

## Vztah českých žáků k výuce neživé přírody: postoje, znalosti a nejrozšířenější miskoncepce

Simona DVOŘÁČKOVÁ, Jiří RYPL, Tomáš KUČERA

### *Approach of Czech students towards learning Earth Science: attitude, knowledge level and the most common misconceptions*

**Abstract:** *The aim of this paper is to evaluate the level of Geoscience content knowledge, identify main misconceptions and attitudes among students of primary schools, secondary schools and pre-service teacher students in Prague and České Budějovice areas, the Czech Republic. In total, 705 respondents of 25 classes from 13 schools were subjected to a didactic test. The basic segmentation criteria were gender and age (classified by time they passed Earth Science-oriented class taught in the 9th grade at primary school or the 4th grade of the eight-year secondary school). Attitudes to Earth Science and its individual disciplines were tested as explanatory variables. The test results indicate that the lowest level of literacy along with the most misconceptions exist among students of primary school tested before commencing the class on Earth Science. The peak level of knowledge, as well as the least amount of misconceptions, was observed among secondary school students tested one year after the main Earth Science class, then the knowledge drops (and the amount of misconceptions rises) with increasing age of respondents. Alarmingly, pre-service teacher students of first through fifth graders of primary schools, who come across geology lectures in their 3<sup>rd</sup> year of university attendance, show the same amount of misconceptions (despite of slightly higher level of knowledge) as the youngest tested group. Boys display higher knowledge and lesser amount of misconceptions in comparison with girls. The most frequent misconceptions include beliefs that Silica is the most widespread element in the lithosphere, the lava heat comes from the Earth's core, or that bituminous black coal is the highest quality of coals and originated in the Mesozoic era.*

**Keywords:** *geoscience literacy, misconceptions, Earth science, geology teaching, content knowledge testing*

### Úvod

V České republice existuje poměrně negativní postoj žáků a studentů k výuce neživé přírody, související s celkovým poklesem zájmu o STEM vyučované předměty (Science, Technology, Engineering a Mathematics). Důvodem může být abstraktnost učiva a předimenzovanost některých dílčích témat (Holec 2014), menší zájem z důvodu méně atraktivních zaměstnaneckých možností, nedostatečná hodinová dotace, neefektivní zařazení učiva do kurikula, nebo měnící se zájmy a způsob vnímání soudobých žáků a studentů, často označovaných jako NET-generace (Tapscott 1999), popřípadě generace Z (Staff 2009).

V současné době se podle Rámcového vzdělávacího programu (RVP) setkávají čeští žáci se základními tématy o neživé přírodě na prvním stupni ve 4. třídě v rámci vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět (tematického okruhu Rozmanitost přírody), na 2. stupni v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda v hodinách přírodopisu (9. třída), zeměpisu (6. třída) a okrajově i chemie (8. třída). Na gymnáziích je učivo o neživé přírodě vyčleněno jako samostatný obor zařazený do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, kde může být vyučováno v rámci vzdělávacího oboru geologie, geografie, popřípadě být rozčleněno a integrováno do dalších oborů

(biologie, chemie, fyzika), čímž však dochází ke zjednodušení obsahu (cf. Příbylová 2007). VŠ studenti učitelství biologie a zeměpisu se tedy na vysokých školách znovu setkávají s výukou neživé přírody po čtyř- až pětileté pauze, kdy se u nich očekává znalost látky probrané na ZŠ. V rámci své přípravy navíc v některých případech absolvují jen jeden semestr geologie, což je pro budoucí učitele biologie či zeměpisu příliš málo na to, aby si vytvořili k tomuto předmětu pozitivní vztah, byli schopni svým budoucím žákům efektivně vysvětlit komplexní vztahy mezi neživou přírodou, živou přírodou a člověkem, a motivovat je k vybudování si kladného postoje k neživé přírodě.

Vztah člověka k neživé přírodě, pochopení jevů a interakcí mezi člověkem a neživou přírodou je označován jako geovědní gramotnost (Earth science nebo geoscience literacy), nebo geogramotnost (geoliteracy). Geovědní gramotnost je termín zavedený vědeckými a pedagogickými odborníky, kteří si uvědomili důležitost pochopení vědeckých konceptů veřejností, jež v důsledku toho pak může dělat informovaná rozhodnutí (politická, edukační) (Wysession et al. 2009). Geovědně gramotný člověk rozumí základním konceptům komplexních systémů Země, ví, jak vyhledat a zhodnotit vědecky důvěryhodné informace, je schopen smysluplně komunikovat o neživé přírodě, je schopný se informovaně a zodpovědně rozhodovat. Téměř synonymním termínem je geogramotnost. Tento termín byl zaveden společností National Geographic, podle níž je jen geogramotná společnost schopná efektivně chránit národní a kulturní zdroje a kvalitu života. Zatímco geovědní gramotnost (Earth science, respektive geoscience literacy) je zaměřená více na znalosti z geologie, geogramotnost (geoliteracy) se soustředí jak na komplexní porozumění znalostem z geologie, tak i geografie a místní historie.

Každý jedinec během své výuky projde situacemi, které ho nutí konfrontovat své dosavadní způsoby porozumění informacím a jevům kolem sebe. Konceptuální porozumění žáků může být děleno do několika tříd (podle Park 2013) na vědecké, naivní, alternativní, neúplné, chybějící (von Aufschneiter a Rogge 2010). Zásadní roli při vytváření vyššího stupně konceptuálního porozumění hrají také prekoncepce (ať už naivní, alternativní, nebo neúplné) a miskoncepce, které je třeba nejprve identifikovat, aby bylo možné na nich stavět další dimenze porozumění. Dove (1998) shrnul několik důvodů vedoucích ke vzniku miskoncepce: (i) neschopnost poznat rozdíl / změnu (geologické procesy probíhají pomalu, takže jejich existence nejsou vnímány), (ii) nedostatečné základní znalosti, (iii) zjednodušené používání termínů v každodenním životě (kámen pro všechny horniny), (iv) přílišné zjednodušování koncepcí (voda vždy teče shora dolů – není brán v úvahu hydrostatický tlak vody), (v) podobnost termínů (atmosféra a astenosféra), (vi) abstrakce koncepcí (nepředstavitelnost hloubek, teplot, délek geologického času), (vii) prolínání jevů (zemětřesení a sopečná činnost), (viii) podoba některých znaků (podobný vzhled některých odlišných typů hornin, nebo geomorfologických tvarů vzniklých různými procesy). Celkem bylo identifikováno 500 geovědních miskoncepce napříč všemi věkovými kategoriemi, rozsáhlý výčet publikované literatury uvádí Francek (2013). Drtivá většina miskoncepce pochází z chyb prezentovaných na internetu, ve výuce, v médiích a učebnicích (Kocová 2015a). Pokud nejsou miskoncepce objevující se na ZŠ a SŠ nahrazené správným konceptuálním porozuměním, studenti, kteří se rozhodnou studovat obor učitelství přírodopisu, biologie nebo zeměpisu mají ještě šanci je nahradit správnými vědeckými koncepty na vysoké škole. Pokud nedojde k opravě miskoncepce ani v průběhu studia na VŠ, může dojít k jejich zavlečení do učitelské praxe, což může mít detrimetální dopad na postoje a znalosti dalších generací.

Předložený příspěvek popisuje postoje, znalosti a miskoncepce českých žáků z neživé přírody zjištěné pomocí didaktického testu. V souvislosti s průzkumem byly položeny následující výzkumné otázky: (1) Jsou výsledky znalostního didaktického testu a postojové hodnocení závislé na pohlaví a věku žáků? (2) Má zájem o jednotlivá dílčí témata vliv na znalosti? (3) Jaké jsou nejrozšířenější miskoncepce?

## Metodologie výzkumu

Pro účel diagnostiky postoje k neživé přírodě, úrovně znalostí a porozumění geovědních jevů byl vytvořen didaktický test skládající se ze dvou částí: afektivní (zjišťující postoje a zájmy pomocí 10 položek) a kognitivní (testující znalosti a miskoncepce pomocí 18 položek). V průběhu vývoje testu byla nejprve provedena pilotní studie, během které byla sledována reliabilita, validita a citlivost testu (Gavora 2000). Na základě výsledků byl test mírně upraven do finální podoby. Jednotlivé otázky v kognitivní části dotazníku byly odvozené od učiva obsaženého v učebnicích zeměpisu pro 6. třídu a přírodopisu pro 9. třídy ZŠ podle RVP. Pro všechny věkové kategorie byl použit stejný test. Výsledné odpovědi byly překódovány na hodnoty 1-0-N. U uzavřených polytomických otázek byla použita hodnota 1 pro zvolenou odpověď (správná byla vždy jen jedna možnost), kód N pro celkové nezodpovězení položky. U otevřených otázek byl použit kód 1 pro správnou odpověď, kód 0 pro špatnou odpověď a kód N pro celkové nezodpovězení položky. U škálovaných otázek byla jednotlivým možnostem odpovědi přiřazena různá bodová hodnota buď podle míry souhlasu (určitě souhlasím 2 body, možná souhlasím 1 bod, nevím 0 bodů, spíš nesouhlasím -1 bod a určitě nesouhlasím -2 body), nebo míry zájmu (vysoký zájem 1 bod; neutrální postoj 0 bodů; úplný nezájem -1 bod).

Vztahová dimenze afektivní části testu je navržena tak, aby umožňovala diagnostiku (i) postojů, (ii) zájmu o neživou přírodu jako celek i (iii) zájmu o dílčí témata. Postoj je odvozen od míry souhlasu se šesti vybranými tvrzeními (například: geologie je nezajímavá a nudná, nerosty a suroviny k běžnému životu nepotřebují, atd.). Odpověď byla založena na výběru z pěti možností, z nichž každá měla jinou bodovou hodnotu – určitě souhlasím (2 body), možná souhlasím (1 bod), nevím (0 bodů), spíš nesouhlasím (-1 bod) a určitě nesouhlasím (-2 body). Zájem o neživou přírodu je zjišťován třemi polytomickými otázkami s možností výběru odpovědi (například: líbí se ti dokumentární pořady o Zemi a jejím vzniku? – a) ne, mám raději akční filmy, b) ano, ve škole jsme se na ně dívali při vyučování, c) ano, občas se doma na nějaký podívám, d) ano, doma se na ně pravidelně díváme s rodiči). Poslední položka afektivní části testu umožňovala zmapovat míru zájmu o jednotlivá dílčí témata neživé přírody (například minerály a drahokamy, sopky a zemětřesení, lokality nerostů a hornin, aj.), který byl zjišťován pomocí škálového známkování na stupnici od 1 do 3.

Kognitivní část dotazníku umožňuje diagnostiku jak úrovně znalostí, tak miskoncepí. Pro zjištění znalostí bylo použito 13 uzavřených polytomických výběrových otázek a 5 otevřených otázek (2 kratší doplňované texty, 2 otevřené otázky zaměřené na mineralogii a obrázek pro doplnění názvů částí stratovulkánu). U polytomických otázek byly na výběr čtyři možné odpovědi. Dva texty, do kterých respondenti doplňovali základní termíny, byly tvořeny jednoduchými větami a týkaly se deskové tektoniky a slapových jevů. Miskoncepce byly identifikovány pomocí škálovaných parametrických otázek umožňujících vyjádření míry souhlasu s deseti miskoncepce vybranými z mezinárodního výčtu nejčastějších geovědních miskoncepí (Engelmann et al. 2011). Jednalo se například o tvrzení, že „lidé se objevili na Zemi v době existence superkontinentu Pangea“, „roční období jsou způsobována vzdáleností Země od Slunce“, nebo že „astenosféra je plynný obal Země“. Na výběr bylo pět odpovědí – určitě souhlasím (2 body), možná souhlasím (1 bod), nevím (0 bodů), spíš nesouhlasím (-1 bod) a určitě nesouhlasím (-2 body). Vyjádření souhlasu s některým z uvedených chybných tvrzení v podstatě znamená ztotožnění se s danou miskoncepí.

Dotazníkového testování se zúčastnilo celkem 705 respondentů ze ZŠ, SŠ (nižší i vyšší gymnázia) a VŠ (první ročníky učitelství přírodopisu, zeměpisu a třetí ročník učitelství pro první stupeň ZŠ) z Prahy a Českých Budějovic. Testování probíhalo na začátku akademického roku (na ZŠ a SŠ v září, na VŠ v říjnu) a všichni respondenti byli podrobeni stejnému testu. Testovaných dívek bylo 416, chlapců 273, 16 respondentů nevyplnilo v dotazníku pole týkající se pohlaví. Respondenti byli rozděleni do věkových kategorií podle časo-

vého odstupu od základní výuky témat o neživé přírodě v 9. třídě ZŠ, či kvartě nižších gymnázií (tab. 1). Kategorii A tvořili žáci 9. tříd ZŠ a kvart nižších gymnázií testovaných v září ještě před zahájením výuky. Kategorii B tvořili žáci 1. ročníků nižších gymnázií a kvint nižších gymnázií testovaných jeden rok po výuce. Do kategorie C bylo zařazeno 11 žáků vyššího gymnázia navštěvujících geologický seminář 3 roky po výuce geologie. Studenti prvních ročníků VŠ oboru učitelství biologie a zeměpisu testovaných pět let po výuce tvořilo kategorii D a v kategorii E byli studenti třetích ročníků VŠ studijního oboru učitelství pro první stupeň ZŠ testovaných 7 let po výuce neživé přírody v 9. třídě.

Měřítkem spolehlivosti a opakovatelnosti testu je reliabilita, která je odvozena z množství otázek a četnosti chyb při testování. Hodnota vnitřní konzistence reliability správných odpovědí kognitivní části testu (Cronbachovo číslo alfa spočtené v programu STATISTICA 12, StatSoft 2013) dosahuje hodnoty 0,83, přičemž odstranění žádné z hodnocených odpovědí by nevedlo ke zvýšení této hodnoty. Za hraniční hodnotu spolehlivosti se považuje 0,7 (Meloun et al. 2005), resp. 0,8 (Chráška 2007).

Výsledky kognitivní části testu byly analyzovány separátně pro správné a pro chybné odpovědi. Kolinearita odpovědí byla testována v programu Canoco ver. 5 (ter Braak a Šmilauer 2012) mnohorozměrnou analýzou hlavních komponent pro zjištění odlehlých či jinak odlišných odpovědí, popř. otázek, které nemají pro souhrnné hodnocení význam (vysoká četnost správných/špatných odpovědí). Následné analýzy rozptylu (variance) tříděné podle nominálních proměnných (pohlaví a věková kategorie) byly provedeny v programu STATISTICA 12, StatSoft 2013 (test ANOVA, dvojné třídění, pohlaví jako vnořený faktor).

**Tab. 1.** Rozložení počtu respondentů podle pohlaví a věkových kategorií

KATEGORIE	Celkový počet	Pohlaví		
		M	F	Neoznačeno
ZŠ Kategorie A (před výukou)	222	103	108	11
SŠ Kategorie B (1 rok po výuce)	263	103	156	4
SŠ Kategorie C (3 roky po výuce)	11	8	3	0
VŠ Kategorie D (5 let po výuce)	174	59	114	1
VŠ Kategorie E (7 let po výuce)	35	0	35	0

## Výsledky

### Postoje

Postojové otázky (tab. 2) vyjadřují vztah respondentů k neživé přírodě. Téměř 80 % ne-souhlasí s tvrzením, že předmět geologie je lehký, přes polovinu respondentů jej považuje za těžký. Za nezajímavou a nudnou považuje neživou přírodu 40 % respondentů, 35 % má pocit, že znalosti z neživé přírody k praktickému životu nepotřebuje a dokonce necelých 30 % uvádí, že nepotřebují k běžnému životu ani nerosty a nerostné suroviny. V průběhu času se vztah studentů k neživé přírodě jen velmi slabě zlepšuje. U žáků stupně A převládají názory, že geologie je nezajímavá a nudná, znalosti z ní nejsou k životu potřebné, a že nerosty ani nerostné suroviny k běžnému životu nepotřebujeme. U stupně B se tyto názory drží na stejné úrovni, dokonce se zvyšuje množství těch, kteří si myslí, že lidé, které zajímají horniny a nerosty jsou divní. K mírnému zlepšení postojů dochází až u kategorií C, D a E, čili ne bezprostředně po výuce. Na rozdíl od žáků ZŠ a SŠ už vysokoškoláci nepovažují učivo neživé přírody za tak těžké. Chlapci vykazují pozitivnější vztah k neživé přírodě ve srovnání s dívkami. Kladnější postoj byl zjištěn u pražských respondentů.

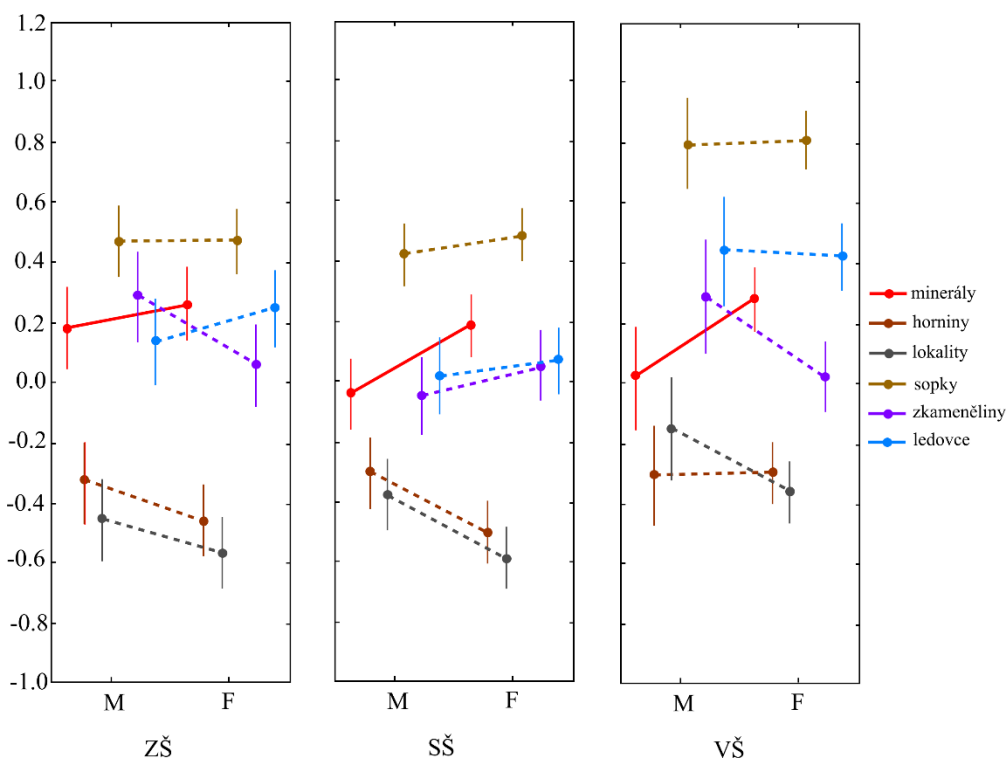
**Tab. 2.** Výsledky odpovědí v afektivní části testu odrážející postoj respondentů

Tvrzení	Stupeň	Průměr		F		M		ANOVA		
		F	M	C.I.min	C.I.max	C.I.min	C.I.max	vliv	F-test	p-value
Geologie je lehká, nemusím se na ni nic učit.	ZŠ	-0,623	-0,490	-0,843	-0,403	-0,753	-0,227	Pohlaví	0,757	0,518
	SŠ	-0,814	-0,655	-0,980	-0,649	-0,878	-0,431	Typ školy	31,24	< 0,0001
	VŠ	-1,384	-1,414	-1,516	-1,251	-1,611	-1,217			
Geologie je příliš těžká.	ZŠ	-0,028	0,029	-0,270	0,213	-0,252	0,311	Pohlaví	0,146	0,932
	SŠ	-0,135	-0,218	-0,334	0,065	-0,467	0,031	Typ školy	16,75	< 0,0001
	VŠ	0,514	0,552	0,333	0,694	0,272	0,831			
Geologie je nezajímavá a nudná.	ZŠ	-0,170	0,255	-0,440	0,101	-0,022	0,532	Pohlaví	3,017	<b>0,029</b>
	SŠ	0,019	0,027	-0,185	0,224	-0,242	0,296	Typ školy	14,52	< 0,0001
	VŠ	-0,801	-0,414	-0,984	-0,618	-0,744	-0,083			
Myslím, že každý, koho zajímají horniny nebo nerosty, je divný.	ZŠ	-1,472	-0,990	-1,654	-1,289	-1,243	-0,738	Pohlaví	4,352	<b>0,005</b>
	SŠ	-1,269	-1,082	-1,440	-1,098	-1,310	-0,854	Typ školy	6,17	<b>0,002</b>
	VŠ	-1,507	-1,552	-1,644	-1,369	-1,767	-1,336			
Nerosty a nerostné suroviny k běžnému životu nepotřebuji.	ZŠ	-0,453	-0,500	-0,737	-0,169	-0,784	-0,216	Pohlaví	0,59	0,621
	SŠ	-0,647	-0,864	-0,865	-0,430	-1,111	-0,616	Typ školy	11,85	< 0,0001
	VŠ	-1,171	-1,138	-1,369	-0,973	-1,435	-0,841			
K praktickému životu vůbec nepotřebuji znalosti z geologie.	ZŠ	-0,264	-0,029	-0,517	-0,012	-0,302	0,243	Pohlaví	0,928	0,427
	SŠ	-0,474	-0,345	-0,658	-0,291	-0,590	-0,101	Typ školy	9,21	<b>0,001</b>
	VŠ	-0,760	-0,655	-0,950	-0,571	-1,002	-0,308			

Hodnoty jsou odvozeny z pětistupňové postojové škály (-2 úplný nesouhlas, 0 neutrální postoj, +2 vysoký souhlas). Průměr, střední chyba a 95 % intervaly spolehlivosti jsou tříděné podle pohlaví a stupně školy. V pravé části jsou výsledky analýzy poměru rozptylů Fischerovým testem, kdy třídící proměnná má průkazný vliv, pokud je pravděpodobnost chyby prvního druhu zamítnutí nulové hypotézy nižší než 5 % ( $p < 0,05$ ).

### Zájmy

V rámci průzkumu bylo zjišťováno, jaká témata neživé přírody považují respondenti za zajímavá a zda má projev zájmu o tato témata vliv na znalosti v dané oblasti. Za nejatraktivnější témata jsou považována (obr. 1): (i) *sopky a zemětřesení*, (ii) *ledovce* a (iii) *vznik a stavba Země*. Největší zájem o tyto oblasti projevují především VŠ studenti nezávisle na pohlaví. Naopak jako nejméně zajímavá byla označena témata: (i) *lokality nerostů a hornin*, (ii) *horniny a jejich vznik*, (iii) *procesy eroze a zvětrávání*, a to rovnoměrně na všech třech stupních. Je zde patrný také vliv pohlaví, kdy dívky na SŠ a VŠ hodnotí průkazně lépe než chlapci tematiku *minerály a drahokamy a krasové jevy*. Naopak průkazně hůře jsou dívkami na ZŠ a SŠ hodnocena témata *horniny*, na všech třech stupních pak *lokality nerostů a hornin* a *procesy eroze a zvětrávání*. Nižší zájem o *zkameněliny* u dívek je patrný jen na ZŠ a VŠ. Dívky na VŠ mají celkově lepší vztah ke všem tématům z neživé přírody oproti ZŠ a SŠ. U chlapců se na VŠ zlepšil vztah pouze k *sopkám a zemětřesení* a mírně k *lokalitám nerostů a hornin*, zatímco u ostatních témat je jejich vztah v průběhu vzdělání stejný, nebo horší (*minerály*). U většiny témat je patrný mírný propad zájmu u středoškolských respondentů a následné zvýšení zájmu u vysokoškolských respondentů. Ukázalo se, že zájem o dílčí tematiku nemusí nutně znamenat i vyšší úroveň znalostí zjišťovaných u relevantních položek didaktického testu, jakkoliv je hodnocení tematicky specifické (tab. 3).



**Obr. 1.** Zájmy o témata neživé přírody tříděné podle pohlaví a stupně školy. Hodnoty představují průměrné hodnoty a jejich intervaly spolehlivosti odvozené ze zájmové škály -1 (úplný nezájem), 0 (neutrální postoj), +1 (vysoký zájem). Zobrazeny jsou pouze ty zájmy, které vykazují průkazně odlišné hodnoty pro pohlaví (0 – chlapci, 1 – dívky), resp. stupeň školy.

**Tab. 3.** Vztah mezi zájmy a správností odpovědí na testové otázky daného zaměření

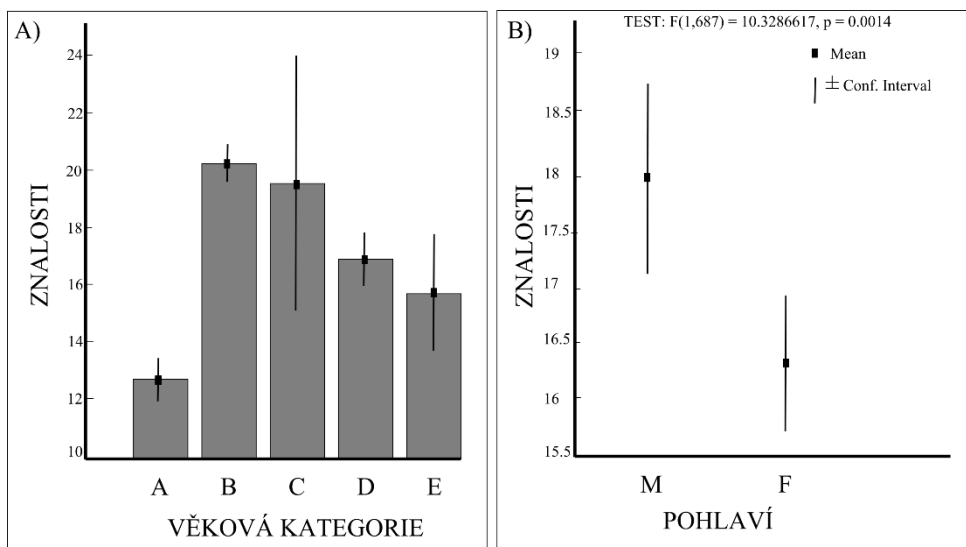
Zájmová témata	F, p
Minerály a drahokamy	4.66, 0.002
Horniny a jejich vznik	3.45, 0.018
Lokality nerostů a hornin	0.94, 0.398
Sopky a zemětřesení	3.24, 0.08
Zkameněliny	0.52, 0.524
Tvary krajiny a jejich vznik	4.59, 0.008
Eroze a zvětrávání	1.31, 0.268
Vznik a stavba Země	1.38, 0.252
Krasové jeskyně	1.38, 0.252

Vztah mezi zájmy a správnými odpověďmi na otázky daného zaměření byl testován mnoho-rozměrnou analýzou RDA. Míru vlivu vyjadřuje Fischerův poměr založený na 999 permutacích, hladina pravděpodobnosti chyby prvního druhu zamítnutí nulové hypotézy odpovídá hodnotě  $p$  (pokud je  $< 0,05$ , lze vliv zájmů na znalosti považovat za průkazný).

Mimo jiné bylo zjišťováno, zda mají na výsledky testů vliv mimoškolní aktivity žáků. Až 90 % dotazovaných odpovědělo, že si někdy přineslo z vycházky či výletu nějaký minerál nebo horninu. Nezájem o téma vyjádřili převážně chlapci, přičemž 55 % respondentů uvedlo, že má doma několik knih o Zemi, ale moc je nezajímají, zájem o čtení knih s geovědní tematikou vyjádřilo 29 % dotazovaných, téměř stejné procento dívek i chlapců. 59 % respondentů se občas podívá na nějaký dokumentární pořad o neživé přírodě, 18 % vidělo dokumentární film v rámci školního vyučování a 20 % přiznalo, že raději sleduje akční filmy (stejně procento dívek i chlapců). Lepších výsledků v kognitivní části testu dosahují žáci a studenti, kteří rádi čtou knihy a sledují dokumentární filmy s geovědní tematikou, ale explicitně vyjádřený „nezájem“ o neživou přírodu nemá na výsledek testu vliv.

### Znalosti

Výsledky kognitivní části didaktického, znalostního testu ukazují, že žáci mají pouze povrchní znalosti, unikají jim terminologie a souvislosti. Mezi nejčastější znalosti patří povědomí o tom, že: na vzniku písečných dun se podílí vítr (91,1 %), polární den a noc se střídají po půl roce (82 %), dmutí oceánské hladiny se nazývá příliv (86 %) a odliv (85 %), dinosauři vymřeli 50 miliónů let před příchodem člověka (73 %), žula je tvořena křemenem, živcem a slídou (69,5 %), Kutná Hora se v minulosti proslavila těžbou stříbra (63,1 %), nebo že litosférické desky se pohybují stejně rychle, jako rostou lidské nehty (63 %). U většiny odpovědí je znatelná nižší míra správných odpovědí u věkové kategorie A a následný vzestup počtu správných odpovědí u kategorie B svědčící o existenci mylných prekonceptů před výukou a jejich opravě během výuky v 9. třídě nebo kvartě (obr. 2A). U kategorií C se míra správných odpovědí průkazně neliší, jako u kategorie B a D-E, kde je patrný pokles u studentů VŠ, nejspíš v důsledku zapominání. Nejmarkantněji se toto zapominání projevilo u složení žuly a době vymření dinosaurů před příchodem člověka. Procentuální zastoupení správných odpovědí týkajících se rychlosti pohybu litosférických desek se nemění v souvislosti s pohlavím ani věkovou kategorií. V průměru dosáhli českobudějovičtí respondenti lepších výsledků v kognitivní části testu v porovnání s pražskými, ve věkové kategorii A ukázali více znalostí pražští žáci, u věkových kategorií B a D na tom byli znalostně lépe českobudějovičtí žáci (resp. studenti). Z hlediska pohlaví dosáhli chlapci lepší výsledky než dívky (obr. 2B).



**Obr. 2A a 2B.** Rozložení výsledků kognitivní části testu (součet bodů, max. 40) podle věkových kategorií a pohlaví. Zobrazeny jsou hodnoty průměrů a intervalů spolehlivosti.

Mezi nejčastější špatné odpovědi patří domněnky, že teplo lávy v sopečných oblastech pochází ze zemského jádra, a nikoliv z pláště (80 %), nejčastějším prvkem v zemské kůře je křemík (53 %), nejméně hřejivým typem uhlí je černé uhlí (55 %) popřípadě hnědé uhlí (15 %), černé uhlí vzniklo prouhelněním rostlin druhohorního stáří (41 %), pohyb litosférických desek je způsoben zemským magnetismem (27 %). Přes 79 % dotazovaných neví, že příliv a odliv se střídají po 6 hodinách a 55 % respondentů si spletlo středooceánský hřbet s hlubokomořským příkopem. Je nutné poznamenat, že i dobří žáci odpovídají špatně na některé otázky (např. že ložiska černého uhlí vznikla prouhelněním zbytků rostlin z druhohor či čtvrtohor a nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře je křemík). Zajímavý je výskyt většího počtu špatných odpovědí v kategorii C u některých otázek (týká se to například důvodu pohybu litosférických desek, původu černého uhlí, domněnky, že křemík je nejčastější prvek v zemské kůře a záměny středooceánského hřbetu za hlubokomořský příkop). V některých případech je míra chybných odpovědí stejná napříč všemi kategoriemi, popřípadě ještě mírně stoupá u kategoriích D a E (například původ tepla lávy v sopečných oblastech). Zřejmě se jedná o trvalé miskoncepce, které nebyly během výuky v 9. třídě ZŠ a kvartě opraveny. Zvýšení chybovosti u kategoriích D a E může být projevem zapomínání, u kategorie C se zřejmě jedná o trvalé či dokonce posílené existující miskoncepce.

### **Miskoncepce**

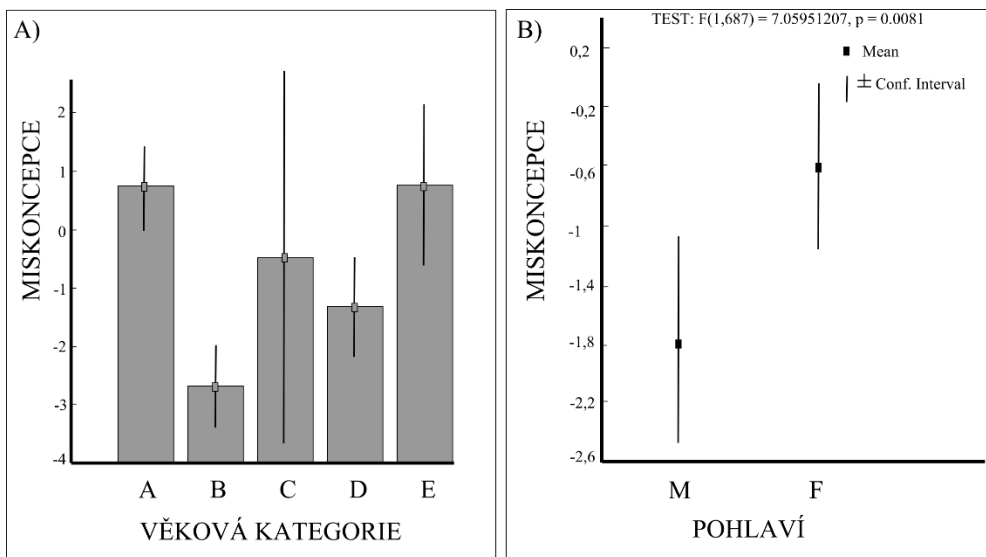
Existence miskoncepce byla identifikována pomocí míry souhlasu s vybranými miskoncepce (Engelmann et al. 2011). V důsledku šetření bylo zjištěno, že mezi českými respondenty převládá mírný nesouhlas, tedy povědomí o tom, že uvedená tvrzení nejsou správná.

Některé z uvedených miskoncepce považují za správná tvrzení častěji respondenti kategorie E (VŠ studenti 3. ročníku), než žáci ZŠ (kategorie A). Následují SŠ žáci navštěvující geologický seminář (kat. C) a VŠ studenti 1. ročníků (kat. D). Nejméně miskoncepce bylo zjištěno u SŠ žáků (kat. B) po absolvování výuky (obr. 3A). Výjimkou je jen miskoncepce, že nejstarší horniny jsou stejně staré jako sama Země, se kterou naopak respondenti kategorie B nejčastěji souhlasili. Respondenti kategorie D (studenti VŠ) nejčastěji nesouhlasili s tvrzeními, že člověk nemůže ovlivnit geologické procesy, a že celý zemský plášť je pevný. Dívky častěji souhlasily s vybranými miskoncepce než chlapci (viz obr. 3B). Z geografického hlediska vykazují českobudějovičtí žáci kategorie A a B mírně vyšší míru miskoncepce v porovnání s pražskými žáky, u respondentů kategorie D je to naopak – lépe jsou na tom studenti z Českých Budějovic. Celkový rozdíl je však minimální a statisticky neprůkazný.

Celkově to však znamená, že míra rozšíření miskoncepce je stále velmi vysoká a mezi 10 nejčastějších miskoncepce patří:

1. střídání ročních období je dáno vzdáleností Země od Slunce
2. veškeré zemské teplo pochází ze zemského jádra
3. astenosféra je plynný obal Země
4. nejčastějším prvkem v zemské kůře je křemík
5. černé uhlí je nejméně hřejivým typem uhlí
6. černé uhlí vzniklo prouhelněním rostlin druhohorního stáří
7. zemský severní pól mění svou pozici
8. nejstarší horniny jsou stejně staré jako Země
9. lidé se objevili na Zemi v době existence Pangei
10. zalednění je způsobeno pohybem litosférických desek





**Obř. 3A a 3B.** Rozložení hodnot součtu miskoncepce podle věkových kategorií a pohlaví. Zobrazena je míra souhlasu s tvrzením na pětistupňové škále od -2 (určitě nesouhlasím) po 2 (určitě souhlasím). Vyznačeny jsou hodnoty průměrů a intervaly spolehlivosti.

## Diskuse

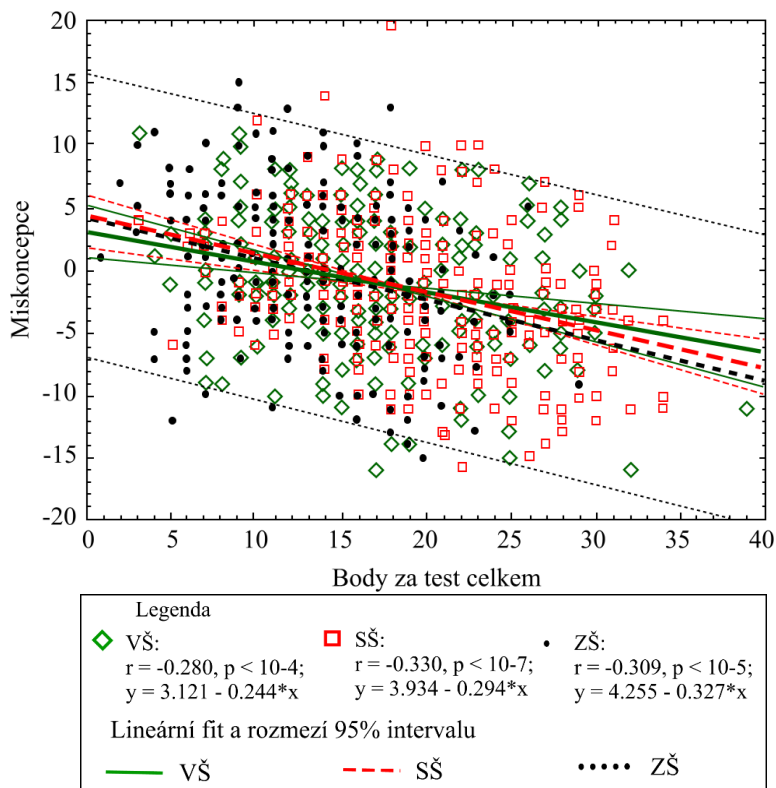
Tento příspěvek prezentuje výsledky průzkumu provedeného pomocí komplexního didaktického testu, jenž umožnil zmapovat afektivní a kognitivní situaci mezi žáky základních, středních a vysokých škol pedagogického zaměření ve vztahu ke geologii. Průzkum byl proveden na rozsáhlém vzorku respondentů z Prahy a Českých Budějovic a co do rozsahu i komplexnosti představuje významnou sondu do oblasti zájmu a znalostí z neživé přírody v České republice.

První výzkumnou otázkou byla identifikace vztahu postojů a znalostí na věku a pohlaví respondentů. Výsledky afektivní části testu ukazují, že vztah ke geologii se s věkem mírně zlepšuje, a že VŠ respondenti mají celkově větší zájem o jednotlivá témata v porovnání s respondenty ze ZŠ a SŠ. Tento výsledek je v rozporu s výsledky jiných výzkumů (např. Kubiátko 2011), ve kterých byl zjištěn pozitivnější postoj u mladších respondentů. Dále bylo zjištěno, že pohlaví nemá na celkový postoj ke geologii žádný vliv, ale projevuje se v zájmu o některá dílčí témata (dívky zajímají nerosty a drahé kameny, chlapce naopak horniny nebo jejich lokality). Zjištěné výsledky mohou být ovlivněny přirozenou selekcí vzorku respondentů kategorií D a E (tedy vysokoškolských studentů učitelství biologie a zeměpisu), protože se dá předpokládat, že tento obor půjdou studovat jedinci (většinou ženy) se zvýšeným zájmem o přírodní vědy. Oproti tomu negativní postoj mladších věkových kategorií může být dán faktem, že neživá příroda je na základní škole probírána až v 9. ročníku, nesamostatně, v rámci přírodopisu či jiného předmětu, a navíc jí není věnována potřebná časová dotace ani výukové aktivity umožňující větší zapojení žáků pro lepší pochopení jevů. Učitelé přírodopisu a biologie navíc nekladou na témata neživé přírody takový důraz a výuka je zaměřena spíše na memorování termínů a faktů, než na prezentaci interakcí mezi živou a neživou přírodou a vztahů ke každodennímu životu jedince. Některé studie potvrzují, že žáci mají pozitivnější vztah k předmětu tehdy, pokud jej považují za zajímavý, jeho obsah je provázan s každodenním životem studenta a má nějaký praktický dopad na jejich budoucnost (Kubiátko et al. 2012). Proto je vhodné podporovat ve výuce tematiku, která je pro žáky zajímavá a doplnit ji podle aktuálních událostí ve světě o výklad příčin a důsledků takových jevů na každodenní život jedince (Cepni et al. 2017). Předmět tak získá na aktuálnosti a praktickém významu.

Celkové výsledky znalostní části testu poukazují na významný vliv pohlaví a věku respondentů. Nejnížší znalosti byly zjištěny u žáků ZŠ ještě před zahájením stěžejní výuky neživé přírody v 9. třídě. Nejvíce znalostí měli žáci SŠ 1 rok po výuce. S prodlužující se dobou uběhlou od výuky se množství znalostí snižuje a zároveň se opět zvyšuje počet miskonceptů. Studenti učitelství pro první stupeň, kteří se s přednáškami z geologie setkávají až ve třetím ročníku VŠ, tak prakticky začínají téměř se stejným množstvím miskonceptů a jen s o málo více znalostmi než žáci ZŠ před výukou neživé přírody. Faktor zapomínání byl potvrzen i jinými průzkumy - Hübelová a Janík (2007) například zjistili větší znalosti z neživé přírody u žáků 6. tříd v porovnání se žáky 8. tříd ZŠ. Srovnáním výsledků jednotlivých studentů vyšlo najevo, že i dobří žáci odpovídají na některé otázky špatně (například, že Si je nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře), což může poukazovat na velmi rozšířený miskoncept vycházející z představy, že kyslík je plyn, jehož přítomnost mají žáci spjatý spíš s atmosférou než s litosférou, nebo že hojnost Si v křemenu a silikátech může znamenat jeho nadměrný obsah.

V souvislosti s popisovaným šetřením bylo zjištěno 10 rozšířených miskonceptů. Většina miskonceptů identifikovaných během tohoto průzkumu koreluje s výsledky ostatních studií prováděných v České republice (např. Kocová, 2015a,b) i v zahraničí. Miskoncepce zjištěné u českých žáků se nijak zásadně neliší od těch zahraničních. Mnoho publikovaných výzkumů se v současné době zabývá identifikací miskonceptů u studentů učitelství, protože existuje řada studií dokládajících, že většina učitelů disponuje stejnými miskoncepce, jako jejich žáci (cf. Kusnick 2002).

Srovnání výsledků miskonceptů a znalostí poukazuje na dočasné zlepšení znalostí vůči miskoncepce po absolvování stěžejní výuky neživé přírody, avšak u starších respondentů nevykazuje výrazný posun, který by naznačoval dlouhodobý vliv výuky na potlačení miskonceptů (obr. 4). V současném kurikulu českých škol je neživá příroda vyučována víceméně izolovaně, nedochází k jejímu dostatečnému posílení v rámci mezipředmětové výuky, což by umožnilo upevnění znalostí a osvojení složitějších konceptů. Navíc na drtivé většině českých gymnázií se v současné době učivo neživé přírody nevyučuje, a to i přesto, že je Rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia vyčleněno jako samostatný obor geologie (společně s fyzikou, chemií, geografií a biologií) jako součást vzdělávací oblasti Člověk a příroda. K posílení pozitivního postoje by mohlo být využito inovace způsobu výuky neživé přírody v duchu badatelsky orientované výuky (cf. Papáček 2010, Stuchlíková 2010), nebo konektivismu (Siemens 2004), jež využívá především počítačové gramotnosti žáků, kteří si mohou vytvářet vlastní prezentace, vyhledávat potřebné informace, pozorovat simulace experimentů, které jsou v oblasti neživé přírody často jen těžko uskutečnitelné. Přílišná abstraktnost učiva a zjednodušení složitých procesních konceptů, kterým nejsou žáci ZŠ schopni hlouběji porozumět, mohou být dalším z důvodů nezájmu o neživou přírodu (Holec 2014). Proto jednou z možností, jak neživou přírodu učinit atraktivnější, je eliminace příliš abstraktních témat, jako jsou krystalografie a systematická mineralogie, která se sice dobře kvantitativně hodnotí, ale mají malé praktické využití. Je také třeba více zdůraznit praktické využití neživé přírody pro každodenní život a klást důraz na pozorovací schopnosti oproti memorování faktů. Učitel je nejdůležitějším prostředníkem mezi žákem a probíranou látkou, který vstupuje do výuky. Vliv má jeho osobnost a zápal pro obor (cf. Gallagher 1994, Woolnough 1997) stejně tak jako jeho odborné znalosti a schopnost podat učivo tak, aby je žáci pochopili a získali k němu kladný vztah (Prokop et al. 2011). Snaha ovlivnit znalosti a postoje široké veřejnosti k neživé přírodě by měla začít na vysokých školách během výuky budoucích učitelů přírodopisu, biologie a zeměpisu, popřípadě i jiných přírodovědných oborů (chemie, fyzika). Vysoká škola ale hraje velmi důležitou roli při formování postoje a znalostí studentů (resp. budoucích učitelů), proto je potřeba se snažit identifikovat a eliminovat co nejvíce miskonceptů a snažit se využít veškeré prostředky pro zvýšení zájmu a postoje VŠ studentů k neživé přírodě.



**Obr. 4.** Závislost míry miskoncepce na celkové úrovni znalosti. Vysvětlivky: svislá osa: součet míry souhlasu s 10 předloženými miskoncepce (kódování: určitě nesouhlasím -2, spíš nesouhlasím -1, spíš souhlasím +1, určitě souhlasím +2, nevím 0). Horizontální osa: celkový počet bodů z kognitivní části testu.

## Závěr

Předložený článek prezentuje výsledky výzkumu zaměřeného na diagnostiku postojů, zájmů, znalostí a miskoncepce českých žáků základních škol, gymnázií a vysokoškolských studentů učitelství přírodopisu a zeměpisu v Praze a Českých Budějovicích. Pomocí vytvořeného didaktického testu je možné sledovat význam jednotlivých třídících proměnných (pohlaví, stáří), dále postojů a zájmů na výsledné znalosti na rozsáhlém vzorku respondentů, což činí tento průzkum velmi hodnotnou sondou do vztahu české mládeže k neživé přírodě.

Výsledky znalostí i četnost miskoncepce ukazují, že dívky dosahují průkazně nižších kognitivních výsledků, a naopak disponují vyšším množstvím miskoncepce v porovnání s chlapci. Nejlepších výsledků dosáhli respondenti rok po stěžení výuce neživé přírody, následně znalosti s věkem klesají a stoupá množství miskoncepce. Nejhorších znalostních výsledků a poměrně hodně miskoncepce (prekoncepce) vykazují respondenti kategorie A, kteří byli testováni ještě před rozšířením a upevněním znalostí v 9. třídě ZŠ. Z výsledků studie je patrný enormní dopad času na zapominání, způsobený absencí výuky neživé přírody na drtivě většině gymnázií v ČR. Není detrimetální, aby měl každý člověk přesné představy o všech oblastech vzdělávání, navíc miskoncepce jsou v mladším věku přirozené a odstranitelné, avšak velké množství miskoncepce existujících u začínajících studentů učitelství přírodopisu a zeměpisu pro první i druhý stupeň ZŠ vyvolává otázku postoje a kvality připravenosti začínajících učitelů pro výuku neživé přírody v praxi. Další fází průzkumu by proto mělo být testování geovědní gramotnosti graduujících VŠ studentů oboru učitelství, popřípadě učitelů v praxi.

## Literatúra

- CEPNI, S., ULGER, B. B., ORMANCI, U. 2017: Pre-Service Science Teachers' Views towards the Process of Associating Science Concepts with Everyday Life. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 1-15. Dostupné z: <http://www.tused.org/internet/tused/archive/v14/i4/1-1148.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.12973/tused.10208>.
- DOVE, J. 1998: Students' alternative conceptions in earth science: a review of research and implications for teaching and learning. *Research Papers in Education*, 13, 183-201. DOI: <https://doi.org/10.1080/0267152980130205>.
- ENGELMANN, C., ROSE, W., HUNTOON, J., KLAWITER, M., VYE, E. 2011: *MiTEP List of Common Geoscience Misconceptions*. Dostupné z: [http://hub.mspnet.org/index.cfm/22601/?print\\_friendly=true](http://hub.mspnet.org/index.cfm/22601/?print_friendly=true).
- FRANCEK, M. 2013: A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35, 31-64. DOI: <https://doi.org/10.1080/095-00693.2012.736644>.
- GALLAGHER, S. A. 1994: Middle school classroom predictors of science persistence. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(7), 721-734. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660310705>.
- HOLEC, J. 2014: Problematika geologického vzdělávání na základních školách a gymnáziích. *Metodický portál RVP: články*. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/18299/problematika-geologickeho-vzdelavani-na-zakladnich-skolach-a-gymnaziich.html/>.
- HŮBELOVÁ, D. a JANÍK, T. 2007: Výzkumná sonda do žákovských představ o tvaru a složení Země, *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 16(2), 98-103.
- CHRÁSKA, M. 2007: *Metody pedagogického výzkumu*. Praha (Grada Publishing).
- KOCOVÁ, T. 2015a: Miskoncepce ve výuce geografie I. *Geografické rozhledy: výuka a popularizace geografie, ekologická výchova*, 25(1), 15-16.
- KOCOVÁ, T. 2015b: Miskoncepce ve výuce geografie II. *Geografické rozhledy: výuka a popularizace geografie, ekologická výchova*, 25(2), 15-16.
- KUBIATKO, M. 2011: Bez přírodopisu to nejde alebo ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia Paedagogica* 16(2), 75-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.5817/SP2011-2-4>.
- KUBIATKO, M., JANKO, T., MRAZKOVA, K. 2012: Czech Students' Attitudes towards Geography, *Journal of Geography*, 111(2)2, 67-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00221341.2011.594904>.
- KUSNICK, J. 2002: Growing pebbles and conceptual prisms – understanding the source of students misconceptions about rock formation. *Journal of Science Education*, 50, 31-39. DOI: <https://doi.org/10.5408/1089-9995-50.1.31>.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J., HILL, M. 2005: *Počítačová analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Praha (Academia).
- PAPÁČEK, M. 2010: *Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice*. In Papáček, M. ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi, 2010. Sborník příspěvků semináře 25. a 26. března 2010*. České Budějovice (Jihočeská univerzita).
- PARK, S. K. 2013: The relationship between students' perception of the scientific models and their alternative conceptions of the lunar phases. *Euroasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9, 285-299. DOI: <http://dx.doi.org/10.12973/eur-asia.2013.936a>.
- PROKOP, P., DALE TUNNICLIFFE, S., KUBIATKO, M., HORNÁČKOVÁ, A., USAK, M. 2011: The role of teacher in students' attitudes to and achievement in palaeontology. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(1), 29-45.

- PŘIBYLOVÁ, M. 2007: Integrace vzdělávacího oboru Geologie do výuky. *Metodický portál RVP: Články*. Dostupné z <https://clanky.rvp.cz/cla-nek/c/G/1718/integrace-vzdelavaciho-oboru-geologie-do-vyuky.html/>.
- SIEMENS, G. 2005: Connectivism: A learning Theory for the Digital Age. *Elearnspace*. Dostupné z <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.
- STAFF, S. 2009: Comics: they are not just for kids anymore. *Chief Learning Officer*. Dostupné z: <http://www.clomedia.com/2009/07/26/comics-theyre-not-just-for-kids-anymore/>.
- STUHLÍKOVÁ, I. 2010: O badatelsky orientovaném vyučování. In Papáček M. ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi, 2010. Sborník příspěvků semináře 25. a 26. března 2010*. České Budějovice (Jihočeská univerzita).
- TAPSCOTT, D. 1999: *Growing up digital. The rise of the Net-generation*. New York (McGraw-Hill).
- TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P. 2012: *Canoco Reference Manual and User's Guide*. Ithaca (Microcomputer Power).
- VON AUFSCHNAITER, C. & ROGGE, C. 2010: Misconceptions or missing conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 3–18. DOI: <https://doi.org/10.12973/ejmste/75223>.
- WOOLNOUGH, B. E. 1997: Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, 78(285), 67-72.
- WYSESSION, M., TABER, J., BUDD, D., CAMPBELL, K., CONKLIN, M., LADUE, N., LEWIS, G., RAYNOLDS, R., RIDKY, R. W., ROSS, R., TEWKSBURRY, B., TUDDENHAM, P. 2009: *Earth Science Literacy Initiative*. Internetový portál. Online [cit. 6. 2. 2018] Dostupné z: <http://www.earthscienceliteracy.org/index.html>.

**Článek vznikl v rámci podpory grantu z OP VVV reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000664 a grantu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích č. 160/2016/S. Autoři děkují doc. RNDr. Vasilisovi Teodoridisovi Ph.D. z PF UK za pomoc při sběru dat.**

---

#### **Adresy autorů**

Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D.  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta  
Katedra biologie  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
Česká republika  
[sdvorackova@pf.jcu.cz](mailto:sdvorackova@pf.jcu.cz)

Mgr. Jiří Rypl, Ph.D.  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta  
Katedra geografie  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
Česká republika  
[rypl@pf.jcu.cz](mailto:rypl@pf.jcu.cz)

doc. RNDr. Tomáš Kučera, Ph.D.  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta  
Katedra biologie a ekosystémů  
Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice  
Česká republika  
[kucert00@prf.jcu.cz](mailto:kucert00@prf.jcu.cz)