

Výzkum prekonceptů žáků základních škol v oblasti přírodovědného vzdělávání

RENATA HOLUBOVÁ – VERONIKA KAINZOVÁ – MARTA KLEČKOVÁ –
JAROSLAV MAREK

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

V novém Rámcovém vzdělávacím programu je kladen důraz na mezipředmětové vztahy a integrovanou výuku přírodovědných předmětů. Při tvorbě školního vzdělávacího programu by měli spolupracovat učitelé všech předmětů oblasti Člověk a příroda – učitelé fyziky, chemie, biologie, geografie a také matematiky. Naskytá se však zásadní otázka – s jakými vědomostmi a představami vstupují žáci do 6. ročníku základní školy a jak tedy vytvořit odpovídající didaktický model učiva na 2. stupni základní školy a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Je třeba si uvědomit také tu zásadní věc, že škola přestala být jediným zdrojem poznání a informací. Jak je žák ovlivněn těmito toky informací (televize, internet, tisk), jaké jsou jeho prekoncepty, jsou správné nebo chybné?

Jak uvádí *J. Lowe (1997)*, jsou dětská pojetí přírodovědných pojmů formována třemi zásadními vlivy. Je to primitivní (elementární) věda („*good science*“), která je založena na intuitivních a spontánních reakcích (souvisí s individuálními zkušenostmi jedince). Druhým vlivem je vliv laické vědy („*lay science*“), jehož podstatou je každodenní používání jazyka a informace přinášené médii (značný vliv sociálního, zejména mimoškolního prostředí). Konečně třetím faktorem je školní věda („*school science*“). Ta je založena na symbolickém a idealizovaném světě ve školní třídě (autor ho-

voří o formálním školním vzdělávání). Ve všech těchto vlivech se výrazně promítají kulturní a společenské vlivy (užívání jazyka, metafor, působení médií) a dětská pojetí základních pojmů se tedy mění podle těchto jednotlivých oblastí. Společné ovšem je, že vliv těchto tří „věd“ na formování dětských pojetí je značný, přičemž v různých obdobích některý z vlivů převažuje. Často však tyto vlivy působí proti sobě, takže nedochází k žádoucí modifikaci dětských pojetí (mnohdy naivních či nesprávných), ale k současné koexistenci více pojetí vzniklých působením rozdílných vlivů. Zejména vliv individuálních zkušeností (primitivní věda) zapříčiňuje značné nedostatky dětských pojetí mnohých (nejen přírodovědných) pojmů (Doulík 2004).

Vyučování by tedy mělo směřovat k harmonickému sblížení tzv. „primitivní vědy“ každého žáka s tím, co prezentuje škola („školní věda“). A toho učitel bez znalosti dětských pojetí nemůže být schopen.

Význam a důležitost prekonceptů podtrhuje zejména konstruktivistické pojetí učení. V rámci řešení dílčího úkolu grantu GAČR „Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání“, byl v roce 2006 realizován výzkum prekonceptů základních integrujících pojmů v učivu fyziky, chemie a biologie.

Výzkum probíhal v následujících etapách:

1. Výběr základních pojmů fyziky, chemie a biologie v učivu základní školy, které jsou významné z hlediska vytvoření kompetencí v oblasti přírodovědného vzdělávání.
2. Sestavení dotazníku.
3. Příprava a realizace předvýzkumu.
4. Úprava otázek v dotazníku na základě vyhodnocení předvýzkumu.
5. Realizace výzkumu prekonceptů v rámci České republiky.
6. Zpracování a analýza dat pomocí programů Excel a MatLab.
7. Vypracování závěrečné zprávy.

Kritéria pro výběr pojmů, které budou obsahem testování:

- Pojmy jsou obsaženy ve výčtu klíčových kompetencí daných přírodovědných předmětů.
- S danými pojmy se žáci setkají v běžném životě.

Znění dotazníku je v příloze. Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 954 respondentů, z toho 489 chlapců a 465 dívek. Respondenti navštěvovali základní školy v rámci celé České republiky, byla vybírána také místa s různým množstvím obyvatel, aby bylo možné sledovat i toto geografické hledisko.

Dále uvádíme některé vybrané výsledky šetření.

