

Pedagogický výzkum jako součást kvalifikačních prací studentů učitelství biologie

Vanda Janštová, Petr Novotný

Abstrakt

Opakovaně se objevují apely, že škola má žáky vést ke kritickému myšlení, práci s literárními zdroji, badatelsky orientované výuce a plánování experimentů. Těmi, kdo má tyto přístupy a metody zprostředkovávat, jsou učitelé. Je proto důležité, aby budoucí učitelé rozeznávali důvěryhodné zdroje literatury, kriticky vyhodnocovali informace a v neposlední řadě měli správnou představu o tom, jak probíhá pedagogický výzkum. I když není nutné, aby jej učitelé z praxe přímo prováděli, je vhodné, aby znali metody a trendy, které jim pomohou aktualizovat a zefektivnit výuku. Myslíme si, že jednou z možných cest jak získat představu o úspěchu přípravy učitelů v naznačených doménách, je analýza kvalifikačních prací studentů učitelství. Provedli jsme proto kvalitativní analýzu všech prací obhájených na našich domovských katedrách za poslední tři roky ($n = 199$) doplněnou o porovnání mezi absolventy dvou kateder, které se věnují přípravě budoucích učitelů biologie na Univerzitě Karlově. Pedagogický výzkum obsahovalo 60 prací, absolventi k získání dat nejčastěji volili dotazník, který ale často nebyl pilotně ověřen, nebyla zjišťována reliabilita ani validita. V řadě prací chyběly údaje o výběru respondentů. Absolventi obou kateder se lišili mj. v míře použití induktivní statistiky. Zjištění jsou dále diskutována.

Klíčová slova: příprava učitelů, biologie, závěrečné práce, absolventská práce, kvalifikační práce.

Pedagogical Research as a Part of Pre-service Biology Teachers' Theses

Abstract

We are hearing many recommendations to teach critical thinking, work with different sources of information, inquiry based teaching and experiment planning. Because the teacher is supposed to transmit these skills to his/her students, it is crucial pre-service teachers should be able to recognize credible sources of information, be critical about information gained and have an idea how pedagogical research is conducted. Although it is not necessary that in-service teachers conduct research, they should know trends which help them to keep their teaching up to date and effective. We conducted a content analysis to find out the focus of pre-service biology teachers' theses, because we believe such analysing is one of possible ways how to gain an idea about success of pre-service teachers' preparation. We analysed all theses ($n = 199$) defended at our home departments in last three years and compared the theses of pre-service teachers from each faculty. Pedagogical research was a part of 60 theses, the most frequently used tool for acquiring data was a questionnaire. A number of theses failed to describe respondent selection. Pre-service teachers from the two departments differed e.g. in the extent of inductive statistics usage. Results are discussed and steps to improve suggested.

Key words: pre-service teacher education, biology, thesis.

ÚVOD

Je celospolečensky řešenou otázkou, které dovednosti a znalosti by si měli osvojit absolventi základních a středních škol, potažmo budoucí učitelé těchto absolventů. Obecně panuje shoda v tom, že absolventi i učitelé základních škol by měli být schopni se rozhodnout na nejen základě biologických znalostí, ale i kritického zhodnocení informací (Papáček, 2010; Vohra, 2000; Younès, 2000).

Při výuce přírodních věd často není věnován dostatek prostoru plánování a vyhodnocování pokusů, objevování a bádání žáků a nejsou zdůrazněny souvislosti s každodenním životem žáků (Rennie, Goodrum & Hackling, 2001). Žáci pak tyto předměty mohou snáze vnímat jako nudné (Goodrum, Rennie & Hackling, 2001) a obtížné (Lyons, 2006), což je případ i České republiky (Bílek, 2008). Byla navrhována řešení, která jsou proveditelná a vhodná pro české prostředí, jako je například využívání badatelsky orientovaného vyučování (Papáček, 2010), tedy získání nových znalostí objevováním (Bílek, 2008), využívání problémových úloh (Čížková, 2002), přírodnin a živých organismů (Chudá, 2007), práce s literárními zdroji a kritické myšlení, například prostor pro řízenou diskuzi (Bílek, 2008; Lyons, 2006; Scharfenberg & Bogner, 2011), či vztahení ke každodennímu životu žáků a jejich koníčkům (Chalupková & Demkanin, 2011). Možnost zatraktivnění učiva nabízí také využití multimédií ve výuce (Odcházellová, 2014). Výše zmíněné přístupy při správném provedení podporují aktivní roli žáka, což je nutný předpoklad efektivní výuky (Armbruster, Patel, Johnson & Weiss, 2009). Na základě šetření PISA¹ je bohužel zřejmé, že v průběhu posledních let (mezi lety 2006 a 2015) došlo ke zhoršení přírodovědné gramotnosti žáků, konkrétně zejména schopnosti naplánovat pokus a následně vyhodnotit výsledky a vyvodit z nich závěry (Česká školní inspekce, 2015). Je tedy otázkou, nakolik jsou výše zmíněné postupy používány učiteli ve výuce. Výzkumníci se na šetření PISA naopak zaměřují čím dál tím více, jak ukazují Hopfenbeck et al. (2017), a výsledky nejsou brány na lehkou váhu. Například v sousedním Německu na základě výsledků šetření PISA přehodnocují kurikulum, došlo i ke změně politického a akademického diskurzu (Ertl, 2006). Obdobně své výsledky sledují a vyvozují z nich důsledky i další země včetně úspěšného Finska (Schatz, Popovic & Dervin, 2017) a mimoevropských států jako Japonsko (Tasaki, 2017) nebo Čína (Tan, 2017).

Je nesporné, že pokud si tyto výzkumné přístupy mají osvojit žáci, musí je v první řadě ovládat učitelé z praxe, potažmo budoucí učitelé (Hine, 2013; Koenig, Schen & Bao, 2012). Je na místě zkoumat, zda jsou studenti učitelství v průběhu studia seznámeni např. s plánováním, provedením a vyhodnocením výzkumu či s uspořádáním pokusů. Kromě absolvování předmětů, které svým obsahem pokrývají tyto problematiky, je další příležitostí, jak si osvojit dovednosti experimentovat a obecně pracovat se zdroji a kriticky myslet, vypracování absolventské (bakalářské a magisterské) práce. Kvalifikační práce pak demonstruje úroveň dovedností, již absolvent v rámci studia dosáhl, a přímo se nabízí pro zhodnocení a reflexi přípravy učitelů. Zahraniční autoři zároveň upozorňují na fakt, že učitelé musí analyzovat výukové situace, přizpůsobovat metody a formy výuky individualitě žáků a stále se měnícím požadavkům společnosti. Je proto s výhodou, pokud jsou schopni provádět výzkum v malém měřítku svých tříd, což napomůže zvýšit kvalitu jejich výuky (Lamanauskas & Augienė, 2016; Taber, 2010). „Učitel výzkumník“ se stává synonymem pro „učitele profesionála“, který se sám stále učí (Fueyo & Koorland, 1997). Lamanauskas a Augienė (2016) ukázali, že výzkum je zásadní součástí přípravy budoucích učitelů

¹Programme for International Student Assessment

přírodovědných předmětů na jejich povolání. Je zajímavé, že důležitost výzkumu pro svůj profesionální i osobní rozvoj vnímali i studenti učitelství. Účast pregraduálních studentů ve výzkumu obecně zvýšila pravděpodobnost, že výzkum využijí i ve své profesi i samostatnost a motivaci studentů k dalšímu studiu (Lopatto, 2007).

