

BÁDATEĽSKÉ ZRUČNOSTI ŽIAKOV

Zuzana Ješková, Brigita Balogová, Marián Kireš

Oddelenie didaktiky fyziky ÚFV PF UPJŠ v Košiciach

Abstrakt: Príspevok predstavuje aktuálny stav úrovne bádateľských zručností žiakov gymnázia. Bádateľské zručnosti boli hodnotené na základe testu, ktorý bol vytvorený v spolupráci didaktikov fyziky, matematiky a informatiky na základe zvolenej schémy bádateľských zručností. Vychádzajúc z existujúcich testov bádateľských zručností vznikol test, ktorý obsahuje otázky zamerané na vybrané bádateľské zručnosti žiakov. Test bol zadaný širokej vzorke žiakov vybraných gymnázií na Slovensku. V príspevku je prezentovaná prvotná analýza výsledkov testu.

Kľúčové slová: bádanie, bádateľské zručnosti, test bádateľských zručností

Úvod

V súčasnosti často skloňované bádateľsky orientované prírodovedné vzdelávanie kladie dôraz nielen na rozvoj porozumenia poznatkov ale aj nato ako sa k poznatku dostať. Takýto prístup k vzdelávaniu je založený na realizácii tzv. bádateľských aktivít, ktorých cieľom je rozvinúť u žiakov isté špecifické schopnosti, nazývané bádateľské zručnosti alebo spôsobilosti vedeckej práce (Held, 2011). Rozvoj týchto zručností je zakotvený aj v Štátnom vzdelávacom programe pre gymnázia (Fyzika, ISCED 3A). Otázkou však zostáva, do akej miery sú bádateľské zručnosti žiakov reálne rozvíjané a aká je ich aktuálna úroveň rozvoja. Preto sme sa pozreli na túto problematiku bližšie a na základe schémy bádateľských zručností sme zostavili test, ktorý diagnostikuje úroveň vybraných bádateľských zručností, ktorý sme implementovali na širokej vzorke žiakov 1. a 2. ročníka vybraných gymnázií. V príspevku je predstavená prvotná analýza výsledkov testu.

Bádateľské zručnosti žiakov

Skôr než sme pristúpili ku zostaveniu testu bádateľských zručností, pozreli sme sa nato, ako rozliční autori kategorizujú bádateľské zručnosti. V literatúre existujú dva prístupy, a to kategorizácia zručností na základe intelektuálnej náročnosti, resp. na základe postupnosti krokov bádateľského cyklu. Z mnohých dostupných schém sme vybrali schému bádateľských zručností (Tamir, Lunetta, 1981, Fradd, 2001, Berg, 2013), ktorú sme mierne upravili (Balogová, Ješková, 2016). Schéma je relatívne jednoduchá a prehľadná a delí bádateľské zručnosti do piatich oblastí, ktoré kopírujú postupnosť krokov bádateľského cyklu.

Tab. 1: Schéma bádateľských zručností
(Tamir, Lunetta, 1981, Fradd, 2001, Berg, 2013, Balogová, Ješková, 2016)

1. Formulácia problému a plánovanie	1.1 Formulovať otázku/problém. 1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať. 1.3 Napláňovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). 1.4 Navrhnuť pozorovanie/postup merania (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu. 1.5 Predpovedať výsledok experimentu.
2. Realizácia/ implementácia	2.1 Manipulovať s pomôckami/softwarem. 2.2 Pozorovať/merať. 2.3 Zaznamenávať výsledky pozorovania a merania. 2.4 Realizovať výpočty počas merania. 2.5 Vysvetľovať alebo upravovať postupy.
3. Analýza a interpretácia	3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy). 3.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami, napr. na základe grafov, tabuliek, dát v texte, funkčného predpisu. 3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb). 3.4 Porovnať dáta s hypotézou/predpoveďami. 3.5 Diskutovať o obmedzeniach/predpokladoch realizovaného experimentálneho postupu. 3.6 Zovšeobecniť výsledky.