Otázka č. 1

Slova *slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil*, která označují různé objekty, rozděl do skupin a zapiš do připravené tabulky.

Název skupiny:	Živá přírodnina	Neživá přírodnina	Lidský výrobek
Vybraná slova			

Vyhodnocení:

Otázka byla hodnocena škálou 1 až 5 (1 – nejlepší, 5 – nejhorší).

Procentní zastoupení odpovědí hodnocených známkou 1 je jak u chlapců tak u dívek přibližně stejné (63 % – chlapci, 61 % – dívky) viz graf č. 1. Četnost odpovědí klasifikovaných známkou 2 je 30 % – chlapci a 34 % dívky. Nejnižší je podíl odpovědí klasifikovaných známkami 4 a 5 (1 % – chlapci, 1 % – dívky).

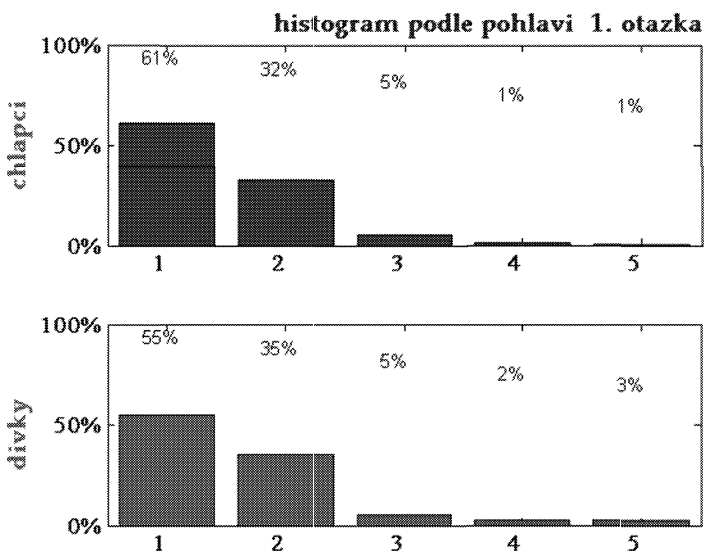
Nejčastěji se vyskytovaly chyby v přiřazení slov: vzduch – lidský výrobek (chybná odpověď), bakterie – lidský výrobek (chybná odpověď), záměna slova bakterie za slovo baterie, voda – lidský výrobek (chybná odpověď), muchomůrka – neživá přírodnina (chybná odpověď).

Vyhodnocení bylo provedeno i z hlediska geografického, kdy byla zkoumána četnost správných odpovědí dle lokality – místa byla rozdělena podle počtu obyvatel do tří skupin: 20 tisíc a více, 5 – 20 tisíc obyvatel a méně než 5 tisíc obyvatel. U první otázky nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, nejméně úspěšní byli žáci z obcí do 5 tisíc obyvatel.

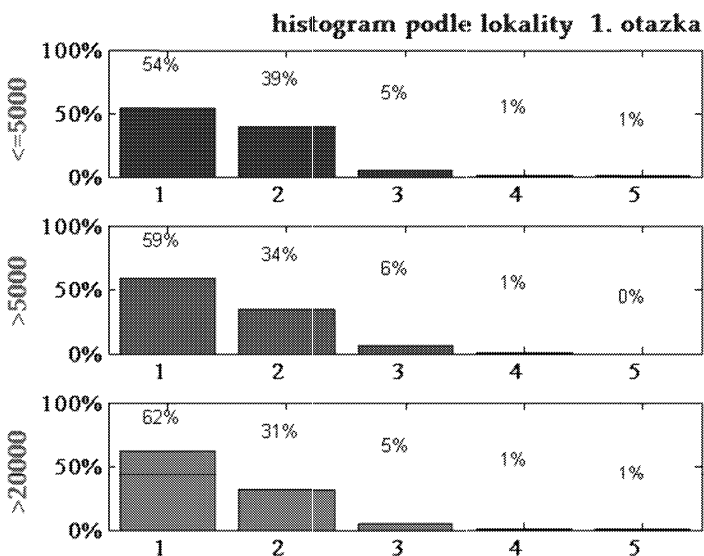
Otázka č. 4

V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošívaná bunda. Co se stane s kouskem zmrzliny, když jej zabalíš do kožíchu? (výběr zakroužkuj)

- c) Zmrzlina bude tát pomaleji.
- d) Zmrzlina roztaje dříve.
- e) Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
- f) Zmrzlina vůbec neroztaje.
- g) Nevím.