Kvalita přípravy učitelů a pedagogického výzkumu je aktuálním tématem posledních let. Rozvoj pedagogického výzkumu i v rámci přípravy budoucích učitelů je důležitý i proto, že ze studentů učitelství se také často rekrutují studenti postgraduálních didakticky zaměřených oborů (v případě didaktiky biologie obor Vzdělávání v biologii), kteří jsou budoucími výzkumníky na poli oborových didaktik a rozvíjí poznání daného oboru (Papáček et al., 2015; Čížková, Kubiátko, Petr & Závodská, 2015; Pavlasová, 2015). Na to, že potřeba kultivace pedagogického výzkumu je vnímána i dalšími autory ukazuje fakt, že v posledních letech můžeme i v českých odborných periodických nalézt metodicky zaměřené příspěvky (např. Soukup, 2016; Soukup & Kočvarová, 2016; Soukup & Rabušic, 2007), které bezesporu mohou napomoci vyšší kvalitě pedagogického výzkumu obecně.

Tato práce je popisná, klade si za cíl seznámit čtenáře se stavem problematiky a ideálně doplnit odbornou diskuzi na téma kvality kvalifikačních prací studentů učitelství biologie, která byla v českém prostředí zahájena pracemi Pavlasové (2015), Kroufka (2016) a Hybšové (2017). Jejich práce byly nicméně zaměřeny na specifické okruhy absolventů, v případě Pavlasové (2015) na disertační práce zaměřené na didaktiku biologie, Kroufek (2016) analyzoval kvalifikační práce budoucích učitelů mateřských škol. Hybšová (2017) se podrobně zaměřila na analýzu těch prací, které obsahovaly kvantitativní výzkum. Disertační práce zaměřené na didaktiku chemie a fyziky byly analyzovány Ruskem (2015), resp. Žákem (2015).

VÝZKUMNÉ OTÁZKY

V rámci studie jsme chtěli zodpovědět následující výzkumné otázky:

1. Jaký podíl absolventských prací studentů učitelství biologie se věnuje pedagogickému výzkumu či biologickým oborům a která témata jsou současnými studenty řešena? – Vycházíme z představy, že absolventské práce souzní s výzkumným zaměřením pracoviště a s pojetím přípravy budoucích učitelů, a mohly by ukázat na soulad/rozpor s tematickým zaměřením aktuálního diskurzu didaktiky biologie.
2. Jak je pojímána metodika sběru a analýza získaných dat? – Tedy dbají studenti učitelství biologie na popis metodiky výběru vzorku, které metody preferují, a dokáží sebraná data analyzovat?
3. Ve kterých faktorech se liší kvalifikační práce obhájené na dvou různých katedrách připravujících budoucí učitele biologie na Univerzitě Karlově?

METODIKA

Do přehledové studie byly zahrnuty všechny bakalářské a diplomové práce obhájené budoucími učiteli biologie a přírodopisu na KBES² a na KUDBi³, a to za poslední

²Katedra biologie a environmentálních studií Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy

³Katedra učitelství a didaktiky biologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy

tří akademické roky (akademický rok 2013/2014–2015/2016). Kvalifikační práce bakalářského i magisterského stupně byly zařazeny z toho důvodu, že v obou se může vyskytnout pedagogický výzkum. Všechny tyto práce jsou dostupné elektronicky v repositáři závěrečných prací Univerzity Karlovy⁴, včetně posudků a výsledků obhajoby. Zhruba polovinu prací jsme měli k dispozici v tištěné podobě před odesláním do archivu, k ostatním jsme přistoupili přes uvedený repositář.

PŘEDVÝBĚR

Práce byly hodnoceny podle předem daných kritérií vždy jedním z autorů tohoto příspěvku, v nejasných případech posouzení jsme hledali konsensus.

Některé kategorie byly dodány podle potřeby v průběhu analýzy. Vedle základních kritérií jako typ práce, pracoviště či pohlaví, která byla čerpána z databáze studijních výsledků, jsme rozlišovali *obor práce* ve smyslu biologických disciplín (buněčná a molekulární biologie, genetika, evoluční biologie, mikrobiologie (virologie a bakteriologie), protozoologie, botanika, zoologie, mykologie, antropologie, ekologie, environmentalistika, popis lokality, geologie) nebo pedagogiky/oborové didaktiky. Paleontologické práce byly řazeny do oborů zoologie či botaniky. Práce označené jako „popis lokalit“ jsou poměrně časté a představují zpracování určité, rozličně vymezené lokality (chráněné území, okolí školy, intravilán obce atp.) které je zpracováno se zahrnutím kombinovaného popisu místní geologie, geomorfologie, botaniky, zoologie, historie či jiného, nezřídka společenskovedního, rázu. Práce zařazené pod jednotlivé biologické obory mohly obsahovat i pedagogický výzkum, nepředstavoval však těžiště dané kvalifikační práce.

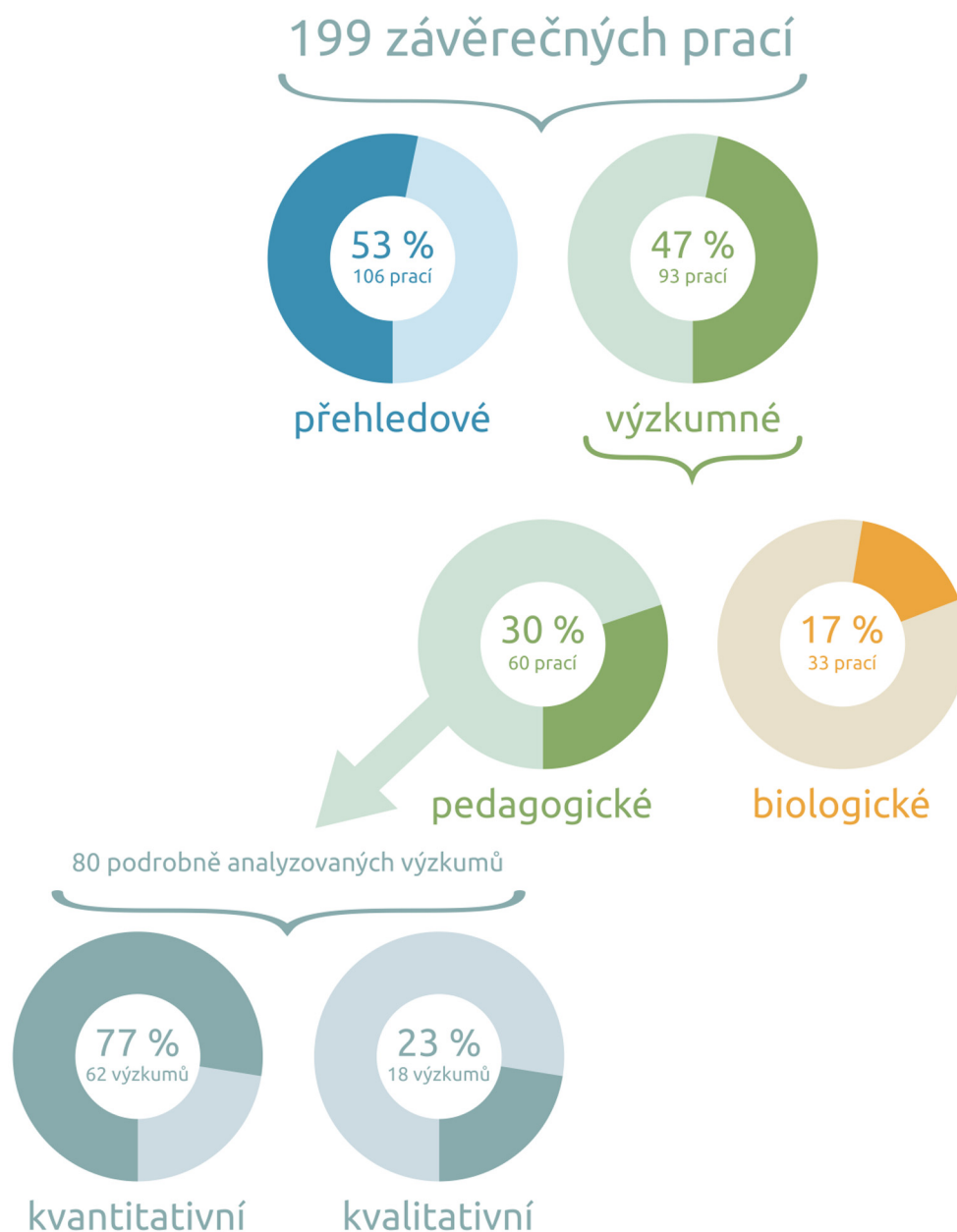
V dalším kroku jsme rozlišovali, zda se jedná o práci čistě přehledového charakteru, obvykle doplněnou o určitou formu zpětné vazby zjišťující spokojenost žáků a pedagogů v případě, že byla navržena výuková aktivita (zaměřené například na pochopení vytvořených pracovních listů), nebo výzkumně laděnou práci. Práce přehledové povahy, i pokud byly doplněny o zjištění zpětné vazby, jsme z dalšího zpracování vyloučili (viz obr. 1).

