

# Hodnotenie vybraných bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie

## Evaluation of Selected Inquiry Skills of Future Biology Teachers

Elena Čipková<sup>1,\*</sup>, Michael Fuchs<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika; elena.cipkova@uniba.sk

Vedecké bádanie je systematický spôsob získavania vedeckých poznatkov, ktorý pokrýva nie len využitie vedeckých metód a postupov, ale aj procesy spojené s rozvojom vedeckých poznatkov ako je napríklad kladenie si otázok, tvorivé riešenie problémov, štúdium rôznych informačných zdrojov, kritické myslenie, vedecké zdôvodňovanie, zdieľanie a obhajovanie záverov. Úspešná aplikácia vedeckého bádania vo vyučovaní prírodných vied si vyžaduje dostatočnú odbornú pripravenosť učiteľov. Táto skutočnosť zvyšuje nároky na pregraduálnu prípravu učiteľov biológie z hľadiska podpory rozvoja bádateľských zručností. V obsahu príspevku predstavujeme výsledky výskumu zameraného na zhodnotenie aktuálnej úrovne bádateľských zručností študentov učiteľstva v kombinácii s predmetom biológia na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Výsledky naznačujú, že študenti učiteľstva biológie nemajú dostatočne rozvinuté bádateľské zručnosti, najmä zručnosti spojené s plánovaním a realizovaním experimentu.

Scientific research is a systematic way of gaining scientific knowledge. It covers not only the use of scientific methods and procedures but also processes associated with the development of scientific knowledge such as asking questions, creative problem solving, studying of various information sources, critical thinking, scientific reasoning, sharing and defending the conclusions. The successful application of scientific research in science education requires adequate professional training of teachers. This fact increases the demands on the preservice biology teachers' preparation in terms of supporting the development of inquiry skills. In this article, we present the results of research aimed at evaluating the current level of inquiry skills of student teachers in combination with the subject of biology at the Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava. The results of the research show that future biology teachers do not have sufficiently developed inquiry skills, especially skills associated with planning and conducting an experiment.

**Klíčová slova:**  
bádateľské zručnosti,  
pregraduálna príprava  
učiteľov, biológia.

Zasláno 5/2020  
Revidováno 12/2020  
Přijato 12/2020

**Key words:**  
inquiry skills, preservice  
teacher preparation,  
biology.

Received 5/2020  
Revised 12/2020  
Accepted 12/2020

## 1 Úvod

Nárast poznatkov v rámci jednotlivých oblastí prírodných vied ovplyvnil život spoločnosti, ktorá kladie značné požiadavky na edukačný proces. V súvislosti so spoločenskými výzvami kladenými na vzdelávanie Európska komisia predložila niekoľko odporúčaní týkajúcich sa vyučovania prírodných vied. Jedno z odporúčaní sa zameriavalo aj na implementovanie bádateľsky orientovaného vyučovania do vzdelávania žiakov a na tomto základe vzdelávať aj učiteľov (European Commission, 2007). Správa poukázala nie len na nedostatky v integrácii bádateľských postupov v edukačnom procese, ale aj potrebu podpory rozvoja bádateľských zručností v priebehu pregraduálnej prípravy učiteľov. Česká republika na potrebu kurikulárnych zmien v prírodovednom vzdelávaní reagovala už v roku 2005, zatiaľ čo Slovenská republika až v roku 2008, po vydaní správy Európskej komisie. Do národného kurikula biológie (Štátny pedagogický ústav, 2015a; Štátny pedagogický ústav, 2015b) boli zapracované požiadavky na integráciu žiackeho objavovania a bádania, ktoré umožňujú osvojiť si nielen nové vedomosti, ale aj základy spôsobilostí vedeckej práce a vytvárať pozitívne postoje k vedeckému spôsobu poznávania sveta. Okrem dôrazu na samotnú disciplínu vedy je dôraz kladený aj na integráciu vedy do rôznych oblastí ľudského snaženia a životných situácií (Roberts & Bybee, 2014).

Naplnenie cieľov prírodovedného vzdelávania si vyžaduje zmenu tradičných prístupov k praktickým aktivitám na bádateľsky orientované a pripravenosť učiteľov, ktorej v podmienkach slovenských škôl nebola a nie je venovaná dostatočná pozornosť. Podobné výsledky boli zaznamenané aj vo výskumnej sonde Stuchlíkovej (2010) v Českej republike. V rámci pregraduálnej prípravy študentov učiteľstva biológie sa predpokladá, že študenti aplikujú vedeckú prácu a získajú bádateľské zručnosti pri riešení problémov počas štúdia odborných predmetov. Didaktická príprava vo vyšších ročníkoch pregraduálneho štúdia sa preto zameriava najmä na získanie „didaktických znalostí obsahu“ (Shulman, 1986) a vedomostí o didaktickej transformácii učebného obsahu daného predmetu a jeho technologickom spracovaní (Koehler & Mishra, 2009).

## 2 Teoretický rámec výskumu

Bádateľsky orientované vyučovanie môžeme charakterizovať ako pedagogicky zložitý koncept, ktorého vzdelávací prístup sa zameriava na študentov a rozvoj ich kľúčových kompetencií v oblasti vedy (Linn et al., 2004; Millar, 2004; García-Carmona et al., 2017). Na základe toho môžeme bádateľské zručnosti definovať ako schopnosti, ktoré sú nevyhnutné pre realizáciu bádania (Ješková et al., 2016). V odbornej literatúre sa môžeme stretnúť s rôznymi klasifikáciami bádateľských zručností, v závislosti od toho, ktoré činnosti sa pri bádateľsky orientovanom vyučovaní považujú za podstatné. Fuhrman (1978) formuloval bádateľské zručnosti, ktoré zoskupil do štyroch skupín: a) koncepcia, plánovanie a návrh experimentu, b) realizácia experimentu, c) analýza a interpretácia a d) aplikácie. Fradd et al. (2001) predstavil schému bádateľských zručností založenú na piatich základných skupinách, z hľadiska ich uplatnenia pri jednotlivých fázach bádania, a to formulácie problému, plánovania, implementácie, záverov a prezentácie. Na túto schému nadviazali van den Berg (2013) a Balogová a Ješková (2016), ktorí jednotlivé skupiny bádateľských zručností doplnili o ďalšie elementy, ktoré majú byť v procese bádania rozvíjané (tab. 1). Na rovnakom princípe vymedzil vo svojej práci deväť bádateľských zručností aj Wenning (2007). Ide o schopnosť identifikovať problém, formulovať hypotézu, formulovať predpoklady na základe hypotézy, navrhnúť experiment, realizovať experiment, zhromažďovať, organizovať a analyzovať údaje, aplikovať číselné a štatistické metódy na podporu záverov, vysvetliť neočakávané výsledky, prezentovať výsledky experimentu, argumentovať a obhájiť výsledky experimentu pred odborným publikom. Orwat et al. (2014) publikovali schému bádateľských zručností, ktoré rozdelili do štyroch základných skupín: a) zručnosti plánovania, b) zručnosti realizácie experimentu, c) zručnosti formulovania záverov a hodnotenia výsledkov, d) zručnosti rozvíjané vo všetkých fázach bádania.