Graf č. 1 Úspěšnost chlapců a dívek, otázka č. 1

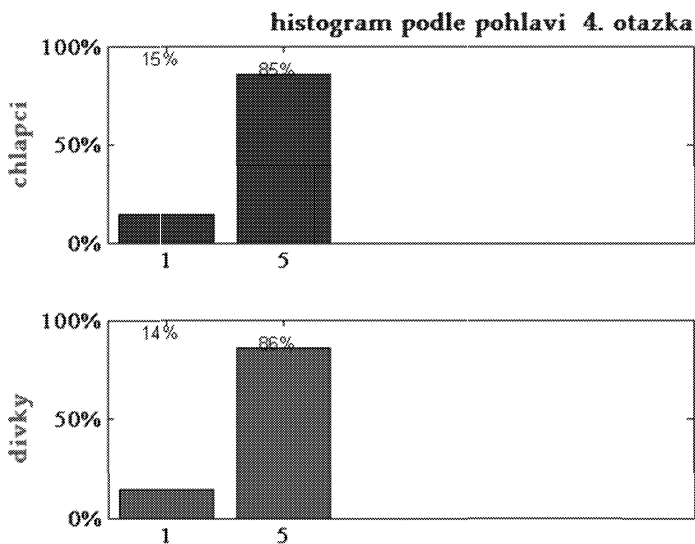


Graf č. 2 Geografické hledisko – celkové vyhodnocení, otázka č. 1

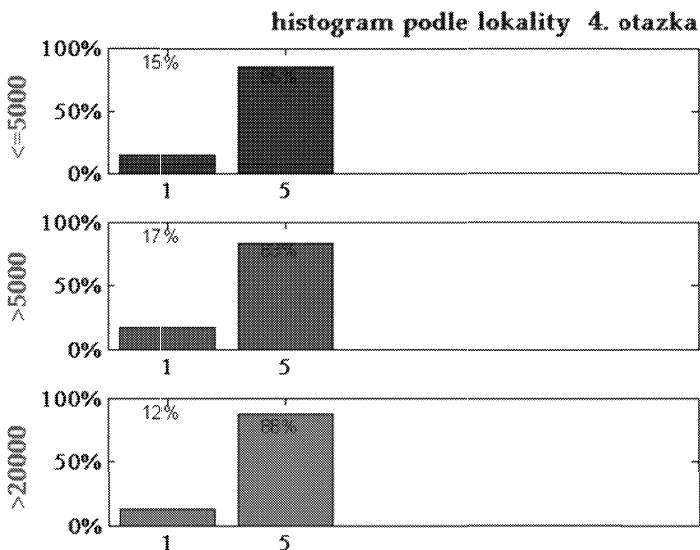
Vyhodnocení

Byla použita klasifikace dvěma známkami 1 a 5 (1 – správná odpověď, 5 – chybná odpověď). Z grafu č. 1 můžeme porovnat úspěšnost odpovědí obou pohlaví. Lze si všimnout, že podíl špatných odpovědí (klasifikovaných známkou 5, 87 % – chlapci, 83 % – dívky), je jak u chlapců tak u dívek mnohem vyšší než podíl odpovědí správných (13 % – chlapci, 17 % – dívky).

Vyhodnotili jsme i procentové zastoupení jednotlivých odpovědí (a až e), u chlapců a dívek, bez klasifikace. Nejčastěji volenou odpovědí byla možnost b) Zmrzlina roztaje dříve – chybná odpověď (52 % – chlapci, 41 % – dívky). Možnost a) Zmrzlina bude tát pomaleji – správná odpověď, volilo o málo větší procento dívek než chlapců (13 % – chlapci, 17 % dívky). U odpovědi c) Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole – chybná odpověď, tomu bylo naopak (21 % – chlapci, 13 % – dívky). Odpověď e) Nevím, volilo jen malé procento chlapců (4 %), narozdíl od dívek (19 %).