	3.7 Formulovať nové otázky/problémy. 3.8 Formulovať závery.
4. Zdieľanie a prezentácia	4.1 Zdieľať a prezentovať výsledky pred spolužiakmi. 4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. 4.3 Vypracovať formálnu správu/protokol o výsledkoch.
5. Aplikácia a ďalšie využitie	5.1 Predpovedať na základe výsledkov skúmania. 5.2 Formulovať hypotézy na ďalšie skúmanie. 5.3 Aplikovať experimentálne postupy na nové problémy.

Tvorba testu bádateľských zručností

Pri tvorbe testu sme vychádzali z niekoľkých existujúcich testov Scientific Inquiry Literacy Test (SciInqLiT) (Wenning, 2007), Integrated Process Skills Test (Burns, Okey, Wise, modified by Shive, 1985) a Test of Scientific Literacy Skills, TOSLS (Gormally, Brickman, Lutz, 2012). Naším cieľom bolo vytvoriť test ako nástroj na diagnostikovanie úrovne bádateľských zručností s otázkami vsadenými do matematického, fyzikálneho alebo informatického kontextu. Preto sme v prvom kole vytvorili za každý z týchto predmetov test s bankou otázok, ktoré sme dali na posúdenie učiteľom matematiky, fyziky a informatiky vybraných gymnázií. Títo učitelia posudzovali otázky na základe náročnosti a vhodnosti otázky na testovanie tej ktorej konkrétnej zručnosti. Na základe názorov a komentárov učiteľov boli vyselektované otázky z matematiky, fyziky a informatiky do jediného testu, ktorý bol opäť zadaný v niekoľkých triedach. Na základe výsledkov pilotného testovania boli podozrivé úlohy vyčlenené a bola vytvorená ďalšia verzia testu, ktorá bola opäť implementovaná vybranej vzorke žiakov 1. ročníka gymnázia. Po ďalších drobných korekciách bola vytvorená konečná verzia testu, ktorá obsahuje 10, resp. 12 otázok (tab.2).

Tab. 2: Zaradenie úloh testu k bádateľským zručnostiam

Otázka v teste	Bádateľská zručnosť	Predmet
1.1	Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať.	F
1.2	Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	F
2	Navrhnuť pozorovanie/postup merania (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu.	I
3	Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	M
4	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte.	M
5	Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	F
6	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov.	M/F
7.1	Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy).	I
7.2	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	I
8	Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb).	F
9	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	I
10	Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	M

Implementácia testu

Test bádateľských zručností sme v školskom roku 2015/16 zadali žiakom 11 gymnázií východného Slovenska. Išlo o vyše 800 žiakov 1. a 2. ročníka štvorročných gymnázií, resp. kvinty a sexty osemročných gymnázií. Z vyplnených testov sme získali 751 platných odpovedí, pričom sme z testu vylúčili žiakov, ktorí neodpovedali na 6 a viac otázok. Výskumná vzorka tak zahŕňala 457 dievčat a 294 chlapcov, s 337 žiakmi prvého ročníka a 414 žiakmi druhého ročníka. Žiaci pochádzali z tried s jazykovým, matematickým, informatickým a všeobecným zameraním.

Výsledky testu

Priemerná úspešnosť testu dosiahla 32,8 %, pričom dosiahnutá úroveň v 1. ročníku je 31,7 % a v 2. ročníku 33,7 %. Priemerná úspešnosť informatických a matematických tried je 42,9 %, všeobecných tried 32,3 % a jazykových tried 30,4 %. Úspešnosť chlapcov (36,8 %) prevýšila úspešnosť dievčat (30,2 %). Úspešnosti jednotlivých úloh sú uvedené v tabuľke 3.

Tab. 3: Úspešnosti otázok testu združených podľa zručností

Bádateľské zručnosti	Úlohy	Úspešnosť
1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať.	1.1	30,6%
1.3 Napláňovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	1.2, 5	43,0% (49,7 %, 36,2 %)
1.4 Navrhnuť pozorovanie/postup merania (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu.	2	41,4%
3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy).	7.1	31,4%
3.2.1 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov.	6	38,6%
3.2.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	7.2, 9	38,6% (29,7 %, 45,8 %)
3.2.3 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte.	4	31,7%
3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb).	8	29,4%
4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	3, 10	18,9% (7,6 %, 30,3%)

Analýza úloh s fyzikálnym kontextom

Test bádateľských zručností obsahuje z celkového počtu 12 otázok 5 otázok s fyzikálnym kontextom. V ďalšom predstavíme niekoľko z nich.

