, P. 2007a. Fyzikálny experiment. In: *Predškolská pedagogika : Terminologický a výkladový slovník*. 1. vydanie. Pedagogická fakulta v Ružomberku, 2007. Str. 143. ISBN 978-80-8084-162-1.

HANISKO, P. 2007b. Prírodný jav. In: *Predškolská pedagogika : Terminologický a výkladový slovník*. 1. vydanie. Pedagogická fakulta v Ružomberku, 2007. Str. 388 - 389. ISBN 978-80-8084-162-1.

HANISKO, P. 2008. Postavenie fyziky v sústave prírodných vied. In: *Disputationes Scientificalae*. Roč. VIII, č. 3, 2008, Katolícka univerzita, Ružomberok, 2008. Str. 190 - 201. ISSN 1335-9185.

KROŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J. 2007. *Národná správa OECD PISA 2006 Slovensko*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav. ISBN 978-80-89225-37-8

KRUPOVÁ, I. 2008. *Uplatňovanie experimentálnej metódy v prírodovednom vzdelávaní na 1. stupni ZŠ*. [Dizertačná práca]. Ved. práce: doc. PaedDr. Danica Melicherčíková, PhD. Banská Bystrica : Pedagogická fakulta UMB, 2008.

KURAJ, J., KURAJOVÁ STOPKOVÁ, J. 2006. *TIMSS 2003. Trendy v medzinárodnom výskume matematiky a prírodovedných predmetov*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav. ISBN 80-89225-33-5.

MELICHERČÍKOVÁ, D. – MELICHERČÍK, M. 1996. Analýza výučby prírodovedy na 1. stupni ZŠ. In: *Vysokoškolská príprava učiteľov*. Banská Bystrica : PF UMB, 1996. s. 365-371.

NATIONAL COMMITTEE ON SCIENCE EDUCATION STANDARDS AND ASSESSMENT, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996. *Science Education*. Washington DC: National Academy Press, 272 s. ISBN 0-309-05326-9

Adresa autora

PaedDr. Ivana Krupová, PhD.

Pedagogická fakulta katolíckej univerzity v Ružomberku

Inštitút Juraja Páleša v Levoči

Kláštorská 38

054 01 Levoča

ikrupova@gmail.com