Graf č. 3 Úspěšnost chlapců a dívek, otázka č. 4



Graf č. 4 Geografické hledisko – otázka č. 4

Jak je vidět z grafického znázornění geografického hlediska, úspěšnost žáků byla nízká ve všech oblastech. Nejlepších výsledků dosahovali žáci z obcí s počtem obyvatel 5 – 20 tisíc. Je vidět, že otázka č. 4 poukazuje na velké nedostatky v prekompetencích týkajících se pojmů teplo a teplota. Úspěšnost chlapců byla jen 15 %, dívek 14 %.

Další otázky:

Z výzkumu je patrné, že nejlépe zodpovězenými otázkami, jak u chlapců tak u dívek, byly otázka č. 1 (živá, neživá přírodnina, lidský výrobek), otázka č. 2 (pevná látka, kapalina, plyn), otázka č. 9 z oblasti biologie, a otázka č. 10 (přiřazování obrázků-slovo). Nejhůře zodpovězenými otázkami byly otázka č. 3, kde pouze 26 % dívek odpovídalo správně, nejčastější chybnou odpovědí bylo a) *voda bude vřít při teplotě 200 °C*. Dále pak otázka č. 4 (více jak 80 % chlapců i dívek odpovídalo nesprávně – b) **zmrzlina roztaje dřívě**). U otázky č. 6 z oblasti biologie bylo úspěšných pouze 15 % dívek a 3 % chlapců. Správná odpověď u každé z možností byla „ANO“. Nejčastější chybné odpovědi byly v případech a), b), d).

Každá z možností v otázce č. 6 (a – e) byla ohodnocena známkami 1 (správná odpověď) nebo 5 (chybná odpověď). Správné možnosti byly ve všech případech možnosti ANO – klasifikace známkou 1.

Nejlépe zodpovězené možnosti byly:

a) Světlušky vyzařují světelnou energii – (ANO) – (77 % – chlapci, 69 % – dívky).

e) Tvé tělo vydává teplo – (ANO) – (92 % – chlapci, 88 % – dívky).

Jak u chlapců, tak u dívek převažují v obou případech správné odpovědi. Nejhůře zodpovězené byly možnosti:

b) Kolem sněženek rychleji taje sníh (protože vydávají teplo) – (ANO) – (40 % – chlapci, 46 % – dívky).

c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru – (ANO) – (22 % – chlapci, 25 % – dívky).

Určité problémy působí i pojem **hustota**. Chybné odpovědi u otázky č. 7 se nejčastěji vyskytují v případech b) kulička ze dřeva (19 % – chlapci, 21 % – dívky), g) benzín (29 % – chlapci, 41 % – dívky), h) olej (25 % – chlapci, 25 % – dívky).

U dívek je chybná odpověď v případě g) benzín četnější než u chlapců (29 % – chlapci, 41 % – dívky).

Nejvyšší podíl správných odpovědí je v případě a) kulička ze železa (96 % – chlapci, 93 % – dívky).

U otázky č. 8 nejhůře zodpovězenými možnostmi u chlapců byly d) dřevo – chybně (67 %), f) olej – chybně (82 %), c) polystyren – chybně (46 %).

Obdobné výsledky byly i v případě dívek: d) dřevo – chybně (71 %), f) olej – chybně (86 %), c) polystyren – chybně (53 %). U možností a) (88 % – chlapci – správně, 91 % – dívky – správně), b) (79 % – chlapci – správně, 80 % – dívky – správně), e) (73 % – chlapci – správně, 63 % – dívky – správně), převažují správné odpovědi.

Z grafu č. 3 vidíme vzájemné srovnání úspěšnosti chlapců a dívek. U varianty a) byly dívky o málo úspěšnější než chlapci (88 % – chlapci, 91 % – dívky). Variantu e) volilo správně více chlapců než dívek (73 % – chlapci, 63 % – dívky).

Na základě vyhodnocení otázek č. 7 a 8 vidíme, že pojem **hustota** je pro věkové skupiny žáků v 4. – 5. třídě obtížný. To, které látky plavou, určili žáci z uvedených 8 látek celkem bez problémů správně. Nejvíce chybovali

u benzínu (chybně odpovědělo 35 % žáků) a u oleje (chybně 25 %). Je překvapivé, že 20 % žáků se domnívá, že dřevo neplave.