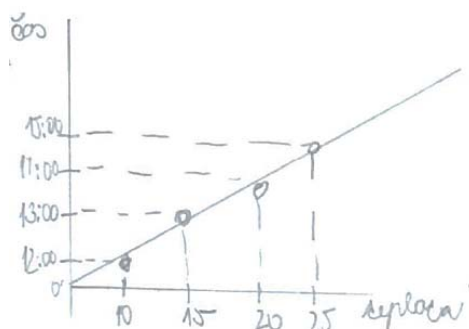
Zručnosť formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať dosiahla úspešnosť 30,6 %.

<p>1.1 Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Preto sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letného dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia. Akú hypotézu by mala Mária testovať, aby získala odpoveď na svoju otázku?</p> <ol style="list-style-type: none"> Ako sa na slnku ohrieva voda a hlina? Čím dlhšie je hlina a voda na slnku, tým je hlina a voda teplejšia. Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rozlične. Hlina a voda prijímajú rozličné množstvo slnečného žiarenia v rozličných hodinách počas dňa. Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rovnako.

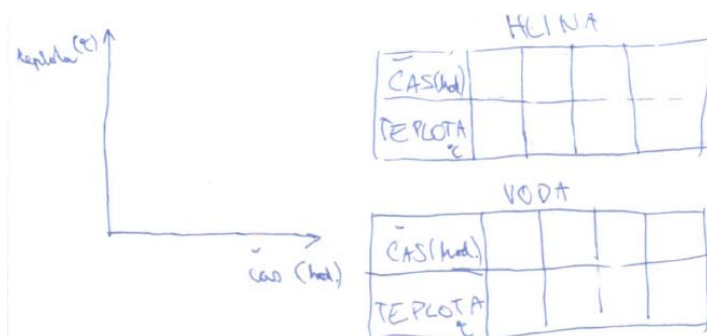
Tu žiaci volili väčšinou iba jednu zo správnych odpovedí (c, e) a len minimum žiakov zvolilo obe správne odpovede. K najčastejším nesprávnym odpovediam patrila odpoveď a, kde žiaci označili hypotézu v podobe otázky, resp. odpoveď b, ktorá síce je hypotézou ale netestuje danú otázku. Nízka úspešnosť úlohy poukazuje na nepochopenie pojmu hypotéza, čo napovedá, že s úlohami podobného typu žiaci nemajú skúsenosti.

Zručnosť napláňovať postup, konkrétne identifikovať závislú a nezávislú premennú veličinu dosiahla v dvoch otázkach celkovú úspešnosť 43 %, čo patrí medzi najvyššie dosiahnuté úspešnosti.

<p>1.2 Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite tabuľku a zakreslite osi grafu s fyzikálnymi veličinami, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne veličiny zapíšte slovne.</p>



Obr. 1: Nesprávne zvolená závislá a nezávislá premenná



Obr. 2: Správne navrhnutá tabuľka a graf

Otázka 1.2 dosiahla úspešnosť 49,7 %, čo je najviac zo všetkých otázok Najčastejšie nesprávne odpovede súviseli s nevhodne zvolenými veličinami (napr. hustota, hmotnosť), len jednou správne zvolenou veličinou, nesprávne zvolenou závislou a nezávislou veličinou, resp. chýbajúcim rozlíšením materiálov.

5. Ak zavesíme na silomer kameň vo vzduchu alebo v kvapaline, silomer ukáže odlišnú výchylku. Ak kameň zavesený na silomere ponoríme do vody, silomer ukáže menšiu výchylku ako vo vzduchu. Sila smerujúca nahor, ktorou voda pôsobí na kameň, sa nazýva vztlačová sila. Žiaci chceli vedieť, ako ovplyvňuje hmotnosť (ťaž) telesa veľkosť vztlačovej sily. Vybrali niekoľko telies (môžu byť aj duté), ktoré chceli v experimente použiť.	<i>tvar</i>	<i>hmotnosť m (g)</i>	<i>tiaž G = mg (N)</i>	<i>objem V (cm³)</i>	<i>materiál</i>
	Kocka	75	0,75	27,8	hliník
	Disk	75	0,75	53,3	meď
	Guľa	100	1,00	53,3	hliník
	Valec	100	1,00	27,8	meď

Za predpokladu, že tvar ani materiál telesa nezohráva v experimente žiadnu úlohu rozhodnite, ktoré dve telesá by mali žiaci použiť.

- Valec a disk, pretože materiál telies použitých v experimente by mal byť rovnaký.
- Kocku a valec, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.
- Valec a guľu, pretože hmotnosť telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- Kocku a disk, pretože tiaž telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- Guľu a disk, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.

Otázka 5 dosiahla úspešnosť 36,2 %. Žiaci si v tejto otázke mali uvedomiť, že meniť sa môže len jedna premenná (hmotnosť alebo tiaž v tomto prípade), kým objem je kontrolnou premennou, ktorá sa počas experimentu nemení. Veľa žiakov volilo iba jednu z dvoch správnych odpovedí b alebo e. Ak sa však pozrieme na najčastejšie nesprávne odpovede, sú to odpovede c, d, v ktorých sa spomína, že hmotnosť, resp. tiaž majú zostať rovnaké, čo odporuje textu otázky (ako ovplyvňuje hmotnosť, resp. tiaž vztlačovú silu). Zdá sa, že žiaci čítali otázku nepozorne a nedbanlivo.

Zručnosť určovať vzťahy medzi premennými veličinami, napr. na základe grafov dosiahla úspešnosť 38,6 %.

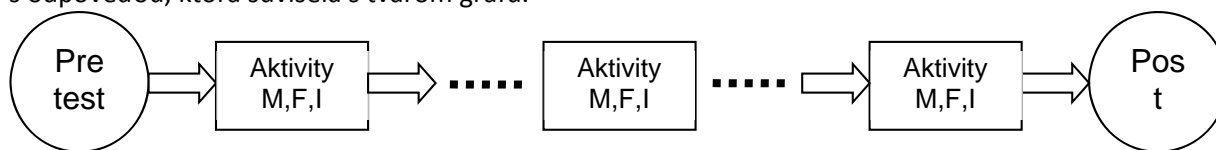
<p>6. Uvedený graf zobrazuje závislosť vzdialenosti, ktorú pri pretekoch prebehli bežci A, B, od času. Na základe grafu vyberte pravdivé tvrdenie.</p> <ol style="list-style-type: none"> Prvý kilometer prebehol skôr bežec B. Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km. Vo vzdialenosti 4 km od štartu bežec A dobehol bežca B. Počas prvých 16 minút bežec A bežal väčšou priemernou rýchlosťou ako bežec B. Bežec B bežal od konca 10 do konca 11 minúty rýchlejšie ako bežec A. 	
--	--

Najčastejšie volenou nesprávnou odpoveďou bola odpoveď d, ktorá hovorí o priemernej rýchlosti bežcov, čo svedčí o nepochopení pojmu priemerná rýchlosť, ktorá je v tomto prípade väčšia u bežca B, nie u bežca A, aj keď je vo väčšej časti prejdenej vzdialenosti je bežec A pred bežcom B.

Zručnosť určovať presnosti experimentálnych dát identifikovať možné zdroje chýb dosiahla úspešnosť 29,4 %.

<p>Rozhodnite, čo je najpravdepodobnejšou príčinou „rozhádzania“ hodnôt v grafe.</p> <ol style="list-style-type: none"> Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje. Žiak nepresne označoval vybraný bod na plachetnici. Videozáznam plachetnice nebol kvalítne nasnímaný. Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne zrýchľuje. Softvér nezaznamená presne čas, ktorý odpovedá meranej polohe plachetnice. 	
---	--

K najčastejším nesprávnym odpoveďami patrí odpoveď a, ktorá však neodpovedá na testovú otázku. Skôr ide o interpretáciu grafu, ktorý na obrázku klesá, s čím zrejme súvisí voľba odpovede, kde je uvedený spomalený pohyb. Opäť sa zdá, že žiaci nečítali text otázky s porozumením a nedbanlivo spojili situáciu popísanú v texte s odpoveďou, ktorá súvisela s tvarom grafu.