Výzkumně laděné práce jsme poté rozdělili podle *oboru výzkumu* na „biologické“ a „pedagogické“. Protože studium učitelství zahrnuje biologii *sensu latissimo*, není snadné smysluplně kategorizovat velmi různorodé typy biologicky odborně zaměřených výzkumů a srovnávat jejich metodiku, a analýza biologicky zaměřených výzkumných prací by přesáhla rozsah tohoto příspěvku. Blíže jsme se proto zaměřili pouze na kvalifikační práce, které obsahovaly pedagogický výzkum.

PODROBNÁ ANALÝZA PEDAGOGICKÝCH VÝZKUMŮ

Ve finálním souboru tedy zbyly jen ty práce, které obsahovaly výzkum pedagogického rázu, ať jako hlavní obsah práce nebo jako doplněk výzkumu oborového. V případě, kdy práce obsahovala několik organizačně oddělených výzkumů či nasazení kombinace nástrojů, rozdělili jsme tyto jako samostatné entity. U nich jsme se již detailně věnovali kategorizaci tematického zaměření výzkumu, povaze výzkumného nástroje (původ, typ, stavba), zjišťování psychometrických vlastností dotazníků (validita, reliabilita), získávání dat (forma komunikace, výběr vzorku, cílová skupina) a způsobu vyhodnocení získaných dat. Metodika této fáze byla volně inspirována studií Pavlasové (2015).

⁴Dostupné z https://is.cuni.cz/webapps/zzp/search/?lang=cs&tab_searchas=basic



Obr. 1: Postup výběru prací pro podrobnou analýzu

Typ výzkumu byl rozlišován na kvantitativní a kvalitativní. Celý postup členění analyzovaných prací znázorňuje obr. 1.

Velmi důležitou kategorií je *směřování výzkumu*, zde jsme rozlišovali uvedené možnosti: zjišťování prekonceptů, znalostí, postojů, chování, užitých metod a forem výuky, využívání didaktických pomůcek a materiálů, analýza kurikulárních dokumentů, zjišťování učiva. Pro vysoce specifické výzkumy jsme použili kategorii „jiné“.

U *typu výzkumného nástroje* (dotazník, rozhovor, pozorování, analýza dokumentů a učebnic, didaktický test) jsme nerozlišovali, zda se jedná o strukturovaný či nestrukturovaný rozhovor/pozorování, neboť ne vždy bylo zřejmé, o který typ se jednalo, a struktura kategorie by se nepřehledně rozdrobila. To, zda byl výzkumný nástroj tvořený *de novo*, či autor navazoval na již existující výzkum včetně nástroje zohledňujeme v kategorii *původ výzkumného nástroje* (převzatý a inspirovaný předchozím výzkumem, nebo nový – zde bylo u dotazníků rozlišováno, zda byl pilotně vyzkoušen). Bylo také sledováno, zda autoři provedli ověření validity a reliability.

Protože zejména u dotazníků se nabízí větší škála možných forem organizace, které mohou ovlivňovat výsledek a především ukazují na metodický přístup, uvádíme *způsob komunikace s respondenty* (elektronicky prostřednictvím e-mailu, elektronicky prostřednictvím on-line dotazníku, osobně, kombinace) a kdo byl přímým zadavatelem (autor práce, proškolený učitel, kombinace).

Při sledování *věkové kategorie respondentů* jsme vycházeli ze stupně školy; nebylo však možné použít stupnici ISCED⁵, protože se vyskytovaly práce, u nichž nešlo rozlišit podíl směřovaný na druhý stupeň ZŠ versus nižší gymnázia, či práce zaměřené na učitele. Rozlišované kategorie jsou tedy tyto: mateřské školy, první stupeň základních škol, druhý stupeň základních škol, druhý stupeň základní školy společně s nižšími gymnázii, střední školy, studenti vysokých škol, učitelé a veřejnost.

Posledními kritérii byly *výběr respondentů* (výběr dostupný – vlastní žáci posluchače, jeho domovská škola apod., celý soubor, výběr územně správního celku, sněhová koule, cílený výběr) a *způsob statistického zpracování dat*; pochopitelně pouze v případech, kde to umožnil typ dat (pouze absolutní a relativní četnosti, pouze popisná statistika, induktivní statistika).

Pomocí Fisherova exaktního testu jsme porovnali zastoupení vybraných kategorií mezi oběma pracovišti. Rozdíly byly považovány za signifikantní, pokud dosažená hladina testu (p) byla menší než zvolená 5% hladina významnosti ($p < 0,05$). K výpočtům byl použit statistický balík R verze 3.1.1 (R Core Team, 2014).

VÝSLEDKY

Z celkového souboru 199 prací bylo 102 (51 %) bakalářských a 97 (49 %) magisterských, mezi autory převládaly ženy (174, tj. 87 %, z toho 152 na PedF a 22 na KUDBi) nad muži (25, tj. 13 %, z toho 23 na PedF a 2 na KUDBi). Většina prací (175, tj. 88 %) pocházela z KBES, menší část (24, tj. 12 %) byla obhájena na KUDBi.

U každé práce jsme určili dominantní oborové zaměřené práce a získané zastoupení podle jednotlivých oborů je uvedeno v tabulce 1. Zastoupení oborů se mezi oběma pracovišti lišilo ($p = 0,01$).

Tab. 1: Zastoupení oborů, kterým byly věnovány absolventské práce

$\Sigma = 199$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Zoologie	62	31	59	3
Antropologie	42	21	35	7
Botanika	27	14	22	5
Popis lokality	19	10	18	1
Pouze pedagogika/didaktika biologie	18	9	12	6
Environmentalistika	13	7	13	0
Mikrobiologie (virologie a bakteriologie)	5	3	5	0
Geologie (bez paleontologie)	4	2	4	0
Mykologie	3	2	3	0
Buněčná a molekulární biologie	2	1	2	0
Evoluční biologie	2	1	0	2
Genetika	1	1	1	0
Protozoologie	1	1	1	0

⁵International Standard Classification of Education

Většina prací byla přehledové povahy (106, tj. 53 %), tyto práce neobsahovaly pedagogický výzkum (tedy ani evaluaci v pravém slova smyslu), mohly obsahovat zjištění zpětné vazby od žáků a učitelů; jako výzkumně laděné jsme označili 93 (tj. 47 %) prací. Z výzkumně laděných jsme dále vyloučili 33 (tj. 17 %) prací čistě biologických, u nichž považujeme další srovnávání za zavádějící (viz Metodika). Přesto bychom rádi zprostředkovali vzhled na zaměření prací, za tímto účelem publikujeme jako elektronický *appendix A* tohoto příspěvku jejich jmenný seznam doplněný o námi použitou kategorii „obor“. Zastoupení přehledových a výzkumných prací mezi pracemi bakalářskými a diplomovými ukazuje tabulka 2. I když je vidět, že výzkumné práce byly častěji zastoupeny mezi pracemi diplomovými, myslíme si, že je na místě zahrnout i práce bakalářské, které představovaly třetinu výzkumně laděných prací. Naším cílem nebylo porovnávat typy prací, ale analyzovat úroveň pedagogického výzkumu v kvalifikačních pracích obecně.