Při výběru správné látky s větší hustotou (žáci volili vždy 1 látku z 6 dvojic) se vyskytlo výrazně více chybných odpovědí, 68 % žáků se domnívá, že dřevo má větší hustotu než voda; 84 % žáků označilo olej a resp. 47 % polystyren jako látku s větší hustotou než voda. Žáci si zřejmě zaměňují hustotu s viskozitou.

Potvrdilo se, že pojmu hustota je třeba věnovat zvýšenou pozornost a názornými ukázkami, demonstracemi a především experimenty konkretizovat tento pojem, aby se případné miskoncepty (nesprávné představy) žáků „přepsaly“ správnými představami.

Pojem hustota je součástí učiva **fyziky, chemie, biologie**. Nabízí se tedy více možností objasnit tento pojem v několika tématech i využít odlišná hlediska.

Závěr

Jak již bylo zmíněno v úvodu, kognitivní úroveň pojetí určitého pojmu je vytvářena jak spontánně, tak záměrně. Záměrné vytváření obsahu daného pojmu je úkolem výuky, zájmové činnosti, informace žák získává prostřednictvím médií, rodičů, v kolektivu spolužáků a kamarádů.

Pojmy teplo, teplota, látka, skupenství, energie patří k základním pojmům všech přírodovědných předmětů. Přesto, že žáci se s některými představami seznamují již v rámci přírodovědy na 1. stupni základní školy, jejich prekoncepty poukazují na problémy, se kterými se ve výuce fyziky, chemie a biologie učitel setkává ve výuce na 2. stupni základních škol. Z tohoto pohledu je třeba velmi pečlivě připravit integraci těchto pojmů v přírodovědném vzdělávání. Jak ukazují výsledky uvedeného průzkumu prekonceptů, největší nedostatky se objevují u pojmů teplo, teplota, skupenství a hustota. Nedostatky se objevují u přenosu tepla a energie v živých systémech. Ukazuje se, že pojmy se vytvářejí izolovaně, jejich začlenění do integrovaného systému přírodovědných poznatků má ještě značné nedostatky.

V dalším je třeba k vytváření koncepce přírodovědného vzdělávání vycházet z dětských pojetí fenoménů, je třeba tato pojetí respektovat a ve spolupráci se samotným žákem přetvářet. Jen takto mohou žáci získat potřebné kompetence a vytvořit si tak podmínky i pro svoje celoživotní vzdělávání, které se stává nezbytným atributem života člověka v moderní integrované společnosti 21. století.

Hlavní přínos zkoumání a diagnostiky dětských pojetí – prekonceptů lze shrnout do následujících několika bodů:

- znalost prekonceptů hraje nezastupitelnou roli při vytváření příslušných kompetencí vymezených v Rámcových vzdělávacích programech,
- v reálné školní praxi znalost úrovně a způsobů vytváření pojmů na dané úrovni umožňuje vytvořit ucelený systém přírodovědného vzdělávání na patřičné vědecké úrovni,
- pokud budeme schopni odhalit nejzávažnější miskoncepty, je možné diferencovaně přistupovat k vytváření vzdělávacích modulů v oblasti přírodních věd.

Pozná-li učitel, jaká je struktura žákovských prekonceptů, je možné této znalosti využít ve školní práci, neboť pracuje s aktuálním stavem poznání svých žáků. V neposlední řadě je třeba zdůraznit, že znalost žákovských pojetí by umožnila přiblížit školní vzdělávání běžnému světu žáka, jeho reálnému životu. Nové přístupy vycházející z konstruktivistického pojetí umožní odstranit existenci dvojího vysvětlování určitých pojmů, tzn. jeden význam, který žák používá ve svém běžném životě, a druhé pojetí, které si osvojuje během školního vzdělávání.