Obr. 3: Schéma pedagogického experimentu

Diskusia a záver

Predložený test bádateľských zručností bol pripravený s cieľom diagnostikovať aktuálnu úroveň bádateľských zručností žiakov. Dosiahnuté výsledky svedčia o nízkej dosiahnutej úrovni okolo 30 %, pričom úspešnosti jednotlivých otázok sa pohybujú v rozmedzí 8 - 50%. Keď sa pozrieme na test ako celok, najnižšie dosiahnuté úspešnosti sú práve pri otázkach vyžadujúcich argumentačné zručnosti žiakov. Nízku úspešnosť mali aj otázky zamerané na formuláciu správnej hypotézy, resp. identifikovanie príčin chýb v meraní. Najvyššiu dosiahnutú úroveň úspešnosti mali otázky, kde bolo potrebné navrhnúť postup a identifikovať premenné. Pri podrobnej analýze otázok s fyzikálnym kontextom sa ukázalo, že žiaci častokrát nečítajú text s porozumením, o čom svedčia často volené nesprávne odpovede nesúvisiace s textom úlohy iba s kľúčovými slovami, ktoré sa tam vyskytujú. Ďalej sme očakávali, že žiaci 2. ročníka dosiahnu výrazne vyššiu úspešnosť, keďže sme predpokladali, že počas 1. ročníka žiaci absolvovali nejaké bádateľské aktivity, ktoré tieto zručnosti rozvíjajú.

Najväčším prekvapením bolo, že medzi žiakmi 2. a 1. ročníka nebol vo výsledkoch testu významný rozdiel. V ďalšom kroku boli vo vybraných experimentálnych triedach na vyučovacích hodinách matematiky, fyziky a informatiky systematicky implementované bádateľské aktivity s dôrazom na rozvoj vybraných bádateľských zručností (obr. 3). Po ukončení pedagogického experimentu budú analyzované výsledky podobného testu, ktoré budú porovnané s výsledkami pretestu, pričom predpokladáme pozitívny vplyv systematickej implementácie na dosiahnutú úroveň bádateľských zručností.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol v rámci projektu APVV-0715-12: Výskum efektívnosti metód inovácie výučby matematiky, fyziky a informatiky.

Literatúra

- BERG, E. van den. 2013. *The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas*. In: *Scientia in educatione*, roč. 4, 2013, č. 2, s. 74 – 92. ISSN 1804-7106.
- BURNS, J.C. - OKEY, J.R. - WISE, K. C. 1985. *Development of an integrated process skill test: TIPS I*. In: *Journal of Research in Science Teaching*, roč. 22, 1985, č. 2, s. 169 – 177.
- FRADD, S. H. - LEE, O. - SUTMAN, F. X. - SAXTON, M. K. 2001. *Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study*. In: *Bilingual Research Journal*, roč. 25, 2001, č. 4, s. 417 - 439.
- GORMALLY, C. - BRICKMAN, P. - LUTZ, M. 2012. *Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments*. In: *CBE—Life Sciences Education*, roč. 11, 2012, s. 364 – 377.
- HELD, L. a kol. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. SAV Bratislava : VEDA, 2011. 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
- JEŠKOVÁ, Z. - BALOGOVÁ, B. 2016. *Analýza bádateľských aktivít*. In: Zborník z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VIII, Smolenice 7. - 9. Apríl 2015, 2016, s. 14 – 21.
- Projekt VEMIV. [online]. Dostupné na internete: <http://ufv.science.upjs.sk/_projekty/vemiv/projekt.php>
- ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. 2009. *Štátny vzdelávací program – Fyzika. Príloha ISCED 3A*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2009.
- TAMIR, P. – LUNETTA, V. N. 1981. *Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory*. In: *Science Education*, roč. 65, 1981, č. 5, s. 477– 484. doi: 10.1002/sce.3730650503
- WENNING, C. J. 2007. *Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy*. In: *Journal of Physics Teacher Education*, roč. 4, 2007, č. 4, s. 21 - 24.

Adresa autorov

RNDr. Brigita Balogová, doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD., doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Oddelenie didaktiky fyziky

ÚFV Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Park Angelinum 9, 041 01 Košice

brigita.balogova@student.upjs.sk, zuzana.jeskova@upjs.sk, marian.kires@upjs.sk