Tab. 2: Zastoupení přehledových a výzkumných prací mezi bakalářskými a diplomovými pracemi

$\Sigma = 199$	Přehledové práce	Výzkumné práce	Přehledové práce – relativní četnost v %	Výzkumné práce – relativní četnost v %
Bakalářské práce	72	30	36	15
Diplomové práce	34	63	17	32

Ve zbývajících 60 (30 % celkové počtu) pracích bylo identifikováno 80 pedagogických výzkumů, z toho 18 (tj. 23 % výzkumů) zaměřených kvalitativně a 62 (tj. 77 % výzkumů) kvantitativně; není-li uvedeno jinak, v další části textu hovoříme vždy jen o této podskupině. Mezi absolventy KBES a KUDBi byl rozdíl v míře zastoupení typů výzkumu ($p = 0,001$), jak je vidět z tabulky 3, celkově převládal kvantitativní výzkum, který byl i více zastoupený mezi absolventy KUDBi. Celkem 6 prací, jedna obhájená na KUDBi, zbylých pět na KBES, obsahovalo smíšený design výzkumu.

Tab. 3: Zastoupení kvalitativního a kvantitativního výzkumu ve výzkumných pracích

$\Sigma = 80$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Kvalitativní výzkum	18	23	15	3
Kvantitativní výzkum	62	78	46	16

Některé sledované kategorie byly příležitostně neaplikovatelné na danou práci (statistické zpracování kvalitativních výzkumů či zadavatel u analýz učebnic), proto jsou dále uváděné relativní četnosti počítány z různých základů (rovno nebo menší 80 výzkumům, uvedeno v levém horním rohu tabulek).

Prvním, a z našeho pohledu velmi podstatným, sledovaným znakem je tematické zacílení výzkumu. Dominující byly práce sledující metody výuky (jejich zastoupení, efektivitu apod.), těsně sledované zjišťováním znalostí (z toho tři absolventi provedli kvazi-experiment), dohromady tvoří téměř polovinu všech prací (38, tj. 48 %). Na opačném pólu popularity leží sledování učiva společně s prekoncepty a užitím učebních pomůcek (6, tj. 8 %); zjištěné hodnoty ukazuje tabulka 4. Při srovnání tematického zacílení podle kateder není patrný statisticky významný rozdíl ($p = 0,15$). Nicméně jak je vidět z tabulky 3, řada témat není na KUDBi řešena.

Tab. 4: Tematické zacílení výzkumu

$\Sigma = 80$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Metody a formy	20	25	13	7
Znalosti	18	23	12	6
Chování	13	16	12	1
Postoje	11	14	6	5
Kurikulární dokumenty	7	9	7	0
Jiné	5	6	5	0
Pomůcky a materiály	3	4	3	0
Prekoncepty	2	3	2	0
Učivo	1	1	1	0

Sledované věkové kategorie respondentů v rámci výzkumů realizovaných v praxích odpovídají zaměření absolventů – studentů učitelství, blíže viz tabulka 5. Absolventi na KUDBi se zaměřovali spíše na starší žáky, na KBES se nevyhýbali ani předškolním dětem, rozdíly mezi pracovišti ale nebyly signifikantní ($p = 0,17$).

Tab. 5: Věková kategorie respondentů. SŠ – střední škola, ZŠ – základní škola

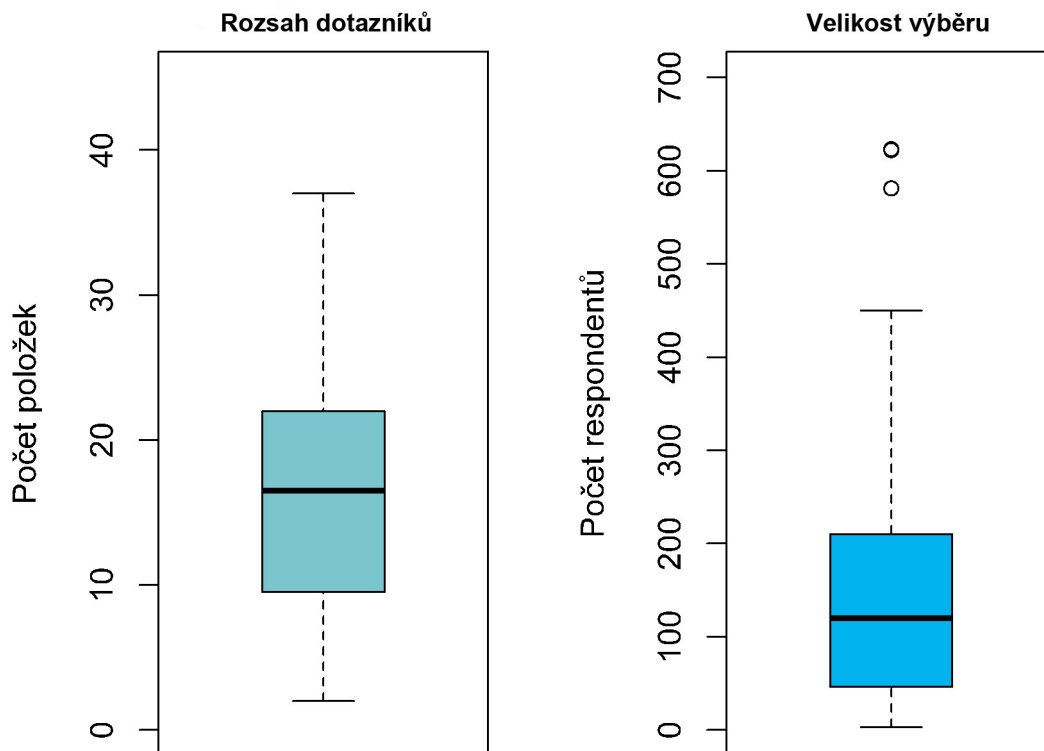
$\Sigma = 80$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
SŠ (střední školy)	22	28	14	8
Učitelé (všech stupňů)	21	26	13	8
ZŠ druhý stupeň	15	19	13	2
Veřejnost	6	8	6	0
ZŠ první stupeň	5	6	5	0
MŠ (mateřské školy)	4	5	4	0
ZŠ + SŠ (druhý stupeň společně se SŠ)	4	5	4	0
Vysokoškolská studenti	3	4	2	1

Mezi výzkumnými nástroji výrazně dominuje dotazník (49, tj. 61 %), jak ukazuje tabulka 6; rozdělení četností typu nástrojů ve srovnání podle kateder taktéž nevykazuje statisticky významný rozdíl ($p = 0,66$).