L i t e r a t u r a

- [1] Učebnice fyziky, chemie, biologie pro základní školy. Nakladatelství Prometheus a Prodos.
- [2] Rámcový vzdělávací program pro základní školy. MŠMT 2005.
- [3] Kompetence a standardy ve fyzikálním vzdělávání učitele a žáka. Sborník z konference, ed. D. Nezvalová. Olomouc 2005. ISBN 80-244-0922-4.
- [4] „aby fyzika žáky bavila 2 ...“. Sborník z konference, ed. R. Kolářová. Olomouc 2005. ISBN 80-244-1181-4.
- [5] <http://www.vuppraha.cz>
- [6] Douřák, P., Škoda, J.: Studie vybraných prekonceptů žáků základních škol z oblasti přírodovědného vzdělávání. In Sborník z XII. Mezinárodní konference o výuce chemie „Aktuální otázky výuky chemie“. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002, s. 79–85. ISBN 80-7041-437-5.

Text dotazníku:

Milí žáci!

Předkládáme vám několik jednoduchých otázek a úkolů, na které se snažte odpovědět nebo je vyřešit. Podepisovat se nemusíte, doplňte třídu, obec a zatrhněte, jste-li dívka nebo chlapec.

třída: _____ obec: _____ počet obyvatel: _____
dívka – chlapec ☐

1. Slova *slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil*, která označují různé objekty, rozděl do skupin a zapiš do připravené tabulky.

Název skupiny:	Živá přírodnina	Neživá přírodnina	Lidský výrobek
Vybraná slova			

2. Vyhledej **slova** (označují látky nebo předměty), která **mají společnou vlastnost** – stejné skupenství nebo obsahují stejnou látku. Slova vepiš do tabulek (některá slova se mohou opakovat vícekrát!).

Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sníh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.

Skupenství

Pevná látka	Kapalina	Plyn

Obsahují stejnou látku

Voda	Dřevo	Kov	

3. Představ si, že máš malý hrníček s vodou a budeš jej zahřívat plamenem jedné svíčky. Voda začne vřít (víš, že vroucí voda má teplotu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Co se stane, když místo plamene jedné svíčky použiješ svíčky dvě? Vybranou odpověď zakroužkuj.

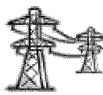
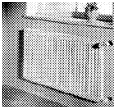
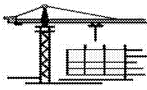
- c) Voda bude mít vřít při teplotě $200\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) Voda začne vřít při teplotě $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- e) Voda bude vřít při teplotě $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- f) Nevím.

4. V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošívaná bunda. Co se stane s kouskem zmrzliny, když jej zabalíš do kožichu? (výběr–zakroužkuj)

- c) Zmrzlina bude tát pomaleji.
- d) Zmrzlina roztaje dříve.
- e) Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
- f) Zmrzlina vůbec neroztaje.
- g) Nevím.



5. V prvním sloupci tabulky máš uvedené látky, tělesa a živočichy. Ti mají v sobě skrytou energii. Vyber podle obrázků u každé látky, tělesa a živočichovi, jak se může jejich **energie využít**? Svoji volbu označ do příslušného políčka křížkem.

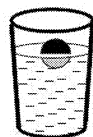
	 elektrřina	 sport	 teplo	 pohyb	 práce
uhlř					
voda					
pára					
slunce					
benzřn					
kůř					
řlověk					

6. Oznař správně odpovědi (zakrouřkuj ANO – NE):

- a) Světluřky vyzařují světelnou energii ANO – NE
b) Kolem sněženek rychleji taje snřř (protože vydávají teplo) ANO – NE
c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru ANO – NE
d) Stěny kvasné nádoby, ve které kvasinky způsobují kvařenř, se ohřřvají ANO – NE
e) Tvě tělo vydává teplo ANO – NE

7. Oznař (zakrouřkuj) předměty a látky, které **plavou ve vodě**.

- kulička ze řeleza
- kulička ze dřeva
- skleněná kulička
- korková zátka
- polystyren
- brambor
- benzřn
- olej



8. V každé dvojici oznař (zakrouřkuj) látku nebo předmět, který má větřř hustotu.

- voda – • sirup
- dřvo – • řelezo
- voda – • polystyren
- dřvo – • voda
- voda – • vzduch
- olej – • voda