**Tab. 1:** Schéma bádateľských zručností (Balogová & Ješková, 2016, s. 75–76)

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 meranie (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu. 1.5 Predpovedať výsledok experimentu.
2. Realizácia/implementácia	2.1 Manipulovať s pomôckami/softvérom. 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. grafy a tabuľky). 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.

Wenning (2005) predstavil klasifikáciu bádateľských zručností založenú na vekovej kategórii a mentálnej úrovni žiakov. Na tomto princípe vymedzil elementárne, základné, integrované a pokročilé bádateľské zručnosti. Rozvíjanie elementárnych a základných zručností spája s objavným učením a interaktívnou demonštráciou. Integrované zručnosti ako napr. identifikovanie problému, ktorý sa bude skúmať, navrhovanie a vedenie vedeckého skúmania, komunikovanie a obhajovanie vedeckého argumentu, môžeme u žiakov rozvíjať prostredníctvom nasmerovaného bádania. Pokročilé zručnosti, medzi ktoré zaraďuje napr. riešenie komplexných reálnych problémov, syntetizovanie komplexných hypotetických vysvetlení, konštruovanie logických dôkazov, analýzu a hodnotenie vedeckých argumentov, možno rozvíjať hypotetickým skúmaním spojeným s rozvojom schopnosti aplikovať výsledky do reálneho života. Neskôr Wenning (2012) klasifi-

káciu doplnil o stredne pokročilé a kulminujúce bádateľské zručnosti. Stredne pokročilé zručnosti možno rozvíjať prostredníctvom riadeného bádania a sú spojené so zručnosťami merať, zbierať a zaznamenávať údaje, opisovať vzťahy a pod. Kulminujúce zručnosti spája s aplikáciami v reálnom svete, ktoré pozostávajú z dvoch typov riešenia problémov – riešenie problémov prezentovaných na konci kapitoly učebnice (aplikácia vedomostí na nové situácie) a vedenie autentického vyšetovania. Kulminujúce zručnosti zahŕňajú napríklad zručnosť zbierať, posudzovať a interpretovať údaje z rôznych zdrojov, tvoriť logické argumenty založené na vedeckých dôkazoch, objasniť hodnoty vo vzťahu k prírodným a občianskym právam.

Ješková et al. (2016) uvádza, že za charakteristické bádateľské zručnosti môžeme považovať tie, ktoré sú uplatňované v jednotlivých fázach bádania. Bádateľské zručnosti ale nie sú spojené len s využívaním metód a postupov prírodných vied (napríklad formulovanie hypotéz, zaznamenávanie dát, transformácia výsledkov do štandardných foriem, formulácia záverov atď.), ale aj s integráciou vedy do života. Integrácia vedy do života zahŕňa napríklad zhodnotenie dôveryhodnosti odborných zdrojov (informácií), porozumenie prvkom výskumu a stanovenie ich vplyvu na záver výskumu, ako aj zhodnotenie správneho a nesprávneho použitia informácií.

Wenning (2012) vo svojej štúdií poukazuje na opodstatnenie využívania bádateľských prístupov v edukačnom procese z hľadiska podpory prírodovednej gramotnosti, no zároveň upriamuje pozornosť na skutočnosť, že mnoho učiteľov je na ich aplikáciu nedostatočne pripravených. Schwartz a Crawford (2004) v tejto súvislosti uvádzajú, že pre efektívne využívanie bádateľského vyučovania je kľúčové, aby učitelia mali vlastné empirické skúsenosti s takýmto spôsobom výučby, ktoré by následne implementovali do svojho pedagogického pôsobenia. V praxi sa môžeme stretnúť s rôznymi modelmi aplikácie bádania do vyučovania (napr. Inquiry-Application Instructional Model), avšak ani existencia týchto modelov sama o sebe nezabezpečuje optimálny rozvoj bádateľských zručností študentov učiteľstva (Gunckel, 2011). Túto skutočnosť potvrdzujú aj niektoré výskumy (napr. Akerson et al., 2000; Ladachart & Yuenyong, 2015; Walag et al., 2020), ktoré poukázali na nedostatky v bádateľských zručnostiach učiteľov zabezpečujúcich výučbu prírodovedných predmetov na rôznych stupňoch vzdelávania. Rovnaké zistenia prezentujú aj výskumy zamerané na hodnotenie bádateľských zručností študentov učiteľstva prírodovedných predmetov. Suwono (2016) sa zameral na hodnotenie úrovne prírodovednej gramotnosti a bádateľských zručností študentov prvého a tretieho ročníka učiteľstva biológie v Indonézii. Bádateľské zručnosti študentov tretieho ročníka boli síce lepšie ako u študentov prvého ročníka, ale celkovú úroveň bádateľských zručností študentov autor vyhodnotil ako neuspokojivú, nakoľko mali problémy s analýzou a interpretáciou dát a kritickým myslením. Čipková a Karolčík (2018) zase zistili, že študenti učiteľstva biológie na Univerzite Komenského v Bratislave majú nedostatočnú úroveň bádateľských zručností, ktoré sú spojené s plánovaním a realizáciou experimentu.

Na nedostatočnú úroveň bádateľských zručností poukázal aj Čelik (2014), ktorý na základe analýzy získaných dát od študentov učiteľstva chémie zistil, že sú pomerne dobre pripravení na zabezpečenie výučby z hľadiska teoretických poznatkov. Zistenú úroveň prírodovednej gramotnosti z hľadiska implementácie vedeckého bádania vyhodnotil ako nedostatočnú. Silay a Čelik (2013) sa zamerali na porovnanie bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie, fyziky a chémie. Na základe celkového vyhodnotenia získaných dát autori zistili priemernú úroveň bádateľských zručností a zároveň nižšiu úroveň bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie v porovnaní so študentmi učiteľstva fyziky a chémie. Čipková et al. (2018) porovnávali úroveň prírodovednej gramotnosti študentov bakalárskeho štúdia vedeckých a učiteľských študijných programov na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Výsledky poukázali na problémy študentov učiteľstva v oblastiach zameraných na tvorbu grafov, porozumenie prvkom výskumu a porozumenie základov štatistiky.

Erkol a Ugulu (2014) zistili, že z hľadiska úrovne bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie nezohráva významnú úlohu vek a pohlavie študenta, ale obdobie, v ktorom sa začalo s cieľovým rozvojom bádateľských zručností. Preto je potrebné žiakom a študentom čo najskôr poskytnúť príležitosti pre skúmanie a konštrukciu vedeckých tvrdení založených na dôkazoch, ale aj na následné zdôvodňovanie týchto tvrdení, či už v skupine alebo pred širšou komunitou odborníkov (Hofstein & Lunetta, 2004).

Na Slovensku a v Českej republike sa venuje pozornosť najmä problematike využitia a dopadov bádateľsky orientovaného vyučovania na základnej škole (napr. Ryplová & Řeháková, 2011; Škoda et al., 2015; Vácha & Ditrich, 2016; Rokos & Vomáčková, 2017; Kekule et al., 2017) a gymnáziu (Ješková et al., 2016; Čipková et al., 2017a; Čipková et al., 2017b; Radvanová et al., 2019). Aj v oblasti pregraduálnej prípravy študentov učiteľstva je venovaná pozornosť efektívnosti bádateľského vyučovania a postojom študentov k tomuto prístupu vo vzdelávaní. Výskum Stuchlíkovej (2010) ukázal, že študenti učiteľstva biológie PF JU sa s touto formou výuky stretli v rámci pregraduálnej prípravy len v rozsahu, ktorý možno v percentách vyjadriť číslom 20,3 %. Podľa zistení výskumu Trnu a Trnovej (2016) práve implementácia bádateľsky orientovaného vyučovania do pregraduálnej prípravy študentov učiteľstva môže zlepšiť kvalitu odborných pedagogických kompetencií študentov a zvýšiť ich motiváciu. K podobným záverom dospeli

aj Sotáková et al. (2017), ktorí zistili, že vzdelávanie študentov učiteľstva chémie pre bádateľsky orientované vyučovanie zvýšilo úroveň porozumenia študentov princípom bádateľsky orientovaného vyučovania a zároveň ovplyvnilo aj ich názory na tento prístup vo vyučovaní.

### 3 Cieľ výskumu a výskumné otázky

Bádateľské zručnosti prispievajú k rozvoju schopnosti porozumieť najúčinniejšiemu spôsobu využívania vedeckých poznatkov v každodennom živote a spoločenskej zodpovednosti (Dragoş & Mih, 2015). Snaha o integráciu bádania do vyučovacieho procesu zvyšuje požiadavky na pregraduálnu prípravu učiteľov biológie, v rámci ktorej je potrebné venovať pozornosť spôsobom, akým možno integrovať bádanie do vyučovania prírodných vied, ako aj rozvíjaniu bádateľských zručností študentov tak, aby dokázali s istotou aplikovať svoje vedomosti a zručnosti pri projektovaní a realizovaní vyučovania. Preto cieľom výskumu bolo zistiť úroveň bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie po ukončení bakalárskeho stupňa štúdia, ktoré je zamerané najmä na získanie vedomostí z jednotlivých vedných disciplín biológie aj prostredníctvom realizácie vedeckého bádania. Na základe identifikácie nízkej úrovne bádateľských zručností možno upraviť nie len obsah štúdia odborných predmetov, ale v magisterskom stupni štúdia aj didaktickú prípravu študentov učiteľstva tak, aby si osvojili bádateľské zručnosti definované v Štátnom vzdelávacom programe biológie platnom v Slovenskej republike (Štátny pedagogický ústav, 2015c) na požadovanej úrovni. Realizáciou výskumu sme sa zamerali na zodpovedanie nasledujúcich výskumných otázok:

- Aká je úroveň bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie po ukončení bakalárskeho stupňa štúdia?
- Majú študenti učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom lepšie rozvinuté bádateľské zručnosti ako študenti v kombinácii so spoločenskovedným predmetom?

## 4 Metodológia

### 4.1 Výskumný súbor

Výskumný súbor tvorilo 87 študentov (76 žien a 11 mužov) na začiatku prvého ročníka magisterského stupňa štúdia učiteľstva biológie na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Títo študenti si zvolili dvojodborové štúdium biológie v kombinácii s predmetmi chémia ( $N = 23$ ), matematika ( $N = 3$ ), environmentálna výchova ( $N = 1$ ), geografia ( $N = 16$ ), slovenský jazyk ( $N = 11$ ), anglický jazyk ( $N = 6$ ), francúzsky jazyk ( $N = 1$ ), nemecký jazyk ( $N = 1$ ), španielsky jazyk ( $N = 1$ ), pedagogika ( $N = 4$ ), psychológia ( $N = 5$ ), občianska náuka ( $N = 5$ ), hudobná výchova ( $N = 1$ ), telesná výchova ( $N = 7$ ) alebo výtvarná výchova ( $N = 2$ ). Pre potreby výskumu sme výskumný súbor rozdelili do troch skupín na základe zaradenia druhého aprobačného predmetu do vzdelávacej oblasti podľa Štátneho vzdelávacieho programu platného v Slovenskej republike (Štátny pedagogický ústav, 2015c). Prvú skupinu tvorilo 27 študentov biológie v kombinácii s predmetom STEM, ktorý je možné zaradiť do vzdelávacích oblastí Človek a príroda a Matematika a práca s informáciami (predmety chémia, matematika a environmentálna výchova). Druhú skupinu tvorilo 29 študentov biológie v kombinácii s predmetmi zameranými na oblasť komunikácie, ktoré patria do vzdelávacej oblasti Človek a komunikácia (predmety anglický jazyk, francúzsky jazyk, nemecký jazyk, slovenský jazyk, španielsky jazyk, pedagogika a psychológia). Poslednú skupinu predstavovalo 31 študentov, ktorých druhý aprobačný predmet sa zameriava na spoločnosť a výchovu. Ten je možné zaradiť do vzdelávacích oblastí Človek a spoločnosť, Umenie a kultúra, Zdravie a pohyb (geografia, občianska náuka, hudobná výchova, telesná výchova, výtvarná výchova).

Všetci študenti zapojení do výskumu absolvovali odbornú pregraduálnu prípravu z biológie, ktorá zahŕňala aj cvičenia v špeciálnych laboratóriách a terénne práce zamerané na získanie a rozvoj zručností spojených s realizáciou základných vedeckých metód a postupov pri práci v biologickom laboratóriu a teréne. Študenti učiteľstva biológie v kombinácii s prírodovednými predmetmi na rozdiel od študentov študujúcich učiteľstvo biológie v kombinácii s humanitnými predmetmi absolvovali v rámci štúdia aj laboratórne cvičenia a terénne práce z druhého aprobačného predmetu, čo vedie k predpokladu, že mali viac príležitostí pre získanie a rozvoj zručností potrebných pre aplikáciu vedeckých metód a postupov pri riešení prírodovedných problémov.

### 4.2 Výskumný nástroj

Jedným z najčastejšie využívaných nástrojov na zistenie úrovne bádateľských zručností je test s otvorenými alebo uzavretými položkami, prípadne ich kombináciou. Na zistenie úrovne bádateľských zručností

študentov učiteľstva biológie v kombinácii s ďalšími predmetmi sme využili výskumný nástroj v podobe testu vlastnej konštrukcie. Test obsahoval výlučne uzavreté položky, nakoľko pri ich vyhodnocovaní sa znižuje subjektívna úloha hodnotiteľa, a teda vyhodnotenie takéhoto testu môžeme považovať za objektívnejšie. Na strane druhej, získaný výsledok z testu s uzatvorenými položkami môže byť ovplyvnený možnosťou uhádnutia správnej odpovede (Karolčík, 2012). Takto koncipovaný zároveň meria len deklaratívnu úroveň bádateľských zručností a nie ich hĺbku.

Pre test vlastnej konštrukcie sme sa rozhodli z dôvodu, že sme do jeho obsahu chceli zahrnúť zručnosti, ktorých rozvíjanie požaduje Štátny vzdelávací program platný v Slovenskej republike (Štátny pedagogický ústav, 2015c). Vytvára to predpoklad, aby aj učitelia, ktorí sú zodpovední za projektovanie a realizáciu vzdelávacieho procesu, mali tieto zručnosti na primeranej úrovni. Test sa zameriaval na bádateľské zručnosti v dvoch základných oblastiach bádateľských zručností:

- a) metódy a postupy prírodných vied, ktoré sú využívané v jednotlivých fázach bádania,
- b) integrácia vedy do rôznych oblastí ľudských činností a životných situácií.

Pri konštrukcii testu sme vychádzali z odporúčaní Wenninga (2007). V prvom kroku sme v skúmaných oblastiach vymedzili súbor jedenástich konkrétnych zručností (tab. 2), ktorými by učitelia biológie mali disponovať. Výber zručností bol limitovaný aj rozhodnutím, že test bude obsahovať len uzavreté položky. Následne sme skonštruovali uzavreté položky s jednou správnou odpoveďou. Na meranie každej zručnosti sme vytvorili dve položky, ktoré zahŕňali len príklady experimentov a situácií z biológie (Burns et al., 1985; Wenning, 2007; Hegedúsová, 2010; Gormally et al., 2012; Čipková et al., 2014; Pecníková, 2018). Pri formulácii jednotlivých položiek sme sa zamerali aj na problémy, ktoré vo svojom výskume identifikovali Čipková a Karolčík (2018).

**Tab. 2:** Skúmané bádateľské zručnosti

Oblasť	Zručnosť
Metódy a postupy prírodných vied	formulovať hypotézu (rozlíšiť výskumnú otázku a hypotézu, definovať premenné, určiť počet premenných)
	naplánovať postup (určiť premenné veličiny, rozlíšiť nezávislé a závislé premenné veličiny, určiť závislú premennú veličinu)
	zaznamenávať výsledky pozorovania a merania (konštruovanie tabuľky a grafu, označenie osí $x$ a $y$ na grafe)
	transformovať výsledky do štandardných foriem (určiť vhodný graf pre grafické znázornenie dát, určiť správny graf zobrazujúci hodnoty uvedené v tabuľke)
	formulovať závery (formulovať záver na základe údajov poskytnutých v tabuľke a v grafe)
	určovať vzťahy medzi premennými veličinami (na základe grafu určiť vzťah medzi premennými)
	realizovať výpočty (matematické zručnosti/aplikovanie priamej úmernosti pri výpočte, význam štatistiky/určiť štatistickú analýzu ako najvhodnejší spôsob overenia hypotézy)
	určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb pri meraní)
	zhodnotiť dôveryhodnosť literatúry (hodnotiť informácie zverejnené na webovej stránke, určiť faktor, podľa ktorého sa hodnotí dôveryhodnosť výskumu publikovaného v časopise)
Integrácia vedy do života	porozumieť prvkom výskumu a stanoviť ich vplyv na záver výskumu (hodnotiť štruktúru a veľkosť výskumnej vzorky, výber respondentov a zber dát)
	zhodnotiť správne a nesprávne použitie informácií (korektné použitie vedy pre spoločenské účely)

Administrovaný test obsahoval celkovo 22 uzavretých testovacích položiek s jednou správnou odpoveďou (obr. 1). Pre oblasť „Metódy a postupy prírodných vied“ bolo skonštruovaných 16 položiek a pre oblasť „Integrácia vedy do života“ 6 položiek. Súčasťou tvorby výskumného nástroja bol aj predvýskum, ktorého zámerom bolo overiť zrozumiteľnosť jednotlivých položiek testu. V priebehu predvýskumu bol test administrovaný vybranej malej skupine študentov s cieľom identifikácie položiek, ktorých nevhodná formulácia by mohla viesť k nesprávnej odpovedi. Táto skupina bola z následného testovania vylúčená. Na základe údajov z predvýskumu došlo k finálnej úprave testu. Test bol administrovaný študentom na úvodnom cvičení v rámci vyučovania povinného predmetu Didaktika školských pokusov z biológie na začiatku semestra 1. ročníka magisterského štúdia. Študenti neboli vopred oboznámení o testovaní. Administrácia testu trvala 45 minút. Za správnu odpoveď bol udelený jeden bod a za nesprávnu odpoveď nula bodov.

Reliabilitu administrovaného testu sme zisťovali prostredníctvom Kuder-Richardsonovho vzorca č. 20 (KR20), ktorý je vhodný pre dichotomické položky (Kuder & Richardson, 1937). Reliabilita dosiahla hodnotu 0,573 a podľa autorov Christmann a Van Aelst (2006) môžeme administrovaný výskumný nástroj považovať za spoľahlivý. Validita testu bola zabezpečená posúdením tromi expertmi (Prokša et al., 2008).

17. Zaujíma nás, či konzumácia kávy zvyšuje krvný tlak a ak áno, či sa krvný tlak zvýši rovnako u človeka, ktorý pravidelne pije kávu alebo iné kofeínové nápoje ako u človeka, ktorý tieto nápoje vôbec nepije. Pre zistenie tejto závislosti sme uskutočnili meranie. Krvný tlak vyjadrujú dve hodnoty, a to systolický tlak (srdcový sval sa stiahne a krv je vypudzovaná zo srdca) a diastolický tlak (srdcový sval sa uvoľní a srdce sa naplňa krvou). Označte tabuľku, ktorá je vhodná pre zaznamenanie údajov.

- a) Tabuľka A
- b) Tabuľka B
- c) Tabuľka C
- d) Tabuľka D

**A**

	Krvný tlak [mmHg]	
	Pravidelný konzument kávy	Nekonzument kávy
Pred vypitím kávy		
Po vypití kávy		

**B**

	Krvný tlak [mmHg]	
	Pravidelný konzument kávy	Nekonzument kávy
Systolický tlak		
Diastolický tlak		

**C**

	Krvný tlak [mmHg]	
	Systolický tlak	Diastolický tlak
Pred vypitím kávy		
Po vypití kávy		

**D**

	Krvný tlak [mmHg]	
Pred vypitím kávy		
Po vypití kávy		

**E**

Krvný tlak [mmHg]		Konzument kávy	Nekonzument kávy
	Systolický tlak		
	Diastolický tlak		

Obr. 1: Ukážka testovacej položky

### 4.3 Analýza získaných dat

V rámci analýzy sme výskumný súbor rozdelili na tri výskumné podsúbory. Na zistenie normality sme využili Shapiro-Wilkov test. Na základe testu normality sme pre porovnanie výsledkov využili analýzu rozptylu (ANOVA), ktorá testuje, či sa priemery závislej premennej štatisticky významne líšia medzi tromi a viac skupinami. Neparametrickou alternatívou analýzy rozptylu je Kruskal-Wallisov test, ktorý testuje zhodu výberových distribučných funkcií porovnávaných súborov s tým, že kľúčovým predpokladom je nezávislosť pozorovaných hodnôt (Anděl, 2005).

## 5 Výsledky

### 5.1 Úroveň bádateľských zručností študentov

Celkové skóre, ktoré mohli študenti v teste získať, bolo 22 bodov. Maximálne dosiahnuté skóre bolo 21 bodov a minimálne 8 bodov. Medián aj priemer boli na úrovni 15 bodov ( $SD = 2,99$ ).

Percentuálne lepšie skóre dosiahli študenti v rámci oblasti integrácie vedy do života ( $I = 75 \%$ ), ako v oblasti metódy a postupy prírodných vied ( $I = 66 \%$ ). Tieto zručnosti sú úzko spojené so schopnosťou jednotlivca robiť informované osobné rozhodnutia o veciach, ktoré zahŕňajú vedu (ako napr. zdravie, ochrana prostredia a pod.) a čítať, porozumieť a kriticky hodnotiť vedecké informácie publikované v časopisoch a médiách.

Z hľadiska hodnotenia jednotlivých zručností (tab. 3) dosiahli študenti najlepšie skóre pri realizácii výpočtov ( $I = 97 \%$ ), kedy sa od nich vyžadovalo využitie matematických zručností (položka 6) a základov štatistiky (položka 11) a pri hodnotení správneho a nesprávneho použitia informácií ( $I = 81 \%$ ). Naopak, najnižšie skóre dosiahli pri položkách zameraných na problematiku naplánovania postupu ( $I = 46 \%$ )

**Tab. 3:** Úspešnosť študentov v sledovaných oblastiach bádateľských zručností

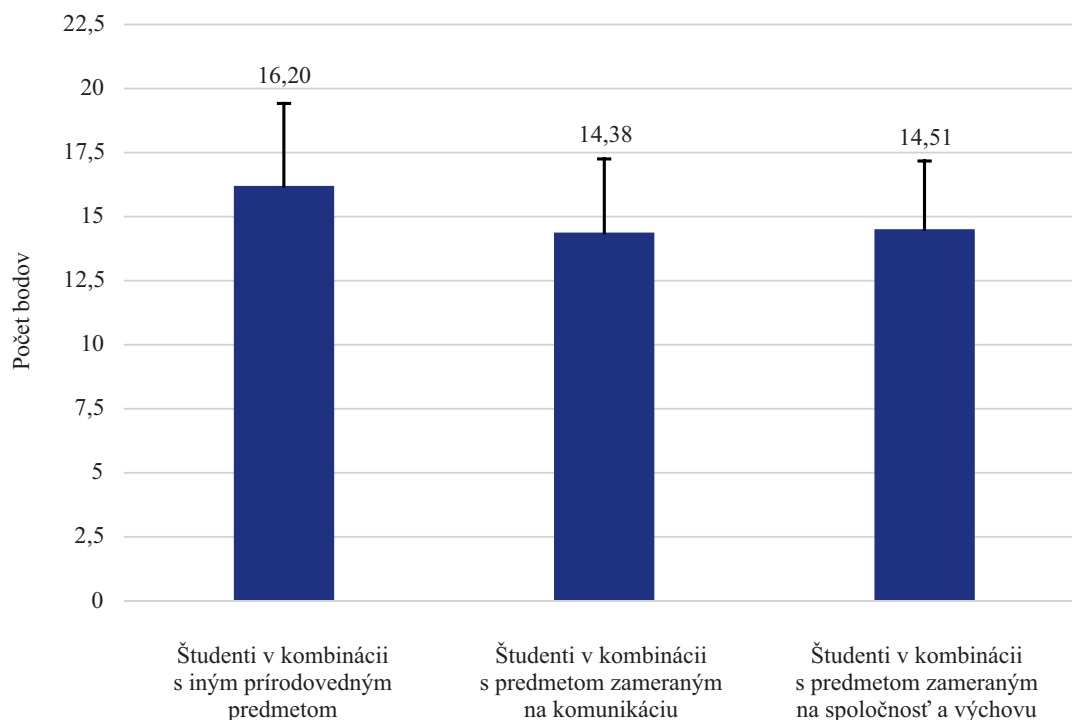
Oblasť	Zručnosť	Položka	Úspešnosť pre položku (%)	Úspešnosť pre spôsobilosť (%)	Úspešnosť pre oblasť (%)	
Metódy a postupy prírodných vied	1	Naplánovať postup	3	46	46	
			14	46		
	2	Formulovať hypotézu	2	79	70	
			18	60		
	3	Zaznamenávať výsledky pozorovania a merania	5	89	70	
			17	52		
	4	Transformovať výsledky do štandardných foriem	4	69	60	
			19	51		
5	Formulovať závery	8	45	61	66	
		20	77			
6	Realizovať výpočty	6	97	97		
		11	98			
7	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami	10	75	77		
		15	79			
8	Určovať presnosť experimentálnych dát	1	36	46		
		22	56			
Integrácia vedy do života	9	Zhodnotiť správne a nesprávne použitie informácií	9	77	81	
			21	86		
	10	Zhodnotiť dôveryhodnosť literatúry	16	94	74	75
			12	53		
11	Porozumieť prvkom výskumu a stanoviť ich vplyv na záver výskumu	7	84	68		
		13	53			

a určovanie presnosti experimentálnych dát ( $I = 46\%$ ), kedy mali študenti problém s výberom faktorov, ktoré ovplyvňujú výsledok experimentu (položka 1). Položky zamerané na naplánovanie postupu boli koncipované do podoby úloh, v ktorých študenti na základe opisu experimentu mali zvoliť závislú premennú z ponúknutých možností (položky 3 a 14). Študenti pri oboch položkách vo väčšine prípadov zvolili odpoveď, ktorá predstavovala nezávislú premennú. Získané údaje nás vedú k záveru, že študenti majú pri experimente problém s rozlíšením závislej a nezávislej premennej.

Každý z vybraných zručností v teste boli priradené dve testovacie položky. Ako vyplýva z údajov v tab. 3, pri niektorých zručnostiach sme zaznamenali značnú variabilitu medzi položkami. Ako príklad môžeme uviesť zručnosť v oblasti zaznamenávania výsledkov pozorovania a merania. V tomto prípade študenti pri položke 5 zameranej na označenie veličín v grafe dosiahli úspešnosť 89 %, zatiaľ čo pri položke 17 orientovanej na výber vhodnej tabuľky na zaznamenanie údajov z výskumu (obr. 1) dosiahli úspešnosť 52 %. Najvýraznejšiu variabilitu v rámci dvoch testovacích položiek sme zaznamenali pri zručnosti zhodnotiť dôveryhodnosť literatúry. V prvej položke (položka 16), pri ktorej mali študenti vybrať, či uvedené informácie z internetu sú dostatočne relevantné, uviedlo správnu odpoveď 94 % študentov. Tento výsledok považujeme za dobrý, nakoľko väčšina študentov dokázala kriticky zhodnotiť správnosť či nesprávnosť použitia vedeckých informácií pre spoločenské účely. Na druhú položku (položka 12) správnu odpoveď uviedlo len 53 % študentov. Študenti mali vybrať, ktorý faktor je významný z hľadiska posúdenia dôveryhodnosti textu publikovaného v časopise alebo v médiách. Na základe analýzy položky sme zistili, že študenti hodnotia dôveryhodnosť textu predovšetkým na základe prítomnosti odkazov na iné zdroje literatúry a nie na základe recenzie článku nezávislými odborníkmi.

## 5.2 Úroveň bádateľských zručností študentov vzhľadom na druhý aprobačný predmet

Pri analýze získaných údajov sme sa zamerali aj na porovnanie rozdielov v úrovni bádateľských zručností študentov biológie z hľadiska ich druhého aprobačného predmetu. Kým skupina študentov v kombinácii s iným prírodovedným predmetom získala v priemere 16,22 bodov ( $SD = 3,21$ ), tak študenti v kombinácii s predmetom zameraným na spoločnosť a výchovu 14,51 ( $SD = 2,63$ ) a skupina študentov v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu 14,38 bodov ( $SD = 2,90$ ) (graf 1). Štatistická analýza prostredníctvom Kruskal-Wallisovho testu potvrdila štatisticky významné rozdiely medzi jednotlivými skupinami pri hladine spoľahlivosti 95,0 % ( $KW = 7,41$ ;  $p = 0,025$ ). Následný post hoc test ukázal, že študenti učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom riešili test štatisticky významne lepšie ako študenti učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na spoločnosť a výchovu a s predmetom zameraným na komunikáciu.



**Graf 1:** Priemerný počet bodov v podskupinách výskumného súboru

Analýza položiek zoskupených do oblasti metódy a postupy prírodných vied ( $KW = 7,05$ ;  $p = 0,029$ ) a integrácia vedy do života ( $KW = 7,04$ ;  $p = 0,03$ ) poukázala na štatisticky významné rozdiely medzi podskupinami výskumného súboru. V prípade integrácie vedy do života sme zistili, že študenti učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom riešili položky uvedenej oblasti štatisticky významne lepšie ako študenti učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na spoločnosť a výchovu. Úspešnosť študentov v kombinácii s prírodovedným predmetom bola 53 %, úspešnosť študentov v kombinácii s predmetom zameraným na spoločnosť a výchovu bola 36 %. Pri oblasti metódy a postupy prírodných vied sme zaznamenali štatisticky významné rozdiely v prípade skupiny študentov učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom a skupiny študentov učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu, ktoré boli v prospech prvej uvedenej skupiny. Študenti v kombinácii s iným prírodovedným predmetom dosiahli percentuálnu úspešnosť 56 % a študenti v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu 37 %.

Pri porovnaní výsledkov riešenia položiek testu zoskupených do skúmaných zručností sme zistili štatisticky významné rozdiely medzi študentami pri dvoch skúmaných zručnostiach (tab. 4).

**Tab. 4:** Štatistické vyhodnotenie jednotlivých zručností

Oblasť	Zručnosť	Študenti v kombinácii s iným prírodovedným predmetom			Študenti v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu			Študenti v kombinácii s predmetom zameraným na spoločnosť a výchovu			test ( $F/KW$ )	$p$
		$I$ (%)	$X$	$SD$	$I$ (%)	$X$	$SD$	$I$ (%)	$X$	$SD$		
Metódy a postupy prírodných vied	1	48	1,52	0,51	40	1,24	0,79	44	1,42	0,56	1,57	0,456
	2*	53	1,26	0,94	36	0,62	0,78	44	0,90	0,87	3,83	0,026
	3	43	1,41	0,50	47	1,45	0,69	42	1,35	0,61	0,65	0,721
	4	43	1,19	0,56	44	1,17	0,71	45	1,23	0,69	0,06	0,946
	5	52	1,44	0,75	44	1,24	0,69	37	1,00	0,73	5,73	0,057
	6	43	1,52	0,64	44	1,55	0,57	45	1,55	0,68	0,10	0,949
	7	45	1,96	0,19	47	2,00	0,00	41	1,87	0,34	4,85	0,089
	8*	56	1,30	0,67	35	0,62	0,62	42	0,87	0,76	6,83	0,002
Integrácia vedy do života	9	47	1,56	0,51	49	1,62	0,49	37	1,26	0,68	5,16	0,076
	10	42	1,33	0,62	41	1,28	0,70	48	1,58	0,63	0,82	0,443
	11	45	1,67	0,48	45	1,66	0,48	42	1,58	0,56	0,30	0,860

\* $p < 0,05$  (štatisticky významný rozdiel)



Prvá skúmaná zručnosť (zručnosť 2, položky 2 a 18), pri ktorej sme zaznamenali štatisticky významné rozdiely, sa zameriavala na problematiku plánovania postupu experimentu s ohľadom na schopnosť identifikovať závislé a nezávislé premenné veličiny ( $F = 3,83$ ,  $p = 0,026$ ). Následný post hoc test ukázal štatisticky významný rozdiel medzi študentmi učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom, kde správnu odpoveď uviedlo 53 %, a skupinou študentov učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu, v ktorej správne odpovedalo 36 % opýtaných.

Druhá zručnosť (zručnosť 8) so zaznamenaným štatisticky významným rozdielom skúmala zručnosť študentov určovať presnosť experimentálnych dát s cieľom identifikácie možných zdrojov chýb ( $F = 6,83$ ,  $p = 0,002$ ). Položky 10 a 21 boli skonštruované do podoby úloh, pri ktorých študenti identifikovali faktory, ktoré determinovali výsledky realizovaného experimentu. Štatisticky významný rozdiel sme zaznamenali v prípade študentov učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom ( $I = 56$  %) a študentov učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu ( $I = 35$  %).

## 6 Diskusia

Niektoré výskumy (napr. Melville et al., 2017; Duncan et al., 2010) naznačujú, že implementácia bádateľsky orientovaného vyučovania do vzdelávania je priamo závislá od bádateľských zručností učiteľa a jeho vlastných skúseností s bádáním. Rozvoj bádateľských zručností nie je možné zabezpečiť prostredníctvom ojedinele implementovaných vzdelávacích aktivít, ale systematickým a cieľovým plánovaním praktických cvičení, pri ktorých má vzdelávaný možnosť využívať metódy a postupy vedeckej práce a dostáva priestor na integráciu získaných vedeckých poznatkov do praktického života. S ohľadom na túto skutočnosť je vhodné, aby študenti učiteľstva biológie v priebehu svojej prípravy na pedagogickú prax dostali priestor na rozvíjanie bádateľských zručností prostredníctvom realizácie vedeckého bádania. Práve prakticky nadobudnuté skúsenosti s vedeckým bádáním môžu nie len rozvíjať bádateľské zručnosti študentov učiteľstva, ale aj ich postoje k takémuto spôsobu projektovania a realizácie vzdelávacieho procesu.

Výsledky realizovaného výskumu poukázali na nedostatočnú úroveň bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie na Prírodovedeckej fakulte UK, čo potvrdzuje zistenia výskumov realizovaných v predchádzajúcom období na vzorke študentov učiteľstva prírodných vied (Silay & Çelik, 2013; Çelik, 2014; Suwono, 2016; Čipková & Karolčík, 2018). Problémy študentov sme identifikovali najmä s riešením úloh zameraných na plánovanie postupu, určovanie presnosti experimentálnych dát, transformovanie výsledkov do štandardných foriem a formulovanie záverov. Z hľadiska bádateľsky orientovaného vyučovania ide o kľúčové zručnosti a ich nízka úroveň môže negatívne ovplyvňovať implementáciu tejto koncepcie do vyučovania prírodovedných predmetov. Suwono (2016) na základe získaných výsledkov zistil, že študenti majú najväčšie problémy s interpretáciou získaných dát. Na základe nami získaných výsledkov môžeme konštatovať, že študenti učiteľstva biológie na Prírodovedeckej fakulte UK riešili úlohy spojené s formuláciou záverov na priemernej úrovni. Percentuálne najvyššie skóre sme, podobne ako Čipková a Karolčík (2018), zaznamenali pri úlohách zameraných na matematické zručnosti a pochopenie nevyhnutnosti štatistického spracovania dát.

Zistenia výskumu naznačujú, že existujú štatisticky významné rozdiely v úrovni bádateľských zručností medzi študentmi učiteľstva biológie na Prírodovedeckej fakulte UK v závislosti od druhého aprobačného predmetu. Na rozdiel od výskumu Čipkovej a Karolčíka (2018) sme zistili, že študenti učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom dosiahli štatisticky významne lepšie výsledky v oblasti integrácie vedy do života a využívania metód a postupov prírodných vied v porovnaní so študentmi učiteľstva biológie v kombinácii s predmetom zameraným na komunikáciu a na spoločnosť a výchovu. Vyššia úspešnosť riešenia úloh u študentov učiteľstva biológie v kombinácii s iným prírodovedným predmetom môže byť ovplyvnená rozvíjaním zručností spojených s využívaním metód a postupov prírodných vied v rámci pregraduálnej prípravy v oboch študovaných odborných predmetoch. K rovnakému názoru dospeli aj Erkol a Ugulu (2014), ktorí navrhujú do pregraduálnej prípravy študentov učiteľstva biológie zaradiť prvky argumentácie, pozorovania a experimentovania, ktoré by vo väčšej miere podporili rozvoj bádateľských zručností študentov v kombinácii s humanitným predmetom.

## 7 Záver

Na podklade výsledkov výskumu zameraného na jedenásť vybraných bádateľských zručností z oblasti integrácie vedy do života a metód a postupov prírodných vied sme zistili niekoľko problémových oblastí z hľadiska úrovne bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie na Prírodovedeckej fakulte UK po ukončení bakalárskeho stupňa štúdia. Za najvýraznejší problém môžeme považovať nízku úroveň zručností spojených s plánovaním postupu a určovaním presnosti experimentálnych dát. Pomerne nízku úroveň sme zaznamenali aj v zručnostiach spojených s transformáciou výsledkov do tabuľky alebo grafu a formuláciou

záverov. Na druhej strane, študenti majú pomerne dobre rozvinuté zručnosti spojené s realizáciou výpočtov, ako aj zručnosti zamerané na správne a nesprávne použitie vedeckých informácií. Príčin pomerne nízkej úrovne rozvoja skúmaných bádateľských zručností študentov môže byť viacero. Jednou z nich môže byť aj absencia vedeckého bádania a systematického plánovania, realizovania a hodnotenia bádateľských aktivít v odbornej pregraduálnej príprave študentov učiteľstva na bakalárskom stupni štúdia.

Nízka úroveň zručností spojených metódami a postupmi prírodných vied, a to najmä pri plánovaní a realizácii výskumu, pretrváva u študentov aj v magisterskom stupni štúdia (Čipková & Karolčík, 2018), ktoré je svojim obsahom zamerané na získanie didaktických zručností a poskytuje veľmi málo priestoru na rozvíjanie vlastných bádateľských zručností študentov. Práve prostredníctvom systematického rozvoja bádateľských zručností v pregraduálnej príprave môžeme docieľať nie len zvýšenie úrovne bádateľských zručností učiteľov, ale aj podporiť ich záujem o využívanie bádania v rámci svojej budúcej praxe. Banchi a Bell (2008) zdôrazňujú, že študenti potrebujú zažiť vedu prostredníctvom priamej skúsenosti, dôsledným precvičovaním bádateľských zručností a hľadaním hlbšieho porozumenia prírodovedného obsahu prostredníctvom skúmania.

## 8 Limity výskumu

Musíme zdôrazniť, že dáta v našom výskume boli získané len z jednej univerzity na Slovensku, preto aj výskumnú vzorku tvoril pomerne malý výskumný súbor študentov prvého ročníka magisterského stupňa štúdia učiteľstva biológie v kombinácii ( $N = 87$ ). To nám neumožňuje generalizovať naše zistenia pre všetkých študentov učiteľských programov biológie v kombinácii s iným predmetom na slovenských vysokých školách.

## Literatúra

- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(4), 295–317.
- Anděl, J. (2005). *Základy matematické statistiky*. Praha: Matfyzpress.
- Balogová, B., & Ješková, Z. (2016). Analýza bádateľských aktivít. *Tvorivý učiteľ fyziky*, 8(1), 14–21.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29. <http://www.jstor.org/stable/43174976>
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169–177.
- Çelik, P. (2014). Classroom strategies of Turkish EFL teachers in managing cultural diversity. In P. Romanowski (Ed.), *Intercultural issues in the era of globalization* (pp. 32–46). Wydawnictwo Naukowe, University of Warsaw.
- Čipková, E., Balážová, Z., & Karolčík, Š. (2017a). Rozvíjanie prírodovednej gramotnosti žiakov gymnázia prostredníctvom bádateľského orientovaného vyučovania. *Biologie – Chemie – Zeměpis*, 26(2), 2–10.
- Čipková, E., Karolčík, Š., & Žarnovičan, H. (2014). *Bádateľsky orientované vyučovanie s využitím počítačom podporovaného prírodovedného laboratória*. Univerzita Komenského.
- Čipková, E., & Karolčík, Š. (2018). Assessing of scientific inquiry skills achieved by future biology teachers. *Chemistry – Didactics – Ecology – Metrology*, 23(1–2), 71–80. <https://doi.org/10.1515/cdem-2018-0004>
- Čipková, E., Karolčík, Š., Sládková, K., & Ušáková, K. (2018). What is the level of scientific literacy among geography students studying bachelor's studies in natural sciences?. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(4), 295–310. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1389044>
- Čipková, E., Karolčík, Š., & Vörösová, N. (2017b). Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie – Chemie – Zeměpis*, 26(3), 24–34.
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific literacy in school. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 209, 167–172.
- Duncan, R., Pilitsis, V., & Piegario, M. (2010). Development of preservice teachers' ability to critique and adapt inquiry-based instructional materials. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 81–102. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9153-8>
- Erkol, S., & Ugulu, I. (2014). Examining biology teachers candidates' scientific process skill levels and comparing these levels in terms of various variables. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116(1), 4742–4747. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1019>

- European Commission. (2007). *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission.
- 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. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439. <https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464>
- Fuhrman, M. (1978). *Development of a laboratory structure and task analysis inventory and an analysis of selected chemistry curricula* [Unpublished master's thesis]. University of Iowa.
- García-Carmona, A., Criado, A. M., & Cruz-Guzmán, M. (2017). Primary pre-service teachers' skills in planning a guided scientific inquiry. *Science Education*, 47(5), 989–1010. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9536-8>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Gunckel, K. (2011). Mediators of a preservice teacher's use of the inquiry-application instructional model. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), 79–100. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9223-y>
- Hegedúsová, R. (2010). *Návrh didaktického manuálu k učivu „Život a voda“ pre 1. ročník gymnázií*. Prirodovedecká fakulta UK.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Christmann, A., & Van Aelst, S. (2006). Robust estimation of Cronbach's alpha. *Journal of Multivariate Analysis*, 97(7), 1660–1674. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2005.05.012>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016). Hodnotenie bádatelských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in educatione*, 7(2), 48–70. <https://doi.org/10.14712/18047106.350>
- Karolčík, Š. (2012). *Základy tvorby a využitia didaktických testov a interaktívnych cvičení vo vyučovaní geografie*. Univerzita Komenského.
- Kekule, M., Žák, V., Ješková, Z., & Kimáková, K. (2017). Gender differences when assessing the impact of inquiry-based science education. *The New Educational Review*, 48(2), 100–114. <https://doi.org/10.15804/tner.2017.48.2.08>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Kuder, G. F., & Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2(3), 151–160.
- Ladachart, L., & Yuenyong, Ch. (2015). Scientific inquiry as a means to develop teachers' and supervisors' scientific literacy. *Social Science Asia*, 1(1), 60–73. <https://doi.org/10.14456/ssa.2015.14>
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Melville, W., Fazio, X., Bartley, A., & Jones, D. (2017). Experience and reflection: Preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), 477–494. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9104-9>
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Orwat, K., Bernard, P., & Dudek, K. (2014). Inquiry based science education – bringing theory to practice. In *Science and Technology Education for 21st Century. 9th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe* (pp. 225–238). Gaudeamus.
- Pecníková, K. (2018). *Hodnotenie spôsobilostí vedeckej práce žiakov*. PriF UK v Bratislave.
- Prokša, M., Held, L., Haláková, Z., Tóthová, A., Orolínová, M., Urbanová, A., & Žoldošová, K. (2008). *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Univerzita Komenského.
- Radvanová, S., Čížková, V., & Martínková, P. (2019). Hodnocení badatelského přístupu v biologii z pohledu učitelů a žáků gymnázií. *Scientia in educatione*, 10(1), 51–67. <https://doi.org/10.14712/18047106.1256>
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 559–572). Routledge.
- Rokos, L., & Vomáčková, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in educatione*, 8(1), 32–45. <https://doi.org/10.14712/18047106.365>

- Ryplová, R., & Řeháková, J. (2011). Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika*, 6(3), 1–9. <https://doi.org/10.14712/18023061.65>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Schwartz, R. S., & Crawford, B. A. (2004). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science. In L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Science & Technology Education Library* (pp. 331–355). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_16)
- Silay, I., & Çelik, P. (2013). Evaluation of scientific process skills of teacher candidates. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 106(1), 1122–1130. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.126>
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Orosová, R. (2017). Příprava budoucích učitelů chemie pro badatelsky orientovanou výučbu. *Edukácia*, 2(1), 250–262.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře* (s. 129–135). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- Suwono, H. (2016). The scientific literacy level of first and third year biology student teachers: A comparative study. In *Proceedings of the 4th International Conference of Science Educators and Teachers* (pp. 1–9). Science Education Association (Thailand).
- Škoda, J., Doulik, P., Bílek, M., & Šimonová, I. (2015). The effectiveness of inquiry based science education in relation to the learners' motivation types. *Journal of Baltic Science Education*, 14(6), 791–803.
- Štátny pedagogický ústav. (2015a). *Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ*. Dostupné z [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/svp\\_nsv\\_6\\_2\\_2015.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/svp_nsv_6_2_2015.pdf)
- Štátny pedagogický ústav. (2015b). *Inovovaný ŠVP pre gymnáziá so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom*. [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/statny\\_vzdel\\_program\\_pre\\_gymnazia.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/statny_vzdel_program_pre_gymnazia.pdf)
- Štátny pedagogický ústav. (2015c). *Biológia – gymnázium so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom*. Dostupné z [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia\\_g\\_4\\_5\\_r.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia_g_4_5_r.pdf)
- Trna, J., & Trnová, E. (2016). Pre-service teacher experience with inquiry-based science education. In *INTED2016 Proceedings, 10th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 6375–6381). INTED. <https://doi.org/10.21125/inted.2016.0496>
- Vácha, Z., & Ditrich, T. (2016). Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in educatione*, 7(1), 65–79. <https://doi.org/10.14712/18047106.293>
- van der Berg, E. (2013). The PCK of laboratory teaching: Turning manipulation of equipment into manipulation of ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92. <https://doi.org/10.14712/18047106.86>
- Walag, A. M. P., Fajardo, M. T. M., Bacarrisas, P. G., & Guimary, F. M. (2020). Are our science teachers scientifically literate? An investigation of science teachers' literacy in Cagayan de Oro City, Philippines. *Science International – Lahore*, 32(2), 179–182. Dostupné z [https://www.academia.edu/42686662/Are\\_Our\\_Science\\_Teachers\\_Scientifically\\_Literate\\_An\\_Investigation\\_of\\_Science\\_Teachers\\_Literacy\\_in\\_Cagayan\\_de\\_Oro\\_City\\_Philippines](https://www.academia.edu/42686662/Are_Our_Science_Teachers_Scientifically_Literate_An_Investigation_of_Science_Teachers_Literacy_in_Cagayan_de_Oro_City_Philippines)
- Wenning, C. J. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2(3), 3–12.
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21–24.
- Wenning, C. J. (2012). Levels of inquiry: Using inquiry spectrum learning sequences to teach science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(3), 11–20.