Tab. 6: Použitý výzkumný nástroj

$\Sigma = 80$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Dotazník	49	61	36	13
Rozhovor	9	11	7	2
Didaktický test	8	10	5	3
Analýza učebnic	7	9	7	0
Pozorování	6	8	5	1
Jiné	1	1	1	0

U dotazníku jako dominantního nástroje jsme sledovali počet položek a velikost vzorku, viz graf na obr. 2.



Obr. 2: Rozložení počtu položek a velikosti vzorku u výzkumů založených na dotazníkovém šetření. Jsou znázorněny medián, minimum a maximum, dolní a horní kvartil (odlehle hodnoty zobrazují 623 resp. 622 a 581 respondentů). Byla vyloučena extrémní hodnota 1 800 respondentů

Naprostá většina (60, tj. 90 %) výzkumů byla založena na *de novo* postavených dotaznících, položkách, či metodikách a pouze jednotlivé práce převzaly či upravily (7, tj. 10 %) již existující nástroj ($\Sigma = 67$), jak je shrnuto v tabulce 7. Mezi katedrami nebyl zjištěn rozdíl ($p = 0,09$).

Tab. 7: Původ výzkumného nástroje

$\Sigma = 67$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Nový	60	90	45	15
Upravený/Převzatý	7	10	3	4

Dotazníky ($\Sigma = 49$) nebyly ve většině případů pilotně ověřeny před vlastním použitím (33, tj. 67 %), pouze menší část byla předem pilotována (16, tj. 33 %). Tabulka 8 ukazuje rozdíly mezi pracovišti, které byly signifikantní ($p < 0,001$), častěji dotazníky pilotně ověřili absolventi KUDBi.

Tab. 8: Pilotní ověření použitých dotazníků

$\Sigma = 57$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Pilotáž	22	39	8	14
Bez pilotáže	35	61	33	2

Pouze v jediné práci obhájené na KUDBi byla zmínka o spolehlivosti výzkumného nástroje, reliabilitě, konkrétně byla spočítána hodnota Cronbachova alfa. Žádný ze zbylých 48 autorů se spolehlivostí použitého nástroje nezabýval. Validitu pak v kontextu s použitým dotazníkem nezmiňuje žádný z absolventů.

Kategorie „způsob zadání“ nebyla z povahy věci u osmi výzkumů aplikovatelná, relativní četnosti jsou tedy uváděny ze základu $\Sigma = 72$. V tabulce 9 rozlišujeme elektronický formulář (on-line dotazník) a stavíme email jako samostatnou kategorii. Při sloučení těchto kategorií lze říci, že 50 (69 %) výzkumů bylo zadáno pouze osobně a 14 (20 %) bylo zadáno pouze elektronickou cestou. Pokud zvolili absolventi elektronickou cestu, posílali dotazník buď e-mailem, nebo získali data pomocí elektronického formuláře. Tyto způsoby komunikace jsme rozlišovali, protože se liší náročností vyplnění z pohledu respondenta. V případě dotazníku poslaného e-mailem bylo zapotřebí stáhnout dokument a po vyplnění ho odeslat zpět, elektronický formulář, ve kterém jsou odpovědi vyplněny on-line, považujeme za lepší a z hlediska respondenta snazší variantu. Byly použity dva typy elektronických formulářů, převažoval Google formulář⁶ (8) nad Survio⁷ (2). Nebyl zjištěn rozdíl ve formě zjišťování dat, kterou absolventi obou kateder použili ($p = 0,78$).

Tab. 9: Forma zjišťování dat

$\Sigma = 72$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Osobně	50	69	35	15
Elektronický formulář	10	14	7	3
Kombinace osobně + elektronicky	7	10	6	1
Email	4	6	4	0
Neuvedeno	1	1	1	0

V naprosté většině případů (56, tj. 80 %) data sbírali samotní absolventi, ve třech případech (4 %) zadával dotazník oslovený vyučující, a řada studentů vůbec tuto informaci neuvedla (7, tj. 10 %); relativní četnosti jsou uváděny ze základu $\Sigma = 70$ a prezentuje je tabulka 10. Mezi pracovišti nebyl zjištěn rozdíl ($p = 0,83$).

Tab. 10: Kdo sbíral výzkumná data

$\Sigma = 70$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Absolvent	56	80	39	17
Neuvedeno	7	10	6	1
Kombinace absolvent + učitel	4	6	3	1
Učitel	3	4	3	0

Při analýze nás zajímalo, jak absolventi realizují výběr testovacího souboru, a zejména zda si jsou vědomi, o jak významnou informaci se jedná (a tedy ji nezapomenou uvést). Různé typy výběru uvádí tabulka 11, nelze nezdůraznit, že 31 výzkumů (41 %) vůbec neuvádí, jakým způsobem byl výběr proveden ($\Sigma = 75$). Podle očekávání v žádné z prací nenalezneme náhodný výběr (viz diskuze). Mezi absolventy

⁶Dostupné z <https://www.google.com/forms/about/>

⁷Dostupné z <http://www.survio.com/cs/>

obou kateder byly rozdíly ($p < 0,01$), jak je vidět z tabulky 11, některé kategorie nebyly využity absolventy KUDBi, jiné absolventy KBES.

Tab. 11: Způsob výběru testovacího souboru

$\Sigma = 75$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Neuvedeno	31	41	26	5
Domovská	13	17	8	5
Mikroregion	12	16	10	2
Cílený výběr	7	9	7	0
Celý soubor	6	8	3	3
Spolužáci (tj. ostatní absolventi)	4	5	0	4
Sněhová koule	2	3	2	0

Poslední sledovaná kategorie popisuje míru zpracování získaných kvantitativních dat a byla aplikována pouze u prací, u kterých povaha výzkumu umožnila formulaci hypotéz a jejich testování. Většina analyzovaných prací se omezila na uvedení absolutních a relativních četností (38, tj. 62 %), pouze popisnou statistiku užilo minimum prací (2, tj. 3 %) a vcelku značné množství autorů použilo i metody indukativní statistiky (21, tj. 34 %); výsledky sumarizuje tabulka 12 ($\Sigma = 61$).

Tab. 12: Míra zpracování kvantitativních dat

$\Sigma = 61$	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Absolutní četnost PedF	Absolutní četnost KUDBi
Pouze absolutní a relativní četnosti	38	62	36	2
Induktivní statistika	21	34	7	14
Pouze popisná statistika	2	3	2	0

Rozdíl mezi mírou zpracování kvantitativních dat mezi absolventy obou analyzovaných pracovišť byla signifikantní ($p < 0,001$) ve smyslu vyššího užití statistických metody u prací obhájených na KUDBi.

U 21 výzkumů, které využily indukativní statistiky, jsme se snažili posoudit, zda použití analytických metod odpovídalo typu získaných dat a zda byly výsledky vhodně interpretovány. Pouze ve dvou případech, oba byly součástí jedné kvalifikační práce, tomu tak nebylo, autorka chybně interpretovala zápornou korelaci ve smyslu, že výskyt jednoho jevu se pojí s výskytem jevu druhého. Ve zbylých 19 výzkumech považujeme použití indukativní statistiky za korektní, i když v některých případech nebyly zmíněny testy normality. Jednalo se ale o stovky respondentů, což je případ, kdy Rasch, Teuscher & Guiard (2007) použití parametrických testů, například t-testu, připouští.

DISKUZE

Abychom mohli zhodnotit dovednosti, které budoucí učitelé přírodopisu a biologie získali v oblasti pedagogického výzkumu a jeho metodologie, analyzovali jsme obhájené kvalifikační práce studentů z pracovišť KBES a KUDBi, tedy kateder, které tyto studenty připravují na Univerzitě Karlově.