9. Vyber a zakrouřkuj, co potřebují všchny řivé organismy.

- a) vodu
b) energii

- c) vzduch
- d) led
- c) pohyb

10. Ke každému obrázku ČARAMI přiřaď JEDEN název (slovo) z pravého sloupce.



kyslík



uhlí



planeta



železo



světelná energie



kamna



vápník



barvy



rtuť



teplo

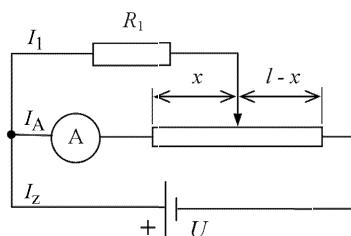
Overenie Kirchhoffových zákonov a Ohmovho zákona jedným ampérmetrom a pravítkom

IGOR ŠTUBŇA

Univerzita Konštantína Filozofa, Slovensko

Kirchhoffove zákony sú základnými zákonmi, podľa ktorých sa riešia elektrické siete. Preberajú sa na stredných školách všeobecného a technického zamerania v rámci tematického celku „Elektrický prúd“. Tu použijeme ich znenie podľa [1, 2]: „súčet elektrických prúdov v uzle sa rovná nule“ a „súčet elektrických napätí v uzavretej slučke sa rovná nule“. Overiť platnosť týchto zákonov experimentálne určite nie je problém. Stačí navrhnúť jednoduchú sieť a zapojiť do jej vetiev ampérmetre a voltmetre.

V tomto príspevku ukážeme experiment, ktorý vychádza z úlohy na riešenie elektrickej siete [3]. V schéme podľa obr. 1 je zapojený potenciometer s posuvným jazdcom. Úlohou je nájsť funkciu, podľa ktorej sa mení prúd ampérmetra, od vzdialenosti jazdca od jedného konca potenciometra. Treba nakresliť graf tejto funkcie podľa experimentálnych hodnôt a podľa teoreticky vypočítaných hodnôt.



Obr. 1

Najprv odvodíme funkciu $I_A(x)$. Vo vetvách sú prúdy I_A (cez ampérmetr), I_1 (cez rezistor R_1) a I_z (cez zdroj). Úsek reostatu s dĺžkou x má odpor R_x a úsek s dĺžkou $(l - x)$ má odpor $R(l - x)$. Celý reostat má

dĺžku l . Potom z Kirchhoffových zákonov, ak odpor ampérmetra zanedbávame, máme

$$-I_1 - I_A + I_z = 0, \quad (1)$$

$$R_1 I_1 - R_x I_A = 0, \quad (2)$$

$$R_x I_A + R_{(l-x)} I_z - U = 0. \quad (3)$$

Odpor R_x je priamo úmerný súradnici x , t.j. $R_x = kx$ a odpor $R_{(l-x)} = k(l-x)$, kde konštanta úmernosti $k = R_2/l$ (R_2 je odpor reostatu vyznačený na jeho štítke). Po dosadení týchto vzťahov do (2) a (3) a úpravách dostaneme prúd cez ampérmeter

$$I_A(x) = \frac{-UR_1}{k^2x^2 - k^2lx - kR_1l}. \quad (4)$$

Zo vzťahu (4) už môžeme priamo vypočítavať hodnoty prúdu I_A , ak poznáme R_1 , napätie zdroja U , dĺžku reostatu l a jeho celkový odpor R_2 . Z obr. 1 vidno, že sú zaujímavé polohy jazdca $x = 0$ a $x = l$. Pre tieto polohy výpočtom zistíme, že

$$I_A(0) = \frac{U}{R_2} \quad \text{a} \quad I_A(l) = \frac{U}{R_2}. \quad (5)$$

Zo vzťahu (4) môžeme tiež nájsť polohu, pri ktorej prúd nadobudne extrémnu hodnotu. Postačuje sa zaoberať menovateľom. Z podmienky

$$\frac{d}{dx}(k^2x^2 - k^2lx - R_1kl) = 0 \quad (6)$$

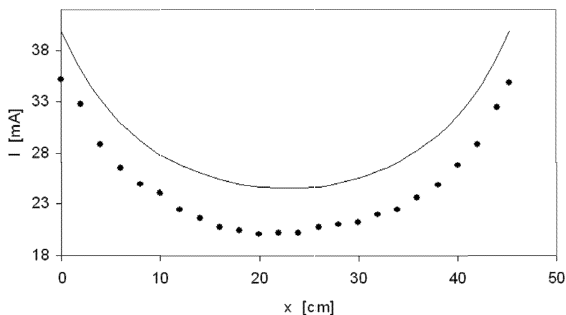
zistíme, že prúd cez ampérmeter nadobudne extrémnu hodnotu pri $x = l/2$. V tejto polohe jazdca je prúd

$$I_A(l/2) = \frac{R_1U}{R_2^2 + R_1R_2}. \quad (7)$$

Keďže $I_A(l/2) < I_A(0)$ a tiež $I_A(l/2) < I_A(l)$, prúd $I_A(l/2)$ je minimálny.