PŘEDVÝBĚR

Nejdříve diskutujeme na všechny bakalářské a diplomové práce, které byly obhájeny v letech 2013/2014–2015/2016. Nejvíce kvalifikačních prací studentů učitelství biologie bylo věnováno oborům zoologie a antropologie, což přesně odráží oblíbenost těchto oborů mezi žáky základních a středních škol i jejich učiteli (Prokop et al., 2007; Uitto, 2014; Bukáčková, 2016; Bukáčková & Janštová, 2017). Ukazuje se tedy, že tyto obory jsou oblíbené nejen napříč všemi věkovými kategoriemi, ale i u respondentů, kteří svoji profesní dráhu spojili s biologií. Zastoupení biologických oborů samozřejmě reflektuje i nabídku témat kvalifikačních prací školiteli. Překvapivě se žádná z analyzovaných prací nevěnovala ekologii, mezi další nejméně zastoupené obory patřily genetika, buněčná biologie a evoluční biologie. Zde vidíme možnou souvislost s tím, že zmíněné obory jsou v rámci biologie komplexní a zastřešující (Wake, 2008). Jako takové jsou často (zejména na nižších stupních škol) vyučovány velmi zjednodušeně (Carlsson, 2002), i když bylo ukázáno, že komplexní výuka např. ekologie je efektivnější a proveditelná i na základních školách (Randler & Bogner, 2009). Je zajímavé, že mezi řešiteli Ústředního kola biologické olympiády byly tyto obory oblíbenější než mezi dalšími zájemci o biologii, což poukazuje na možný hlubší vzhled těchto žáků (Janštová et al., 2015).

Z výše uvedených důvodů bychom považovali za vhodné, aby se studenti učitelství biologie zastřešujícím oborům biologie věnovali např. i v rámci řešení svých absolventských prací. Námi zjištěné výsledky poukazují na nesoulad v zaměření prací a aktuálním diskurzem didaktiky biologie. Výzkumníci v didaktice biologie již řadu let poukazují na chybějící informace a propojení učiva různých oborů biologie a chybějící přesah do každodenního života žáků (Koršňáková, 2005; Mayoh & Knutton, 1997; Rennie et al., 2001). Například v oborech genetika a buněčná biologie, se kterými se setkají žáci v praxi u lékaře, či až budou mít své potomky, panují velmi zkreslené představy (Lewis, Leach & Wood-Robinson, 2000; Lewis & Wood-Robinson, 2000; Šorgo & Šiling, 2017). I když se v českém prostředí didaktiky biologie vyskytují ojedinělé práce zaměřené na evoluční (Hlaváčová, 2015; Müllerová, 2012) a molekulární biologii (Janštová & Jáč, 2015) i ekologii (Florianová, 2015), mezi analyzovanými pracemi tato témata citelně chyběla.

PODROBNÁ ANALÝZA PEDAGOGICKÝCH VÝZKUMŮ

Bližší jsme se zaměřili pouze na práce, které obsahovaly pedagogický výzkum, ostatní práce jsme z další analýzy vyloučili. Většina výzkumných prací v bližší zkoumaném vzorku (77 %) využila kvantitativního výzkumu, shodně s kvalifikačními pracemi zkoumanými Kroufkem (2016). Kvantitativní výzkum je pro absolventy pravděpodobně snáze uchopitelný, mají pocit, že když něco spočítají, mohou se opřít o čísla, a tak pevně podložit svá tvrzení.

Většina absolventů v analyzovaných pracích využila dotazníku jako výzkumného nástroje, nezávisle na tom, zda obhajovali na KBES, nebo na KUDBi. Absolventi bakalářského a magisterského studia se volbou dotazníku jako nejčastějšího nástroje shodli s absolventy doktorského studia zaměřeného na didaktiku biologie (Pavlasová, 2015), i s budoucími učiteli biologie z dalších pedagogických fakult v České republice (Hybšová, 2017). Je zajímavé, i když ne překvapivé, že pořadí zvolených výzkumných nástrojů podle relativní četnosti je identické s pořadím zjištěným Žákem (2016) v případě mezinárodních studií zaměřených zejména na didaktiku fyziky. To ukazuje na podobnost přístupů jednotlivých oborů didaktik přírodních věd. Od-

lišné výsledky s převahou rozhovorů získal Kroufek (2016) v případě kvalifikačních prací studentů učitelství pro mateřské školy. To je dáno specifikem respondentů, dětí předškolního věku, které neumí číst a psát. Dotazník byl ve většině případů nově vytvořený, a výzkum neobsahoval pilotní šetření. Validitu dotazníku neověřoval žádný z absolventů, reliabilitu pouze jediný. To může být dáno rozšířenou představou, že sestavit dotazník je snadné, nebo nedbalostí absolventů, potažmo jejich školitelů. Zde vnímáme rezervy ve výzkumném designu, protože dotazníky je nutné pilotně vyzkoušet a vyhodnotit reliabilitu a validitu. Použití dotazníků, které neprošly procesem validizace a stanovení reliability, je nevhodné (na srovnání např. s Chráskou, 2007). Je zajímavé, že v případě budoucích učitelů v mateřských školách byla častěji testována reliabilita výzkumného nástroje, který byl také častěji převzatý z již existujících výzkumů (Kroufek, 2016). Předpokládáme, že v případě výzkumu dětí předškolního věku jsou limity nástrojů více nasnadě, naopak u starších respondentů mohou absolventi snáze získat mnohdy mylný dojem, že pomocí dotazníků získají „tvrdá data“.

Obdobně je znepokojující, že ve více než 40 % výzkumů není uvedený způsob výběru respondentů, což naznačuje, že absolventi a pravděpodobně ani jejich školitelé nepovažují tuto informaci za podstatnou. Dokonce jsme narazili na zavádějící formulace typu: „města (ze kterých pocházeli respondenti) byla vybrána . . . dle mých možností, tedy zcela náhodně“, ze kterých je zřejmé, že si absolvent pod náhodným výběrem představuje zcela jiný postup, než jaký odpovídá skutečnosti. Zároveň je ale pochopitelné, že nejčastěji uvedeným výběrem je dostupný, naopak náhodný výběr nevyužil v analyzovaných pracích žádný z absolventů. Náhodný výběr je samozřejmě důležitým předpokladem pro reprezentativnost získaných dat, nicméně pro účely absolventských prací je příliš náročný na čas i finance (Soukup & Kočvarová, 2016) a standardně není používán ani v pedagogických studiích. Při větších počtech respondentů, jsou navíc výsledky při různých typech výběru srovnatelné (Cumming, 1990; Hultsch et al., 2002; MacDonald, Hunter, Maitland & Dixon, 2002; Rubin, 1974). Kane (2002) pro praxi, ve které nemůžeme náhodný výběr použít, doporučuje důsledné kontrolování proměnných, případně opakování měření. Vhodné je také určit dostatečný počet respondentů, např. podle Barletta, Kotrlika a Higginse (2001). Považujeme za potěšující, že ve většině případů provedli sběr dat osobně přímo studenti učitelství. Měli tak možnost vysvětlit účel šetření, dohlédnout na jeho průběh, osobně zaručit anonymitu respondentů apod.