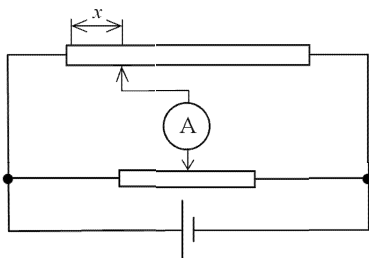
Po tomto teoretickom riešení siete na obr. 1, ktoré bolo založené na Kirchhoffových zákonoch, môže nasledovať meranie na schéme zostavenej

podľa tohto obrázku. Na obr. 2 sú výsledky takéhoto merania a tiež vypočítané hodnoty prúdu podľa (4). Boli použité pomôcky: reostat s nominálnym odporom $R_1 = 100 \, \Omega$, reostat s nominálnym odporom $R_2 = 250 \, \Omega$ a dĺžkou $l = 45,5 \, \text{cm}$, jednosmerný zdroj s napätím $U = 10 \, \text{V}$, ampérmeter a pravítko.

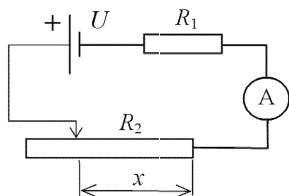


Obr. 2

Iná vhodná sieť s malým počtom prvkov, ktorá dáva zaujímavý priebeh meraného prúdu v závislosti od polohy jazdca je na obr. 3.



Obr. 3

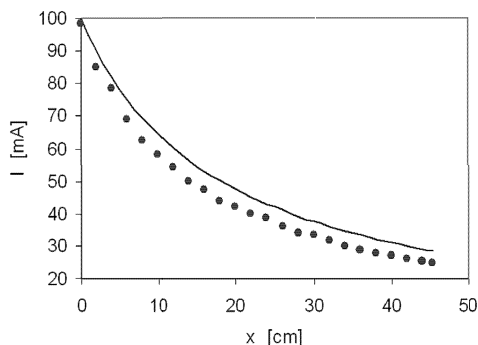


Obr. 4

Overenie Ohmovho zákona je jednoduchšie, nakoľko tu postačuje jednoduché sériové zapojenie zdroja a dvoch rezistorov, pozri obr. 4. Bol použitý ten istý zdroj a tie isté rezistory ako v predošlom príklade. Prúd cez ampérmeter je

$$I(x) = \frac{U}{kx + R_1}. \quad (8)$$

Grafy nameraných hodnôt a hodnôt prúdu vypočítaných podľa (8) sú na obr. 5.



Obr. 5

Teoretické krivky a grafy nameraných hodnôt sa čiastočne odlišujú. Príčina je v konečnom (a nie nulovom) odpore ampérmetra a tiež v tom, že odporové vinutie reostatu nezačína hneď od jeho kraja. Tiež hodnota odporu reostatu sa presne nezhoduje s údajom na štítke. Napriek tomu, že rozdiel medzi nameranými a vypočítanými hodnotami dosahuje až 20 % (v prvom prípade) a 10 % (v druhom prípade) môžeme v rámci školskej úlohy aj takúto približnú zhodu považovať za dôkaz správnosti Kirchhoffových zákonov a Ohmovho zákona.

Literatúra

- [1] Klimeš, B. – Kracík, J. – Ženíšek, A.: Základy fyziky II. Academia, Praha 1972.
- [2] Štubňa, I.: Kirchhoffove zákony v učive gymnázia a Maxwellove rovnice. MFI, 5, 1995, č. 3, s. 136-141.
- [3] Sena, L. A.: Sbornik voprosov i zadač po fizike. Vyssaja škola, Moskva 1986.