Jako poslední faktor jsme vyhodnocovali míru statistického zpracování dat. Ve více než třetině analyzovaných výzkumů absolventi data statisticky zpracovali, z čehož se pouze v minimu případů omezili na popisné statistické metody, ve 34 % šetření byly testovány hypotézy pomocí induktivní statistiky. Míra užití induktivní statistiky se lišila mezi pracovišti ve prospěch KUDBi. Je dobrou zprávou, že řada studentů učitelství biologie využila alespoň nějakou statistickou analýzu a ti, kteří tak učinili, zvolili typ testu odpovídající typu dat. Mohli tak na závěr šetření rozhodnout o platnosti stanovených hypotéz. V poděkování těchto prací se často vyskytovali externí konzultanti, kteří pomohli s induktivní statistikou. Je pozitivní, že pokud si student nebyl jistý a statistickou konzultaci neposkytl školitel, pravděpodobně doporučil jiného odborníka. Zároveň je ale zřejmé, že zbylé dvě třetiny se omezily pouze na výstupy ve formě četností, které studentům pravděpodobně neumožnily hlubší vhled do jimi zkoumané problematiky, ani správnou formulaci odpovědi na otázky. Podrobně se problematice zpracování statistických dat v diplomových pracích budoucích učitelů biologie věnovala Hybšová (2017). Na základě analýzy diplomových prací ze čtyř pedagogických fakult konstatuje, že i když zvolili budoucí učitelé bio-

logie kvantitativní přístup, téměř třetina z nich neformulovala hypotézy, ze zbylých dvou třetin většina formulovala hypotézy chybně. Dále Hybšová popisuje časté nevhodné využití statistických metod či jejich chybné interpretace v absolventských pracích, případně nevyužití potenciálu nasbíraných dat. Shodně se s Hybšovou (2017), že zde vnímáme prostor pro další zlepšení kvality absolventských prací. Uvědomujeme si, že do jisté míry je tento stav dán i tím, jak jsou studenti při vypracovávání prací vedeni svými školiteli a zda mají možnost absolvovat v rámci svého studia metodologicky zaměřené předměty, protože se v naprosté většině případů setkávají s pedagogickým výzkumem poprvé. Kvalifikovanost školitele v metodologii výzkumu je nutným předpokladem pro to, aby student mohl vypracovat kvalitní práci. Zároveň se shodně s Kroufkem (2016), že systémovější řešení je zařazení metodologický témat do běžné výuky v průběhu studia. Na to ukazuje i naše zjištění, že absolventi Přírodovědecké fakulty vykazují výrazně vyšší míru užití statistických metod při zpracování výsledků. Zde je možná souvislost s předmětem Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání, který je studentům všech kombinací učitelství (tedy biologie, ale i chemie, zeměpisu a geologie) na KUDBi nabízen. V rámci tohoto předmětu jsou studenti seznámeni se základními metodami pedagogického výzkumu, možnostmi a předpoklady jejich využití. Na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy takto zaměřený předmět momentálně není nabízen, což se může odrážet na metodice kvalifikačních prací.

ZÁVĚR

Na základě analýzy 199 absolventských prací budoucích učitelů biologie a přírodopisu z pracovišť Pedagogické a Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy jsme formulovali následující závěry a doporučení.

V otázce oborového zaměření prací je pochopitelné, že volba biologických oborů kopírovala jejich oblíbenost, u budoucích učitelů přírodopisu a biologie je ale zásadní i vzhled do zastřešujících oborů jako ekologie, genetika, buněčná a evoluční biologie. Je to právě učitel, od koho se očekává zprostředkování a propojení komplexního učiva. Proto je potřebné tyto obory na všech stupních škol (včetně univerzit) vyučovat v souvislostech a motivovat tak budoucí učitele přírodopisu a biologie k získání hlubšího pochopení a propojení biologických oborů. Chtěli bychom apelovat na školitele kvalifikačních prací, aby témata vypisovali a zadávali i s ohledem na požadavek po komplexním vzdělání studentů učitelství biologie a nevyhýbali se zastřešujícím oborům biologie, i když takové práce mohou být obtížnější z hlediska vedení i vypracování. Věříme, že o to větším přínosem následně jsou pro budoucí učitele a jejich praxi.

Více než jedna třetina analyzovaných prací obsahovala pedagogický výzkum, který byl předmětem dalšího popisu. K analýze prací jsme nepřístupovali s názorem, že je nutné do kvalifikační práce studentů učitelství nezbytně takový výzkum zakomponovat, spíše nás zajímala úroveň jeho případné realizace. Z výsledků je zřejmé, že kvalifikační práce budoucích učitelů mají v této oblasti vcelku jasně identifikovatelné slabiny. Patří mezi ně zejména: nedostatečný popis a zdůvodnění volby použitých výzkumných metod a nástrojů, chybějící ověření psychometrických vlastností výzkumných nástrojů (validita a reliabilita dotazníku), nedostatečný popis výběru respondentů, či zdůvodnění volby metod zpracování dat. Na základě zjištěných dat bychom chtěli zdůraznit potřebu cíleně kultivovat metodologii realizace takových výzkumů. K nápravě výše zmíněných nedostatků by mohlo přispět zavedení

metodologických předmětů zaměřených na pedagogický výzkum v kontextu oboru (a motivace studentů k jejich volbě v případě, že již v nabídce předmětů jsou) a důslednější přístup školitelů a oponentů kvalifikačních prací včetně vyžadování správné volby, vhodného použití i podrobného popisu výzkumných metod a nástrojů.

Bylo by zajímavé dalším výzkumem zjistit, v jakém stavu jsou absolventské práce budoucích učitelů na jiných vysokých školách a jak se tato problematika bude vyvíjet v čase.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují ing. Anetě Hybšové za poskytnutí kapitol disertační práce před zveřejněním a recenzentům za věcné a podnětné připomínky, které pomohly při zpracování příspěvku.

LITERATURA

Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E. & Weiss, M. (2009). Active learning and student-centered pedagogy improve student attitudes and performance in introductory biology. *CBE-Life Sciences Education*, 8(3), 203–213.

Barlett, J. E., Kotrlik, J. W. & Higgins, C. C. (2001). Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal; Morehead*, 19(1), 43–50.

Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*, FPV UKF Nitra, 2008(2), nestránkováno.

Bukáčková, A. (2016). Efektivita výuky poznávání organismů na příkladu krytosemenných rostlin [Diplomová práce]. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.

Bukáčková, A. & Janštová, V. (2017). Methods of teaching organism recognition. How recommendation and practice differ. In M. Rusek, D. Stárková, I. B. Metelková (Eds.), *Project-based education in science education XIV*. (155–160). Prague: Charles University, Faculty of Education.
Dostupné z http://pages.pedf.cuni.cz/pvch/files/2011/11/PBE_XIV_final.pdf

Carlsson, B. (2002). Ecological understanding 2: Transformation — a key to ecological understanding. *International Journal of Science Education*, 24(7), 701–715.

Cumming, R. G. (1990). Is probability sampling always better? A comparison of results from a quota and a probability sample survey. *Community Health Studies*, 14(2), 132–137.

Česká školní inspekce. (2015). Česká školní inspekce ČR – Národní zpráva PISA 2015. Dostupné z <http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/PISA/Narodni-zpravy/Narodni-zprava-PISA-2015>. (cit. 17. 12. 2016)

Čížková, V. (2002). Příspěvek k teorii a praxi problémového vyučování. *Pedagogika*, 52(4), 415–430.

Ertl, H. (2006). Educational standards and the changing discourse on education: the reception and consequences of the PISA study in Germany. *Oxford Review of Education*, 32(5), 619–634.

- Florianová, A. (2015). Rostlinné invaze v povědomí studentů vybraných gymnázií. *Scientia in educatione*, 6(2), 74–103.
- Fueyo, V. & Koorland, M. A. (1997). Teacher as researcher: A synonym for professionalism. *Journal of Teacher Education*, 48(5), 336–344.
- Goodrum, D., Rennie, L. J. & Hackling, M. W. (2001). *The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools: A research report*. Department of Education, Training and Youth Affairs Canberra.
- Hine, G. S. C. (2013). The importance of action research in teacher education programs. *Issues in Educational Research*, 23(2), 151–163.
- Hlaváčová, L. (2015). Výuka evoluční biologie na základních a středních školách. *Scientia in educatione*, 6(2), 104–120.
- Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., Masri, Y. E., Cantrell, K., Ryan, J. & Baird, J.-A. (2017). Lessons learned from PISA: A systematic review of peer-reviewed articles on the programme for international student assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 0(0), 1–21.
- Hultsch, D. F., MacDonald, S. W. S., Hunter, M. A., Maitland, S. B. & Dixon, R. A. (2002). Sampling and generalisability in developmental research: Comparison of random and convenience samples of older adults. *International Journal of Behavioral Development*, 26(4), 345–359.
- Hybšová, A. (2017). *Analýza statistické gramotnosti studentů učitelství biologie v České republice* [rukopis Disertační práce]. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy.
- Chalupková, S. & Demkanin, P. (2011). Vyučovanie fyziky v kontexte záľub študentov. *Scientia in educatione*, 2(1), 15–22.
- Chráška, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu*. Praha.: Grada Publishing, a. s.
- Chudá, J. (2007). Postoje žiaků a učitelů přírodopisu k predmetu přírodopis. *e-Pedagogium*, (2), 52–70.
- Janštová, V., Jáč, M. & Dvořáková, R. (2015). Faktory motivující žáky středních škol k zájmu o obor biologie a účasti v předmětových soutěžích s biologickou tematikou. *e-Pedagogium*, 15(1), 56–71.
- Janštová, V. & Jáč, M. (2015). Výuka molekulární biologie na gymnáziích: analýza současného stavu a možnosti její podpory. *Scientia in Educatione*, 6(1), 14–39.
- Kane, M. (2002). Inferences about variance components and reliability-generalizability coefficients in the absence of random sampling. *Journal of Educational Measurement*, 39(2), 165–181.
- Koenig, K., Schen, M. & Bao, L. (2012). Explicitly targeting pre-service teacher scientific reasoning abilities and understanding of nature of science through an introductory science course. *Science Educator; Johnson City*, 21(2), 1–9.
- Koršňáková, P. (2005). Přírodovedná gramotnosť slovenských žiakov a študentov. In B. Matejovičová, A. Sandanusová (Eds.), *Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktík prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov* (34–39). Nitra, FPV UKF: Prírodovedec.
- Kroufek, R. (2016). Environmentální výzkumná témata v závěrečných pracích studentů učitelství pro mateřské školy na PF UJEP – trendy, překážky, výsledky. In *Trendy a perspektivy předškolního vzdělávání* (52–57). Ústí nad Labem: PF UJEP.

- Lamanauskas, V. & Augienė, D. (2016). Scientific research activity of students preservice teachers of sciences at university: Significance, readiness, effectiveness and career aspects. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6), 746–758.
- Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Chromosomes: the missing link - young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189–199.
- Lewis, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance — do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–195.
- Lopatto, D. (2007). Undergraduate research experiences support science career decisions and active learning. *CBE-Life Sciences Education*, 6(4), 297–306.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591–613.
- Mayoh, K. & Knutton, S. (1997). Using out-of-school experience in science lessons: reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19(7), 849–867.
- Müllerová, L. (2012). Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol. *Scientia in educatione*, 3(2), 33–64.
- Odházelová, T. (2014). Role multimédií ve výuce přírodních věd. *Scientia in educatione*, 5(2), 2–12.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione*, 1(1), 33–49.
- Papáček, M., Čížková, V., Kubiátko, M., Petr, J. & Závodská, R. (2015). Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy* (225–257). Brno: Masarykova univerzita.
- Pavlasová, L. (2015). Disertační práce se zaměřením na didaktiku biologie v České republice v letech 2004–2013. *Scientia in educatione*, 6(2), 4–15.
- Prokop, P., Prokop, M. & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
Dostupné z <http://www.R-project.org/>.
- Randler, C. & Bogner, F. X. (2009). Efficacy of two different instructional methods involving complex ecological content. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 315–337.
- Rasch, D., Teuscher, F. & Guiard, V. (2007). How robust are tests for two independent samples? *Journal of Statistical Planning and Inference*, 137(8), 2706–2720.
- Rennie, L. J., Goodrum, D. & Hackling, M. (2001). Science teaching and learning in Australian schools: Results of a national study. *Research in Science Education*, 31(4), 455–498.
- Rubin, D. B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of Educational Psychology*, 66(5), 688–701.
- Rusek, M. (2015). Analýza disertačních prací z didaktiky chemie obhájených v České republice v letech 2003–2014. *Scientia in educatione*, 6(2), 16–34.
- Scharfenberg, F.-J. & Bogner, F. X. (2011). A new two-step approach for hands-on teaching of gene technology: Effects on students' activities during experimentation in an outreach gene technology lab. *Research in Science Education*, 41(4), 505–523.

- Schatz, M., Popovic, A. & Dervin, F. (2017). From PISA to national branding: exploring Finnish education[®]. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 38(2), 172–184.
- Soukup, P. (2016). Užívání statistické a věcné významnosti v časopise *Pedagogická orientace* a *Pedagogika* v posledních deseti letech: pohled statistika. *Pedagogická orientace*, 26(2), 182–201.
- Soukup, P. & Kočvarová, I. (2016). Velikost a reprezentativita výběrového souboru v kvantitativně orientovaném pedagogickém výzkumu. *Pedagogická orientace*, 26(3), 512–536.
- Soukup, P. & Rabušic, L. (2007). Několik poznámek k jedné obsesi českých sociálních věd – statistické významnosti. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, 43(02), 379–395.
- Šorgo, A. & Šiling, R. (2017). Fragmented knowledge and missing connections between knowledge from different hierarchical organisational levels of reproduction among adolescents and young adults. *CEPS Journal*, 7(1), 69–91.
- Taber, K. S. (2010). Preparing teachers for a research-based profession. In M. V. Zuljan & J. Vogrinc (Eds.), *Facilitating effective student learning through teacher research and innovation* (19–48). Slovenia: Faculty of Education, University of Ljubljana.
Dostupné z https://www.pef.uni-lj.si/fileadmin/Datoteke/Zalozba/pdf/Zuljan_Vogrinc_Facilitating.pdf
- Tan, C. (2017). PISA and education reform in Shanghai. *Critical Studies in Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/17508487.2017.1285336>
- Tasaki, N. (2017). The impact of OECD-PISA results on Japanese educational policy. *European Journal of Education*, 52(2), 145–153.
- Uitto, A. (2014). Interest, attitudes and self-efficacy beliefs explaining upper-secondary school students' orientation towards biology-related careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(6), 1425–1444.
- Vohra, C. F. (2000). Changing trends in biology education. In *BioEd International Symposium on Biology Education, UNESCO and IUBS* (15–18).
- Wake, M. H. (2008). Integrative biology: Science for the 21st Century. *BioScience*, 58(4), 349–353.
- Younès, T. (2000). Biological education: Challenges of the 21 st Century. *Biology International*, 39, 8–13.
- Žák, V. (2015). Disertační práce z didaktiky fyziky obhájené v České republice v letech 2004 až 2013 – přehled a analýza. *Scientia in educatione*, 6(2), 35–50.
- Žák, V. (2016). Metody sběru dat využívané didaktikou fyziky v mezinárodním prostředí. *Scientia in educatione*, 7(2), 18–33.

VANDA JANŠTOVÁ, vanda.janstova@natur.cuni.cz

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky biologie

Viničná 7, 128 44 Praha 2, Česká republika

PETR NOVOTNÝ, petr.novotny@pedf.cuni.cz

Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika