

## OBSAH

### Výzkumné studie

Katarína Kotuláková, Dávid Dholucký, Lucia Palicová, Lenka Šprláková Vplyv výskumne ladeného prístupu na rozvoj spôsobilostí vedeckej práce žiakov nižšieho sekundárneho stupňa vzdelávania .....	2
Linda Němečková, Lenka Pavlasová Pedagogická praxe studentů učitelství biologie z pohledu hospitačních roz- hovorů .....	20
Martin Rusek, Iva Bílková Metelková, Vlastimil Chytrý, Vojtěch Žák Zjišťování postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání k přírodovědným tématům: adaptace původní verze dotazníku DAS do českých podmínek ..	44
Libuše Samková Investigating Subject Matter Knowledge and Pedagogical Content Know- ledge in Mathematics with the Concept Cartoons Method .....	62
Silvie Svobodová Testování vybraných charakteristik výzkumných nástrojů pro zjišťování afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ.....	80
Jiří Vančura Vliv procvičování na Khan Academy na znalosti a dovednosti žáků v mate- matice .....	103

## Vplyv výskumne ladeného prístupu na rozvoj spôsobilostí vedeckej práce žiakov nižšieho sekundárneho stupňa vzdelávania

*Katarína Kotuláková, Dávid Dholucký,  
Lucia Palicová, Lenka Šprláková*

### Abstrakt

Kurikulárne dokumenty zdôrazňujú dôležitosť poznania prírodovedných konceptov a rozvoja spôsobilostí vedeckej práce (SVP) ako nástrojov potrebných na zmysluplné porozumenie vedeckým konceptom. Zdá sa, že dôležitú úlohu v tomto procese zohráva výskumne ladený prístup k prírodovednému vzdelávaniu (bádateľské vyučovanie). Cieľom nášho výskumu bolo zistiť vplyv takto upraveného prírodovedného obsahu na rozvoj SVP žiakov, ktorí nemali žiadnu predchádzajúcu skúsenosť s vyššie uvedeným spôsobom učenia sa (experimentálna skupina) a výsledky porovnať s úrovňou SVP žiakov, ktorí používali tradičný materiál (učebnice) a v našom vzdelávacom kontexte stále dominantné deduktívne na učiteľa orientované vyučovanie (kontrolná skupina). Výskumu sa zúčastnilo 80 žiakov ôsmeho ročníka základnej školy. Analyzovali sme pracovné záznamy žiakov experimentálnej skupiny. Po ukončení výučby (4 mesiace) obe skupiny absolvovali test s konceptuálnymi úlohami zisťujúcimi úroveň SVP. Výsledky ukázali vplyv výskumne ladeného prístupu na rozvoj SVP žiakov, predovšetkým tých, ktoré dosahovali na začiatku veľmi nízku úspešnosť, a to spôsobilosti navrhovať postupy na overenie formulovanej hypotézy a spôsobilosti usudzovať. Identifikovali sme tiež spoločné charakteristiky problematických SVP. Zistenia prispievajú do diskusie o opodstatnenosti investovania do procesuálnej stránky prírodovedného vzdelávania.

**Kľúčové pojmy:** spôsobilosti vedeckej práce, výskumne ladený prístup (bádateľské vyučovanie, IBSE), kurikulum.

## Effect of Inquiry Instruction on Lower Secondary Students' Science Process Skills

### Abstract

Science curriculum emphasizes scientific knowledge, as well as science process skills (SPS), based on the assumption that these are the means that enable students to get a full grasp of scientific concepts. An inquiry-based approach which develops these skills seems to be essential. The aim of this study was to investigate the effect of newly designed material on SPS of students who had not previously experienced the inquiry-based approach teaching

(the experimental group) and compare it with the SPS of students who use ordinary teaching material (textbooks) and are exposed to the dominant deductive teacher-centered approach still typical for Slovak schools (the control group). The study was carried out with 80 eighth grade pupils. The pupils' inquiry reports were analyzed. After intervention the experimental and the control group solved test tasks and results were compared. The results showed that the inquiry-based approach had a significant effect on improvement of the pupils' SPS, especially the ones with low success rate at the beginning of the project, proposing how to test the formulated hypothesis and the ability to infer. Some common features of the most problematic SPS were identified. Our findings contribute to the discussion about the importance of fostering the development of procedural knowledge.

**Key words:** science process skills, inquiry, curriculum.

Prírodovedná gramotnosť predstavuje spôsobilosť používať vedecké poznatky, identifikovať výskumné otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery na pochopenie a tvorbu rozhodnutí o prírodovednom svete a zmenách, ktoré v ňom v dôsledku ľudskej činnosti nastali (Harlen, 2000; PISA, 2015). Pozostáva z poznania prírodovedných konceptov, princípov, zákonov a teórií. Ich poznávanie je sprostredkované spôsobilosťami výskumnej práce (SVP), ktoré umožňujú vysvetliť poznané a využiť ich na porozumenie okolitým prírodovedným javom, čo v konečnom dôsledku formuje prírodovedné postoje, ďalšiu súčasť prírodovednej gramotnosti. SVP teda zohrávajú dôležitú úlohu v rozvoji procedurálnych i konceptuálnych poznatkov (Anderson, 2002). Hrajú strategickú úlohu v učení sa s porozumením v školskom i mimoškolskom prostredí (Harlen, 1999). Zlepšujú zmysel žiaka pre zodpovednosť, robia z neho aktívne poznávajúceho a podporujú neustále učenie sa (Çepni, 2005 in Akben, 2015). Sú dôležitými spôsobilosťami pri uvažovaní a riešení problémov. Zistenia poukazujú na pozitívnu koreláciu medzi SVP a porozumením konceptom a následne medzi porozumením a vedeckými postojmi (Sari et al., 2018). Na základe viacerých odborných prác sú SVP rozdelené na základné a integrované (Beaumont-Walters & Soybo, 2001; Colvill & Pattie, 2002). Medzi základné SVP patria pozorovanie, usudzovanie, klasifikovanie, komunikovanie zisteného, meranie a predpokladanie. Medzi integrované spôsobilosti radíme kontrolu premenných, formulovanie hypotéz, operacionalizáciu, experimentovanie, interpretáciu údajov, tvorbu modelov a formulovanie záverov (Held et al., 2011; Orolínová & Kotuláková, 2014). Základné SVP umožňujú popísať a usporiadať javy. Integrované SVP umožňujú riešiť problémy a realizovať experimenty. Rozvoj základných SVP môže začať pomerne skoro, už v materskej škole. Tvorí tak prerekvizity pre rozvoj integrovaných SVP (Held et al., 2011). Základné SVP korešpondujú s empiricko-induktívnym prístupom alebo s Piagetom charakterizovanou úrovňou konkrétnych operácií. Hypoteticko-deduktívne uvažovanie patriace do úrovne formálnych operácií využívame pri rozvoji integrovaných SVP (Beaumont-Walters & Soybo, 2001). Coil a kol. (2010) uvádza, že skorý rozvoj SVP môže uľahčiť proces porozumenia vedeckým konceptom. Výskum tiež poukazuje na slabé výsledky žiakov, ktorých príprava nezahŕňala rozvoj SVP (Yilmaz-Tüzün, 2014 in Durmaz & Mutlu, 2016).

# 1 VÝSKUMNE LADENÝ PRÍSTUP (BÁDATEĽSKÉ VYUČOVANIE) AKO SPÔSOB ZÍSKAVANIA A ROZVOJA SPÔSOBILOSTÍ VEDECKEJ PRÁCE

Zistenia naznačujú, že výskumne ladený prístup významne zlepšuje úroveň SVP (Abdi, 2014; Akben, 2015; Artayasa et al., 2017; Ramayanti et al., 2017 a mnohí ďalší) a zvyšuje záujem žiakov o vedu (Kanli & Yagbasan, 2008). Postupnému približovaniu sa práci vedca a jeho spôsobu uvažovania napomáha rozdelenie tohto komplexného procesu na menšie logicky usporiadané časti vedeckého uvažovania, ktorými je žiak vedený. V odbornej literatúre nachádzame niekoľko modelov, ktoré základnú líniu uvažovania delia na rôzne podkategórie. Ako uvádza Pedaste a kol. (2015), základnú líniu tvorí 5 fáz – zorientovanie sa, konceptualizácia, samotný výskum, tvorba záverov, diskusia. Baybee a kol. (2006) predstavuje napr. 5E model s induktívnym prístupom – zapojenie, skúmanie, vysvetlenie, rozpracovanie, vyhodnotenie, na rozdiel od Whita a Frederiksen (1998), ktorých 5E model vychádza z dopredu známej teórie – pýtanie sa, predpokladanie, skúmanie, modelovanie, aplikovanie. Cyklus 6E predstavený Llewellynom (2002) začína formuláciou otázok, návrhom možných riešení, formuláciou hypotézy, návrhom realizácie jej overenia, zberom dát a zdieľaním záverov. Iní autori rozširujú Baybeeho 5E model o elektronické vyhľadávanie informácií (Chessin & Moore, 2004) alebo zdieľanie a rozšírenie informácií (6 E model) (DeSign, 2019). 7E model rozširuje 5E model o ďalšie subkategórie – zistenie žiackeho porozumenia a v závere aplikácia zistení – extend (Eisenkraft, 2003).

Iné modely sú založené na množstve skúseností žiaka a množstve informácií, ktoré sú žiakom poskytnuté. V tomto zmysle sa v literatúre objavujú štyri úrovne výskumnej činnosti: potvrdzujúce, štruktúrované, riadené a otvorené skúmanie (tab. 1) (Bell et al., 2005).

Tab. 1: Štyri úrovne výskumnej činnosti v školskom prostredí (Bell et al., 2005)

Úroveň výskumnej v školskom prostredí	Výskumná otázka/ problém	Spôsob/ metóda	Odpoveď/ Záver
Potvrdzujúce	Poskytnutá	Poskytnutá	Poskytnutá
Štruktúrované	Poskytnutá	Poskytnutá	Neposkytnutá
Riadené	Poskytnutá	Neposkytnutá	Neposkytnutá
Otvorené	Neposkytnutá	Neposkytnutá	Neposkytnutá

Fradd a kol. (2001) charakterizuje ďalšie subkategórie výskumnej činnosti žiakov založenej na osobe, ktorá riadi danú časť skúmania (učiteľ alebo žiak). Model (tab. 1) ukazuje, ako sa môže výskumná činnosť žiakov posúvať od výrazne riadenej učiteľom po jednoznačne riadenú žiakom, berúc do úvahy množstvo poskytnutých informácií (Bell et al., 2005). Učiteľ intenzívne riadi činnosť žiakov v potvrdzujúcom skúmaní a preberá iba koordinujúcu funkciu v otvorenom skúmaní. V potvrdzujúcom skúmaní žiaci overujú princípy získavaním údajov postupmi, ktoré sú im vopred predstavené. Výsledky sú však známe dopredu. Štruktúrované skúmanie sa výrazne podobá „laboratórnym cvičeniam“, v ktorých je známy problém i spôsob jeho riešenia. Žiak sa má dopracovať k záveru. Llewellyn (2013) však poukazuje na potrebu väčšej zodpovednosti a flexibility žiaka, ktorá sa tu od neho, na rozdiel od „laboratórných cvičení“, vyžaduje. V riadenom výskume učiteľ predstavuje výskumný

problém a výskumnú otázku. Spôsob riešenia problému je však na žiakovi. V otvorenom výskume je predstavená iba problémová situácia. Každá úroveň výskumnej činnosti rozvíja a zlepšuje iné SVP (Artayasa et al., 2017; Hardianti & Kuswanto, 2017). Štruktúrované skúmanie rozvíja spôsobilosti pozorovať, usudzovať, formulovať hypotézy, zbierať a organizovať údaje a formulovať závery. Riadené skúmanie rozvíja spôsobilosť navrhovať výskumné postupy za účelom zberu údajov a následnom overení formulovanej hypotézy (Sadeh & Zion, 2012; Zion & Mendelovici, 2012). Rozvoj SVP najlepšie zabezpečuje otvorené skúmanie, v ktorom žiaci postupujú tak, ako postupujú vedci v reálnom výskume začínajúc formuláciou výskumnej otázky, formuláciou hypotéz, návrhom výskumného šetrenia až po formuláciu záverov, resp. zovšeobecnení (Sadek & Zion, 2012; Zion & Mendelovici, 2012; Akben, 2015). Zistenia poukazujú na to, že čím viac sa výskum blíži k otvorenému skúmaniu, tým viac SVP žiak nadobúda a rozvíja (Akben, 2015).

## 2 KONTEXT VÝSKUMU

Štátny vzdelávací program na Slovensku zdôrazňuje rozvoj vedomostí, SVP a postojov v prírodovednej oblasti (ŠVP, 2015). Očakáva sa preto, že do vyučovania bude zakomponovaný rozvoj všetkých troch aspektov prírodovednej gramotnosti. V slovenskom kontexte však v prírodovednom vzdelávaní stále dominuje deduktívne na učiteľa orientované vyučovanie zdôrazňujúce vedomosti, opierajúce sa výhradne o učebnice, implementujúce nanajvýš demonštrácie a potvrdzujúce skúmanie (Vallová, 2012; Lapitková et al., 2015; Matušíková, 2017). Takéto vyučovanie nevedie k rozvoju očakávaných spôsobilostí (Miklovičová et al., 2017). Rozvíjať SVP u žiakov je možné tým, že im zabezpečíme také učebné situácie, ktoré umožnia získavať skúsenosti s ich uplatňovaním (Padilla, 1986; Vartak et al., 2013; Lapitková, 2016), doplnené o získavanie bezprostrednej spätnej väzby alebo možnosti analyzovať vlastnú činnosť (Taylor et al., 2009). Pozitívny vplyv systematickej práce na rozvoji SVP potvrdzujú mnohé výskumy na rôznych stupňoch vzdelávania (Lati et al., 2012; Durmaz & Mutlu, 2016; Rokos & Vomáčková, 2017; Choirunnisa et al., 2018 a ďalší). Lati a kol. (2012) prisudzoval zistenú nízku úroveň spôsobilosti interpretovať údaje a formulovať závery vyššie spomínanej obmedzenej možnosti ich rozvíjať. Vzorka žiakov, s ktorou pracoval, sa totiž v predchádzajúcom štúdiu sústredila na menej časovo náročné spôsobilosti (kontrola premenných, meranie apod.). Spomínané problematické SVP boli kvôli časovej náročnosti častejšie vynechávané. Autori ďalej identifikujú spôsobilosti, ktorých rozvoj je všeobecne problematickejší. Zhodujú sa na spôsobilosti formulovať zdôvodnené predpoklady, navrhovať vhodný spôsob ich overenia, interpretovať (a iným spôsobom analyzovať) údaje a formulovať závery (Lati et al., 2012; Hodosyová et al., 2015; Balogová & Ješková, 2016). Cieľový rozvoj SVP tiež znižuje rozdiely medzi dobre a slabo prosperujúcimi žiakmi (Prayitno et al., 2017).

Vhodnú zmenu prístupu k vyučovaniu môže predstavovať efektívny nástroj napomáhajúci rozvoju SVP. V tomto zmysle tu existuje snaha o didaktickú rekonštrukciu prírodovedného obsahu (APVV-10-0070) zameriavajúca sa na zmysluplné a komplexné porozumenie prírodovedným konceptom zdôrazňujúc výskumne ladený prístup (bádateľské vyučovanie). Rekonštruovaný prírodovedný obsah zdôrazňuje procedurálnu rovnako ako pojmovú znalosť.

Cieľom nášho výskumu bolo zistiť, ako novo-vytvorený materiál pozostávajúci z chemických, biologických a fyzikálnych konceptov majúci výskumne ladený dizajn

(bádateľské vyučovanie) vplýva na rozvoj SVP. Zamerali sme sa na identifikáciu charakteristík najproblematickejšie sa rozvíjajúcich SVP. Formulovali sme preto nasledujúce výskumné otázky:

1. Ako sa mení úroveň SVP u žiakov experimentálnej skupiny pracujúcich výskumne ladeným postupom (bádateľským vyučovaním)?
2. Aký je rozdiel (ak nejaký) v úrovni SVP žiakov experimentálnej skupiny po práci s materiálom, ktorý má výskumne ladený dizajn (bádateľské vyučovanie), a žiakov kontrolnej skupiny pracujúcich prevažne deduktívnym, na učiteľa orientovaným spôsobom?
3. Ktoré SVP sú pre žiakov najproblematickejšie?

### 3 METODOLÓGIA

Vo výskume s „kváziexperimentálnym“ dizajnom boli použité kvalitatívne i kvantitatívne údaje za účelom zvýšiť jeho validitu (Fraenkel & Wallen, 2009). Rovnaká úroveň spôsobilostí a vedomostí experimentálnej a kontrolnej skupiny bola zistená porovnaním priemeru známok žiakov z biológie, fyziky a chémie na konci školského polroka (január 2018). Žiakov učil ten istý učiteľ. Neboli zistené žiadne signifikantné rozdiely medzi experimentálnou ( $M = 1,91$ ;  $SD = 0,91$ ) a kontrolnou ( $M = 1,92$ ;  $SD = 0,59$ ) skupinou,  $t(79) = -0,19$ ,  $p = 0,85$  (tab. 2).

Tab. 2: Porovnanie polročných známok z prírodovedných predmetov žiakov experimentálnej a kontrolnej skupiny

	Experimentálna skupina	Kontrolná skupina
<i>N</i>	40	40
<i>M</i>	1,91	1,92
<i>SD</i>	0,91	0,59
Rozptyl	0,81	0,33
Med	1,70	2,00
Modus	1	2

V experimentálnej skupine bol obsah sprostredkovaný výskumne ladeným postupom (bádateľské vyučovanie), zatiaľ čo v kontrolnej skupine bol rovnaký obsah sprostredkovaný tradičným deduktívnym na učiteľa zameraným spôsobom. Výskum prebiehal v zime a na jar 2018 (4 mesiace). Údaje sme získali analýzou žiackych pracovných záznamov (experimentálna skupina) a po 2 týždňoch od ukončenia práce s obsahom v experimentálnej i kontrolnej skupine bol obom skupinám zadaný test zameraný na sledovanie úrovne SVP.

#### 3.1 VÝSKUMNÁ VZORKA

Výskumu sa zúčastnilo 80 žiakov ôsmeho ročníka základnej školy. 40 žiakov tvoriacich experimentálnu skupinu pracovalo s novovytvoreným materiálom s výskumne ladeným dizajnom. 40 žiakov tvoriacich kontrolnú skupinu pracovalo na rovnakom obsahu tradičným deduktívnym na učiteľa orientovaným spôsobom. Žiaci experimentálnej a kontrolnej skupiny nemali s výskumne ladeným spôsobom výučby žiadnu predchádzajúcu skúsenosť. Výskumná vzorka bola zostavená dostupným výberom. Učiteľ učiaci obe skupiny absolvoval školenie zamerané na výskumne ladenú koncepciu.

### 3.2 ZBER ÚDAJOV A ICH ANALÝZA

V experimentálnej skupine sme analyzovali kvalitatívne a kvantitatívne údaje. V procese didaktickej rekonštrukcie (Duit et al., 2012) sme pripravili sekvenciu výskumne ladených aktivít skúmajúcich tok látok a energie. Pripravili sme 8 aktivít zameraných na štúdium premeny svetelnej energie na energiu chemickú uloženú v rastlinných bunkách, ktorú následne konzumujeme a využívame uvoľňujúcu ju v sérii katabolických reakcií. Aktivity s výskumným dizajnom boli na základe výskumného problému zamerané na rozvoj jednotlivých SVP. Rozvoj konkrétnych SVP bol v aktivitách zabezpečený rôzne, napr. formulácia hypotézy v 5 aktivitách, návrh postupu, ako ju overiť v 3 aktivitách apod. (tab. 3). Aktivity boli analyzované dvoma expertmi v oblasti výskumne ladenej koncepcie a následne použité v evaluačnom procese – podkladu k analýze žiackych záznamov, ktoré boli vypracované počas samotnej výskumnej činnosti.

Tab. 3: SVP vo výskumne ladených (bádateľských) aktivitách

Výskumná aktivita	VO	H	P	ZU	T	U	Z
Aktivita 1	+	+	+	–	–	×	–
Aktivita 2	+	–	–	–	×	–	–
Aktivita 3	+	–	+	–	–	–	–
Aktivita 4	+	–	–	–	–	–	–
Aktivita 5	+	×	+	–	–	×	–
Aktivita 6	+	–	–	–	×	–	–
Aktivita 7	+	–	+	–	–	×	–
Aktivita 8	+	×	+	–	×	×	–

Pozn.: VO – výskumná otázka, H – formulácia hypotézy, P – navrhnutý postup, experiment, ZU – zber údajov, T – čítanie údajov z tabuľky, U – usudzovanie, Z – formulácia záveru, (+) dané, (–) formuluje žiak, (×) v aktivite nie je monitorované, pre aktivitu irelevantné

V aktivitách sme sa zamerali na charakteristické znaky jednotlivých SVP (tab. 4) (Held et al., 2011; Orolínová & Kotuláková, 2014; Lapitková et al., 2015; Kurikulum štátu Viktória, Austrália, 2018) a vyjadrili ich úspešnosť. V kontrolnej skupine bol prírodovedný obsah prezentovaný tradičným spôsobom používajúc klasické učebnice, cvičebnice a demonštrácie.

Zo žiackych pracovných záznamov experimentálnej skupiny sme získali kvalitatívne údaje – identifikovali sme úspešnosť sledovaných SVP podľa prítomnosti ich charakteristík (podľa Kurikula štátu Viktória, Austrália, 2018). Tieto údaje nám pomohli pri vyhodnocovaní kvantitatívnych údajov a pri celkovej charakteristike úrovne žiackych SVP. Kvalitatívna analýza pozostávala z redukcie údajov, ich prezentovania, formulácie záverov a ich overovania. Kódovanie a interpretácia boli realizované opakovaným čítaním žiackych pracovných záznamov a zaznamenávaním pravidelne sa opakujúcich javov spojených so sledovanými SVP, ako to navrhujú Miles a Huberman (1994) a Krathwohl (1998).

Výskumný dizajn žiackych aktivít mal charakter štruktúrovaného alebo riadeného skúmania vždy obsahujúce formulovanú výskumnú otázku. Štruktúra bola vo všetkých aktivitách podobná:

Tab. 4: Charakteristiky sledovaných SVP (upravené podľa Kurikula štátu Viktória, Austrália, 2018)

Spôsobilosti vedeckej práce	Charakteristika
Formulácia hypotézy	Formulácia zmysluplného a zdôvodneného predpokladu, ktorý je možné objektívne skúmať (obsahuje nezávislú a závislú premennú, zdôvodnenie na základe predchádzajúcej skúsenosti, vedomosti, analógie apod.).
Návrh experimentálneho overenia	Identifikácia nezávislej a závislej premennej, návrh kontrolnej a experimentálnej vzorky, kontrola identických podmienok pre obidve vzorky.
Zber údajov	Spôsobilosť identifikovať a zaznamenať podobnosť, rozdielnosť a zmeny a zaznamenávať ich presne, systematicky a vhodným spôsobom.
Čítanie údajov zo záznamu	Identifikácia vlastností skúmanej premennej zo záznamu, porovnanie údajov, branie do úvahy všetkých údajov, identifikácia trendu, diskretných a spojitých údajov.
Usudzovanie	Formulácia úsudku o skúmanom jave na základe získaných údajov (vysvetľuje všetky údaje, využíva aj vlastné odborné vedomosti, identifikuje prípadnú nekonzistentnosť v údajoch).
Formulovanie záveru	Formulovanie (všeobecného) záveru na základe získaných údajov (dôkazov), predchádzajúcich skúseností a vedomostí, navrhuje model skúmaného javu.

- Formulácia hypotézy: Čo si o tom myslíš? Čo si myslíš, že sa stane?
- Návrh experimentu: Ako by sa dala tvoja hypotéza overiť? Ako by si mohol zistiť, čo sa stane?
- Zber údajov: Zaznamenajte/zaznamenávajújte, čo ste zistili.
- Čítanie údajov z tabuľky: Čo si zistil?
- Usudzovanie: Čo znamenajú získané údaje? Vidíš nejaký vzťah medzi zaznamenanými údajmi?
- Formulovanie záveru: Aký záver o skúmanom jave môžeš vytvoriť? Čo si sa dozvedel o skúmanom jave?

Po realizovaní častí aktivít prebiehala spoločná diskusia, aby žiaci získali spätnú väzbu a mohli prípadne svoje postupy zlepšiť. Ak boli napr. žiaci žiadaní, aby navrhli experimentálne overenie svojej hypotézy alebo opísali vzťah medzi sledovanými premennými, pracovali najprv samostatne. Následne prebehla diskusia a žiakmi bol zvolený najvhodnejší postup alebo bol vzťah medzi premennými spresnený. Žiaci pracovali v skupinách, ich prvotné vlastné návrhy však zaznamenali (iba pre účely tohto výskumu). Nami vyhodnocované boli prvotné vlastné žiacke návrhy a odpovede. Jednotlivé pracovné záznamy žiakov mali rôzne bodové ohodnotenie (maximálne 24 bodov v jednom pracovnom zázname) vzhľadom na SVP, ktoré sme v daných aktivitách sledovali. Úroveň SVP bola ohodnotená bodmi 0–4 podľa prítomnosti či neprítomnosti sledovaných charakteristík SVP (tab. 4, Kurikulum štátu Viktória, Austrália, 2018). Ak obsahovala žiacka reakcia všetky sledované charakteristiky danej SVP, boli pridelené 4 body, ak obsahovala iba niektoré charakteristiky, napr. žiak identifikoval iba nezávislú premennú, alebo pri tvorbe záveru bral do



úvahy iba časť údajov, bol pridelený počet bodov znížený vzhľadom na chýbajúce charakteristiky. Ak reakcia chýbala, alebo nedávala žiaden zmysel, nebol pridelený žiaden bod.

Na konci školského roku, po 4 mesiacoch práce s oboma skupinami žiakov, boli kontrolnej i experimentálnej skupine zadané testové úlohy mapujúce úroveň najproblematickejších spôsobilostí, a to spôsobilosti formulovať hypotézy, navrhnúť jej overenie, usudzovať a formulovať závery. Osem testových položiek malo charakter konceptuálnych úloh. Žiacke odpovede boli kategorizované na základe vyššie uvedených charakteristík (tab. 4). Každá otázka pozostávala z niekoľkých častí, pričom každá časť mapovala inú SVP. Úroveň SVP bola ohodnotená bodmi 0–2 podľa prítomnosti či neprítomnosti sledovaných charakteristík (tab. 4, Kurikula štátu Viktória, Austrália, 2018). Bodové ohodnotenie jednotlivých položiek testu bolo odlišné. Maximálny počet bodov bol 12. Ak odpoveď obsahovala všetky sledované charakteristiky SVP, boli pridelené 2 body, ak obsahovala minimálne 2 sledované charakteristiky, bol pridelený 1 bod, ak obsahovala 1, bolo prideleného 0,5 bodu. Ak odpoveď neobsahovala žiadnu sledovanú a relevantnú charakteristiku SVP, nebol pridelený žiaden bod. Obsahová validita testu bola zabezpečená hodnotením a upravením testu dvoma expertmi v oblasti didaktiky prírodovedných predmetov zaoberajúcimi sa výskumne ladnou koncepciou v prírodovednom vzdelávaní. Koeficient reliability (Cronbachova  $\alpha$ ) mal hodnotu 0,9.

## 4 VÝSLEDKY

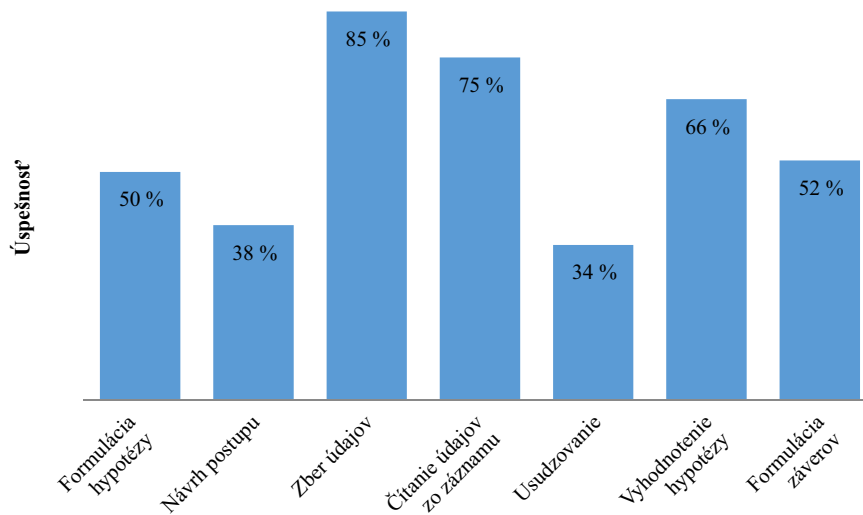
Na základe analýzy pracovných listov žiakov experimentálnej skupiny sme vypočítali úspešnosť SVP v jednotlivých výskumných aktivitách (tab. 5). Výsledky v experimentálnej skupine ukazujú postupné zlepšovanie vo väčšine charakteristík sledovaných SVP. Je potrebné poznamenať, že zlepšovanie žiakov v jednotlivých SVP nebolo konzistentné. Zdá sa, že žiaci nemali problémy so zberom údajov a ich zaznamenávaním, či ich vyhľadávaním a referovaním o nich zo záznamu (úspešnosť vyše 70 % v prvej výskumnej aktivite).

Tab. 5: Úspešnosť SVP sledovaných vo výskumných aktivitách (experimentálna skupina)

Aktivity	Úspešnosť SVP [%]					
	H	P	ZU	T	U	Z
Aktivita 1	39	×	80	78	×	48
Aktivita 2	43	44	70	×	13	49
Aktivita 3	43	×	98	87	24	50
Aktivita 4	51	53	82	86	49	51
Aktivita 5	×	×	80	85	×	45
Aktivita 6	59	18	98	×	50	58
Aktivita 7	65	×	79	75	×	64
Aktivita 8	×	×	90	×	×	54

Pozn.: H – formulácia hypotézy, P – navrhnutý postup, experiment, ZU – zber údajov, T – čítanie údajov z tabuľky, U – usudzovanie, Z – formulovanie záveru

Priemernú úspešnosť SVP vo výskumných aktivitách žiakov experimentálnej skupiny po intervencii znázorňuje graf 1. Spôsobilosť usudzovať sa zdá byť najproblematickejšou spôsobilosťou napriek jej najväčšiemu zlepšeniu.



Graf 1: Priemerná úspešnosť SVP sledovaných vo výskumných aktivitách po intervencii (experimentálna skupina)

Kvalitatívna analýza žiackych záznamov umožnila identifikovať spoločné znaky nízkej úspešnosti spomínaných SVP (tab. 6). Zaznamenali sme:

1. chýbajúce odpovede,
2. ignorovanie získaných údajov,
3. selektívne pozorovanie a selektívne záznamy,
4. absenciu analytického myslenia.

Tabuľka 2: Rastliny na svetle a v tme – pozorovanie rastlín

POZOROVANÉ SEMENO (RASTLINA)	Rastlina zakrytá svetlo priepustnou nádobou (svetlo)	Rastlina zakrytá svetlo nepriepustnou nádobou (tma)
Veľkosť [cm]	5,5 cm	4,5 cm
Farba	zelená	bielo-žltá
Iné rozdiely	má viac listov	má málo listov
Nákres		

Obr. 1: Kompletný záznam pozorovaného

Tabuľka 2: Rastliny na svetle v tme – pozorovanie rastlín

POZOROVANÉ SEMENO (RASTLINA)	Rastlina zakrytá svetlo priepustnou nádobou (svetlo)	Rastlina zakrytá svetlo nepriepustnou nádobou (tma)
Veľkosť [cm]	3,0 cm	3,8
Farba	zelená	žltá
Iné rozdiely	majú listy	nemajú listy
Nákres		

Obr. 2: Selektívny záznam pozorovaného (zaznamenaná iba zmena farby)

Tab. 6: Spoločné znaky nízkej úspešnosti SVP vo výskumných aktivitách

Spoločné znaky nízkej úspešnosti SVP	Príklady
1. Bez odpovede, žiadna reakcia na otázku.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulácia hypotézy bez zdôvodnenia</li> <li>• Žiadne usudzovanie, formulácia záveru, prijatie alebo odmietnutie hypotézy chýba</li> <li>• Uvádzanie údajov z tabuľky namiesto usudzovania</li> </ul>	<p>Pozoruješ medzi získanými údajmi nejaký vzťah?            „Modré svetlo spôsobilo najväčší nárast biomasy.“ (D)</p>
2. Ignorovanie získaných údajov	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pri usudzovaní, referovaní údajov z tabuľky alebo tvorbe záverov žiak berie do úvahy vybrané (nie všetky) údaje</li> <li>• Dominancia vlastnej skúsenosti vedie k ignorancii, príp. selekcii získaných údajov</li> <li>• Použitie „naučených odpovedí“ namiesto zaznamenaných údajov</li> <li>• Pretrvávajúce miskoncepce</li> </ul>	<p>Ako ovplyvňuje svetlo rastlinu?            „Rastliny sú na slnku väčšie.“ (F)            Boli zaznamenané aj iné pozorovania (obr. 1, 2).</p> <p>Kedy začalo byť droždie aktívne?            „Keď bol pridaný cukor.“ (E)            Aktivita droždia bola zaznamenaná tiež po pridaní mlieka.</p> <p>Popíšte, ako tma a svetlo ovplyvnili rastlinu. „Svetlo je potrebné na fotosyntézu.“ (M)            „Rastliny neprodukujú fotosyntézu bez prítomnosti svetla.“ (L)</p>
3. Selektívne pozorovanie a selektívne záznamy	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektívne zaznamenávanie údajov</li> <li>• Selektívne pozorovanie</li> </ul>	<p>Kresba na obr. 2 zachytáva iba jednu charakteristiku pozorovaných rastlín (v porovnaní s uceleným záznamom na obr. 1).</p> <p>Čo si pozoroval, keď bolo droždie aktívne? „Stúpalo.“ (K) Nafukoval sa tiež balón, na stenách nádoby boli pozorovateľné kvapky vody.</p>
4. Absencia analytického uvažovania	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chýbanie kontrolnej vzorky a kontroly podmienok (pri návrhu experimentálneho šetrenia)</li> <li>• Problém s identifikáciou dôkazu, chybný dôkaz</li> </ul>	<p>Ako zistíš, či rastlina získava látky potrebné na rast z pôdy? „Zasadím ju do niečoho iného.“ (N)            Získala rastlina živiny na svoj rast z pôdy? Vysvetli. „Nie. Vlastne neviem.“ (S) Kopírovanie Helmontovho experimentu.            Popíšte, ako svetlo a tma ovplyvňujú rast rastliny. „Tma priťahuje teplo, a to podporuje rast.“ (Q) Rastlina mala etiolované listy a bola vyššia ako rastlina na svetle.</p>

Dva týždne po ukončení práce s výskumnými aktivitami a identickými témami v kontrolnej skupine bol žiakom experimentálnej a kontrolnej skupiny zadaný test zameraný na najproblematickejšie SVP. Výsledky žiakov experimentálnej skupiny ( $M = 7,71$ ;  $SD = 1,11$ ) boli signifikantne vyššie ako kontrolnej skupiny ( $M = 5,85$ ;  $SD = 1,45$ ),  $t(78) = 6,46$ ,  $p < 0,001$ . Výsledky naznačujú, že realizácia výskumne ladených aktivít má pozitívny efekt na rozvoj a posun SVP. Monitorujúc jednotlivé spôsobilosti, signifikantné rozdiely sme zaznamenali pri spôsobilosti formulovať hypotézy a spôsobilosti usudzovať (tab. 7). Cohenov koeficient účinku „d“ (effect size) potvrdil veľkú silu efektu pri spôsobilosti navrhnuť experimentálne šetrenie a pri usudzovaní. Malá sila efektu bola zaznamenaná pri spôsobilosti formulovať hypotézu a formulácii záveru (tab. 7).

Tab. 7: Porovnanie úrovni vybraných spôsobilostí experimentálnej a kontrolnej skupiny (tttest)

		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i> (78)	<i>p</i>	<i>d</i>
Formulácia hypotézy	EXP.	40	1,64	0,62	0,80	0,21	0,10
	KONT.	40	1,55	0,60			
Návrh experimentu	EXP.	40	0,88	0,55	3,65	< 0,01**	0,82
	KONT.	40	0,40	0,61			
Usudzovanie	EXP.	40	2,23	0,74	4,71	< 0,001***	1,05
	KONT.	40	1,51	0,60			
Formulácia záveru	EXP.	40	1,25	0,61	0,99	0,16	0,22
	KONT.	40	1,10	0,74			

## 5 DISKUSIA

Cieľom výskumu bolo zistiť, či nami pripravené rekonštruované učebné situácie s výskumne ladeným dizajnom rozvíjajú okrem prírodovedných konceptov aj SVP u žiakov 8. ročníka tak, ako to vyžaduje štátny vzdelávací program (ŠVP, 2015). SVP žiakov experimentálnej skupiny sa postupne zlepšovali. Podobné zistenia, že k rozvoju SVP dochádza iba pri aktívnej práci s výskumne ladeným dizajnom, uvádzajú viacerí autori (Akben, 2015; Seng et al., 2016; Ramayanti et al., 2017). Výsledky testu mapujúceho spôsobilosti vedeckej práce následne preukázali signifikantný rozdiel v úrovni sledovaných SVP v prospech experimentálnej skupiny.

Najproblematickejšie SVP s najnižšou úspešnosťou počas práce experimentálnej skupiny boli spôsobilosti navrhovať objektívne overenie formulovanej hypotézy a usudzovať. Paradoxne výsledky testu administrovaného po ukončení práce s výskumne ladenými aktivitami ukázali signifikantne lepšie výsledky experimentálnej skupiny práve v uvedených dvoch spôsobilostiach (tab. 7). Zistenia naznačujú, že ak sú uvedené spôsobilosti cielene rozvíjané, ich úroveň je signifikantne vyššia, ako tomu naznačuje porovnanie experimentálnej a kontrolnej skupiny v záverečnom teste konceptuálnych úloh. Podobné zistenia uvádzajú Kim a Chin (2011). Výsledky tiež korešpondujú so zisteniami Hodosyovej a kol. (2015), ktorí skúmali spôsobilosti navrhovať experimentálne šetrenie, interpretovať získané údaje a formulovať závery medzi slovenskými žiakmi. Najväčší problém zaznamenali práve so spôsobilosťou navrhovať objektívne overenie formulovanej hypotézy. Žiaci v ich štúdiu, rovnako ako v našom výskumnom šetrení, nezahŕňali vo svojich návrhoch kontrolnú skupinu alebo/a kontrolu podmienok. Táto spôsobilosť je pritom považovaná za jednu z na-

jdôležitejších, avšak zároveň aj za najnáročnejšiu (Harlen, 2006). Podobné zistenia zaznamenali viacerí autori (Yip, 2007; Valanides et al., 2014; Durmaz & Mutlu, 2016). Žiaci mali problém s identifikáciou presvedčivého dôkazu vo vhodne navrhnutom výskume, nevedeli rozoznať kľúčové údaje potvrdzujúce alebo odmietajúce hypotézu. Nevedeli tak hypotézu zhodnotiť ani po získaní relevantných s hypotézou súvisiacich údajov a nevedeli na ich základe formulovať závery. Získané údaje komunikovali, nevedeli však usudzovať. Žiaci nekonfrontovali nimi akceptovanú teóriu či očakávania so získaným dôkazom (podobne aj v Kuhn et al., 1988; German & Aram, 1996).

Pomerne vysoká úspešnosť spôsobilosti získavať, zaznamenávať a komunikovať údaje korešponduje so zisteniami Hodosyovej a kol. (2015) alebo German a Aram (1996), ktorí tiež zaznamenali vyššiu úspešnosť pri monitorovaní základných SVP vyžadujúcich jednoduché kognitívne operácie (čítanie z grafu, identifikovanie zmeny, komunikovanie hodnôt apod.).

Spoločným menovateľom problematických SVP (tab. 5 a 6) sa zdá byť neschopnosť žiakov používať ich vlastnú skúsenosť, nedôvera (ignorovanie) k zistenému a výlučne spoliehanie sa na ich predchádzajúce poznatky (tiež Park, 2006), neschopnosť využívať logické uvažovanie, analyzovať a hľadať trendy v získaných údajoch či opierať sa o nich pri formulácii záverov. Tieto zistenia poukazujú na to, že žiaci nie sú zvyknutí a nemajú skúsenosť s takouto formou uvažovania, práce a v konečnom dôsledku učenia sa. Zdá sa, že dominancia na učiteľa zameraného vyučovania, kedy sú žiakom prezentované hotové ucelené informácie, oslabuje spôsobilosť žiaka využívať vlastnú skúsenosť a vlastné zistenia. Správnosť informácií, ktoré garantuje učiteľ alebo učebnica, sú pre žiaka dominantné, čo ovplyvňuje spôsob analýzy získaných údajov, ich interpretáciu a v konečnom dôsledku formuláciu záverov. Získané údaje prispôsobuje tomu, čo je (podľa neho) očakávaným záverom.

German a Aram (1996) poukazujú na žiacku nepresnosť pri zaznamenávaní údajov získavaných v procese merania alebo pozorovania. Žiaci sa pri pozorovaní sústredili iba na jednu vlastnosť (obr. 2) napriek upozorneniu, čo všetko by si mali všímať (napr. pri raste trávy pri rôznych farbách svetla si mali všímať veľkosť, farbu, vzhľad apod.) (obr. 1). Reif a Larkin (1991) poukazujú na to, že žiaci nerozlišujú medzi charakterizovaním bežne pozorovaných javov, kedy nemusia byť presní a popis nemusí byť vyčerpávajúci (stačí popísať približne), a pozorovaním ako výskumnou metódou používanou za účelom zberu údajov, kedy sú presnosť a detaily dôležité, keďže sú na ich základe formulované závery.

Je potrebné tiež upozorniť, že množstvo miskoncepcií vyskytujúcich sa v žiackych záznamoch pramení často v nepresnom až nesprávnom porozumení a zapamätaní si poznatkov, o ktorých sa učili počas formálneho vzdelávania, napr. rastlina má na svetle fotosyntézu (K) alebo svetlo dáva rastline fotosyntézu (Y). Je možné namietať, že uvedené príklady predstavujú iba jazykový problém a môžu byť tak ľahko opravené. Predpokladáme však, že ide o mnoho vážnejší a komplexnejší jav týkajúci sa toho, ako žiak konceptualizuje javy, o ktorých sa v škole učí. Aby bolo skúmanie v školskom prostredí zmysluplné a prispievalo k čo najpresnejšiemu budovaniu predstáv, je potrebné, aby učiteľ bral takéto vyjadrenia žiaka do úvahy a adekvátne na nich reagoval, príp. aby im prispôbil postup skúmania (Driver et al., 1985; Kibnis, 2011). To môže znamenať vrátiť sa a skúmať chýbajúci koncept, zabezpečiť chýbajúcu skúsenosť a/alebo jasne so žiakom komunikovať o tom, prečo robíme to, čo robíme. Ignorovanie žiackych predstáv o skúmanom jave alebo spôsobe, ako o ňom žiaci komunikujú, môže viesť k vážnym a pretrvávajúcim chybným interpretáciám (Driver et al., 1985).

Zdokonalenie vyššie uvedených SVP (graf 1) vedie k presvedčeniu, že žiaci sa učia, že je možné sa spoliehať na vlastné zistenia a skúsenosť a že je „postačujúce“ brať do úvahy získané údaje pri usudzovaní a tvorbe záverov. Signifikantné rozdiely v spôsobilosti navrhnúť vhodný postup, ako overiť formulovanú hypotézu a usudzovať (tab. 7), tiež vedú k presvedčeniu, že žiakom je potrebné ukázať, ako postupovať, ako a ktoré získané údaje používať (Kotuláková & Bugajová, 2017).

Rovnako ako mnohé iné krajiny aj ŠVP na Slovensku zdôrazňuje dôležitosť rozvoja SVP. Predstavujú nevyhnutnú súčasť prírodovednej gramotnosti, a preto tvoria dôležitú časť vzdelávacích cieľov v prírodovednej oblasti. Horšie výsledky testov v kontrolnej skupine (tab. 6) naznačujú, že výskumne ladené prístupy k prírodovednému vzdelávaniu, a s tým spojený rozvoj SVP, sa (pravidelne) v prírodovednom vzdelávaní nerealizuje. Zistenia korešpondujú so závermi Matušikovej (2017), ktorá sledovala napĺňanie výkonových štandardov v prírodovednej oblasti (na hodinách chémie). Potvrdila, že pretrváva na učiteľa orientované vyučovanie s minimom dôrazu na rozvoj SVP. Capps a Crawfordová (2013) skúmali učebné postupy a porozumenie výskumnej činnosti v triede medzi kvalifikovanými a motivovanými učiteľmi prírodovedných predmetov. Ich zistenia poukazujú na to, že väčšina učiteľov nemá jasnú predstavu, čo to znamená viesť týmto spôsobom výučbu, a že nemajú skúsenosť s reálnym vedeckým skúmaním. Toto zistenie považujú autori za kritické. Napriek deklarovaniu učiteľov, že implementujú výskumný dizajn pri sprostredkovaní prírodovedného obsahu, len menej ako polovica skutočne tieto prvky využívala, boli na ich hodinách zmysluplne použité a jasne identifikovateľné. Zistenia preto povzbudzujú k ďalšej práci s učiteľmi v praxi, keďže mnohí z nich považujú čas strávený rozvojom SVP za neefektívne využitý (Demkanin et al., 2012). Výskumy poukazujú na pozitívny efekt kontinuálnych školení pre učiteľov zameraných na predstavovanie a zabezpečenie skúsenosti s výskumne ladeným prístupom (bádateľským vyučovaním) v prírodovednom vzdelávaní, ktorý má následne pozitívny vplyv aj na samotných žiakov (Marshall et al., 2016).

Napriek limitom tohto výskumu, ktoré predstavujú malú vzorku, možnosť vplyvu atraktivity – neatraktivity témy na výsledky a pomerne krátkodobú prácu žiakov s výskumne ladenými učebnými situáciami (4 mesiace), však môžeme konštatovať, že pri cielenom sústredení sa na SVP v rámci výskumne ladeného prístupu dochádza u žiakov k ich rozvoju a signifikantným rozdielom porovnávajúc ich výsledky s výsledkami kontrolnej skupiny, ktorá pracovala s identickým obsahom tradičným spôsobom.

## 6 ZÁVERY

Cieľom nášho výskumu bolo zistiť vplyv výskumne ladených aktivít na rozvoj SVP žiakov ôsmeho ročníka základnej školy, identifikovať a špecifikovať problematické SVP. Spoločnými znakmi problematických SVP je ignorovanie získaných údajov, selektívnosť v pozorovaní, konzekventne i v záznamoch a absencia analytického uvažovania. Výsledky ukazujú na signifikantné rozdiely v problematických SVP, a to navrhovať postup overenia formulovaného predpokladu a usudzovať medzi experimentálnou skupinou pracujúcou s výskumne ladenými aktivitami a kontrolnou skupinou, ktorá pracovala na identických obsahoch tradičným spôsobom. Už krátkodobá výskumná práca žiakov viedla k ich väčšej účasti na vlastnom učení sa a k zlepšeniu úrovne SVP. Systematická a pravidelná výskumne ladená činnosť žiakov vyžaduje upravené organizačné podmienky v školách a zmenu v príprave učiteľov prírodovedných predmetov.

## POĎAKOVANIE

Článok vznikol za finančnej podpory projektu APVV 14-0070 Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020.

## LITERATÚRA

- Abdi, A. (2014). The effect of inquiry-based learning method on students' academic achievement in science course. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37–41. <https://doi.org/10.13189/ujer.2014.020104>
- Akben, N. (2015). Improving science process skills in science and technology course activities using an inquiry method. *Education and Science*, 40(179), 111–132. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4266>
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- APVV-10-0070. (2019). Dostupné z <http://pdf.truni.sk/katedry/kch/veda-vyskum?apvv-14-70-2014-2019>
- Artayasa, I. P., Susilo, H., Lestari, U. & Indriwati, S. E. (2017). The effectiveness of the three levels of inquiry in improving teacher training students' science process skills. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6), 908–918.
- Balogová, B. & Ješková, Z. (2016). Mapovanie bádatelských zručností žiakov stredných škôl. *Biológia, ekológia, chémia*, 20(3), 19–25.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. Colorado Springs, CO: BSCS. Dostupné z [http://bscs.org/sites/default/files/\\_legacy/BSCS\\_5E\\_Instructional\\_Model-Full\\_Report.pdf](http://bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Full_Report.pdf)
- Beaumont-Walters, Y. & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/02635140120087687>
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013). Inquiry based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497–526. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z>
- Coil, D., Wenderoth, M. P., Cunningham, M. & Dirks, C. (2010). Teaching the process of science: faculty perceptions and an effective methodology. *CBE – Life Sciences Education*, 9(4), 524–535. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0005>
- Colvill, M. & Pattie, I. (2002). Science skills – The building blocks for scientific literacy. *Investigating: Australian Primary and Junior Scientific Journal*, 18(3), 20–22.
- Demkanin, P., Bartošovič, L. & Velanová, M. (2012). Simple multiplication as a form of presenting experience with introducing data loggers to physics teachers who do not have any experience with usage of such tools in education. In *EDULEARN 12 Proceedings (2993–3002)*. Barcelona: IATED. Dostupné z [http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~bartosovic/papers/Edulearn\\_2012.pdf](http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~bartosovic/papers/Edulearn_2012.pdf)

DeSign. (2019).

Dostupné z <https://www.iteea.org/STEMCenter/6ELearningbyDeSIGN.aspx>

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Buckingham: Open University Press.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5. (13–37). Rotterdam: SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2)

Durmaz, H. & Mutlu, S. (2016). The effect of an instructional intervention on elementary students' science process skills. *The Journal of Educational Research*, 110(4), 433–445. <https://doi.org/10.1080/00220671.2015.1118003>

Eisenkraft, A. (2003). Enhancing the 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.

Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2009). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.

Fradd, S. H., Lee, O. & Sutman, M. K. (2001). Promoting science literacy with English learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439. <https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464>

German, P. J. & Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Education*, 33(7), 773–798. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199609\)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199609)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)

Hardianti, T. & Kuswanto, H. (2017). Difference among levels of inquiry: process skills improvement at senior high school in Indonesia. *International Journal of Instruction*, 10(2), 119–130. Dostupné z [http://www.e-iji.net/dosyalar/iji\\_2017\\_2\\_8.pdf](http://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2017_2_8.pdf)

Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 6(1), 129–144.

Harlen, W. (2000). *The teaching of science in primary school*. London: David Fulton Publishers Ltd.

Harlen, W. (2006). *Teaching, learning and assessing science (5–12)*. London: SAGE Publications Ltd.

Held, L., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I. & Kotuláková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis.

Hodosyová, M., Útla, J., Vanyová, P. & Lapitková, V. (2015). The development of science process skills in physics education. *Social and Behavioral Sciences*, 186(2015), 982–989. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.184>

Chessin, D. A. & Moore, V. J. (2004). The 6-E learning model. *Science and Children*, 42(3), 47–49. Dostupné z [http://science.nsta.org/enewsletter/2005-05/sc0411\\_47.pdf](http://science.nsta.org/enewsletter/2005-05/sc0411_47.pdf)

Choirunnisa, N. L., Prabowo, P. & Suryanti, S. (2018). Improving science process skills for primary school students through 5E unstructional model-based learning. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 947. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012021>

Kanli, U. & Yagbasan, R. (2008). The effects of a laboratory approaches on the development of university students' science process skills and conceptual achievement. *Essays in Education*, Special Edition, 143–153.



- Kibnis, N. (2011). Errors in science and their treatment in teaching science. *Science in Education*, 20(7), 655–685. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9289-0>
- Kim, M. & Chin, C. (2011). Pre-service teachers' views on practical work with inquiry orientation in textbook-oriented science classrooms. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 23–37.  
Dostupné z <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ930276.pdf>
- Kotuláková, K. & Bugajová, D. (2017). Spôsobilosti vedeckej práce v kontexte dnešnej školy – posun od štruktúrovaného k riadenému skúmaniu. In D. Kričfaluši & M. Mucha (Eds.), *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie* (65–74) [CD-ROM]. Ostrava: Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta.
- Krathwohl, D. (1998). *Methods of educational and social research: An integrated approach* (2nd ed.) New York: Longman.
- Kuhn, D., Amsel, E. & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Kurikulum štátu Viktória, Austrália. (2018). Dostupné z <https://victoriancurriculum.vcaa.vic.edu.au/science/curriculum/f-10#level=9-10>
- Lapitková, V., Hodosyová, M., Vanyová, M. & Vnuková, P. (2015). *Spôsobilosti vedeckej práce v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Knížné a edičné centrum FMFI UK.
- Lapitková, V. (2016). Spôsobilosti vedeckej práce ako predpoklad naplnenia nosných myšlienok o charaktere vedy. In L. Held (Ed.), *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 II* (209–238). Trnava: Typi Universitas Tyrnaviensis.
- Lati, W., Supasorn, S. & Promarak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction rates. *Social and Behavioral Sciences*, 46(2012), 4471–4475.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within: Implementing inquiry-based science standards*. London: Corwin Press.
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. California: Corwin A Sage Company.
- Marshall, J. F., Smart, J. B. & Daniel, W. A. (2016). Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 777–796.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-016-9718-x>
- Matušíková, N. (2017). *Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce v dnes platnom kurikule* [Diplomová práca]. Trnavská univerzita v Trnave.
- Miklovičová, J., Galábová, A., Valovič, J. & Gondžúrová, K. (2017). Národná správa PISA 2015. Bratislava: NUCEM.  
Dostupné z [http://www.nucem.sk/documents/27/NS\\_PISA\\_2015.pdf](http://www.nucem.sk/documents/27/NS_PISA_2015.pdf)
- Miles, M. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage Publications.
- Orolínová, M. & Kotuláková, K. (2014). *Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce v podmienkach kontinuálneho vzdelávania učiteľov*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- Padilla, M. J. (1986). The science process skills. Research matters... to the science teacher. *National association for research in science teaching*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 266 961.

- Park, J. (2006). Modelling analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28(5), 469–489. <https://doi.org/10.1080/09500690500404540>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. O., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14(1), 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- PISA. (2015). Dostupné z [http://www.nucem.sk/documents//27//NS\\_PISA\\_2015.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27//NS_PISA_2015.pdf)
- Prayitno, A. A., Corenima, D., Susilo, H., Zubaidah, S. & Ramli, M. (2017). Closing the science process skills gap between students with high and low level academic achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 266–277.
- Ramayanti, S., Utari, S. & Saepuzaman, D. (2017). Training students' science process skills through didactic design on work and energy. *Journal of Physics: Conf. Series* 895, 1–7. IOP Publishing Ltd. Dostupné z <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012110/meta>. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012110>
- Reif, F. & Larkin, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733–760. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280904>
- Rokos, L. & Vomáčková, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in educatione*, 8(1), 32–45.
- Sadeh, I. & Zion, M. (2012). Which type of inquiry project do high school biology students prefer: open or guided? *Research in Science Education*, 42(5), 831–848. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9222-9>
- Sari, P. M., Sudargo, F. & Priyandoko, D. (2018). Correlation among science process skill, concept comprehension, and scientific attitude on regulation system materials. *Journal of Physics: Conf. Series* 948, 1–4. IOP Publishing Ltd. Dostupné z <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/948/1/012008/meta>. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012008>
- Seung, E., Choi, B. & Pestel, B. (2016). University students' understanding of chemistry processes and the quality of evidence in their written arguments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(4), 991–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1248a>
- ŠVP. (2015). Dostupné z <http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/clovek-priroda/>
- Taylor, D., Rogers, A. L. & Veal, W. R. (2009). Using self-reflection to increase science process skills in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 86(3), 393–398. <https://doi.org/10.1021/ed086p393>
- Valanides, N., Papageorgiou, M. & Angeli, C. (2014). Scientific investigations of elementary school children. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 26–36. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9448-6>
- Vallová, N. (2012). *Biochemická problematika a jej reflexia v príprave učiteľov na vyučovanie* [Diplomová práca]. Trnavská univerzita v Trnave.
- Vartak, R., Ronad, A. & Ghanekar, V. (2013). Enzyme assay: An investigative approach to enhance science process skills. *Journal of Biological Education*, 47(4), 253–257. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.801871>

- White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3–118.  
[https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2)
- Yip, D. Y. (2007). Biology students' understanding of the concept of hypothesis. *Teaching Science*, 53(4), 23–27.
- Zion, M. & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383–399.

---

KATARÍNA KOTUĽÁKOVÁ, katarina.kotulakova@truni.sk  
DÁVID DLHOLUCKÝ, david.dlholucky@tvu.sk  
LUCIA PALICOVÁ, lucia.palicova@tvu.sk  
LENKA ŠPRLÁKOVÁ, lenka.sprlakova@tvu.sk  
Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta  
Katedra chémie  
Priemyselná 4, 918 43 Trnava, Slovenská republika

## Pedagogická praxe studentů učitelství biologie z pohledu hospitačních rozhovorů

*Linda Němečková, Lenka Pavlasová*

### Abstrakt

Pedagogická praxe je jednou z důležitých součástí přípravy budoucího učitele a klíčové místo v jejím průběhu zaujímají hospitační rozhovory mezi studentem a garantem praxe. Článek popisuje analýzu hospitačních rozhovorů u studentů učitelství biologie, které byly vedeny s cílem zjistit, kterými aspekty výuky se studenti zabývají, které opomíjí a které jim případně působí potíže. Zaměřili jsme se na oborově specifické jevy v hodinách přírodopisu a biologie v pěti oblastech: cíle výuky, rozsah a obsah učiva, volba pomůcek a způsob práce s učivem, chyby studentů v roli učitele a chyby žáků a oblíbenost témat a motivace. Respondenty výzkumného šetření byli studenti učitelství biologie ( $n = 35$ ), kteří v rámci svého navazujícího magisterského studia absolvovali praxe na základních či středních školách. Nejčastěji studenti stanovovali pouze kognitivní výukové cíle a ty byly formulovány především pomocí obsahu učiva. Klíčové kompetence a aktivní slovesa byla při stanovení cílů použita v malé míře. Rozsah učiva byl nejčastěji určován fakultním učitelem příp. zvyklostmi dané školy, konkrétní zastoupené organismy ve výuce byly nejčastěji vybrány pomocí učebnice. Velká část respondentů byla schopna uvést konkrétní chyby, kterých se při výuce dopustili, ovšem k chybám žáků se respondenti až na jednu výjimku nevyjadřovali. Jako nejběžnější způsob motivace žáků byla uváděna názornost použitím různých výukových pomůcek. Domníváme se, že zjištěné výsledky mohou přispět ke zkvalitňování přípravy studentů učitelství biologie zejména v oblasti vedení hospitačních rozhovorů při souvislých pedagogických praxích.

**Klíčová slova:** hospitační rozhovor, pedagogická praxe na SŠ, pedagogická praxe na ZŠ, vyučovací hodina přírodopisu/biologie.

## Reflective teaching practice of future biology teachers from the point of view of observation interviews

### Abstract

Reflective practice is an important part of a future teacher's training and the interviews between the student teacher and the supervisor play a key role during this practice. The article describes an analysis of interviews with pre-service teachers of biology conducted within the supervision process. These interviews sought to establish which aspects of

teaching the pre-service teachers were dealing with, which ones they tended to omit, and which ones they found challenging. We focused on subject-specific phenomena in biology lessons in five areas: teaching objectives, the scope and content of subject matter, selection and the procedure of working with teaching materials/aids, mistakes made by the pre-service teachers and pupils, the popularity of topics and motivation. The respondents of the research were pre-service teachers of biology ( $n = 35$ ), who were in their follow-up master's degree program, completing their pedagogical practice at either lower or upper secondary schools. Most often the pre-service teachers set only cognitive objectives which were formulated primarily using the content of the curriculum. Key competences and active verbs were only used in a limited extent when their objectives were being set. The scope of the curriculum was most often determined by the supervising teacher or the customary range taught in that particular school, while the presented organisms were most often determined by the textbook. A large number of respondents were able to mention the specific mistakes they had made in the classroom, yet they did not comment on the pupils' mistakes, with one notable exception. The most common way of motivating pupils was using illustrations with various teaching aids. We believe that the results can contribute to improving the preparation of pre-service biology teachers, especially in the field of interviews with supervisor conducted within the continuous teaching practice.

**Key words:** interview with supervisor, reflective practice at lower secondary schools, reflective practice at upper secondary schools, biology lesson.

Pedagogická praxe je jednou z důležitých součástí přípravy budoucího učitele. Student učitelství zde má poprvé možnost vyzkoušet si výuku v reálné třídě a konzultovat svoje výstupy s fakultním učitelem i garantem praxí. Hospitační rozhovory mezi studentem a garantem praxe zde mají klíčové místo, ale pokud je nám známo, nebylo jim v odborné literatuře zatím věnováno příliš pozornosti (Barnett & Friedrichsen, 2015). Z tohoto důvodu jsme provedli analýzu hospitačních rozhovorů u studentů učitelství biologie, abychom zjistili, kterými aspekty výuky se studenti zabývají, které opomíjí a které jim případně působí potíže.

Na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy probíhají souvislé výukové praxe u oboru Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy a střední školy – biologie následujícím způsobem. Každý student nejprve absolvuje praxe na základních školách, příp. nižších ročnících osmiletých gymnázií, a to v rámci letního semestru prvního ročníku navazujícího magisterského studia, a poté absolvuje praxi na středních školách, příp. vyšších ročnících osmiletých gymnázií, v zimním semestru druhého ročníku navazujícího magisterského studia. Studenti jsou povinni účastnit se 8 náslechové vyučovací hodiny a 12 vlastních vyučovací hodiny. Ještě před souvislými praxemi je zařazena náslechová praxe (zimní semestr prvního ročníku).

Kontrola souvislé praxe může probíhat dvojím způsobem podle výběru a možnosti studenta. Studenti mohou volit osobní návštěvu hospitujícího, nebo formu tzv. videohospitace. Pokud studenti zvolí právě formu videohospitace, tak po odučení natočené vyučovací hodiny píšou volnou reflexi, kde se samostatně vyjadřují k situacím a jevům, které sami považují za důležité. Délka reflexe není omezena. Reflexe je odevzdána nejpozději do 24 hodin od uskutečnění výuky. Dále jsou studenti povinni zhlédnout videozáznam z téže vyučovací hodiny a na základě videonahrávky píšou druhou reflexi téže vyučovací hodiny. Opět není omezena délka ani obsah reflexe. Každý student se posléze setká s garantem praxí, se kterým dojde k rozboru vyučovací hodiny. Hospitační rozhovor má obvykle tři části. Nejprve je student vyzván,

aby samostatně shrnul průběh natočené vyučovací hodiny, následují obecné otázky týkající se oboru a oborové didaktiky stejné pro všechny studenty a dále otázky zacílené na několik vybraných klíčových oborových nebo oborově didaktických jevů, které považuje garant praxí v hodině za důležité.

Kvalita vyučovací hodiny a výuky vůbec je dána několika komponenty, a to jak oborově obecnými, jako je např. klima ve třídě, tak i oborově specifickými (Janík, Lokajíčková & Janko, 2012). Z důvodu zkvalitňování přípravy studentů učitelství na svoji budoucí výuku přírodopisu/biologie jsme se rozhodli zaměřit na oborově specifické jevy v hodinách přírodopisu/biologie a zjistit, jakým způsobem s obsahem a dalšími aspekty výuky studenti Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy pracují. Pomocí hospitačních rozhovorů jsme se snažili působit na rozvoj profesního vidění u studentů tak, aby se studenti zaměřovali především na zmíněné oborově specifické jevy.

## 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 1.1 PEDAGOGICKÉ PRAXE

Ve výzkumu Kuruće (2016) tvořila skupina studentů s pozitivními zkušenostmi s praxí, příp. se špatnými zkušenostmi, které však nikterak neovlivňovaly jejich tendence směřovat k učitelskému povolání, nejméně početnou skupinu. Ostatní skupiny vyjádřily své negativní zkušenosti, které během povinné praxe nabyly. Pravdou je, že celých 40 % začínajících učitelů v profesi, kterou si vybrali, nevydrží déle než čtyři roky (Bernshausen & Cunningham, 2001). Důvodem může být tzv. šok z reality, která se neslučuje s představami studentů učitelství o žácích a chodu školy (Veenman, 1987). Dále např. dle výzkumu Lojdové (2014) se studenti během praxí často setkávali s odbornými nedostatky a často zmiňovali i soudy o vhodnosti či naopak špatné volbě budoucího povolání. Bez ohledu na to, zda je možné výsledky zmíněných výzkumných šetření generalizovat či nikoliv, je zajisté podstatné o zmíněných negativních zkušenostech přemýšlet jako o potencionální realitě, která se může odehrávat v myslích studentů učitelství.

Některé situace, které mají vliv na pozitivní či negativní pohled studentů učitelství na pedagogické praxe, mají ve svých rukách i fakultní učitelé. Důvodem je, že se studenti na praxích ocitají v tzv. dvojí roli, kdy podléhají kontrole cvičného učitele a zároveň kontrolují práci žáků. Fakultní učitel je někdy může uvést do nepříjemné pozice, a to v případě, že opraví postup studenta přímo před žáky. Student by měl být z role kontrolujícího do role kontrolovaného postaven v určeném prostoru bez přítomnosti žáků (Lojdová, 2014).

Někdy k zamezení získání špatných pocitů mohou přispět i zdánlivé maličkosti, jako je např. představení studenta žákům a jejich podpora ze zadních lavic (Lojdová, 2014). Mezi další momenty, kterými fakultní učitelé přispívají k pozitivním pocitům studentů při praxi, patří předávání repertoáru nejrůznějších rituálů a symbolů. Jedná se o používání červeného pera při opravě žákovských prací či vyžádání si žákovské knížky při vyrušování žákem, přičemž žákovská knížka je nejprve jako výstraha umístěna na katedru tak, aby žákům připomínala možný důsledek jejich nežádoucího chování (Lojdová, 2014).

Jedním z hlavních doporučení, která se nejenom k začínajícím učitelům pojí, je proces sebereflexe. Reflektivní dovednosti by však měly být osvojeny již v průběhu studia tak, aby i nadále v profesi docházelo k jejich rozvoji (Dytrtová, 2009; Lojdová,

2014; Janík, Píšová & Spilková, 2014). Je totiž zapotřebí brát v potaz i rizika, která s osvojováním dovedností sebereflexe souvisí. Někteří jedinci totiž prožívají nepříjemné stavy při zjištění nesouladu aktuálního já s ideálním já, příp. požadovaným já. Mnozí jedinci se tak sebereflexi mohou záměrně vyhýbat (Urbanovská, 2002). Z výzkumu Pravdové (2013) je však patrné, že ačkoliv je pojem profesní já tak důležitý z hlediska profesního rozvoje, respondentka zmíněného výzkumu se s ním poprvé setkala až v posledním ročníku svého studia, dokonce až během výzkumného šetření.

Sebereflexe a sebehodnocení patří mezi faktory, které utvářejí a rozvíjejí pedagogické dovednosti studenta (Švec, 2017). Autoevaluační procesy u studentů kromě fakultních učitelů na škole mohou posilovat také vysokoškolské učitelé (garanti praxí), kteří mohou vystupovat v roli tzv. mentora. Je dokázáno, že studenti učitelství, kteří během mentorských rozhovorů zažívají pozitivní interakce s mentorem, vykazují také vyšší hodnoty ve výsledcích učení (Tillema & Van der Westhuizen, 2013). Ze studie (Barnett & Friedrichsen, 2015) je zřejmé, jak mentor pomohl rozvinout specificky oborové znalosti studenta učitelství, když došlo k odhalení jeho miskoncepce při mentorském rozhovoru.

V námi provedeném výzkumu jsme se soustředili na pět oblastí vyučovací hodiny, na které byli studenti cíleně dotazováni během hospitačních rozhovorů a které blíže rozebereme v následujícím textu. Jedná se o cíle výuky, obsah a rozsah učiva, pomůcky a způsob prezentace učiva, chyby studentů učitelství v roli učitele, chyby žáků, oblíbenost témat a motivace.

## 1.2 VÝUKOVÉ CÍLE

V anglické literatuře, která se věnuje pedagogické terminologii, se setkáváme se dvěma pojmy, které se s cíli pojí. Je nutné rozlišovat mezi cíli obecnými, neboli *goals*, a mezi cíli dílčími, které jsou měřitelné, jedná se o tzv. *objectives* (Pasch, 1998). V české literatuře byly tyto pojmy blíže popisovány v díle Byčkovského a Kotáska (2004), kde jsou tzv. *educational objectives* používány pro označení zamýšlených, resp. očekávaných, výsledků vzdělávacího procesu u žáků.

„Výukové cíle jsou první podstatou pro smysluplné učení a efektivní vyučování.“ (Moss & Brookharta, 2012: s. 11). Jedná se o popis cílového stavu procesu učení žáků (Kyriacou, 2012). Stanovování výukových cílů je záměrné z toho důvodu, že napomáhá nejen k výběru, ale i k následnému efektivnímu užívání výukových strategií, které jsou vhodné pro učení žáků (Stará & Starý, 2018).

Dalším významem stanovování cílů je vytvoření struktury v rámci procesu učení žáků. Pokud je naším záměrem, aby žáci ke splnění cílů na konci vyučovací hodiny došli, je zapotřebí, aby žáci cílům rozuměli a dokonce se s nimi identifikovali (Stará & Starý, 2018).

Velmi důležité je i vymezení cílů a jejich zaměření. Cíle by měly být stanoveny tak, aby je žáci měli možnost přizpůsobit svým potřebám a zájmům (Skalková, 2012; Stará & Starý, 2018). Cíle jsou tvořeny třemi složkami – složkou vzdělávací (kognitivní), postojoyou (afektivní) a složkou výcvikovou (psychomotorickou). Je zapotřebí, aby učitel toto měl na paměti a do výuky zařazoval takové aktivity, které se podílejí na rozvoji všech těchto složek výukových cílů (Kalhous & Obst, 2000; Švec, Filová & Šimoník, 2004). Jako pomůcka pro stanovování cíle se používají různé taxonomie (Kalhous & Obst, 2000). Jejich společným jmenovatelem je doporučení využívání tzv. aktivních sloves. Z modernějších je to např. taxonomie uvedená v publikaci Marzano a Kendall (2007), která je pojata jako dvoudimenzi-

onální model. Jedna dimenze zahrnuje mentální procesy a druhá dimenze zahrnuje znalosti (Marzano & Kendall, 2007).

Vhodné je plánování cílů, kterých mají žáci na konci vyučovací hodiny dosáhnout tzv. metodou „plánování pozpátku“. Učitel nejprve stanoví cíle. Poté se zaměří na formulaci konkrétního zadání pro žáky, ve kterém žáci projeví svůj „cílový stav“. Následuje fáze, při které učitel naplánuje takové úkoly apod., kterými žáci musí projít, aby byli schopni toto zadání vypracovat co nejkvalitněji (Košťálová & Hausenblas, 2004).

V Rámcových vzdělávacích programech jsou cíle vzdělávání vyjádřeny pomocí kompetencí (RVP ZV, 2005: s. 10; RVP G, 2007: s. 8), které představují „soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě“. V RVP ZV jsou uvedeny kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské a pracovní. V RVP G jsou uvedeny kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, kompetence občanská a kompetence k podnikavosti. I zde by měl učitel cílit na utváření a rozvoj více kompetencí, a ne jen kompetence k učení.

Pokud hovoříme o výukových cílech, měli bychom vždy mít na paměti i poskytování zpětné vazby. V případě, že žáci nejsou obeznámeni s tím, kam ve výuce směřují, nemohou pochopit, zda se jim daří či naopak (Stará & Starý, 2018). Kvalitní zpětná vazba tedy může být žákům poskytnuta až poté, co došlo ke správnému zformulování výukových cílů. Následná zpětná vazba je pak po explicitním vyjádření výukových cílů také nezbytná (Kalhousť & Obst, 2000; Stará & Starý, 2018).

### 1.3 OBSAH A ROZSAH UČIVA

Obsahem učiva se rozumí souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a zájmů, které jsou osvojené během vzdělávacího procesu. V českém prostředí je určen Rámcovými vzdělávacími programy (RVP ZV, 2005; RVP G, 2007), podle kterých si škola zpracovává své vlastní školní vzdělávací programy. Existuje několik determinantů, které určují, s čím by se žáci ve vyučování měli seznámit. Mělo by se jednat o informace a dovednosti, které žák využije především v rámci svého působení ve společnosti, tyto informace a dovednosti by měly odrážet vývoj vědy a praxe a měly by rozvíjet žáka vzhledem k jeho možnostem, potřebám a zájmům (Vohra, 2000; Vališová & Kasíková, 2007; Stuckey, 2013). Rozsah a obsah vzdělávání má tedy být volen s důrazem kladeným na redukci obsahu učiva v přírodovědných předmětech, vzájemné vztahy mezi vědou, technikou a společností (Škoda & Doulák, 2009). Dle Jelemenské (2007) je zapotřebí vytvářet takový obsah biologického učiva, který odráží především skutečnou živou přírodu a potřeby praxe. Dalším požadavkem je i potřeba naučit žáky učit se. Pojmy, zákony a metody přírodovědného poznání mají široký „průřezový“ charakter, je tedy žádoucí mezi sebou různé přírodovědné vzdělávací obsahy navzájem propojovat (Maršák & Janoušková, 2006).

### 1.4 POMŮCKY A ZPŮSOB PREZENTACE UČIVA

Přírodniny nebo jejich preparáty by měly tvořit co největší část pomůcek učitelů biologie. Důležité jsou také odlitky a modely přírodnin (Pavlasová, 2014). Učitel by neměl zapomínat, že většina informací ve výuce by měla být předávána vizuálně, neboť 87 % informací vstupuje do mozku žáků právě zrakem (Petty, 1996). Není tedy divu, že učitelé ve svých hodinách používají velmi často také obrázky



a videa organismů, které jsou často prezentovány pomocí prezentace promítané dia-  
projektorem. Mezi často používané literární pomůcky jsou také řazeny nejrůznější  
nakladatelství učebnic přírodopisu a biologie, pracovní sešity či pracovní listy, dále  
pak atlasy a určovací klíče (Pavlasová, 2014).

Díky charakteristickým výukovým metodám a organizačním formám využíva-  
ných speciálně v hodinách přírodopisu/biologie, jako jsou laboratorní cvičení, pokusy  
a exkurze, by učitelé, resp. žáci, často měli používat nástroje (např. lupy, pinzety  
entomologické sítě) a přístroje (mikroskopy, binolupy) umožňující přímé studium  
přírody (Pavlasová, 2014; Pavlasová et al., 2015).

Učitelé by také měli vycházet z názorů žáků a připravovat takovou výuku, která  
je pro žáky nejpříjemnější a nejlépe se při ní podle jejich mínění učí. Jedná se o za-  
řazování nejrůznějších druhů skupinového učení, využívání ICT, hraní didaktických  
her, praktickou výuku v laboratořích a zařazování exkurzí (Sitná, 2009).

Dle požadavků na přírodovědné vzdělávání nemá být žák pouze pasivním příjem-  
cem poznatků, které učitel předává, ale má se sám aktivně podílet i na jejich hledání,  
hodnocení a využívání k různým účelům (Maršák & Janoušková, 2006). Čeští žáci  
mají sice osvojeno velké množství přírodovědných poznatků, ale jejich nedostatky  
se objevují v oblasti samostatného uvažování, zkoumání, vytváření hypotéz, hledání  
a navrhování cest apod. při řešení přírodovědných problémů (Papáček, 2010). Jak  
vyplývá z mezinárodního šetření PISA, průměrné výsledky, kterých žáci dosahovali  
v roce 2006, se navíc v roce 2015 ještě zhoršily. Dotazníkové odpovědi žáků byly  
následně porovnávány s jejich výsledky v testech. Bylo zjištěno, že ti žáci, kterým  
učitelé vysvětlují vědecké myšlenky v hodinách často, dosahují v testu více bodů.  
Stejná tendence lze pozorovat, pokud mají žáci možnost diskutovat jejich dotazy, či  
v případech, že jejich učitelé názorně demonstrují nějaké myšlenky. Velmi důležité,  
především s ohledem na vysoký motivační potenciál, je zařazování experimentů do  
výuky (Blažek & Příhodová, 2016).

Doporučovanými postupy či metodami, které lze často spatřit i v požadavcích  
žáků (viz výše), jsou skupinové práce, individualizovaná výuka, kooperativní a pro-  
jektová výuka apod. Maršák a Janoušková (2006), dále pak např. Rocard et al.  
(2007), uvádějí jako jednu z vhodných metod pro zvyšování zájmu žáků u předmětů  
typu „science“ badatelsky orientovanou výuku. Obecně je v přírodovědných před-  
mětech doporučováno zvýšení podílu induktivního přístupu k výuce oproti v součas-  
nosti často převažujícímu přístupu deduktivnímu. Induktivní (badatelsky nebo pro-  
blémově orientovaný) přístup je obecně doporučován jako základní opatření ke zvý-  
šení zájmu i dosažených výsledků žáků v přírodovědných předmětech (Rocard, 2007).

## 1.5 CHYBY STUDENTŮ UČITELSTVÍ V ROLI UČITELE A CHYBY ŽÁKŮ

Těžkostí, se kterými se začínající učitelé musí během výuky vypořádat, je značné  
množství. Může se jednat nejenom o potíže s obsahem předmětu, ale také o zvlád-  
nutí procesu výuky z hlediska managementu, časové organizace, formulace pokynů,  
pohybu po třídě, intonace hlasu apod.

Existují rozdíly v tom, jakým způsobem se studenti učitelství hodnotí sami  
a mezi tím, jak je hodnotí oborová didaktikové. Za činnosti, které studenti učitelství  
vnímají jako nejhůře zvladatelné, se řadí časové rozvržení učiva, udržení kázně, gra-  
fický projev a psaní na tabuli, řešení kázeňských přestupků, udržování pozornosti  
žáků a správná formulace otázek (Wernerová, 2009).

Mezi jednou z nejlépe hodnocených činností, jak mezi studenty učitelství, tak mezi oborovými didaktiky, je uvedena i organizace aktivit v hodině (Wernerová, 2009). Naopak Barbetta, Norona a Bicard (2005) uvádějí, co se týká řízení třídy, jednou z častých chyb studentů učitelství je nedostatečné plánování přechodů ve výuce. Nevhodně provedené či dokonce nepřipravené přechody mezi jednotlivými činnostmi žáků se mohou projevit ztrátou velkého množství času, příp. mohou být příčinou negativních interakcí mezi žáky a učitelem. Důležité je, aby přechody byly konzistentní (stejná pravidla pro každý typ přechodu), aby učitel nepřecházel k další činnosti, aniž by všichni žáci splnili předchozí pokyny (Barbetta, Norona & Bicard, 2005).

Z výsledků studie (Yip, 1998) je patrné, že v oblasti obsahu předmětu, tedy znalostí oboru, mají začínající učitelé biologie několik miskonceptů, které se týkají metabolismu buněk, mechanismu fotosyntézy, procesu výživy, výměny látek v kapilárách, homeostázy, regulace teploty těla, vodního režimu v rostlinných tělech, reprodukce a adaptace na prostředí. Konkrétně studenti učitelství často příliš zjednodušují výroky týkající se procesu fotosyntézy a jejich mechanismů. Jedním z těchto výroků je: „Proces fotosyntézy se skládá ze světelné a temnostní fáze.“ Na základě těchto výroků u žáků mohou vznikat takové miskoncepty, že tzv. temnostní fáze probíhá pouze za tmy nebo v noci. Někteří žáci dokonce ztotožňovali temnostní fázi s procesem respirace (Yip, 1998). Další z miskonceptů uvedených v textu Yipa (1998) je i výrok, že: „Pylová zrna u rostlin jsou totéž, co spermie u zvířat.“ Tato mylná informace může zapříčinit, že se žáci mohou domnívat, že z důvodu malé velikosti pylových zrn se jedná o počáteční stádium samčích rostlinných gamet.

Oborové miskoncepty učitele se dají velice dobře zjistit právě z videozáznamu hodin (viz Jáč, 2017a). Oborová správnost učiva je přitom základním předpokladem k dosažení zamýšlených výsledků učení žáků. V českém prostředí se tomuto věnoval velmi významně Altmann (1975), který formuloval didaktické zásady výuky biologie, a právě zásadu vědeckosti uvádí na prvním místě.

Jak bylo řečeno výše, učitel má někdy sám těžkosti se zvládnutím učiva a při výuce musí ještě opravovat žáky, a to mnohdy okamžitě bez možnosti ověření si poznatku, např. v literatuře. Z analýz výukových situací vyplývá, že i zkušení učitelé často na chyby žáka nereagují, nevšimnou si jich (Pavlasová, 2017a; Jáč, 2017b). Druhá věc je, jakým způsobem na ně reagují – učitelé by měli dát ostatním žákům prostor vzniklé chyby opravit, příp. by chyby měli opravit sami (Pavlasová, 2017a).

## 1.6 OBLÍBENOST TÉMAT A MOTIVACE

Nikdy nebyly pochybnosti o důležitosti motivace žáků. Mohou však vyvstávat potíže při uplatňování metod a přístupů, které motivaci ovlivňují (Keller, 2000). Přesto byla dovednost motivovat žáky u studentů učitelství a oborových didaktiků hodnocena jako jedna z šesti nejlépe zvládnutelných činností studentů učitelství ve výuce. Studenti učitelství tuto dovednost umístili na páté místo z nabízených 24 možností a oborová didaktika ji umístili na místo šesté (Wernerová, 2009). K motivaci jistě může přispět i zaměření vyučovacích hodin. Rozsah, hloubka a složitost učiva vyučování lze modifikovat tak, aby výuka reagovala na potřeby, schopnosti, zájmy a přecházející znalosti žáků (Pasch, 1998), a byla tak pro žáky více motivující.

S motivací souvisí i vyučovaná témata. Oblíbenost témat/oborů přírodopisu/biologie a předmětu samotného se může lišit nejenom u pohlaví žáků, ale i mezi jednotlivými věkovými skupinami žáků. Výzkumů takto zaměřených můžeme najít více (Janštová, 2016; Kubiátko, 2012; Malcová & Janštová, 2018; Hanzalová, 2019), problém s generalizací výsledků ale spočívá v různém výběru a velikosti vzorku respon-

dentů. Nicméně i případové studie škol mohou přinést zajímavé výsledky jako např. nevyhraněnost názorů na oblíbenost témat u třetiny zkoumaných odpovědí (Hanzalová, 2019) nebo zmiňování neoblíbenosti geologie, a to i přes to, že tato oblast na škole, kterou zkoumaní respondenti navštěvují, není zařazena do ŠVP (Vitásek, 2017).

## 2 METODOLOGIE

Výzkumné šetření hledalo odpovědi na následující výzkumné otázky.

Výzkumná otázka 1: Kterých oborově specifických aspektů své vyučovací hodiny přírodopisu/biologie si studenti učitelství všimají v rámci hospitačních rozhovorů, jak je hodnotí a komentují?

Výzkumná otázka 2: Jaké jsou rozdíly ve všímání si, hodnocení i komentování oborově specifických aspektů u studentů absolvujících praxi na ZŠ a SŠ?

### 2.1 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉHO VZORKU A SBĚR DAT

Respondenty výzkumného šetření byli studenti Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy oboru Učitelství všeobecně vzdělávajících předmětů pro základní školy a střední školy – biologie ( $n = 35$ ), kteří v rámci svého navazujícího magisterského studia absolvovali praxe na základních či středních školách.

Jednalo se o studenty, kteří si zvolili variantu praxe s pořízením videozáznamu (viz úvodní partii článku, v textu jsou označeni S1–S35). Čtrnáct z nich plnilo praxi na základní škole a dvacet jedna praxi na střední škole. V obou skupinách jsou jiní studenti. Studenti po praxi odevzdali obě reflexe a videozáznam (viz výše), který garant praxí prohlédl a připravil si podklady k hospitačnímu rozhovoru.

Z hospitačních rozhovorů byly pořízeny zvukové záznamy. Medián trvání hospitačních rozhovorů je 19 minut (nejkratší rozhovor trval 12 minut, nejdelší rozhovor trval 39 minut).

V tomto článku je analyzována jen střední část rozhovorů, kdy probíhal rozhovor strukturovaně, a otázky byly jednotné pro všechny studenty. Garant praxí kladl předem stanovené otázky zaměřené na vybrané aspekty hodiny v následujícím znění i pořadí. V případě nejasné odpovědi studenta se garant praxí doptával, aby postihl smysl studentovy výpovědi. Jako první zazněla otázka na cíl a plnění cíle: 1a) Co bylo cílem výuky? 1b) Jak byl/nebyl podle vás cíl splněn a podle čeho usuzujete, že byl/nebyl cíl výuky splněn? Druhá otázka se zabývala rozsahem a obsahem učiva: 2a) Podle čeho jste zvolili rozsah učiva? 2b) Podle čeho jste volili zástupce/prezentované organizmy/jevy/pojmy? Třetí otázka zjišťovala volbu pomůcek a způsob práce s učivem: 3a) Jak jste téma/zástupce demonstrovali, které pomůcky jste používali? 3b) Proč jste je demonstrovali právě tímto způsobem (výhody, nevýhody, alterace, predikce)? Čtvrtá otázka byla zaměřena na chyby studenta učitelství v roli učitele a chyby žáka: 4a) Jaké odborné chyby jste udělali vy? 4b) Jaké udělali žáci? Pátá otázka cílila na oblíbenost tématu a motivaci žáků: 5a) Bylo toto téma pro žáky atraktivní? 5b) Jak jste žáky motivovali ve výuce tohoto tématu?

### 2.2 ZPŮSOB ANALÝZY DAT

Hospitační rozhovory byly nejprve přepsány, následně byly rozděleny tak, aby úseky textu odrážely odpovědi na jednotlivé otázky. Tyto jednotlivé úseky byly dále kódovány dle přítomnosti (kód 1) či nepřítomnosti (kód 0) jevů v kategoriích (viz tab. 1–9). Jedna odpověď studenta mohla být přiřazena k více kategoriím v dané

oblasti, např. pokud student při popisu způsobu práce s učivem uvedl jeho výhody, nevýhody i alterace, byl v každé z těchto kategorií přiřazen výroku kód 1. Kódovací systém byl vytvořen pro účely výzkumu. Při stanovování kategorií jsme vycházeli z výpovědí studentů, kdy výroky studentů byly přiřazeny kódy vystihující jejich povahu nejdříve ad-hoc a posléze byly přejmenovány, zpřesňovány, případně slučovány (Hendl, 2005; Švaříček & Šedřová, 2007). Postupně vznikly kategorie uvedené v tab. 1–9. U vybraných kategorií, kde jsme se dotazovali na zdůvodnění studentova stanoviska, byla posuzována i kvalita odpovědi studenta ve dvou úrovních (laický výrok a erudovaný výrok). Vzhledem k tomu, že erudovaných výroků (řádně vysvětlených, případně i s využitím teorie) bylo ve výrocih minimum, v tabulkách ve výsledcích jsou uvedeny jen výroky laické. Erudované výroky jsou potom zmíněny jen pomocí slovního komentáře, podobně jako málopočetně zastoupené kategorie. Např. odpověď na otázku 1a) „Co bylo cílem výuky?“ studenta S1: „Rozlišit mitózu od miózy a vysvětlit, proč je to důležité.“ byla kódována u kategorie používá aktivní slovesa: 1, formulace pomocí obsahu učiva: 1, uvede cíle v kognitivní oblasti: 1, zbylé kategorie: 0.

Postupné kódování bylo procesem spolupráce dvou výzkumníků, kdy docházelo k úpravám a vzájemné kontrole hodnocení kódů cyklicky celkem 4×. Výsledný kód byl přiřazen po vzájemné dohodě a to na základě diskuse a shody obou kódujících. K hodnocení dat byl použit MS Excel.

## 3 VÝSLEDKY

### 3.1 CÍLE VÝUKY

V odpovědích na otázku „Co bylo cílem výuky?“ většina respondentů (celkem 88,57 % studentů) cíle formulovala pomocí obsahu učiva, např. „Cílem výuky byly prvohory, druhohory a třetihory“ S12, což považujeme za přetrvávající nešvar výukové praxe. Pouze necelá polovina respondentů pro formulaci cílů používala tzv. „aktivní slovesa“ („Cílem bylo, aby dokázali popsat jednotlivé biomy světa a dokázali je správně charakterizovat a zařadit.“ S28), studenti s praxí na SŠ v trochu větší míře než studenti s praxí na ZŠ. Cíle byly v převážné většině odpovědí uváděny v oblasti kognitivní, a to častěji studenty, kteří byli na praxích na ZŠ než na SŠ s poměrně velkým rozdílem. Afektivní cíle byly uvedeny pouze ve dvou případech (prevence onemocnění a zdravý životní styl u učiva o biologii člověka, S31 a S14), a to vždy u studentů praktikujících na SŠ, psychomotorické cíle respondenti nezmiňovali vůbec. Protože se jednalo o vyučovací hodiny ve třídě, a ne laboratorní cvičení či exkurze, je to v tomto případě pochopitelné. Procentuální vyjádření odpovědí je možné spatřit v tab. 1. Pouze v jednom případě student pro svou výuku formuloval i rozvoj komunikativní kompetence, ke které mělo při výuce docházet využitím diskuse (S7).

Tab. 1: Cíle výuky

Praxe na	Formulace pomocí obsahu učiva		Aktivní slovesa		Kognitivní cíl	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	12	85,7 %	6	42,9 %	10	71,4 %
SŠ ( $n = 21$ )	19	90,5 %	10	47,6 %	10	47,6 %
Celkem ( $n = 35$ )	31	88,6 %	16	45,7 %	20	57,1 %

V navazující otázce měli studenti uvést, zda byl/nebyl podle nich cíl splněn a podle čeho usuzují, že byl/nebyl cíl výuky splněn, viz tab. 2. Při praxi na základní škole se dva respondenti vůbec nedokázali vyjádřit k tomu, zda byl cíl jejich výuky splněn nebo ne. Při praxi na střední škole, která probíhá v jejich studiu jako druhá v pořadí, se k plnění cíle již vyjádřili všichni.

Tab. 2: Splnění cílů a jejich kontrola

Praxe na	Plnění cíle		Kvalita zdůvodnění		Popis kontroly cíle		Zdůvodnění výběru kontroly cíle	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	12	85,7 %	9	64,3 %	10	71,4 %	1	7,1 %
SŠ ( $n = 21$ )	21	100,0 %	18	85,7 %	17	81,0 %	1	4,8 %
Celkem ( $n = 35$ )	33	94,3 %	27	77,1 %	27	77,1 %	2	6,1 %

Zdůvodnit, podle čeho poznali, že byl cíl splněn, dokázalo při praxi na základní škole 64,29 %, zatímco na střední škole 85,71 %, to však pouze na laické úrovni. Plnění cíle respondenti nezdůvodňovali erudovaně, dokonce ani nevysvětlovali volbu právě tohoto cíle a při hodnocení splnění cíle se neopírali o žádnou z didaktických či pedagogických teorií. Typické vyjádření respondentů, kteří nedokázali ani laicky zdůvodnit plnění cíle akceptovatelně pro garanta praxí, znělo většinou takto: „Všechno jsme si řekli a také jsme opakovali.“ S1 nebo „Prošli jsme, myslím, tři skupiny a děti si stihly udělat zápisky právě od těchto skupin a mají podklady dál.“ S10. Většina respondentů (77,14 %) byla schopna uvést, jakým způsobem kontrolovali, zda a v jaké míře ke splnění cíle u žáků došlo, přičemž četnost uvedeného popisu kontroly cíle mírně převažovala u studentů vykonávajících praxi na SŠ.

Zdůvodnění toho, z jakého důvodu respondenti kontrolovali dosažení cílů právě zvoleným způsobem, uvedli pouze dva studenti. Jako příklad uvádíme výpověď studentky učící na základní škole:

*Na základě toho že se v tom orientují, že si dokážou sáve zařadit do těch rozdělených skupin. Osvědčilo se mi to a strašně se mi líbilo to, že na konci každé výkladové hodiny, když se stihne probrat celá ta látka, tak 5 minut před koncem hodiny si žáci dávají z látky otázky. To bylo hezké a převezmu si to. A z toho já vidím, jestli ví nebo neví. To jsem dělala v paralelní třídě a tam bylo vidět, že holka dala otázku a nevěděla, na co se ptá, špatně to položila. A vůbec to neuměla vysvětlit. Takže tady jsem udělala chybu, že jsem to špatně vysvětlila. To byla 1. třída a potom jsem si to uvědomila a jinak jsem to zpracovala v té 2. třídě a tam se to podařilo. S32*

### 3.2 OBSAH A ROZSAH UČIVA

Otázka „Podle čeho jste zvolili rozsah učiva?“ poukazuje na materiály, příp. zdroje, ze kterých studenti čerpají učivo, jež svým žákům předávají. Jak je patrné z tab. 3, celkově nejčastěji jsou tímto zdrojem právě fakultní učitelé, kteří studentům rozsah učiva sdělí. To se neliší v průběhu praxe na ZŠ a na SŠ. U studentů působících na ZŠ jsou nejčastějším zdrojem rozsahu učiva učebnice. Učebnice jsou i druhou nejčastější volbou u studentů působících na praxi na SŠ. Třetí nejčastěji volenou

variantou studentů působících jak na ZŠ i SŠ jsou vlastní zkušenosti, pocity a odhad studentů. Ani zde se obě skupiny studentů nelišily.

Nejméně volenými variantami jsou volba rozsahu učiva podle ŠVP a podle výuky na VŠ, kterou studenti absolvovali. První možnost byla uvedena jedním studentem učícím na základní škole (S9), druhá možnost jedním studentem konajícím praxi na SŠ (S2).

Tab. 3: Volba rozsahu učiva

Praxe na	Podle sebe, své zkušenosti, svého pocitu, odhadem		Podle učebnice		Podle fakulního učitele/výuky obvyklé na škole	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
	ZŠ ( $n = 14$ )	6	42,9 %	12	85,7 %	11
SŠ ( $n = 21$ )	8	38,1 %	12	57,1 %	16	76,2 %
Celkem ( $n = 35$ )	14	40,0 %	24	68,6 %	27	77,1 %

V následující otázce se garant praxí ptal již cíleně, aby si případně potvrdil odpovědi z předchozí otázky na to, podle čeho studenti volili zástupce/prezentované organizmy/jev/pojmy. K této otázce se studenti nebyli schopni až na některé výjimky téměř vůbec vyjádřit, což vidíme z nízkého počtu odpovědí v tab. 4. Při výběru zástupců, jevů a pojmů pro výuku se studenti, kteří během své praxe učili na ZŠ, nejčastěji inspirovali v učebnicích či pro výuku ve stejném počtu případů použili vlastní zkušenosti, pocity a odhad („Já jsem se rozhodl, že vyberu více zástupců než je potřeba, abych žákům ukázal diverzitu obojživelníků u nás.“ S9, „Zástupce jsem volila také podle toho, co mi přišlo, že děti mohou nejběžněji znát a s čím se mohou potkat.“ S10, „Zástupce jsem volila s ohledem na roční období, protože bylo jaro a květ tulipánu byl nejsehnatelnější i v obchodě.“ S20). Studenti, kteří praxe na ZŠ již absolvovali a nyní působili jako učitelé na SŠ, v odpovědích již neuváděli žádné podstatné informace. Dva používali učebnici a dále pak byl zastoupen jeden komentář o volbě zástupců, jevů a pojmů pro vyučovací hodinu na základě konzultace s vyučující v dané třídě.

Tab. 4: Volba zástupců/prezentovaných organismů/jevů/pojmů

Praxe na	Podle sebe, své zkušenosti, svého pocitu, odhadem		Podle učebnice		Podle fakulního učitele/výuky obvyklé na škole	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
	ZŠ ( $n = 14$ )	4	28,6 %	4	28,6 %	0
SŠ ( $n = 21$ )	0	0,0 %	2	9,5 %	1	4,8 %
Celkem ( $n = 35$ )	4	11,4 %	6	17,1 %	1	2,9 %

### 3.3 POMŮCKY A ZPŮSOB PREZENTACE UČIVA

Mezi nejčastější pomůcky, které respondenti při otázce „Jak jste téma/zástupce demonstrovali, které pomůcky jste používali?“, viz tab. 5, patřila především prezentace a interaktivní tabule. Důvodem volby právě těchto pomůcek je snaha o názornost, jak uvádí např. studentka S3: „Myslím si, že to výhody určitě má, protože obrázky

Tab. 5: Pomůcky využívané k demonstraci tématu/zástupců

Praxe na	Obrázky, plakát		Model		Animace, video		Přírodnina	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	9	64,3 %	0	0,0 %	2	14,3 %	3	21,4 %
SŠ ( $n = 21$ )	11	52,4 %	3	14,3 %	4	19,0 %	2	9,5 %
Celkem ( $n = 35$ )	20	57,1 %	3	8,6 %	6	17,1 %	5	14,3 %
Praxe na	Prezentace, interaktiv. tabule		Prac. list, křížovka, text		Učebnice		Jiné	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	10	71,4 %	7	50,0 %	3	21,4 %	8	57,1 %
SŠ ( $n = 21$ )	17	81,0 %	8	38,1 %	2	9,5 %	5	23,8 %
Celkem ( $n = 35$ )	27	77,1 %	15	42,9 %	5	14,3 %	13	37,1 %

vidí celá třída najednou, jsou velké a jsou hezky vidět. Kdybych jim to jenom popisovala, tak by si to nedokázali tolik představit.“

Prezentace byla dále volena i z důvodu usnadnění výuky pro samotné respondenty, viz komentář studentky S4: „Protože si myslím, že i pro mě je pohodlnější mít prezentaci než psát výklad na tabuli, kdy pak kolikrát nemám přehled o tom, co se děje ve třídě.“ nebo komentář studentky S24:

*Mě to takhle, poměrně, vyhovuje. Já jsem na to zvyklá z té základní školy, že mám vždy připravené nějaké ty prezentace, o které se opírám a pomáhá mi to i při tom samotném výkladu, že třeba na něco nezapomenu nebo nevynechám.*

Mezi další důvody patřilo i zvýšení zájmu u žáků, jak je patrné z odpovědi studentky S22: „Přinesla jsem si ten muškát, čímž jsem se snažila žáky zaujmout.“, a názornost výuky, jak je uvedeno v komentáři studentky S10:

*Zaprvé proto, že dataprojektor s tabulí byl k dispozici a také proto, že mi to přijde pro děti přístupnější z hlediska moderní technologie. Všichni hned vidí obrázky najednou, takže nemusí kolovat a mám jistotu, že všichni zrovna vidí to, co chci, aby viděli, a nekoukají někam jinam.*

Názornost výuky je také zahrnuta v odpovědi studentky S12:

*Snažila jsem se tam právě dávat více pomůcek a metod. Snažila jsem se tam na konci, já se teda přiznám, nevím, jestli jste si všimla, že jsem tam měla asi tři minutky do konce, tak jsem tam dala ještě jednu hru, kde tam měli vyjmenovat všechny ty zástupce, co jsme si jmenovali. Videohru a ty pomůcky mi nabídla paní profesorka, já jsem totiž nevěděla, že je tam mají, v té třídě jsem nebyla. Toho jsem využila.*

Na základních i středních školách byly druhou nejčastěji používanou pomůckou obrázky a plakáty.

Jako nejméně využívanými pomůckami byly na ZŠ uváděny přírodnina a učebnice (využili 3 studenti), dále animace a videa (využili 2 studenti) a model (nevyužil ani

1 student). Na SŠ mezi nejméně používané pomůcky patřila animace a video (využili 4 studenti), model (využili 3 studenti), přírodnina a učebnice (využili 2 studenti). Mezi další pomůcky, které byly zařazeny do kategorie *Jiné*, byla dvakrát zmíněna tabule a myšlenková mapa. Dále pak studenti vždy po jednom uváděli např. počítač s internetem, časopis, didaktickou hru domino, odbornou knihu, dále pak váhu, tlakoměr či švihadlo, které bylo použito pro znázornění biologického procesu.

Z odpovědí na otázku dále vyplynuly některé další informace, jako např. které metody, příp. postupy, studenti nejčastěji volili (garant praxí se na ně dále nedoptával, takže vyjádření nebylo získáno od všech studentů). Nejčastěji se jednalo o metody výkladu, dále pak o vyprávění, demonstraci plakátu (modelu), induktivní metodu, brainstorming, diskusi, řízený rozhovor, práci s textem, samostatnou práci a didaktickou hru. Ani jednou nebyla zmíněna badatelsky orientovaná výuka.

Dále měli studenti zdůvodnit, proč demonstrovali učivo právě tímto způsobem a garant praxí se cíleně doptával na výhody, nevýhody, alterace a predikce tohoto postupu. Z tab. 6. je patrné, kolik procent respondentů uvedlo zdůvodnění, výhody a nevýhody demonstrace vybraným způsobem. Zdůvodnění bylo nejčastěji laické a nepodložené argumenty („Já myslím, že je to nejkomfortnější.“ S5, „Myslím si, že zrovna ty obrázky jsou dostačující asi, myslím si, že vycpanýho papouška bych si nepřinesla.“ S6)

Po zhlédnutí videa někteří studenti považovali za chybu, že si připravili výuku s minimálním vynaložením úsilí („On je to vlastně nejjednodušší způsob, jak vytvořit hodinu, ale když jsem viděla toto video, tak mě to mrzelo, protože si myslím, že by se to dalo udělat lépe.“ S11).

Také uvádění výhod a nevýhod zvoleného způsobu demonstrace učiva bylo často didakticky nepropracované („Pro mě bylo jednodušší, že jsem nemusela živočichy složitě popisovat, jen bylo potřeba ukázat obrázek a k tomu říct příslušné rysy.“ S27, „Musela jsem chodit pořád překlíkávat, protože tam nebyl dálkový ovladač na tu prezentaci, tudíž jsem nemohla procházet celou tu třídu.“ S22) Našli se ale i respondenti, jejichž výpovědi svědčí o hlubším uvažování o své výuce.

*Výhody to má určitě, když je kost nakreslená, tak je plochá, takže když jsem přinesla celou pánev do hodiny, tak se mohla různě otočit, mohli si ji omotat a přesně vidět, kde dolík je, na tom obrázku se to relativně špatně ukazuje. S30*

*Já si myslím, že nevýhoda je tam hlavně ta kázeň těch dětí, když pracují ve skupinkách, že je potřeba hodně dbát na to, aby pracovaly a aby nepracovaly dva v té skupince a ostatní si jen povídali, tak aby opravdu spolupracovala celá ta skupinka. S13*

Důležité je, že si respondenti uvědomovali klady i zápory jimi zvolených způsobů demonstrace, jak je patrné z komentářů studentek S4 a S14:

*Pro mě je až moc dopředu daná výuka. Já vím, že by měla být naplánovaná, ale někdy se může ta hodina vyvrbit jinak, že začne třeba nějaká diskuze, kde chce žák něco vyprávět. A proto když jsou ty slajdy jasně nalinkovaný, tak já už je nemůžu změnit v průběhu té hodiny. Nebo když mám v prezentaci nějakou chybu. Třeba když si stáhnu špatný obrázek, tak to v průběhu hodiny prostě nezměním.*

*Myslím si, že ta prezentace není úplně nutná. Poradila jsem si i bez toho, když mi to nefungovalo. Myslím, že ne vždy je dobré tu prezentaci používat. Proč myslíte (doplňující otázka garanta praxí)? Lidi mají tendenci*



*sledovat tu prezentaci a ten člověk má tendenci říkat to, co už je na v té prezentaci. Žáci si to opisují a nejsme potom v tom kontaktu. Prezentace nemám moc osobně ráda. Nevím, jestli je to správně, ale třeba v té biologii bych volila jiný přístup.*

Velká část respondentů ke svým způsobům demonstrace nabídla i jinou alternativu. V některých případech studenti alternativu sice nabídli, ale vzápětí uvedli důvod nevhodnosti zařazení jako v případě výpovědi studentky S3: „Mohla bych je přinést do výuky (živé exponáty). Myslím si, že by je to více zaujalo, ale narušilo by to hodinu, protože by se zvířata musela nechat kolovat a dávali by menší pozor.“

U některých respondentů dokonce došlo k uvědomění si vhodnosti alternativního způsobu demonstrace jako u studentky S8:

*Určitě by bylo dobré, kdybych měla živočichy k dispozici přímo na demonstraci. A proč? Protože by žáci viděli nějakou realitu. Takto vlastně, když to člověk vidí jen na obrázku nebo na prezentaci, tak třeba nemá tu správnou výbavu si to představit. Samozřejmě k nějakému osahání by tam nemohlo dojít, takže spíš jako jen vizuální vjem.*

Predikce se týkaly převážně vlivu výuky na zapamatování učiva: „Myslím si, že když si obrázek překreslovali do sešitu, tak si to lépe zapamatují, znám to z vlastní zkušenosti, protože profesor na střední škole kreslil všechno výhradně na tabuli, a když jsem se to zpětně učila, tak jsem si to pamatovala lépe.“ S34

„Kdybych jim o tom jenom vyprávěla a ukázala obrázky, tak potom půjdou do lesa a nespojí si to s tím, ale takhle když ten mech drží v té ruce, tak si vzpomenu, jak jsem jim to tu ukazovala.“ S25

Pokud studenti byli dotazováni, většinou byli schopni nějakou alternativu svého výukového postupu uvést (viz tab. 6). Zajímavý je fakt, že větší počet studentů, kteří nabízeli alterace a predikce, byli studenti působící během své praxe na ZŠ.

Tab. 6: Vysvětlení způsobu demonstrace učiva

Praxe na	Zdůvodnění		Výhody		Nevýhody		Alterace		Predikce	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	10	71,4 %	12	85,7 %	6	42,9 %	12	85,7 %	3	21,4 %
SŠ ( $n = 21$ )	14	66,7 %	17	81,0 %	12	57,1 %	17	81,0 %	2	9,5 %
Celkem ( $n = 35$ )	24	68,6 %	29	82,9 %	18	51,4 %	29	82,9 %	5	14,3 %

### 3.4 CHYBY STUDENTŮ UČITELSTVÍ V ROLI UČITELE A CHYBY ŽÁKŮ

Garant praxí se nejprve dotazoval, jaké odborné chyby udělali studenti v roli vyučujícího. Jen necelá polovina všech respondentů byla schopna uvést konkrétní příklady chyb, kterých se během vyučování dopustili, viz tab. 7. Studenti, kteří působili na praxi na ZŠ, uváděli výčet svých chyb častěji než studenti působící na SŠ. Konkrétní chyby respondentů lze rozdělit do několika skupin. Jedná se např. o odbornou chybu (6 studentů na ZŠ, tj. 42,86 %, 4 studenti na SŠ, tj. 19,05 %), organizační chybu (2 studenti na ZŠ a 4 studenti na SŠ), nepřesnou/neúplnou formulaci odpovědi při zaskočení dotazem od žáků (1 student na ZŠ a 1 student na SŠ), přechybnosti (3 studenti na ZŠ a 3 studenti na SŠ), zapominání uvedení a vybavení si informací

z důvodu nervozity, hledání pomůcek (1 student na ZŠ a 2 studenti na SŠ), neznalost jmen žáků (2 studenti na SŠ), gramatická chyba na tabuli (1 student na SŠ). Někteří studenti uváděli, že chybu udělali, ale nebyli schopni uvést jakou. V tab. 7 je uvádíme jako obecné chyby.

Tab. 7: Chyby studentů učitelství v roli učitele

Praxe na	Konkrétní chyba		Obecná chyba	
	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	9	64,3 %	1	7,1 %
SŠ ( $n = 21$ )	8	38,1 %	4	19,0 %
Celkem ( $n = 35$ )	17	48,6 %	5	14,3 %

Na otázku zjišťující chyby učitele navazovala otázka na chyby, které udělali žáci. Studenti působící na praxi na ZŠ i SŠ až na jednu výjimku nereflektovali vůbec žádné chyby žáků během vyučovací hodiny. Zmíněný student (S28) uvedl, že: „Když žáci řekli něco špatně, tak jsem se nad tím s nimi pozastavil, snažil jsem se jim to vysvětlit.“ V ostatních komentářích se studenti vyjadřovali pouze k chybám, kterých se sami dopouštěli.

### 3.5 OBLÍBENOST TÉMAT A MOTIVACE

Garant praxí dále zjišťoval, zda se studenti učitelství domnívají, že jimi vyučované téma bylo pro žáky atraktivní. Na základě jejich odpovědi poté zjišťoval, zda tento svůj názor nějak zohlednili při motivaci žáků. Z tab. 8 je patrné, že celkem 16 respondentů se domnívá, že téma, které bylo předmětem vyučování, bylo pro žáky zajímavé a atraktivní. Témata dle pohledu studentů pro žáky nezajímavá byla učena ve 12 vyučovacích hodinách a 7 studentů nevědělo, jak by téma žáci hodnotili. Zdůvodnění, resp. vysvětlení, svého názoru na atraktivitu tématu uvedlo 13 respondentů.

Tab. 8: Atraktivita témat pro žáky

Praxe na	Ano		Ne		Neví		Zdůvodnění	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	8	57,1 %	3	21,4 %	3	21,4 %	4	28,6 %
SŠ ( $n = 21$ )	8	38,1 %	9	42,9 %	4	19,0 %	9	42,9 %
Celkem ( $n = 35$ )	16	45,7 %	12	34,3 %	7	20,0 %	13	37,1 %

Nicméně pouze tři studenti uvedli své zdůvodnění erudovaně či se při vysvětlování opírali o existující teorie, na základě kterých by svá konstatování potvrdili. Všichni zmiňují spojení učiva s praxí. Např. studentka S13 uvedla, že:

*Já si myslím, že ano (že je téma zajímavé pro žáky), protože třeba vím, co s nimi probíral kolega včelu, tak to je velice zajímavá výroba medu. Mravenci mají, jak jsou vlastně chráněná mraveniště, tak to je zajímavé. Takové praktické využití jako komáři a malárie a tak. To je bavilo.*

Studentka S24 uvedla: „Já si myslím, že ano (že je téma zajímavé pro žáky). Baví je to v podstatě ze života, že to téma mají do jisté míry osahané.“

Zajímavé je vnímání stejných nebo podobných témat, kde studenti v některých případech hodnotili téma jako zajímavé pro žáky, zatímco v jiných případech tomu bylo naopak. Jedná se např. o téma rostliny. Z celkového počtu 6 vyučovacích hodin

s touto tematikou, hodnotili 4 studenti téma jako neoblíbené. Dva studenti téma hodnotili naopak jako oblíbené. Dokonce zcela totožné téma bylo studenty vnímáno zcela opačně z hlediska oblíbenosti u žáků. Jednalo se o téma rostlinná pletiva.

Zoologická témata jsou většinou z hlediska předpokládané oblíbenosti mezi žáky hodnocena pozitivně až na výjimky, jako je např. úvod do zoologie. Téma hmyz bylo studenty učitelství vnímáno rozporuplně. Témata spojená s problematikou lidského těla byla hodnocena pozitivně z hlediska oblíbenosti u žáků především v případech, kdy již z názvu tématu bylo zřetelné, že se jedná o problematiku spojenou se skutečným životem žáků, jako jsou např. civilizační onemocnění, onemocnění oběhové soustavy, příp. první pomoc. Pokud byla témata z oblasti orgánových soustav a genetiky, byla studenty učitelství hodnocena jako nezajímavá pro žáky.

Po uvědomění si, zda bylo téma atraktivní pro žáky či ne, následovala otázka, jak v roli učitele žáky motivovali ve výuce tohoto tématu. Dle tab. 9 mezi nejčastější formy motivace patří názornost pomocí obrázků a videí, dále pak aktivizace žáků a jiné formy motivace. Jedná se např. o volbu výukových metod a pomůcek. Studentka S10 uvedla:

*Jednak to, jakým způsobem byla hodina pojatá. Bylo to netradiční, takže o to víc tam byl efekt zapojenosti. Potom taky exemplář co přinesla žákyně, takže si myslím, že právě tím to bylo zajímavé.*

Dále se jedná o sdělování zajímavostí: „Vlastně využíváním těchto zajímavostí jsem se snažil, aby dávali pozor a zajímalo je to.“ S9 a zdůrazňování důležitosti tématu: „V úvodu jsem dost zdůrazňoval, pro co je téma důležitý.“ S1.

Tab. 9: Způsob motivace žáků ve výuce

Praxe na	Názornost, video, obrázky		Aktivizace žáka		Přírodnina		Spojení s praxí/ praktické úkoly nebo ukázky		Jiné	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
ZŠ ( $n = 14$ )	3	21,4 %	5	35,7 %	2	14,3 %	1	7,1 %	3	21,4 %
SŠ ( $n = 21$ )	7	33,3 %	3	14,3 %	2	9,5 %	3	14,3 %	5	23,8 %
Celkem ( $n = 35$ )	10	28,6 %	8	22,9 %	4	11,4 %	4	11,4 %	8	22,9 %

## 4 DISKUSE

Pomocí hospitačních rozhovorů se zpravidla snažíme působit na rozvoj profesního vidění u studentů tak, aby se zaměřovali především na oborově specifické jevy. Z publikovaných údajů je zřejmé, že právě ty bývají studenty učitelství opomíjeny (Pavlasová, 2017b; Pavlasová et al., 2018). Hospitační rozhovor měl v našem případě nestrukturovanou i strukturovanou část, kdy strukturovaná část se skládala z otázek stejných pro všechny studenty na praxích a z otázek zaměřených na jevy v hodině vždy u konkrétního studenta. V dalším textu jsou diskutovány odpovědi na společné otázky, které byly předmětem námi provedeného šetření. Otázka „Co bylo cílem výuky?“ byla zkoumána z hlediska používání aktivních sloves, formulace pomocí obsahů učiva a rozvoje zamýšlených kompetencí při stanovení cíle. Z našeho výzkumu je patrné, že celých 88,57 % výukových cílů bylo v rámci hospitačních rozhovorů definováno právě pomocí obsahu učiva. Obdobná situace byla zjištěna

i ve výzkumu Staré a Starého (2018), při kterém učitelé přímo ve vyučovací hodině namísto sdělení výukových cílů také často žákům sdělovali pouze téma hodiny nebo často i metody či postupy práce. S ohledem na studii Janíka (2007) je zaměňování cílů vyučovací hodiny s informacemi o obsahu velmi časté (osm z jedenácti respondentů cíle výuky zaměňuje právě za sdělení obsahu). Dle Skalkové (2007) se jedná o chybu, ke které v praxi dochází nezděravka kdy. Obsah vyučovací hodiny může být také někdy záměrně zatajen, a to z důvodu probuzení zvědavosti a zájmu u žáků (Stará & Starý, 2018).

Používání aktivních sloves je patrné pouze u necelé poloviny respondentů, což je opět doklad jedné z častých chyb stanovování výukových cílů dle Mazáčové (2014).

Respondenti dále uváděli cíle, které žáky rozvíjely především v kognitivní oblasti, přitom zapomínali na rozvoj v ostatních oblastech – psychomotorické a afektivní. Navíc, dle studie Sultana (1999), je 43,3 % výukových cílů u začínajících učitelů do jednoho roku praxe tvořeno nejnižším kognitivním stupněm Bloomovy taxonomie.

Dle Skalkové (2007) termín kompetence (klíčové kompetence) souvisí s rozvojem žáků, a to právě ve smyslu definovaných cílů. V našem výzkumném šetření však zmínění kompetencí při definování výukových cílů bylo zaznamenáno pouze v jednom případě.

Odpovědi na otázku, zda byl/nebyl podle studentů cíl splněn a podle čeho tak usuzují, by při správném stanovení pomocí aktivních sloves mělo být možné dohledat již ve výukovém cíli samotném. Správně definovaný výukový cíl má totiž obsahovat kromě požadovaného výkonu žáků (co má žák umět vykonat) i kritéria hodnocení. Učitelé poté mohou posoudit, zda žák stanoveného cíle dosáhl či naopak (Pasch, 1998; Švec, Filová & Šimoník, 2004).

Jak již bylo zmíněno, respondenti při stanovení cílů aktivní slovesa používali pouze v necelé polovině případů. Svě odpovědi na otázku, jakým způsobem respondenti usuzovali, že byl cíl splněn, někteří z nich formulovali jen velmi obecně.

Z některých odpovědí je patrné, že nutně neznamena, že respondent, který pro stanovení cíle použije správně aktivní slovesa, vede činnosti během výuky opravdu v souladu s cílem a že dosažení cíle v souladu se svým původně stanoveným cílem také ověřuje. Pozorujeme zde tzv. nekonzistentnost cíle, vyučovací činností a postupů při hodnocení dosažených cílů v praxi (Pasch, 1998).

Pokud by byly cíle definovány jasně již na začátku vyučovací hodiny, učitel by po celou dobu výuky mohl společně s žáky k cíli směřovat a na závěr byl mohl ověřit, zda k naplnění cíle opravdu došlo. Dle výzkumu (Stará & Starý, 2018) respondenti cíle, resp. očekávané znalosti a dovednosti, ve velké míře však vůbec svým žákům nesdělují. Pouze ve dvou případech z deseti vyučující sdělila poměrně konkrétní informace o tom, co je záměrem vyučovací hodiny. Vysoká míra explicitnosti je tedy spojena s jasností. Aby se žáci mohli v učebních úlohách angažovat, je důležité, aby se orientovali ve fázích učebního procesu a věděli, co se od nich očekává (Janík, Lokajíčková & Janko, 2012).

Důležitá oborově specifická otázka se týkala volby rozsahu učiva a volby zástupců, prezentovaných organismů, jevů a pojmů. Dle výzkumu, ve kterém se 277 studentů učitelství vyjadřovalo k otázce plánování vyučovací hodiny společně s fakultním učitelem, uvedlo 92,4 % z nich, že by tato zkušenost byla velmi cenná (Hobson, 2002). Tyto postoje jsou v souladu s našimi výsledky, kdy respondenti nejčastěji získávali informace ohledně rozsahu učiva právě od svých fakultních učitelů.

Není také divu, že se respondenti při volbě rozsahu učiva často (v případě volby zástupců/prezentovaných organismů/jevů/pojmů dokonce nejčastěji) orientovali dle učebnic, neboť se jedná o didaktické médium, které obsah vzdělávání nejen vymezuje,

ale zároveň i metodicky ztvárňuje (Maňák, 2007). I dotazovaní učitelé z výzkumu Lidstone (1990), který se zabýval vyučovacími hodinami jiného z přírodovědných předmětů, uvedli, že učebnice využívají především jako zdroj obsahu učiva.

Zároveň je však nutné, aby se učitel nad hloubkou a šíří konkrétního tématu zamýšlel sám v rámci procesu didaktické analýzy učiva, kdy dochází k vytváření jakéhosi „mostu“, díky kterému je látka žákům zprostředkována tak, aby vyučování probíhalo hladce (Švec, Filová & Šimoník, 2004). Jak uvádí Knecht a Janík (2008), procesy tvorby a výzkumu učebnic u nás existují spíše nezávisle na sobě, proto jsou učebnice používány spíše z hlediska zdroje obsahu učiva (srovnej – viz výše v textu), ale ne jako pomůcka, která by z hlediska uváděných aktivit a úkolů odpovídala potřebám a možnostem žáků (Lidstone, 1990). Tomu by se dalo předejít implementací, tzv. strategií *design based research* – vytvářející takové učebnice, které jsou následně zkoumány v praxi a na základě zpětné vazby revidovány (Knecht & Janík, 2008).

Velmi zářející je fakt, že respondenti při procesu zvažování rozsahu učiva téměř vůbec nenahlíželi do školních kurikulárních dokumentů, jako je ŠVP (RVP). Přesto dle výsledků výzkumného šetření, se 96,84 % studentů vyjádřilo, že jsou s RVP ZV seznámeni alespoň částečně (Nelešovská & Svobodová, 2005).

Po stanovení obsahu a rozsahu učiva se garant praxí tázal, jak téma/zástupce demonstrovali, které pomůcky používali a proč je demonstrovali právě tímto způsobem. Konkrétně se doptával i na výhody, nevýhody, alterace a predikce zvoleného postupu. Vnímání výuky přírodopisu může být kladně ovlivněno různými faktory, jako je např. volba pomůcek nebo zařazení určitých výukových metod (Kubiátko & Vlčková, 2011). Z tohoto důvodu je vhodné studentům učitelství poskytnout prostor k úvahám nad zvolenými pomůckami, metodami apod. Právě hospitační rozhovor je dobrou příležitostí, neboť otevírá dveře k nastolování nových pohledů. Garant praxí studenta nabádá k přemýšlení o možných alternativních řešeních a student je poté schopný samostatně uvádět výhody, nevýhody a alterace zvolených postupů (Aderibigbe, Colucci-Gray & Gray, 2014), jak tomu bylo v našem výzkumném šetření. Výhody, nevýhody a alterace byly uváděny bez větších problémů. Predikci zvoleného způsobu demonstrace uvedlo malé množství respondentů.

Při výzkumu jsme dále zjišťovali, zda jsou si studenti učitelství vědomi nějakých odborných chyb, které by udělali oni v roli vyučujícího nebo žáci. Studenti učitelství se ve výzkumném šetření (Havel, 2001) vyjadřovali k otázce, v jaké oblasti se během pedagogických praxí zdokonalili. Ve 36,1 % odpovědí byl zmíněn posun v oblasti plánování výuky, která zahrnovala i organizaci vyučování a časové uspořádání hodiny. V našem výzkumu byla organizace naopak jednou z oblastí, ve které respondenti nejčastěji chybovali. Důvodem opakované identifikace potíží právě v této oblasti může být skutečnost, že časové rozvržení patří mezi oblast, ve které dochází ke zlepšování a zároveň která studentům činí největší potíže (Havel, 2001).

Přesto, že jednou ze základních a nepostradatelných charakteristik efektivní práce učitele je odborná připravenost (Juklová, 2013), je pochopitelné, že respondenti našeho výzkumu zmiňovali rezervy i v této oblasti.

Téměř třetina respondentů ve výzkumu Havla (2001) uvedla, že se domnívají, že se jejich schopnosti v komunikaci mezi učitelem (resp. studentem učitelství v roli učitele) a žákem zlepšily, naše výsledky však poukazují, že komunikace činila respondentům nemalé potíže. Respondenti zmiňovali přerázkutí, zaskočení při dotazech žáků, nesprávnou formulaci odpovědí apod.

Chyby žáků nebyly reflektovány, a to pouze s jednou výjimkou. Toto potvrzuje skutečnost, že začínající učitelé zaměřují svou pozornost především na sebe na úkor žáků (Simpson, Vondrová & Žalská, 2017; Němečková & Pavlasová, 2018).

Poslední zkoumanou oblastí byla atraktivita vyučovaného tématu pro žáky a volba motivační techniky použitá studenty učitelství. Hrabí (2007) se ve svém výzkumu zabývala nejvíce a nejméně zajímavými tématy pohledem 1232 žáků základní školy. Z výzkumu je patrné, že např. „Mnohobuněčné organismy“ byly nejvíce zajímavým tematickým celkem, dále pak „Ptáci“ byli hodnoceni jako nejvíce zajímavý celek v 7. ročníku. I z našeho hlediska, témata zoologie byla většinou respondenty vnímána jako oblíbená pro žáky. Konkrétně téma „Ptáci“ bylo respondenty výzkumu 2× vyučováno. Respondenti se k předpokládané oblíbenosti tématu u žáků vyjádřili pozitivně. S6: „Jo, myslím si, že určitě. Přišla za mnou po hodině slečna, že se jí to líbilo. Ti ptáci, podle mě, se líbili všem.“, S7: „Ano, žáci projevili zájem o výuku, což bylo super.“

Téma rostliny bylo naopak respondenty nejčastěji vnímáno jako neoblíbené. Jak je patrné z výsledků šetření Hrabí (2007), i žáci vnímali tematický celek „Nahosemenné rostliny“ jako nejméně zajímavý. Nejednotnost mezi respondenty našeho výzkumného šetření může být způsobena zařazením jiných témat vyučovacích hodin. Zajímavé jsou také výsledky Malcové a Janštové (2018), ze kterých je patrné, že žáci hodnotili obor botanika průměrnou známkou 3 na pětistupňové škále Likertova typu, kdy hodnota 5 odpovídala hodnocení „zcela oblíbený“. Dle těchto výsledků zaujímají tedy žáci k oboru botanika neutrální postoj. Je možné, že žáci vnímají rozdíl mezi tématem nahosemenných a krytosemenných rostlin. Naopak v porovnání tematického celku „Stavba těla a funkce jednotlivých orgánů člověka“ s tématem vyučovacích hodin věnujících se této problematice se výsledky odlišovaly. Žáci toto téma hodnotili jako nejvíce zajímavé na rozdíl od odhadu oblíbenosti tématu u žáků, který nastínili naši respondenti. Nicméně podle Vitáska (2017) a Hanzalové (2019) jsou tato témata také mezi žáky nejvíce oblíbená.

Respondenti zmiňovali i způsoby, jakými se pokoušeli žáky motivovat, a to nejenom v případech, kdy témata pro žáky nebyla zajímavá. Nejčastěji uváděli názornost (prezentace), video a obrázky, což patří určitě mezi doporučované postupy.

Znepokojivě mezi nejméně častý způsob motivace patřilo používání přírodnin a spojení s praxí. Velmi často doporučovaný komplexní výukový přístup badatelsky orientované výuky nebyl zmíněn ani jedním z respondentů. Zařazování většího množství praktických cvičení do výuky však prokazatelně zvyšuje motivaci žáků ke studiu biologie (Janštová, 2016). Přírodniny dokonce mají dle Altmanna největší význam pro podnětění vysoké aktivity žáků (Altmann, 1975).

I když jsme si vědomi omezení výzkumu, závislé především na velikosti zkoumaného vzorku, vyplývají z něj některá doporučení pro praxi týkající se především zkvalitnění hospitačních rozhovorů zaváděných do přípravy vzdělávání budoucích učitelů a oblastí, kterým by se měl garant praxí zvýšeně věnovat z důvodu jejich nedostatečného všímání si praktikujících adeptů učitelství.

## 5 ZÁVĚR

Článek představil analýzu hospitačních rozhovorů zaměřených především na oborově specifické jevy ve výuce biologie v pěti tematických oblastech.

Nejčastěji byly stanoveny pouze kognitivní výukové cíle, které byly formulovány především pomocí obsahů učiva. Klíčové kompetence a aktivní slovesa byla při stanovení cílů použita v malé míře. Stanovení úspěšnosti dosažení cílů bylo formulováno často jen na laické úrovni.

Rozsah učiva byl nejčastěji určován fakultním učitelem, příp. zvyklostmi dané školy. Prezentované organismy poté nejčastěji pomocí učebnice. Hodnocení volby

použitých způsobů demonstrace bylo často jen na laické úrovni, studenti zároveň jmenovali jak výhody a nevýhody, tak alterace. Predikce byly uvedeny jen ve velmi malé míře.

Velká část respondentů byla schopna uvést konkrétní chyby, kterých se při výuce dopustili (nejčastěji se jednalo o nějakou odbornou chybu), ovšem k chybám žáků se respondenti nevyjadřovali, a to až na jednu výjimku.

Atraktivita vyučovaných témat pro žáky byla hodnocena většinou studentů učitelství kladně. Mezi kladně hodnocená témata patřila zoologická témata a problematika lidského těla (spojená s praktickými informacemi využitelnými v běžném životě žáků), mezi neoblíbená patřila témata spojená s rostlinami. Jako nejběžnější způsob motivace byla uváděna názornost využitím různých výukových pomůcek.

Domníváme se, že článek může přispět ke zkvalitňování přípravy studentů učitelství na svoji budoucí výuku přírodopisu/biologie zejména v oblasti vedení hospitačních rozhovorů při souvislých pedagogických praxích.

## PODĚKOVÁNÍ

Výzkum byl podpořen projektem Progres Q17 *Příprava učitele a učitelská profese v kontextu vědy a výzkumu* a dále projektem *Podpora pregraduálního vzdělávání na PedF UK č. projektu: CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_038/0006965*. Naše poděkování patří také všem studentům, kteří v rámci své praxe využili tzv. videohospitaci a následně se zúčastnili hospitačního rozhovoru.

## LITERATURA

- Aderibigbe, S. A., Colucci-Gray, L. & Gray, D. (2014). Mentoring as a collaborative learning journey for teachers and student teachers: a critical constructivist perspective. *Teacher Education Advancement Network Journal (TEAN)*, 6(3), 17–27.
- Altmann, A. (1975). *Přírodniiny ve vyučování biologii a geologii*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Altmann, A. & Jakešová, M. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologii*. Praha: SPN.
- Barbetta, P. M., Norona, K. L. & Bicard, D. F. (2005). Classroom behavior management: A dozen common mistakes and what to do instead. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 49(3), 11–19.
- Barnett, E. & Friedrichsen, P. J. (2015). Educative mentoring: How a mentor supported a preservice biology teacher's pedagogical content knowledge development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(7), 647–668.
- Bernshausen, D. & Cunningham, C. (2001, březen). *The role of resiliency in teacher preparation and retention*. Příspěvek prezentovaný na konferenci American Association of Colleges for Teacher Education 53rd Annual Meeting, Dallas.
- Blažek, R. & Příhodová, S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015. *Národní zpráva. Přírodovědná gramotnost*. ČŠI, Praha.
- Byčkovský, P. & Kotásek, J. (2004). Nová taxonomie klasifikování kognitivních cílů ve vzdělávání: Revize Bloomovy taxonomie. *Pedagogika*, 54(3), 227–242.
- Dytrtová, R. (2009). *Učitel – Příprava na profesi*. Praha: Grada Publishing, a. s.

- Hanzalová, P. (2019). *Oblíbenost témat výuky přírodopisu na 2. stupni základní školy* [Diplomová práce]. Praha: UK. Dostupné z <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/200123>
- Havel, J. (2001). Rozvíjení pedagogických dovedností pohledem studentů. *Pedagogická orientace*, 11(4), 64–75.
- Hendl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál.
- Hobson, A. J. (2002). Student teachers' perceptions of school-based mentoring in initial teacher training (ITT). *Mentoring and tutoring*, 10(1), 5–20.
- Hrabí, L. (2007). Názory žáků a učitelů na učebnice přírodopisu. *Pedagogická orientace*, 17(4), 28–34.
- Jáč, M. (2017a). Proteosyntéza eukaryot: hledání cesty od znalosti pojmů k hlubšímu porozumění buněčným procesům ve výuce biologie. In J. Slavík, J. Stará, K. Uličná & P. Najvar, et al., *Didaktické kazuistiky v oborech školního vzdělávání* (283–308). Brno: Masarykova univerzita.
- Jáč, M. (2017b). Pozorování a porovnávání ve výuce přírodopisu. In J. Slavík, J. Stará, K. Uličná & P. Najvar, et al., *Didaktické kazuistiky v oborech školního vzdělávání* (267–282). Brno: Masarykova univerzita.
- Janík, T. (2007). Cílová orientace ve výuce fyziky: exkurz do subjektivních teorií učitelů. *Pedagogická orientace*, 17(1), 12–33.
- Janík, T., Lokajíčková, V. & Janko, T. (2012). Komponenty a charakteristiky zakládající kvalitu výuky: přehled výzkumných zjištění. *Orbis scholae*, 6(1), 27–55. <https://doi.org/10.14712/23363177.2015.31>
- Janík, T., Pišová, M., & Spilková, V. (2014). Standardy v učitelské profesi: zahraniční přístupy a pokus o jejich zhodnocení. *Orbis scholae*, 8(3), 133–158. <https://doi.org/10.14712/23363177.2015.61>
- Janštová, V. (2016). *Vliv praktické výuky na motivaci žáků středních škol ke studiu biologie* [Disertační práce]. Praha: UK. Dostupné z <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/120124>
- Jelemenská, P. (2007). Problém vytvorenia učebného prostredia v odborových didaktikách. Didaktika biológie z pohľadu modelu didaktickej rekonštrukcie. *Pedagogika*, 57(2), 153–165.
- Juklová, K. (2013). *Začínající učitel z pohledu profesního vývoje*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Kalhous, Z. & Obst, O. (2000). *Školní didaktika*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Keller, J. M. (2000, únor). *How to integrate learner motivation planning into lesson planning: The ARCS model approach*. Příspěvek prezentovaný na konferenci VII Semanario, Santiago. Dostupné z [https://app.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/ITDE\\_8005/weeklys/2000-Keller-ARCSLessonPlanning.pdf](https://app.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/ITDE_8005/weeklys/2000-Keller-ARCSLessonPlanning.pdf)
- Knecht, P. & Janík, T. (2008). Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. In P. Knecht & T. Janík, et al., *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (9–17). Brno: Paido.
- Košťálová, H. & Hausenblas, O. (2004). Plánování pozpátku. *Kritické listy*, 16, 13–17.
- Kubiátko, M. (2012). Bez přírodopisu to nejde alebo ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia paedagogica*, 16(2), 75–88.
- Kubiátko, M. & Vlčková, J. (2011). Návrh výzkumného nástroje na zkoumání postojů žáků 2. stupně ZŠ k přírodopisu. *Scientia in educatione*, 2(1), 49–67.



- Kuruc, M. (2016). Motivace a sebe-regulace v přípravě budoucích pedagogů. In V. Švec, K. Lojdová & B. Pravdová (Eds.), *Sborník z konference Učitelské praxe – současné poznatky a perspektivy* (166–171). Brno: Masarykova univerzita.  
<https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-8274-2016>
- Kyriacou, C. (2004) *Klíčové dovednosti učitele*. Praha: Portál.
- Lidstone, J. G. (1990). Researching the use of textbooks in geography classrooms. *Internationale Schulbuchforschung*, 12(4), 427–444.
- Lojdová, K. (2014). „Cítil jsem se jako bachař.“ Reflexe nové sociální role studenty učitelství na praxi. In J. Nehyba, J. Kolář, M. Dubec, V. Smékal, K. Brücknerová, L. Muchová, D. Moree, J. Vaněk, P. Svojanovský, K. Lojdová & J. Mareš (Eds.), *Reflexe mezi lavicemi a katedrou* (87–97). Brno: Masarykova univerzita.
- Malcová, K. & Janštová, V. (2018). Jak jsou hodnoceny jednotlivé obory biologie žáky 2. stupně ZŠ a nižšího gymnázia? *Biologie – Chemie – Zeměpis*, 27(1), 23–34.
- Maňák, J. (2007). Učebnice jako kurikulární projekt. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (24–30). Brno: Paido.
- Maršák, J. & Janoušková, S. (2006, prosinec). Trendy v přírodovědném vzdělávání. *Metodický portál RVP*. Dostupné z <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html/>
- Marzano, R. J. & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. California: Corwin Press.
- Marzano, R. J. & Kendall, J. S. (2008). *Designing & assessing educational objectives. Applying the new taxonomy*. California: Corwin Press.
- Mazáčová, N. (2014). *Vybrané problémy obecné didaktiky*. Praha: Univerzita Karlova.
- Moss, C. M. & Brookhart, S. M. (2012). *Learning targets: Helping students aim for understanding in today's lesson*. Alexandria: ASCD.
- MŠMT. (2016). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: NÚV. Dostupné z <http://www.msmt.cz>
- MŠMT. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: NÚV. Dostupné z <http://www.msmt.cz>
- Nelešovská, A. & Svobodová, J. (2005). Reflexe připravenosti učitelů na tvorbu ŠVP ZV. In R. Jandová (Eds.), *Sborník z konference Příprava učitelů a aktuální proměny v základním vzdělávání* (20–22). České Budějovice: JČU.
- Němečková, L. & Pavlasová, L. (2018). Changes in professional vision in preservice teachers after watching own lesson. In J. Fejfar, M. Fejfarová, M. Flégl, M. Houška, J. Husák, I. Krejčí, H. Urbancová & M. Hruška (Eds.), *Proceedings of 15<sup>th</sup> international conference efficiency and responsibility in education 2018* (250–256). Praha: Czech University of Life Sciences.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Pasch, M., et al. (1998). *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Praha: Portál.
- Pavlasová, L. (2014). *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova.
- Pavlasová, L. (2017a). Komár sedne, bodne, saje aneb skupinové opakování orgánových soustav členovců. In J. Slavík, et al. (Eds.), *Didaktické kazuistiky v oborech školního vzdělávání* (259–266). Brno: Masarykova univerzita.

- Pavlasová, L. (2017b). Profesní vidění studentů učitelství biologie zaměřené na obor a oborově didaktické jevy. *Scientia in educatione*, 8(2), 84–99.
- Pavlasová, et al. (2015). *Přírodovědné exkurze ve školní praxi*. Praha: Univerzita Karlova.
- Pavlasová, L., Stará, J., Vondrová, N., Novotná, M., Robová, J. & Uličná, K. (2017). Výběrové zaměření pozornosti u studentů učitelství a povaha jejich interpretací. *Pedagogika*, 68(1), 5–24. <https://doi.org/10.14712/23362189.2017.625>
- Pravdová, B. (2013). Já jako učitelka: profesní sebepojetí studentky učitelství v posledním ročníku pregraduální přípravy. *Pedagogická orientace*, 23(2), 174–194.
- Rocard, M., et al. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Simpson, A., Vondrová, N. & Žalská, J. (2018). Sources of shifts in pre-service teachers' patterns of attention: the roles of teaching experience and of observational experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(6), 607–630. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9370-6>
- Sitná, D. (2009). *Metody aktivního vyučování*. Praha: Portál.
- Skalková, J. (2007). *Obecná didaktika*. 2., rozšířené a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, a. s.
- Skalková, J. (2007). Kategorie cíle, kompetence, jejich vzájemný vztah a význam pro obsah vzdělávání v kontextu současnosti. *Orbis scholae*, 2(1), 7–20.
- Stará, J. & Starý, K. (2018) Výukové cíle aneb cesta tam a zase zpátky. *Pedagogika*, 68(2), 107–129. <https://doi.org/10.14712/23362189.2017.1033>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>
- Sultana, Q. & Klecker, B. M. (1999, listopad). *Evaluation of First-Year Teachers' Lesson Objectives by Bloom's Taxonomy*. Příspěvek prezentovaný na konferenci The twenty-eight annual conference of the mid-south education research association, Washington, DC. Dostupné z <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED436524.pdf>
- Škoda, J. & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44.
- Švaříček, R. & Šedová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách: pravidla hry*. Praha: Portál.
- Švec, V. (2017). Faktory ovlivňující rozvoj pedagogických dovedností studentů. *Pedagogická orientace*, 12(1), 63–82.
- Švec, V., Filová, H. & Šimoník, O. (2004). *Praktikum didaktických dovedností*. Brno: Masarykova univerzita.
- Tillema, H. & Van der Westhuizen, G. (2013) Mentoring conversations and student teacher learning. *South African Journal of Higher Education*, 27(5), 1305–1323. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-058-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-058-1_2)
- Urbanovská, E. (2002). Je potřebné a možné rozvíjet schopnost sebereflexe budoucích učitelů. In V. Švec (Eds.), *Cesty k učitelké profesi: Utváření a rozvíjení pedagogických dovedností*. Brno: Paido.
- Vališová, A. & Kasíková, H. (2007). *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada Publishing, a. s.

Veenman, S. (1987, říjen). *On becoming a teacher: An analysis of initial training*. Příspěvek prezentovaný na konferenci Conference on Education of the World Basque Congress, Bilbao.

Vitásek, T. (2017). *Vztah žáků střední pedagogické školy k biologickému učivu* [Diplomová práce]. Praha: UK. Dostupné z <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/147691>

Vohra, C. F. (2000). Changing trends in biology education: An international perspective. In T. Younès (Eds.), *Biology International The news magazine of the international union of biological sciences* (49–55).

Wernerová, J. (2009). Obtížnost profesních činností učitele z pohledu studentů učitelství, učitelů a oborových didaktiků. *Pedagogická orientace*, 19(3), 104–117.

Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, 20(4), 461–477.

---

LINDA NĚMEČKOVÁ, linda.nemeckova@pedf.cuni.cz  
LENKA PAVLASOVÁ, lenka.pavlasova@pedf.cuni.cz  
Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií  
Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

## Zjišťování postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání k přírodovědným tématům: adaptace původní verze dotazníku DAS do českých podmínek

*Martin Rusek, Iva Bílková Metelková,  
Vlastimil Chytrý, Vojtěch Žák*

### Abstrakt

Za jednu z příčin současného negativního postoje žáků k přírodovědným oborům a i jejich zájmu tyto obory volit jako budoucí profesi je uváděno pozdější zavádění přírodovědných témat do výuky. Náprava tohoto stavu úzce souvisí s připraveností učitelů na primárním stupni vzdělávání vyučovat přírodovědná témata tak, aby podnítila rozvoj pozitivních postojů u žáků. Podstatnou roli hrají postoje samotných (budoucích) učitelů, které mohou sloužit jako indikátor potřeby změn v této oblasti. Cílem příspěvku je představit českou verzi dotazníku DAS (Dimensions of Attitude toward Science) určeného k zjišťování postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání k přírodovědným tématům a jejich výuce. Dotazník obsahuje 28 položek rozdělených do sedmi subškál. Data získaná prostřednictvím tohoto nástroje poskytují celkovou informaci o postoji respondenta, zároveň umožňují vytvoření postojového profilu (vysoký potenciál, slibný, lhostejný a neochotný). Na základě těchto informací je pak možné volit způsoby práce s konkrétním učitelem. Původní verze výzkumného nástroje byla nejprve přeložena, pilotována a následně použita v ostrém šetření. Na základě výsledků statistické analýzy (Cronbachovo alfa = 0,704 pro celý nástroj) je možné českou verzi dotazníku považovat za dostatečně spolehlivou a použitelnou v dalším výzkumu. Vysokou reliabilitu vykazovaly také dílčí subškály nástroje.

**Klíčová slova:** postoje učitelů k přírodovědným tématům, primární vzdělávání, výuka přírodovědných témat.

## Investigation of Primary School Teachers' Attitudes towards Science Topics: Adaptation of the Original Version of DAS Questionnaire to Czech Environment

### Abstract

Comparatively late exposition to science topics in education is considered one of the reasons of contemporary students' negative attitudes toward science which also impacts their

interest in future profession in science. This situation could be to some degree improved by primary school teachers' preparedness to teach science topics in a way they foster the development of pupils' positive attitudes to sciences. The attitudes of the teachers themselves have a substantial role to play, as they can serve as indicators of the need for change in this field. The goal of this paper is to introduce a Czech version of the DAS (Dimensions of Attitude toward Science) scale which was designed to investigate primary school teachers attitudes towards science topics and their teaching. The scale contains 28 items separated into seven subscales. The data gathered using this tool provide overall information about a respondent's attitude, while at the same time enabling us to create an "attitude profile" (high potential, promising, indifferent, unwilling). Based on this information, it is possible to personalize the ways in which individual teachers can be supported. The original version of the research tool was first translated, piloted and further used in research. Based on the results of the statistical analysis (Cronbach's  $\alpha = 0.704$  for the whole scale), it is possible to consider the Czech version of the scale sufficiently reliable and applicable in further research, also with respect to the high reliability of particular subscales of the research instrument.

**Key words:** teachers' attitudes toward science, primary education, science education.

Cílem přírodovědného vzdělávání je mimo jiné edukovat občana pozitivně smýšlejícího o přírodovědných tématech i ochraně přírody a připravit budoucí pracovníky v oboru. Při tom hrají významnou roli postoje a zájmy žáků k přírodovědným tématům. Výsledky těchto výzkumů naznačují spíše negativní postoje žáků k přírodním vědám (Gedrovics, Bílek, Janiuk et al., 2008; Švandová & Kubiátko, 2012). Možným východiskem je vysvětlování podstaty přírodních jevů, které žáci znají z každodenního života již od primárního (nebo dokonce preprimárního) vzdělávání. Zahraniční výzkumy postojů budoucích učitelů k přírodovědným tématům naznačují důležitost zkoumání této oblasti vzhledem k velkému vlivu na utváření kladných postojů žáků k přírodním vědám. Problematika postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání je proto zásadní.

K měření postojů existuje celá řada nástrojů, nejčastěji dotazníků. Nejsou však dostatečně komplexní k tomu, aby poskytly ucelený pohled na tuto problematiku (van Alderen-Smeers & van der Molen, 2013). Z tohoto důvodu vznikl výzkumný nástroj DAS (Dimensions of Attitudes towards Science). Původní verze v holandštině dostupná v angličtině byla přeložena do češtiny a adaptována pro využití v českých podmínkách.

## 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Zájmy a postoje jsou jedním z nejčastěji zkoumaných témat v rámci didaktik přírodovědných oborů (Cavas, 2015; Lin, Lin & Tsai, 2014: s. 1363, 1370), neboť do značné míry určují životní dráhu jedince. *Postoj* vymezují Průcha, Walterová a Mareš (2001: s. 171) jako „hodnotící vztah zaujímaný jednotlivcem vůči okolnímu světu, jiným subjektům i sobě samému. Zahrnuje dispozici chovat se či reagovat určitým relativně stabilním způsobem“. Postoje tvoří predispozice k potřebě uspokojované určitou činností, tedy k formování *zájmu* (Říčan, 2010). Pro potřeby textu jsou oba pojmy považovány za souznačné (viz také Čáp & Mareš, 2001; Nakonečný, 1998). Výsledky výzkumů postojů žáků k přírodním vědám podporují sílící obavy z klesajícího počtu středoškolských absolventů se zájmem o obor i kariéru v přírodovědné

oblasti (Vojtěch & Chamoutová, 2017; ERT, 2009; Osborne & Dillon, 2008; Silver & Rushton, 2008; Rocard et al., 2007; Osborne & Wittrock, 2003). Nedostatek zájmu žáků se ovšem odráží již ve výběru zaměření střední školy. Mnoho žáků vyloučí z výběru školu přírodovědného nebo technického zaměření na základě zkušeností z výuky na základní škole (Fitzgerald, Dawson & Hackling, 2013; *Důvody nezájmu...*, 2010; Osborne & Dillon, 2008; Tai et al., 2006). Tento trend vede mnoho autorů k závěru, že jedním z hlavních cílů přírodovědného vzdělávání, zejména na počátku základního vzdělávání, by mělo být zvýšení zájmu žáků o přírodovědná témata a vytvoření kladných postojů k přírodním vědám (OECD, 2018; Rocard et al., 2007; Gustafson, Guilbert & MacDonald, 2002; van Driel, Beijaard & Verloop, 2001). Jedná se tak o snahu opustit zavedené paradigma vyznačující se důrazem na vzdělávací obsah (srov. Stuckey et al., 2013; Škoda & Doulík, 2009).

Na utváření postojů dětí má vliv dění již na úrovni mateřských škol (Eshach & Fried, 2005; Bruce et al., 1997). Jedním z východisek je dřívější zařazení přírodovědných témat zaměřených na jevy, které jsou žákům známé z každodenního života. Dva možné dopady tohoto kroku shrnují Janoušková a kol. (2014: s. 40):

- a) Brzké setkání s přírodovědnou tematikou podnítlí zájem žáků, čímž se zvýší šance, že budou ve studiu přírodních věd pokračovat.
- b) Na dané úrovni poznání i intelektuálního vývoje žáků není možné některé jevy dostatečně vysvětlit, čímž může dojít jednak k vytvoření miskonceptů nebo dokonce k demotivaci žáka, který nedostane dostatečně uspokojivou odpověď a přestane se ptát.

## 1.1 ZAŘAZOVÁNÍ PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ DO OBDOBÍ RANÉHO ŠKOLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ

Autoři tohoto textu se kloní k prvním výše uvedenému názoru. Ten podporují i Eshach a Fried (2005), kteří předkládají argumenty pro co nejčasnější setkání žáků s přírodovědnými tématy a postupy typickými pro přírodní vědy: děti ze své podstaty objevují a bádají, poznávají tím svět kolem sebe. Děje se tak, když je seznámíme s vědou (science) či nikoli. Pokud představíme dětem zásady a postupy přírodních věd tak, že zároveň podnítlíme jejich zvědavost, pozitivně ovlivníme postoje k přírodovědně zaměřeným předmětům a jejich studiu v budoucnu. Na základě předchozích zkušeností porozumí snáze přírodním jevům, postupům a zákonům předkládaným v pozdějším studiu. Ani jazyk specifický pro přírodní vědy není podle Eshacha a Frieda (2005: s. 324) pro děti a mladší žáky překážkou. S odvoláním na Vygotského argumentují, že právě mírné napětí vzniklé při používání běžného a „vědeckého“ způsobu vyjadřování vytváří žádoucí podmínky podporující rozvoj konceptů. Díky tomu je s úspěchem možné rozvinout schopnost vědecky usuzovat a tvořit hypotézy (viz také např. Baruch, Spektor-Levy & Mashal, 2016; Ůnal & Aral, 2014; Spektor-Levy, Baruch & Mevarech, 2013; Peleg & Baram-Tsabari, 2011).

K časnějšímu zařazení přírodovědných témat (ve výše popsaném smyslu) do vzdělávání je ovšem zapotřebí odpovídajícím způsobem připravovat učitele, podpořit rozvoj jejich pozitivních postojů k přírodovědným tématům a jejich výuce (van Aalderen-Smeets, van der Molen & Asma, 2012). Swindell a kol. (2003) potvrzují, že studenti učitelství pro nižší stupeň základních škol na začátku semestrálního kurzu zaměřeného na výuku primární (elementární) přírodovědy pocííjí úzkost. Příčinou tohoto stavu je podle Swindella a kol. (2003) zkušenost s výukou přírodovědných témat během jejich povinné školní docházky (viz také Palmer, 2002; Tosun,

2000). Cílem výzkumníků bylo během kurzu rozvinout u studentů pozitivní postoje k přírodovědným tématům a jejich výuce, povzbudit jejich zvědavost a stimulovat schopnost nezávislého učení a kritického myšlení a zasazení přírodovědného obsahu do kontextu každodenního života. Cíle zmíněného kurzu se shodují se záměrem celého předškolního vzdělávání (*RVP PV*, 2018; Baruch, Spektor-Levy & Mashal, 2016; Eshach & Fried, 2005), jedná se tedy o „návrat ke kořenům“. Studenti v reakcích na zmíněný kurz oceňovali aplikaci konstruktivismu, srozumitelnost, otevřenost a komplexnost. Ve spojení s přírodovědnými tématy podle studentů kurz dopomohl k následujícímu: „naučil jsem se víc než za celou školní docházku, došlo ke zlepšení postojů“, „naučil jsem se, jak se učit“ (Swindell et al., 2003).

## 1.2 POSTOJE UČITELŮ A ŽÁKŮ K VÝUCE PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ

Další informace vztahující se ke zkoumané problematice nabízí Özden (2008). Ten se zaměřil na postoje budoucích učitelů (studentů učitelství) k chemii. Uvádí, že budoucí učitelé na nižším stupni základních škol mají nejméně pozitivní postoje k chemii ve srovnání s budoucími učiteli matematiky a přírodních věd (science). Je proto obtížnější připravovat budoucí učitele na nižším stupni základních škol tak, aby pak v praxi podněcovali zájem žáků o přírodní vědy. Toto zjištění potvrzují i další výzkumníci. Studenti učitelství mnohdy nemají přírodovědné předměty v oblibě už jako žáci a jako učitelé mají tendenci příliš přírodní jevy zobecňovat (např. Wilson & Kittleson, 2012; Palmer, 2004). Jedná se tak pravděpodobně o příklon k formalizmům, které jsou v přímém rozporu s ideálním pojetím výuky ve smyslu Shulmanova (1986) modelu *pedagogical-content knowledge*.

Pohled na problematiku dále upřesňují další autoři. Učitelé s méně pozitivními postoji k přírodovědným tématům vykazují několik společných rysů. Mají nižší sebevědomí a sebedůvěru ve vlastní úspěch při výuce těchto témat (např. Tosun, 2000), tráví méně času jejich výukou a diskusí nad nimi (např. Goodrum, Rennie & Hackling, 2001), spoléhají více na standardizované výukové metody a strukturované instrukce (např. Plonczak, 2008; Jarvis & Pell, 2004), a tím pádem jsou méně schopni stimulovat rozvoj pozitivních postojů žáků (např. Weinburgh, 2007; Jarvis & Pell, 2004; Osborne, Simon & Collins, 2003). K tomu naopak dochází v případech, že je učitel schopen vytvořit podnětné a komunikativní prostředí. Osobnost učitele je přitom na nižším stupni základní školy klíčová pro formování budoucích postojů žáků (Piaget & Inhelder, 2014).

Výzkumníci věnující se této oblasti se zaměřují i na samotné žáky. Tým izraelských odborníků zkoumal postoje dětí během předškolního vzdělávání. Postoje mapovali na základě chování, slovních komentářů a průvodních emocí u dětí (4 až 7 let) v průběhu demonstrace přírodního jevu a po ní. Většina předškoláků projevovala k demonstraci vědeckého jevu pozitivní postoje (Baruch, Spektor-Levy & Mashal, 2016). Situaci na prvním stupni přibližuje také národní zpráva z mezinárodního šetření TIMSS (Tomášek, Basl & Janoušková, 2016). Výsledky ukazují na spíše negativní postoje českých žáků čtvrtých ročníků základních škol (9 až 10 let) k přírodovědě ve škole i k instituci školy jako takové v porovnání se žáky z ostatních zúčastněných zemí (Tomášek, Basl & Janoušková, 2016). Stejná věková skupina žáků byla předmětem zájmu výzkumu Silverové a Rushtona (2008). Uvádějí, že žáky baví praktické aktivity spojené s přírodovědou ve škole, ale přesto si nepřejí budovat kariéru přírodovědce, nespojují si tuto zábavu s prací v oboru.

V problematice postojů žáků na druhém stupni základních škol (11 až 15 let) a žáků středních škol (16 až 19 let) již lze i v mezinárodním kontextu rozlišovat mezi jednotlivými přírodovědnými obory. Výzkumná šetření prokazují neutrální až negativní postoje žáků k přírodovědným předmětům obecně (např. Rusek, 2013; Švandová & Kubiátko, 2012; Gedrovics et al., 2008; Höfer & Svoboda, 2005; Jarvis & Pell, 2002).

## NÁSTROJE PRO MĚŘENÍ POSTOJŮ UČITELŮ K PŘÍRODOVĚDNÝM OBORŮM

Při výzkumech postojů učitelů se využívají nástroje zaměřené na jednotlivé složky postoje nebo naopak nástroje, které měří více složek postoje najednou, aniž by s nimi bylo zacházeno jako s nezávislými. Například *Science Attitude Scale (SAS)* (Thompson & Shrigley, 1986) v jedné subškále měří vědomí vlastní účinnosti související s vyučováním přírodovědných témat, sebedůvěru související s porozuměním přírodovědným tématům a pocity spojené s vyučováním přírodovědných témat. Tyto složky postoje jsou ale svébytnými proměnnými, a měly by být tudíž měřeny různými subškálami. Nástroj *The Context Beliefs About Teaching Science (CBATS)* (Lumpe, Haney & Czerniak, 2000) mapoval vliv okolí na chování při výuce přírodovědných témat. Nástroj *Science Teaching Efficacy Belief Instrument (STEBI)* (Enochs & Riggs, 1990) se soustředil na sebedůvěru a očekávané výsledky výuky přírodovědných témat, což jsou části komplexního pojmu postoj. V českém prostředí ovšem podobný nástroj k měření postojů učitelů primární přírodovědy dosud chybí.

V souvislosti s výše zmíněnou důležitostí primárního přírodovědného vzdělávání je zásadní formulace nového teoretického rámce postojů učitelů primárního stupně vzdělávání k přírodovědným tématům a jejich výuce. Na základě zevrubné rešerše vytvořily van Aalderen-Smeetsová, van der Molenová a Asmová (2012: s. 176) fúzní schéma teoretického rámce. Výstupem je výzkumný nástroj, který v sobě zahrnuje mapování, podle autorek, všech složek postojů učitelů primárního vzdělávání k přírodovědným tématům a jejich výuce. Anglická verze nástroje má název *Dimensions of Attitude toward Science (DAS)*. Pro své zaměření se tento nástroj jeví jako vhodný pro využití zkoumání postojů učitelů i v českých podmínkách.

## 2 CÍLE A METODY

Cíle tohoto příspěvku jsou následující:

1. představit českou verzi výzkumného nástroje *Dimensions of Attitude toward Science (DAS)*,
2. popsat proces adaptace nástroje DAS pro české podmínky,
3. prezentovat výsledky výzkumného šetření s využitím české verze nástroje DAS.

### 2.1 POPIS VÝZKUMNÉHO NÁSTROJE

Jedná se o dotazník, který je tvořen dvěma hlavními částmi. První se zaměřuje na údaje o respondentech (délka pedagogické praxe, pohlaví, dosažené vzdělání atd.). Druhou část tvoří 28 položek sdružených do 7 subškál (viz příloha):

- relevance výuky přírodovědných témat (označení: R, 5 položek),
- obtížnost výuky přírodovědných témat (D, 3 položky),



- genderové rozdíly ve výuce přírodovědných témat (G, 5 položek),
- úzkost z výuky přírodovědných témat (A, 4 položky),
- potěšení z výuky přírodovědných témat (E, 4 položky),
- sebehodnocení schopnosti vyučovat přírodovědná témata a vyrovnat se s možnými problémy při jejich výuce (S, 4 položky),
- závislost na kontextu výuky přírodovědných témat (C, 3 položky).

Respondenti se vyjadřují prostřednictvím pětibodové Likertovy škály: rozhodně nesouhlasím – spíše nesouhlasím – nemám vyhraněný názor – spíše souhlasím – rozhodně souhlasím.

Prostřednictvím subškály *Relevance výuky přírodovědných témat (Relevance of Teaching Science)* je zjišťován názor učitelů na důležitost výuky přírodovědných témat v primárním vzdělávání (srov. Stuckey et al., 2013). Tato subškála je v dotazníku tvořena následujícími položkami:

- R1** Myslím si, že přírodovědné vzdělávání je pro rozvoj dětí mladšího školního věku nezbytné.
- R2** Myslím si, že přírodovědná témata je nutno začlenit do základního vzdělávání tak brzy, jak je to možné.
- R3** Myslím si, že přírodovědné vzdělávání je zásadní pro to, aby se žáci mladšího školního věku zabývali technickými problémy společnosti.
- R4** Přírodovědné vzdělávání je natolik důležité, že by nezkušeným učitelům měla být v této oblasti poskytnuta další průprava.
- R5** Myslím, že přírodovědné vzdělávání je zásadní pro to, aby si žáci byli schopni dobře zvolit svoje studium (výběr profilu a předmětů).

Druhá subškála je nazvaná *Obtížnost výuky přírodovědných témat (Difficulty of Teaching Science)*. Položky jsou zaměřeny na zjišťování, zda je podle učitelů výuka přírodovědných témat složitější než výuka jiných témat. Samy autorky nástroje (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013) upozorňují na změnu dikce tvrzení tvořících tuto subškálu.

Protože jejím cílem je zjistit obecné představy učitelů o obtížnosti přírodovědných témat (nikoli pouze vlastní představu o schopnosti vyučovat tato témata), bylo důležité, aby tato subškála byla v tomto ohledu jednoznačná. (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013: s. 584)

Subškála je tvořena těmito položkami:

- D1** Myslím, že učitelé považují témata související s přírodními vědami za složitá.
- D2** Myslím, že většina učitelů považuje výuku předmětů týkajících se přírodních věd za obtížnou.
- D3** Myslím, že většina učitelů považuje vyučování přírodovědných předmětů za obtížné.

Třetí subškála je zaměřena na *genderové rozdíly související s výukou přírodovědných témat (Gender-stereotypical Beliefs Regarding Teaching Science)*. Část položek je zaměřena na potenciální rozdíl mužů–učitelů a žen–učitelek, druhá na výkon chlapců a dívek ve výuce. Názory učitelů na tuto problematiku byly zjišťovány prostřednictvím následujících položek:

- G1** Myslím, že je bádání a plnění technických úkolů se žáky snazší pro učitele než pro učitelky.

- G2** Myslím, že učitelé si oproti učitelkám výuku přírodovědných předmětů více užívají.
- G3** Myslím, že k demonstraci ve výuce přírodovědných předmětů si s větší pravděpodobností nevědomky vyberu spíše chlapce než dívku.
- G4** Myslím, že chlapci jsou více nadšení do experimentování s pomůckami a chemickými látkami než dívky.
- G5** Myslím, že si chlapci vyberou činnosti související s přírodními vědami spíše než dívky.

Čtvrtá a pátá subškála sdružují afektivní položky. Čtvrtá je zaměřena na *Úzkost z výuky přírodovědných témat (Anxiety in Teaching Science)*, pátá na učitelovo *Potěšení z výuky přírodovědných témat (Enjoyment in Teaching Science)*. Položky sdružené v těchto dvou subškálách jsou následující:

- A1** Vyučování přírodovědných témat mě znervózňuje.
- A2** Když ve své třídě musím vyučovat přírodovědná témata, cítím se ve stresu.
- A3** Během výuky přírodovědných témat jsem nervózní.
- A4** Ve třídě se během výuky přírodovědných témat cítím napjatý/napjatá.
- E1** Vyučování přírodovědných témat ve mně vzbuzuje nadšení.
- E2** Velmi si užívám výuky přírodovědných témat.
- E3** Když učím přírodovědná témata, cítím se šťastný/šťastná.
- E4** Vyučování přírodovědných témat mi dělá radost.

Šestou subškálu, *Sebehodnocení schopnosti vyučovat přírodovědná témata a vyrovnat se s možnými problémy při jejich výuce (Self-efficacy ability to Teach Science and Handle Problems that may Rise when Teaching Science)*, tvoří položky zaměřené na učitelův názor na vlastní schopnost vyučovat přírodovědná témata a zvládat problémy, které vzniknou při jejich výuce. Znění položek je následující:

- S1** Mám dostatek odborných znalostí z oblasti přírodních věd, abych mohl/a tyto předměty vyučovat.
- S2** Jsem schopen/schopna vhodně odpovídat na otázky žáků týkající se přírodních věd.
- S3** Mám dostatek materiálního vybavení, abych byl/a schopen/schopna dostatečně podporovat děti při bádání ve výuce.
- S4** Pokud žáci nepřijdou na řešení přírodovědné úlohy, myslím, že se mi podaří je k němu vhodně navést.

Poslední, sedmou subškálu, tvoří položky zjišťující vnímanou závislost učitelů na kontextu (okolnostech) výuky přírodovědných témat v konkrétní škole. Subškála má český název *Závislost na kontextu výuky přírodovědných témat (Personal Dependency on Context Factor)* a tvoří ji tato tvrzení:

- C1** Z mého pohledu je dostupnost metodik pro výuku přírodovědných témat rozhodující pro to, zda je budu vyučovat.
- C2** Z mého pohledu je dostupnost předpřipravených souprav pomůcek (např. *Tajemství přírody*) nezbytná pro výuku přírodovědných témat.
- C3** Podpora mých kolegů a školy je rozhodující pro to, zda budu vyučovat přírodovědná témata.

## 2.2 ADAPTACE NÁSTROJE DAS

### 2.2.1 PŘEKLAD NÁSTROJE

Při překladu původní anglické verze položek dotazníku do češtiny byl použit model zvolený dříve např. Brislinem (1986) nebo Kubiátkem (2016). Jeden z výzkumníků nejprve přeložil položky do češtiny. Následně byla česká verze spolupracovníkem s hlubokými znalostmi angličtiny přeložena zpětně do angličtiny. Tento proces probíhal opakovaně, dokud se výsledky zpětného překladu navzájem lišily (Brislin, 1986). Jedinou změnou, kterou bylo nutno provést, byl v českém kontextu problematický překlad výrazu „science“. Nebylo žádoucí, aby se učitelé při vyjadřování názoru omezovali například jen na výuku přírodovědy ve smyslu školního předmětu Prvouka. Proto byl výraz Science pro českou verzi nástroje nahrazen obecnějším výrazem „přírodovědná témata“. Celý výzkumný nástroj je formulován pro zjišťování postoje učitelů k výuce přírodovědných témat na prvním stupni základních škol. Autoři české verze toto zacílení „pro první stupeň základní školy“ uvádějí v průvodním komentáři dotazníku. V jednotlivých položkách tak bylo, oproti původnímu nástroji DAS, možné tento opakující se obrat vypustit.

### 2.2.2 VÝBĚR VZORKU RESPONDENTŮ PRO PILOTÁŽ NÁSTROJE A VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ

Z celkového počtu základních škol v České republice<sup>1</sup> ( $N = 4\,137$ ) byla pomocí kalkulačky minimálního vzorku (Raosoft<sup>2</sup>, 95% hladina významnosti, 5% tolerance chyb) vypočtena minimální velikost vzorku zúčastněných škol potřebná pro výzkum umožňující generalizaci výsledků ( $N_m = 352$ ). Pro pilotáž nástroje byla stanovena hranice 10 % výzkumného vzorku (Connelly, 2008; Treece & Treece, 1982), tj. bylo zapotřebí získat odpovědi minimálně 35 učitelů.

S ohledem na zacílení studie bylo zapotřebí vybrat pouze učitele, kteří v daném školním roce (2015/2016) vyučovali přírodovědu v 5. ročníku. Za tímto účelem byly ze seznamu základních škol osloveny všechny základní školy kromě škol s deklarovaným alternativním pojetím výuky. Také tento krok byl motivován zjišťováním postoje učitelů, podle kterého byli vybíráni pro další spolupráci. Alternativní školy svým pojetím výuky nezapadaly do výzkumného schématu. Výběr škol proběhl s využitím generátoru pseudonáhodných čísel, podle kterého byly vždy osloveny školy s příslušným pořadím v seznamu. V případě, že na webových stránkách školy bylo možné přímo dohledat příslušné učitele, byla prosba o vyplnění dotazníku zaslána přímo jim. V případě, že kontakty na učitele nebyly dostupné, byla prosba o spolupráci poslána vedení školy. Některé kontakty se však ukázaly být neaktivní. V takovém případě byly aktuální kontakty dohledány na stránkách školy. V případě neúspěchu byla zpráva se žádostí o vyplnění dotazníku odeslána další škole v původním seznamu škol. Tento postup se opakoval, dokud nebylo dosaženo minimálního počtu odpovědí. Pro dosažení minimálního vzorku ve výzkumném šetření bylo nutné výzvu k vyplnění dotazníku opakovat. V případě, že oslovený učitel nebo škola nereagovali ani na druhou výzvu, byl osloven další učitel v seznamu. Vzorek tak nelze považovat za náhodný.

<sup>1</sup>Rejstřík škol je dostupný na <http://stistko.uiv.cz/registr/vybskolrn.asp>, aktuální k 5. 4. 2016.

<sup>2</sup>Dostupné z <http://www.raosoft.com/samplesize.html>.

### 2.2.3 PRŮBĚH PILOTÁŽE A VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

Učitelům byla zaslána elektronická verze české mutace dotazníku DAS. Pro účely využití v českých podmínkách byly doplněny otázky zjišťující demografické údaje. Zároveň byla na konec přidána položka pro volné vyjádření učitelů ke srozumitelnosti nebo dalším parametrům dotazníku. Pilotáž nástroje probíhala v období dubna až května 2016. Následně byly analyzovány výsledky, prostudovány a zváženy uvedené komentáře. Jelikož se komentáře netýkaly srozumitelnosti nástroje, znění položek nebylo nijak upravováno.

Sběr dat v rámci výzkumu probíhal od listopadu 2016 do února 2017, tedy následující školní rok.

### 2.2.4 RELIABILITA NÁSTROJE

Dosažená hodnota Cronbachova  $\alpha$  0,704 je podle Sekarana (1992) přijatelná. Podle Shoukriho a Edge (1996) umožňuje tato hodnota dotazník hodnotit jako nástroj s dobrou spolehlivostí. Odstraněním položky G1 ke „snazšímu bádání podle genderu“ je dosažena hodnota Cronbachova  $\alpha$  0,721. Reliabilita nástroje byla testována také pro každou ze subškál, kdy byly postupně zjištěny hodnoty:

$\alpha = 0,628$  pro R1–R5,  $\alpha = 0,794$  pro D1–D3,  $\alpha = 0,764$  pro G1–G5,  $\alpha = 0,859$  pro A1–A4,  $\alpha = 0,909$  pro E1–E4,  $\alpha = 0,606$  pro S1–S4 a  $\alpha = 0,602$  pro C1–C3.

Většina subškál splňuje zmíněnou hranici  $\alpha = 0,704$ . Subškály R, S a C těchto hodnot ovšem nedosahují. Sekaran (1992) nastavil minimální přijatelnou úroveň koeficientu spolehlivosti na 0,60. Podle Nun-Nally (1978) je reliabilita dostačující také v mezích 0,50–0,60 za předpokladu, že byl nástroj publikovaný poprvé. Navíc podle názoru Shoukriho a Edge (1996) je reliabilita považována za dobrou v intervalu 0,40–0,75.

Výsledky mohou přinést několik typů informací o postojích učitelů na primárním stupni vzdělávání k výuce přírodovědných předmětů:

- souhrnné informace o postojích učitelů,
- detailnější náhled na problematiku postojů prostřednictvím tematicky zaměřených subškál – relevantnost výuky, obtížnost výuky, genderové rozdíly, úzkost z výuky, potěšení z výuky, sebehodnocení schopnosti vyučovat, závislost na kontextu výuky, tj. sedm separátních skóřů,
- postoje učitele získané prostřednictvím korelačních diagramů založených na kombinaci jednotlivých subškál.

## 3 VÝSLEDKY VÝZKUMU

### 3.1 SOUHRNNÉ INFORMACE O POSTOJÍCH UČITELŮ

Souhrnné informace lze získat prostým sdružením všech odpovědí. V procesu standardizace české verze nástroje DAS byla data s ohledem na použitou škálu (Chytrý & Kroufek, 2017) považována za neparametrická. Odpovědi respondentů byly proto vyhodnoceny prostřednictvím mediánů.

Mimo deskriptivní statistiku je prostřednictvím zjištěných identifikátorů možné posuzovat rozdíly mezi skupinami podle pohlaví nebo délky praxe. K tomu byl využit Mann-Whitney, resp. Kruskal-Wallis test. V případě adaptace tohoto nástroje bylo identifikováno celkem 8 jednotlivých položek, ve kterých se respondenti podle uvedených parametrů statisticky významně lišili.

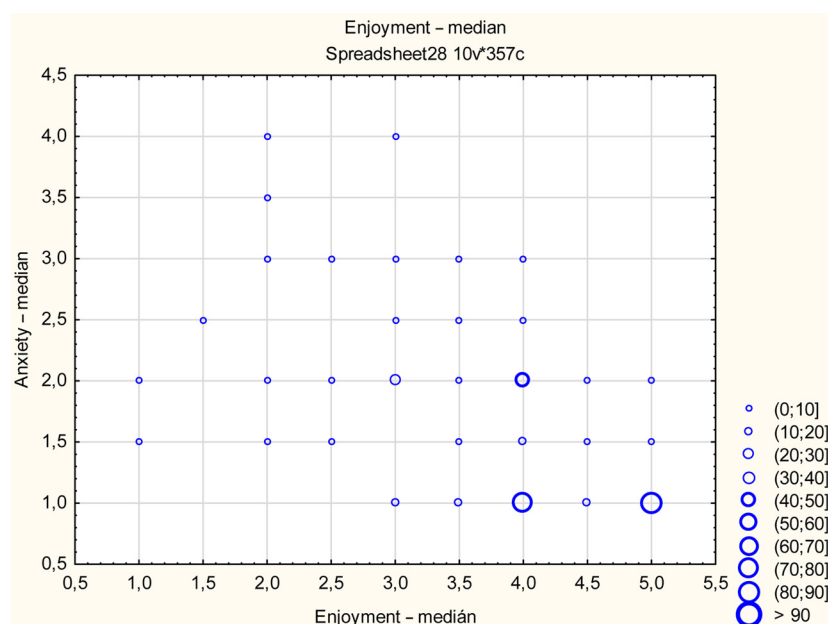
### 3.2 POSTOJOVÝ PROFIL UČITELE

Přestože odpovědi respondentů v jednotlivých subškálách mají svou výpovědní hodnotu, jejich kombinace nabízí další možnosti. Van Aalderen-Smeetsová a van der Molenová (2013: s. 592–593) uvádějí možnost využití korelačních diagramů (scatter plots) sestavených ze dvou souvisejících subškál. Samy autorky nástroje doporučují kombinace afektivních položek, tj. „Potěšení“ (Enjoyment) a „Úzkost“ (Anxiety), a položek vnímané kontroly, tj. „Vlastní účinnost“ (Self-efficacy) a „Závislost na kontextu“ (Context-dependency). Z korelačních diagramů je možné vyčíst odpovědi vynesené v rovině s osami  $x$  a  $y$  (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013: s. 593). Odpovědi učitelů jsou tak rozděleny do čtyř kvadrantů grafu (viz obr. 1). Vzhledem ke stejné hodnotě odpovědi udává velikost kruhu počet respondentů, kteří odpověděli shodně. Každému z těchto kvadrantů je možné přiřadit význam. Například v případě grafu pro subškálu „Potěšení“ a „Úzkost“ lze odpovědi dělit podle kvadrantů na: *vysoký potenciál*, *slibný*, *hospesný* a *neochotný*, že učitel bude vyučovat přírodovědná témata (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013: s. 593). Jednotlivé respondenty tak lze s určitou mírou zpřesnění charakterizovat pro účely další práce (srov. Rusek et al., 2017). Profilování učitelů na základě zařazení jejich odpovědí do daných kvadrantů je vhodné pro redukci dat, která by bylo jinak nutné analyzovat pro bližší porozumění výsledkům. Tento způsob také umožňuje charakterizovat postoje učitelů sémanticky srozumitelným způsobem, což je z pohledu autorek původního dotazníku vhodným doplňkem souhrnné deskripce ve všech sedmi dimenzích (van Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013: s. 593).

Na obr. 2 je uveden korelační diagram hodnot odpovědí učitelů prvního stupně ZŠ ( $N = 357$ ).

Obr. 1: Označení kvadrantů v korelačním diagramu pro subškály Úzkost (A) a Potěšení (E)

Q 3 <i>neochotný</i> $N = 60$	Q 2 <i>slibný</i> $N = 2$
Q 4 <i>hospesný</i> $N = 17$	Q 1 <i>vysoký potenciál</i> $N = 278$



Obr. 2: Korelační diagram pro subškály Úzkost (A) a Potěšení (E)

V případě subškály „Potěšení“ (osa  $x$ ) hodnoty větší než 3 spadají do kvadrantů 1 a 2, hodnoty menší než 3 do kvadrantů 3 a 4, pro „Úzkost“ (osa  $y$ ) hodnoty větší než 3 spadají do kvadrantů 2 a 3, hodnoty menší než 3 do kvadrantů 1 a 4. Z obr. 1 vyplývá význam zařazení respondentů do jednotlivých kvadrantů. Učitelé vyznačujícího se *vysokým potenciálem* podle van Aalderen-Smeetsové a van der Molenové (2013: s. 593), co se výuky přírodovědy týče, charakterizují pozitivní pocity. Užívají si výuku přírodovědy a nepocítují přílišné obavy. Skupina *slibných* učitelů si sice výuku přírodovědy užívá, pocítují však i obavy. Tato skupina učitelů vnímá výuku přírodovědy jako výzvu.

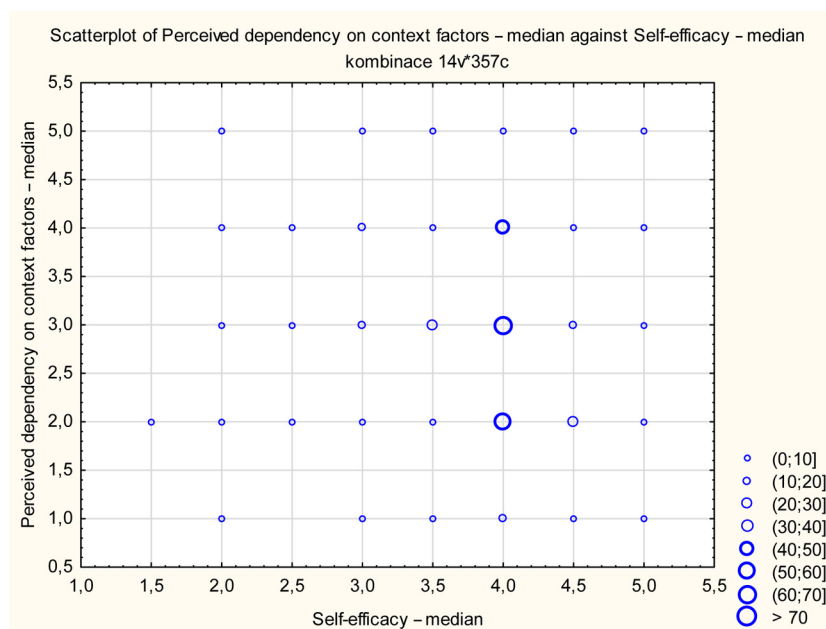
Pro interpretaci skupiny *neochotných* a *lhostejných* je názornější kombinace subškál na obr. 4 (viz van Alderen-Smeers & van der Molen, 2013).

Na základě výsledků v afektivních položkách je možné výsledek interpretovat jako „vysoký potenciál“ dotazovaných respondentů, tj. že učitelé budou pravděpodobně vyučovat přírodovědná témata. Učitelé příliš necítí strach nebo obavy z výuky, naopak si výuku spíše užívají.

Z hlediska *vnímané kontroly* byly párovány odpovědi na položky v subškálách *Sebehodnocení* (S: Self-efficacy) a *Závislost na kontextu* (C: Context dependency). Na obr. 4 je uveden korelační diagram hodnot mediánů odpovědí učitelů ( $N = 357$ ). Na obr. 3 jsou uvedeny počty respondentů zařazených do jednotlivých kvadrantů.

Q 3 <i>neochotný</i> $N = 45$	Q 2 <i>slibný</i> $N = 178$
Q 4 <i>lhostejný</i> $N = 19$	Q 1 <i>vysoký potenciál</i> $N = 115$

Obr. 3: Označení kvadrantů v korelačním diagramu pro subškály Sebehodnocení (S) a Závislost na kontextu (C)



Obr. 4: Korelační diagram pro subškály Sebehodnocení (S) a Závislost na kontextu (C)

Skupina učitelů charakterizovaná jako *neochotní* je v tomto případě přesvědčena, že nejsou schopni vyučovat přírodovědu a spoléhají na kontext. Tito učitelé vnímají situaci tak, že nemají výuku pod kontrolou. Učitelé charakterizovaní jako *lhostejní*

nejeví o výuku přírodovědných témat zájem. Zařazení hodnot do jednotlivých kvadrantů je analogické s předchozím případem.

Výsledky v těchto subškálách sice neumožňují tak pozitivní závěr jako v případě afektivních položek, lze však konstatovat, že výsledek je přesto kladný. Většina respondentů se dle zařazení odpovědí do kvadrantů vyznačuje *slibným* potenciálem. *Vysokým* potenciálem se vyznačuje velmi významný podíl respondentů (viz obr. 3). Dotazovaní učitelé jsou toho názoru, že mají výuku přírodovědných témat pod kontrolou. Zároveň se podle svých odpovědí vnímají jako dostatečně kompetentní k výuce přírodovědy. Za povšimnutí také stojí jejich nevyhraněnost až mírně negativní názor na vliv okolností (metodických příruček, podpora kolegů atd.) pro realizaci výuky.

## 4 DISKUZE A ZÁVĚR

Cílem tohoto příspěvku bylo představit pro české prostředí adaptovanou verzi nástroje DAS určeného ke zjišťování postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání k přírodovědným tématům a jejich výuce. Vzhledem k povaze jednotlivých položek je však možné dotazník (po úpravách) využít pro zjišťování postojů učitelů i k jiným oborům.

Využití dotazníku jako výzkumného nástroje při získávání informací od učitelů je s ohledem na možnosti distribuce jedním z nejjednodušších kroků. Překážkou je v praxi často projevovaná nechuť dotazníky vyplňovat, neboť se staly jednou z nejčastěji využívaných forem získávání informací. Ochotu učitelů zapojit se do dotazníkového šetření snižuje kromě frekvence žádostí o vyplnění i fakt, že často se namísto kvalitních nástrojů jedná o nedokonalé ankety s nejasně formulovanými položkami a bez prokazatelného cíle (srov. Rusek, 2016). Přesto však za předpokladu dodržení výzkumných postupů dotazník představuje cenný nástroj získání kvantitativních dat.

Problematika časnějšího zdůrazňování podstaty jevů z hlediska přírodních věd je ve vzdělávání žáků velmi aktuální. Jedním ze základních faktorů jsou učitelé, jejich příprava a postoje. Nástroj ke zkoumání postojů učitelů na primárním stupni vzdělávání však v českých podmínkách dosud chyběl. Z tohoto důvodu byl na základě rešerše zahraničních zdrojů vybrán a adaptován dotazník DAS. Další přidanou hodnotou je možnost při vyhodnocování a interpretaci dat párovat relevantní subškály pro jednodušší identifikaci postojů učitele. Ze všech logicky možných kombinací byly pro ukázkou využity dvojice subškál Úzkost a Potěšení a dále Sebehodnocení a Závislost na kontextu. S jejich využitím je možné s určitou mírou zobecnění zařadit učitele do čtyř skupin podle postojů k výuce a identifikovat tak jejich pozici v edukačním procesu. Po vzoru Rogerse (1995) je pak možné dané učitele buď využít jako tzv. „majákové učitele“ a podporovat šíření dobré praxe, nebo navrhnout konkrétní možnosti podpory těchto učitelů. Tato podpora může probíhat již od přípravy budoucích učitelů prvního stupně. Je však žádoucí zaměřit pozornost také na podporu stávajících učitelů např. tvorbou metodik, pracovních listů, pomůcek, kurzů apod.

Výsledky zjišťování reliability potvrzují, že česká verze nástroje DAS umožňuje dostatečně spolehlivě zjišťovat postoje učitelů k výuce přírodovědných témat v témže pojetí jako původní verze nástroje Dimensions of attitude toward Science. Možnou úpravou je odstranění položky „Myslím, že je bádání a plnění technických úkolů s žáky snazší pro učitele než pro učitelky“. Po jejím vyřazení vzrůstá hodnota Cronbachova alfa z 0,70 na 0,72. Důvod nekonzistence by bylo možné zjistit s vy-

užitím kvalitativních metod. Autoři textu předpokládají, že jsou výsledky zastřené nejasností významu *bádání*<sup>3</sup> pro učitele prvního stupně.

Z výsledků vyplývá, že učitelé na primárním stupni vzdělávání k výuce přírodovědných témat zastávají poměrně pozitivní postoj. Například neutrální až mírně negativní postoj k potřebě podpory při výuce přírodovědných témat je v souladu se zjištěním TIMSS (Tomášek, Basl & Janoušková, 2016). Současné podmínky učitelé hodnotí jako dostačující pro svou práci. Je tedy možné prosazovat i další přístupy k výuce přírodovědných témat.

S využitím vyhodnocovaných potenciálů vyučovat přírodovědná témata se odpovědi respondentů převážně pohybovaly v oblasti slibného nebo dokonce vysokého potenciálu. Dílčí výsledky ovšem naznačují potřebu změny přípravy budoucích učitelů na primárním stupni vzdělávání v oblasti přírodovědy. Přírodovědné obory obecně nabízejí žákům možnost odpovídat na otázky každodenního života. Jsou také nástrojem lidstva v kategorizování okolního světa. V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (2017) i pro předškolní vzdělávání (2018) je akcent na aktualizaci obsahu a přibližování životu žáků a dětí velmi zřetelný. Přírodovědná témata jsou jejich součástí. Studenti učitelství pro první stupeň se však s přírodovědnými tématy setkávají v poměrně redukované formě, v níž typicky není kladen důraz na experimenty jako na základní prvek výuky přírodovědných oborů.

S ohledem na výsledky by tato studie mohla být impulzem pro posílení přírodovědné složky ve smyslu science<sup>4</sup> ve vzdělávání. Světové trendy v didaktikách přírodovědných oborů naznačují nutnost podpory badavého přístupu žáků na nižším stupni vzdělávání a jejich schopnosti klást si otázky, hledat možnosti jejich zodpovězení i přebírat zodpovědnost za vlastní učení, tj. principy později uplatňované v přírodních vědách.

Limitujícím faktorem této studie je samozřejmě překlad zmíněného nástroje. Informace o reliabilitě apod. vycházejí z ověření původní, holandské verze nástroje DAS. K překladu však autoři české verze použili samotnými autory nástroje DAS předloženou anglickou verzi. Tímto dvojím překladem mohlo dojít k drobným odchylkám. Dalším omezením generalizace získaných výsledků je výběr vzorku. Přes dostatečnou velikost tzv. minimálního vzorku pro generalizaci způsob výběru respondentů pro elektronické zadání dotazníku představuje soubor potencionálně nadšených učitelů. Je možné, že učitelé, kteří k přírodovědným tématům nemají pozitivní postoj, dotazník nevyplnili. Tím mohlo dojít k falešně pozitivnějším výsledkům. Data je proto zapotřebí interpretovat s ohledem na tyto skutečnosti s velmi omezenou možností generalizace.

Někteří respondenti v dotazníku uvedli kontakt pro další spolupráci. S těmito učiteli byla navázána užší spolupráce v podobě pozorování výuky, zjišťování využívaných materiálů, požadavků na podporu apod. Zjištěné výsledky jsou však nad rámec této studie. Navazujícím krokem by mohlo být oslovení dostatečného počtu učitelů spadajících do zvolených čtyř skupin podle postoje k výuce přírodovědných

---

<sup>3</sup>Termín se používá v souvislosti s badatelsky orientovanou výukou, především na vyšším sekundárním a dalších stupních vzdělávání. Do českého prostředí se dostává se zvyšujícím se povědomím o badatelsky orientovaném vyučování po vydání tzv. Rocardovy zprávy – Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brusel: European Commission a boomerang projektu prosazujících tento přístup. V kurikulu však tento pojem není nijak ukotven, a proto může být jeho chápání učiteli rozdílné.

<sup>4</sup>Doposud dominuje biologie, případně ekologie. Fyzikální a chemická témata dle zkušenosti autorů spíše absentují.



témat s cílem blíže charakterizovat tyto učitele. Informace o jejich pojetí výuky by pak mohly sloužit k výše uvedeným podpůrným krokům.

## PODĚKOVÁNÍ

Tato publikace byla podpořena programem Univerzitní výzkumná centra UK č. UNCE/HUM/024 a PROGRES Q17 – Příprava učitele a učitelská profese v kontextu vědy a výzkumu.

## LITERATURA

- Baruch, Y. K., Spektor-Levy, O. & Mashal, N. (2016). Pre-schoolers' verbal and behavioral responses as indicators of attitudes and scientific curiosity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 125–148. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9573-6>
- Brislin, R. W. (1986). Back-translation for cross-cultural research. *Journal of Cross-cultural Psychology*, 1(3), 185–216. <https://doi.org/10.1177/135910457000100301>
- Bruce, B. C., Bruce, S. P., Conrad, R. L. & Huang, H. J. (1997). University science students as curriculum planners, teachers, and role models in elementary school classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 69–88. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199701\)34:1<69::AID-TEA6>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199701)34:1<69::AID-TEA6>3.0.CO;2-M)
- Cavas, B. (2015). Research trends in science education international: A content analysis for the last five years. *Science Education International*, 25(4), 573–588.
- Connelly, L. M. (2008). Pilot studies. *Medsurg Nursing*, 17(6), 411–413.
- Čáp, J. & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál.
- Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. (2010). Praha: MŠMT.
- Enochs, L. G. & Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School science and mathematics*, 90(8), 694–706. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb12048.x>
- ERT. (2009). *Mathematics, Science and Technology Education report: The case for a European coordinating body*. Brussels: ERT.
- Eshach, H. & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315–336. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9323-2>
- Fitzgerald, A., Dawson, V. & Hackling, M. (2013). Examining the beliefs and practices of four effective Australian primary science teachers. *Research in Science Education*, 43(3), 981–1003. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9297-y>
- Gedrovics, J., Bílek, M., Janiuk, R. M., Mojsa, R., Mozheika, D. & Řádková, O. (2008). Trendy v zájmech a postojích patnáctiletých žáků k přírodním vědám. *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis*, 13–17.
- 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*. Canberra: Department of Education, Training and Youth Affairs.
- Gustafson, B., Guilbert, S. & MacDonald, D. (2002). Beginning elementary science teachers: Developing professional knowledge during a limited mentoring experience. *Research in Science Education*, 32(3), 281–302. <https://doi.org/10.1023/a:1020809916037>

- Höfer, G. & Svoboda, E. (2005). Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. In K. Rauner (Ed.), *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2* (52–70). Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Chytrý, V. & Kroufek, R. (2017). Možnosti využití Likertovy škály – základní principy aplikace v pedagogickém výzkumu a demonstrace na příkladu zjišťování vztahu člověka k přírodě. *Scientia in educatione*, 8(1), 2–17.
- Janoušková, S., Hubáčková, L., Pumpr, V. & Maršák, J. (2014). Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, 5(1), 36–49.
- Jarvis, T. & Pell, A. (2002). Effect of the challenger experience on elementary children's attitudes to science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 979–1000. <https://doi.org/10.1002/tea.10055>
- Jarvis, T. & Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787–1811. <https://doi.org/10.1080/0950069042000243763>
- Kubiátko, M. (2016). Sémantický diferenciál jako jedna z možností zkoumání postojů k chemii u žáků druhého stupně základních škol. *Scientia in educatione*, 7(1), 2–15.
- Lin, T.-C., Lin, T.-J. & Tsai, C.-C. (2014). Research trends in science education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346–1372. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428>
- Lumpe, A. T., Haney, J. J. & Czerniak, C. M. (2000). Assessing teachers' beliefs about their science teaching context. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 275–292. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200003\)37:3<275::AID-TEA4>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200003)37:3<275::AID-TEA4>3.0.CO;2-2)
- Nakonečný, M. (1998). *Psychologie osobnosti*. Praha: Academia.
- Nun-Nally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- OECD. (2018). *PISA 2015: Results in Focus*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: The Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Osborne, R. & Wittrock, M. (2003). Learning Science: A generative process. *Science Education*, 77, 393–406. <https://doi.org/10.1002/sci.3730670406>
- Özden, M. (2008). An investigation of some factors affecting attitudes toward chemistry in university education. *Essays in Education Special Edition*, 90–99.
- Palmer, D. H. (2002). Factors contributing to attitude exchange amongst preservice elementary teachers. *Science Education*, 86(1), 122–138. <https://doi.org/10.1002/sci.10007>
- Palmer, D. H. (2004). Situational interest and the attitudes towards science of primary teacher education students. *International Journal of Science Education*, 26(7), 895–908. <https://doi.org/10.1080/0950069032000177262>
- Peleg, R. & Baram-Tsabari, A. (2011). Atom surprise: Using Theatre in primary science education. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 508–524. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9299-y>

- Piaget, J. & Inhelder, B. (2014). *Psychologie dítěte*. Praha: Portál.
- Plonczak, I. (2008). Science for all: Empowering elementary school teachers. *Education, Citizenship and Social Justice*, 3(2), 167–181. <https://doi.org/10.1177/1746197908090081>
- Průcha, J., Walterová, E. & Mareš, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání*. (2018). Praha: MŠMT.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2017). Praha: MŠMT.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brusel: European Commission.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press.
- Rusek, M. (2013). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole* [Disertační práce]. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Rusek, M. (2016). Kulhavý poutník: dotazník v pedagogickém výzkumu. In M. Ivan & R. Šulcová (Eds.), *11. Mezinárodní seminář studentů doktorského studia oboru Didaktika chemie* (23–30). Praha: Nakladatelství P3K, s. r. o.
- Rusek, M., Stárková, D., Chytrý, V. & Bílek, M. (2017). Adoption of ICT innovations by secondary school teachers and pre-service teachers within education. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 510–523. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Říčan, P. (2010). *Psychologie osobnosti: Obor v pohybu*. Praha: Grada.
- Sekaran, U. (1992). *Research methods for business: A skill building approach*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Shoukri, M. M. & Edge, V. L. (1996). *Statistical methods for health sciences*. Michigan, USA: CRC Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Silver, A. & Rushton, B. S. (2008). Primary-school children's attitudes towards science, engineering and technology and their images of scientists and engineers. *Education 3–13*, 36(1), 51–67. <https://doi.org/10.1080/03004270701576786>
- Spektor-Levy, O., Baruch, Y. K. & Mevarech, Z. (2013). Science and scientific curiosity in pre-school - The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226–2253. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.631608>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>
- Swindell, R., Jamieson-Proctor, R., Richmond, J. & Parkinson, P. (2003). Reimagining primary science education at Griffith University. In B. Bartlett, F. Bryer & D. Roebuck (Eds.), *Reimagining Practice: Researching Change: Volume 3* (84–96). Nathan, Qld: Griffith University, School of Cognition, Language and Special Education.
- Škoda, J. & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44.
- Švandová, K. & Kubiátko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, 3(2), 65–78.
- Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V. & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312(5777), 1143–1144. <https://doi.org/10.1126/science.1128690>

- Thompson, C.L. & Shrigley, R.L. (1986). What research says. *School Science and Mathematics*, 86(4), 331–343.
- Tomášek, V., Basl, J. & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: Národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce.
- Tosun, T. (2000). The beliefs of preservice elementary teachers toward science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 100(7), 374–379.  
<https://doi.org/10.14221/ajte.2014v39n10.7>
- Treece, E. W. & Treece, J. W. (1982). *Elements of research in nursing*. St. Louis, MO: Mosby.
- Ůnal, M. & Aral, N. (2014). An investigation on the effects of experiment based education program on six years olds' problem solving skills. *Education and Science*, 39(176), 279–291.
- van Aalderen-Smeets, S., van der Molen, J. H. W. & Asma, L. J. F. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158–182. <https://doi.org/10.1002/sc.20467>
- van Aalderen-Smeets, S. & van der Molen, J. H. W. (2013). Measuring primary teachers' attitudes toward teaching science: Development of the Dimensions of Attitude toward Science (DAS) instrument. *International Journal of Science Education*, 35(4), 577–600. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.755576>
- van Driel, J. H., Beijaard, D. & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137–158.  
[https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U)
- Vojtěch, J. & Chamoutová, D. (2017). *Vývoj vzdělanostní a oborové struktury žáků a studentů ve středním a vyšším odborném vzdělávání v ČR a v krajích ČR a postavení mladých lidí na trhu práce ve srovnání se stavem v Evropské unii 2016/17*. Praha: NÚV.
- Weinburgh, M. (2007). The effect of *Tenebrio obscurus* on elementary preservice teachers' content knowledge, attitudes, and self-efficacy. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), 801–815. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9073-4>
- Wilson, R. E. & Kittleson, J. M. (2012). The role of struggle in pre-service elementary teachers' experiences as students and approaches to facilitating science learning. *Research in Science Education*, 42(4), 709–728. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9221-x>

---

MARTIN RUSEK, martin.rusek@pedf.cuni.cz  
IVA BÍLKOVÁ METELKOVÁ, iva.metelkova@pedf.cuni.cz  
Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie  
Magdalény Rettigové 4, 116 39, Praha 1, Česká republika

VLASTIMIL CHYTRÝ, vlchytry@gmail.com  
UJEP, Pedagogická fakulta  
Katedra preprimárního a primárního vzdělávání  
České mládeže 8, 400 01, Ústí nad Labem, Česká republika

VOJTĚCH ŽÁK, Vojtech.Zak@mff.cuni.cz  
Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta  
Katedra didaktiky fyziky  
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8, Česká republika

# PŘÍLOHA – POŘADÍ POLOŽEK V ČESKÉ VERZI DOTAZNÍKU DAS

- R1 Myslím si, že přírodovědné vzdělávání je pro rozvoj dětí mladšího školního věku nezbytné.
- D1 Myslím, že učitelé považují témata související s přírodními vědami za složitá.
- G1 Myslím, že je bádání a plnění technických úkolů s žáky snazší pro učitele než pro učitelky.
- E1 Vyučování přírodovědných témat ve mně vzbuzuje nadšení.
- A1 Vyučování přírodovědných témat mě znervózňuje.
- S1 Mám dostatek odborných znalostí z oblasti přírodních věd, abych mohl/a tyto předměty vyučovat.
- C1 Z mého pohledu je dostupnost metodik pro výuku přírodovědných témat rozhodující pro to, zda je budu vyučovat.
- R2 Myslím, že přírodovědná témata je nutno začlenit do základního vzdělávání tak brzy, jak je to možné.
- D2 Myslím, že většina učitelů považuje výuku předmětů týkajících se přírodních věd za obtížnou.
- G2 Myslím, že učitelé si oproti učitelkám výuku přírodovědných předmětů více užívají.
- E2 Velmi si užívám výuky přírodovědných témat.
- A2 Když ve své třídě musím vyučovat přírodovědná témata, cítím se ve stresu.
- S2 Jsem schopen/schopna vhodně odpovídat na otázky žáků týkající se přírodních věd.
- C2 Z mého pohledu je dostupnost předpřipravených souprav pomůcek (např. Tajemství přírody) nezbytná pro výuku přírodovědných témat.
- R3 Myslím si, že přírodovědné vzdělávání je zásadní pro to, aby se žáci mladšího školního věku zabývali technickými problémy společnosti.
- D3 Myslím, že většina učitelů považuje vyučování přírodovědných předmětů za obtížné.
- G3 Myslím, že k demonstraci ve výuce přírodovědných předmětů si s větší pravděpodobností nevědomky vyberu spíše chlapce než dívku.
- E3 Když učím přírodovědná témata, cítím se šťastný/šťastná.
- A3 Během výuky přírodovědných témat jsem nervózní.
- S3 Mám dostatek materiálního vybavení, abych byl/a schopen/schopna dostatečně podporovat děti při bádání ve výuce.
- C3 Podpora mých kolegů a školy je rozhodující pro to, zda budu vyučovat přírodovědná témata.
- R4 Přírodovědné vzdělávání je natolik důležité, že by nezkušeným učitelům měla být v této oblasti poskytnuta další příprava.
- G4 Myslím, že chlapci jsou více nadšení do experimentování s pomůckami a chemickými látkami než dívky.
- E4 Vyučování přírodovědných témat mi dělá radost.
- A4 Ve třídě se během výuky přírodovědných témat cítím napjatý/napjatá.
- S4 Pokud žáci nepřijdou na řešení přírodovědného úkolu, myslím, že se mi podaří je k němu vhodně navést.
- R5 Myslím, že přírodovědné vzdělávání je zásadní pro to, aby žáci byli schopni dobře zvolit svoje studium (výběr profilu a předmětů).
- G5 Myslím, že si chlapci vyberou činnosti související s přírodními vědami spíše než dívky.

## Investigating Subject Matter Knowledge and Pedagogical Content Knowledge in Mathematics with the Concept Cartoons Method

*Libuše Samková*

### Abstract

The article focuses on an educational tool called Concept Cartoons and its possible use in professional preparation of future primary school teachers. In particular, it presents the method of how Concept Cartoons can be employed as a tool for diagnosing subject matter knowledge and pedagogical content knowledge in mathematics. The first part of the contribution introduces the concept of teachers' knowledge that is used in the article, and the Concept Cartoon tool. It describes the original Concept Cartoons method for classroom use at primary and secondary school levels that was established by Keogh and Naylor, and then it introduces our work on diagnostic Concept Cartoons method, including a commented summary of our recent research on qualitative diagnosis of subject matter knowledge and pedagogical content knowledge in mathematics. The second part of the contribution introduces another step in the methodology, a mixed approach to the issue that enables to enrich the qualitative results with quantitative characteristics. The mixed method is illustrated through a small empirical study that shows how exactly the quantitative enrichment might be provided.

**Key words:** Concept Cartoons, mathematics education, pedagogical content knowledge, future primary school teachers, subject matter knowledge.

## Zkoumání znalostí obsahu a didaktických znalostí obsahu v matematice metodou Concept Cartoons

### Abstrakt

Tento článek se věnuje vzdělávací pomůcce Concept Cartoons a možnostem jejího využití v profesionální přípravě budoucích učitelů 1. stupně základní školy. Konkrétně představuje metodu, jak Concept Cartoons mohou být použity jako nástroj pro diagnostiku znalostí obsahu a didaktických znalostí obsahu v matematice. První část příspěvku se věnuje teoretickému rámci (didaktických) znalostí obsahu a vzdělávací pomůcce Concept Cartoons jako takové. Popisuje původní metodu pro použití pomůcky při výuce na základní škole ustanovenou Keoghovou a Naylor, a potom představuje naši práci na diagnostické metodě Concept Cartoons, včetně komentovaného souhrnu našeho dosavadního

výzkumu v oblasti kvalitativní diagnostiky (didaktických) znalostí obsahu v matematice. Druhá část příspěvku představuje další krok v metodologii: smíšený přístup k dané problematice, který umožňuje obohatit kvalitativní výsledky o kvantitativní charakteristiky. Smíšená metoda je názorně předvedena na malé empirické studii, která poskytuje náhled na možnou konkrétní podobu onoho kvantitativního obohacení.

**Klíčová slova:** budoucí učitelé 1. stupně ZŠ, Concept Cartoons, didaktické znalosti obsahu, matematické vzdělávání, znalosti obsahu.

This article is primarily intended for teachers' and future teachers' educators, but it may also serve successfully for in-service teachers. The contribution is located in a mathematics environment; however, we believe that it can be effortlessly transformed to the environment of any other school subject. It touches issues that are actual at any time: subject matter knowledge (of pupils as well as future teachers or teachers) and pedagogical content knowledge (of future teachers and teachers).

Future teachers' educators often find themselves in situations where subject matter knowledge or pedagogical content knowledge of their learners is involved and an instrument for diagnosing these kinds of knowledge would be helpful. Especially when the cooperation among teachers' educators and their learners is on long-term basis, the teachers' educators would profit from a systematic diagnostic tool with an established methodology. This article introduces a recent diagnostic method for such purposes that is based on an educational tool called Concept Cartoons. The first part of the article introduces the concept of Concept Cartoons itself, and summarizes our recent research that has employed Concept Cartoons as a qualitative diagnostic tool. It also provides a structured methodology for the diagnostic use, and comments on disadvantages that are closely connected to the nature of the qualitative design. The second part of the article introduces an advanced method that uses a mixed design, i.e. enriches the qualitative results with quantitative characteristics which makes the results more transparent for the user. The mixed method is illustrated through a small empirical study.

## 1 CONCEPTUAL FRAMEWORK

### 1.1 TEACHERS AND THEIR KNOWLEDGE

In our study we proceed from the concept of teachers' knowledge in the sense of Shulman (1986), i.e. from the terms of subject matter content knowledge (SMK) and pedagogical content knowledge (PCK). In that sense, we understand the construct of SMK as knowledge of the subject and its organising structures, and PCK as the manner in which teachers relate what they know about teaching to their SMK.

For better clarity of the components of PCK related to our research, we use the categorization of PCK provided by Kleickmann et al. (2013) who distinguish:

- *knowledge of pupils* (of their strategies, conceptions, and misconceptions, possible difficulties, sources of pupils' misunderstanding, etc.),
- *knowledge of tasks* (of multiple ways of solving, potential for pupils' learning, etc.),
- *knowledge of instruction* (of different representations, models, modes of explanation, etc.).

There is a general consensus that SMK and PCK play a key role in the classroom. They have a significant effect on student mathematics achievement, even in case of primary school classroom and very elementary mathematics content (Hill, Rowan & Ball, 2005). Mutual relation between SMK and PCK is strongly intertwined: PCK is the one that is more correlated with instructional quality and student progress, and SMK is usually regarded as a necessary but not sufficient prerequisite for the development of PCK (Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans, 2013; Depaepe et al., 2015; Kleickmann et al., 2013). Although the transformation from SMK to PCK is not a unidirectional process, it can be achieved within a suitable learning environment (Kinach, 2002).

## 1.2 CONCEPT CARTOONS

An educational tool called Concept Cartoons appeared in Great Britain more than 25 years ago (Keogh & Naylor, 1993) as a supporting tool for science education at primary and secondary school levels. The authors of the tool elaborated a methodology for the use of the tool in the classroom and created several sets of science Concept Cartoons (e.g. Naylor & Keogh, 2010). The tool also expanded to other school subjects such as mathematics (Dabell, Keogh & Naylor, 2008), English language (Turner, Smith, Keogh & Naylor, 2013), financial education (Jones, Evans & Storey, 2015).

Concept Cartoons are individual pictures showing a certain situation and several children in a bubble-dialog that comment on the situation. The alternative opinions in bubbles can be correct as well as incorrect, sometimes the correctness is unclear or based on conditions that are not particularly mentioned in the picture. One of the bubbles might contain just a question mark, we call this bubble a *blank bubble*, to indicate that there might be also other alternative opinions that have not been voiced yet. The recommended order of reading the bubbles is from the top left corner, since additional information on the discussed situation is often presented there. See Fig. 1 for a sample of a Concept Cartoon on a mathematical topic.

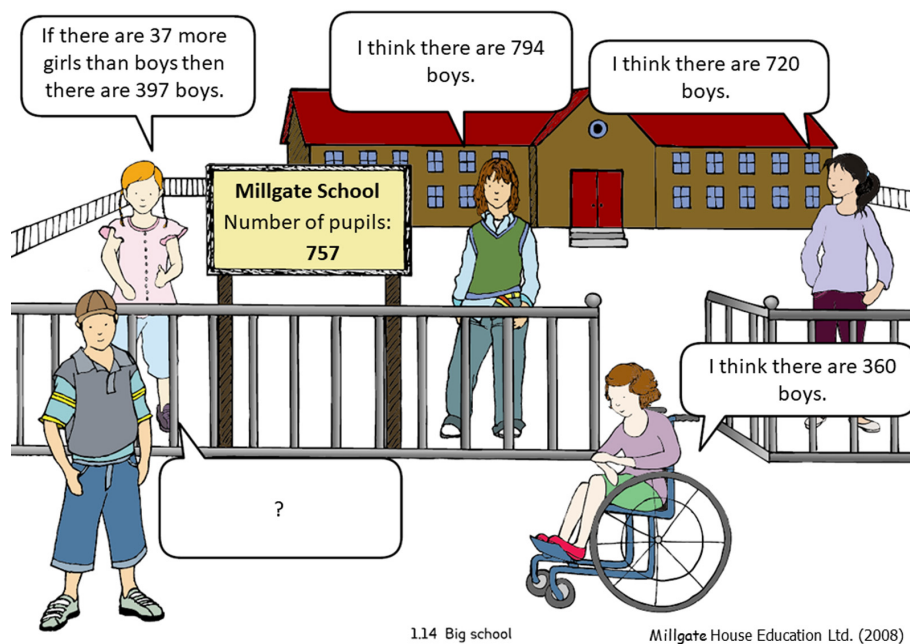


Fig. 1: An original Concept Cartoon with one correct bubble, three incorrect bubbles, and a blank bubble; the picture taken from Dabell et al., 2008: no. 1.14



When using Concept Cartoons in the classroom, the teacher shows the picture to pupils, invites them to provide their own opinion on the pictured situation, and asks them which children in the picture are right and why. The pupils may work on the task in small groups, or in a whole class discussion. Naylor, Keogh and their colleagues conducted several research studies on this form of use that confirmed the motivational role of the Concept Cartoons tool and showed how the tool could support classroom discussion (Keogh & Naylor, 1999; Naylor, Keogh & Downing, 2007).

### 1.3 CONCEPT CARTOONS DIAGNOSTIC METHOD

In this article, we present Concept Cartoons innovatively as a tool for diagnosing SMK and PCK of future primary school teachers. We provide a general methodology for this purpose and illustrate the methodology through a small empirical study. The methodology has been established on the basis of the authors' 7-year experience with Concept Cartoons, repeatedly debugged, and the interim results has been continuously published. Particular references on interim results are continuously given in the text below.

Our method use has two diverse versions, one of them is more focused on SMK while the other on PCK. In both cases, the diagnosed participants (future primary school teachers) are assigned several Concept Cartoons accompanied by a list of indicative questions, just the lists for the two versions differ. Due to the length of the lists, the versions are called a *short version*, and a *long version* (see Tab. 1).

Tab. 1: Lists of indicative questions for the short version (left) and for the long version (right)

Which children in the picture are right? Which are wrong? Why?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Which child do you strongly agree with?</li> <li>2. Which child do you strongly disagree with?</li> <li>3. Decide which ideas are right and which are wrong. Give reasons for your decision.</li> <li>4. Try to discover the cause of the mistakes.</li> <li>5. Advise the children who made the mistakes how to correct them.</li> <li>6. Propose two texts that could be filled in the blank bubble – one of them correct, and the other one incorrect.</li> </ol>
--	--

For the diagnostic purposes, each Concept Cartoon is printed on an upper third of an A4 sheet of paper, and the participants are invited to use the rest of the sheet (eventually also the other side of it) to express their responses to the questions. They work individually, ideally in the time span of a two-hour seminar. The time allocation depends on the difficulty of the task behind the Concept Cartoon: in case of the short version, it ranges from 5 to 15 minutes per picture, in case of the long version, it ranges from 20 to 40 minutes per picture. We recommend assigning the Concept Cartoons in sets of 4 or 5 with the short version, and in sets of 2 with the long version. We do not recommend displaying any hurry or announcement in advance of the allocated time, such activities might significantly decrease the amount and quality of collected data. Especially when working with Concept Cartoons for the first time, the participants need enough time to get used to their unusual format and to tune in to the pictured situation.

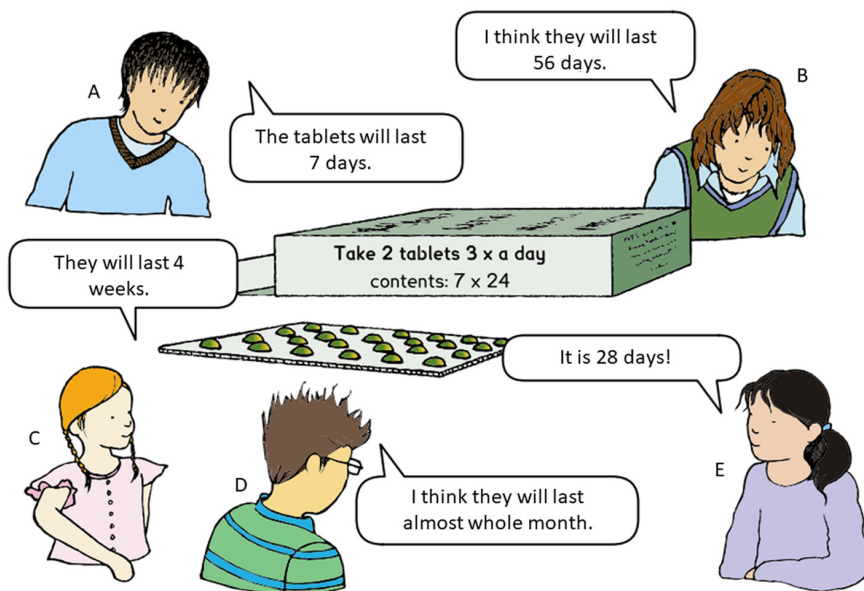


Fig. 2: A Concept Cartoon for the short version, with three correct bubbles, two incorrect bubbles and no blank bubble; the picture modified from Dabell et al., 2008: no. 3.12, the content of two bubbles changed, letters added

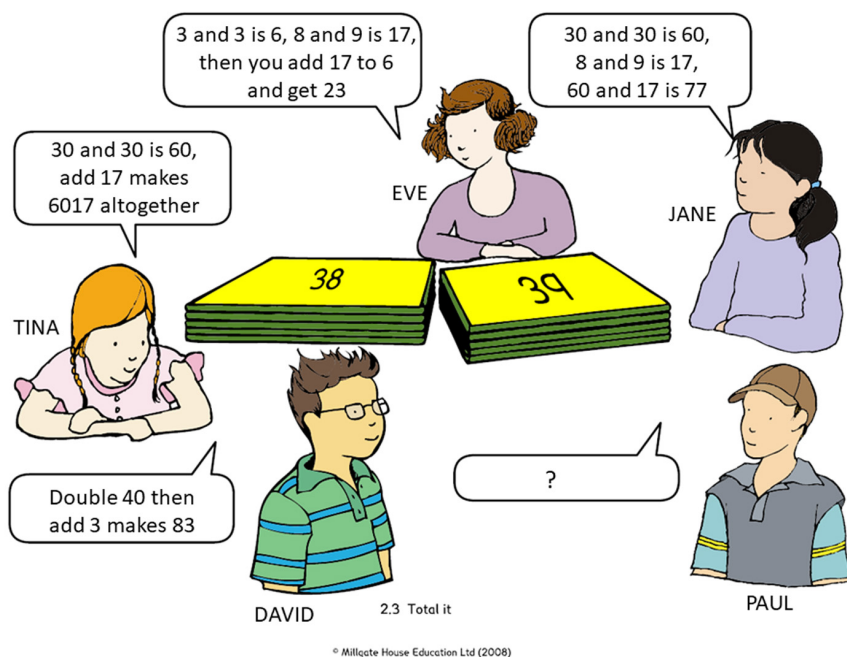


Fig. 3: A Concept Cartoon for the long version; picture taken from Dabell et al. 2008: no. 2.3, names added

For better response, the original format of Concept Cartoons pictures should be additionally supplied with some labels enabling the respondents to distinguish the pictured children when addressing the indicative questions. Such labelling is also useful for the researcher or educator when analysing collected data. As showed in our preparatory study (with 127 future teachers as respondents; see Samková, 2016, 2018b), for the short version it suffices to label the children with letters (A, B, . . . , as in Fig. 2). But for the long version, it seems to us that it is better to label the children with names (as in Fig. 3), especially due to the question 5 which might provide better authentic responses when the respondents are able to address the children in the picture personally by calling them by their names. The blank bubble

is not necessary for the short version but is indispensable for the question 6 of the long version.

As for the mathematical tasks behind the Concept Cartoons, we recommend employing tasks that have one unambiguously interpreted correct solution (e.g. as in Fig. 1) as well as tasks that have more correct solutions or more possible interpretations of a solution (e.g. as in Fig. 2). As for the content of bubbles, we recommend employing bubbles that show only results (e.g. as in Fig. 1, 2) as well as bubbles that show procedures with results (e.g. as in Fig. 3) or procedures without results. Each of the types of tasks and each of the types of bubbles triggers different aspects of knowledge (Samková, 2016, 2018b), and thus a collection with tasks and bubbles of various types allows to reach a wider range of knowledge. Mathematical tasks that are open in the sense of open approach to mathematics (Nohda, 2000) form a natural source of tasks suitable for Concept Cartoons; they allow to discuss various ways of grasping the task, various solution procedures, various solutions, various interpretations of solutions. Even for a task with one unambiguously interpreted correct solution there might exist more solution procedures leading to this solution (e.g. as in Fig. 1).

From the content point of view, the short version method aims mainly at various aspects of SMK such as a proper grasping of the task behind the Concept Cartoon (Samková & Tichá, 2015), a proper terminology and proper solution procedures (Samková & Tichá, 2017b; Samková, 2018a), an existence of attempts to seek more than one solution of a task and verify their completeness (Samková & Tichá, 2016), or skills and abilities to be applied when generalizing (Samková & Tichá, 2017a).

The diagnostic outcomes on content knowledge obtained through Concept Cartoons are different from results obtained for instance through records of solutions to word problems. This is because the work with Concept Cartoons differs from common problem solving: with Concept Cartoons, the process of solving the problem is not the main goal of the activity. Instead, the participants have to judge various solution procedures or results provided by somebody else, and then they should justify their judgments. Such justifications might fall not only under SMK but also under PCK (particularly under ability to react properly on an opinion of a hypothetical pupil). For the purpose of the justification, the participants may solve the problem themselves and compare their solution(s) with opinions in bubbles, but they may also just verify the opinions in bubbles without solving the problem (e.g. by substituting the unknown quantity in the assignment by a proposed solution, or by rejecting a solution due to obvious incongruity with the conditions of the task; Samková & Tichá, 2015). Due to this difference between word problems and Concept Cartoons, the Concept Cartoons method can also reveal pieces of SMK that might stay hidden when working with word problems (Samková, 2018a).

The long version method aims mainly on various aspects of PCK such as knowledge of pupils' cognitive processes, knowledge of diverse representations of school mathematics, or ability to react properly on an opinion of a hypothetical pupil. Questions 1 and 2 do not require any justifications and their aim is to focus on spontaneous responses of participants (similarly as in Krauss & Brunner, 2008; Pankow et al., 2016). Such spontaneous responses form an integral part of PCK, but data related to them are too brief to link them clearly to particular aspects of teacher knowledge. Questions 3 to 6 are based on justifications and explanations, and so the linkage is feasible. Responses to questions 3 to 6 can also reveal how participants reason about a given mathematical topic: what they consider as correct within the topic, how they compose their argumentation, whether they employ procedural or

conceptual approaches (Samková & Hošpesová, 2015; Samková, 2016, 2018b), i.e. aspects that fall under SMK.

We have used the above described Concept Cartoons method for several years, with more than 300 future teachers as respondents, and our experience confirmed the motivational nature of the Concept Cartoons tool – we had not had any difficulties with the amount of relevant data provided by the respondents. Similar as the whole-classroom discussion use, obviously also the individual written-form use carries aspects that motivate the respondents to respond to the indicative questions and spend some considerable time in focus on them. That attribute of Concept Cartoons might generally relate to learner’s motivation as a consequence of cognitive incongruity (Hatano, 1988) that takes the form of a surprise (when a person meets information that disconfirms their prior knowledge), a perplexity (when a person is aware of equally plausible but competing ideas) or a discoordination (when a person recognizes a lack of coordination among diverse pieces of involved knowledge). At least one of the cognitive incongruity forms is present in a suitably composed Concept Cartoon.

## 1.4 EMERGING CONCERNS

In the references mentioned in the above paragraphs, the short and long versions of the diagnostic method were used separately and independently. Both of the versions were employed there primarily as a qualitative tool, and occasionally supplemented by quantitative diagrams on frequency of certain qualitative aspects (e.g. in Samková & Tichá, 2017b). The importance of the qualitative type of approach to Concept Cartoons is indisputable, but when working with respondents on a long-term basis or with larger groups of respondents, the qualitative side of the approach exposes its common disadvantages, mainly the inability to overview the results generally, the inability to create brief but concise characteristics of participants, or the inability to rate or order the participants distinctly. We have fought the disadvantages for several years, trying to enhance the qualitative method and ease the disadvantages, and this process has resulted in a decision to enrich the qualitative analysis with a quantitative component regularly, by mixing the qualitative and quantitative approaches. We definitely do not want to depreciate the qualitative component but strengthen it by information that can be supplied just by the quantitative component. This mixed method is described in the following section and illustrated through a small empirical study.

## 2 METHODOLOGY OF THE ILLUSTRATIVE STUDY

As mentioned above, the study presented in this section serves as an illustration to the mixed diagnostics method. However, we may frame it formally and state its research question as *“How may a mixed method approach inform the results of a qualitative Concept Cartoons method for diagnosing subject matter knowledge and pedagogical content knowledge in mathematics?”*

### 2.1 PARTICIPANTS

In our country, primary school pupils are from 6 to 11 years of age. Primary school teachers are not specialists; they teach all primary school subjects (languages, math-

ematics, science, arts, physical education, etc.). Those interested in teaching at primary school level have to complete four or five-year undergraduate teacher education program designed especially for future primary school teachers. The primary school curriculum in the Czech Republic consists mainly of arithmetic issues: the concept of natural numbers, the concept of the decimal numeral system, the four operations on natural numbers, the concept of decimal numbers, the concept of positive and negative numbers, and the concept of fractions. The part devoted to geometry covers basic plane and space objects (segment, line, triangle, rectangle, cube, prism, ball), and an introduction to properties of plane objects.

Participants of our research were future primary school teachers – students of five-year undergraduate teacher education program at the Faculty of Education. For our study we choose completely all students from the second study year in the chosen academic year. All of them came to the university directly from the secondary school, just after the state matriculation exam, and without any of their own teaching experiences.

In the beginning, the observed group consisted of 35 future teachers but some of them prematurely terminated or interrupted their studies or absented at certain seminars where data were collected. Due to authenticity reasons, we did not want to acquire data additionally, thus only 23 participants remained for the research.

## 2.2 DESIGN OF THE STUDY

The core of the reported study was to explore SMK and PCK of the participants with the use of the Concept Cartoons method, with an effort to categorize their outcomes systematically. The research was empirical; it proceeded from individual written data collected from the participants within the time span of the given academic year. During the year, the participants attended a mathematics course focusing on arithmetic issues, therefore all collected data were related to arithmetic.

We based the design of the study on mixed approach with concurrent nested design, with priority on qualitative methods (Tashakkori & Teddlie, 2010). The methodology of the qualitative part of the study was based on substantive coding and constant comparison (Miles, Huberman & Saldaña, 2014), and the quantitative part of the study used basic descriptive statistics and numerical whole-number scoring.

The aim of the embedded quantitative method was to gain better overall perspective, and so enrich the description of the participants by more transparent characteristics. The integration of qualitative and quantitative data collections took place within the data analysis stage, and within the interpretation stage. During the data analysis stage, SMK data were analysed quantitatively. PCK data were first analysed qualitatively, and then we converted the qualitative themes into numerical scores. During the interpretation phase, we converted the numerical scores related to SMK and PCK to qualitative themes, in order to establish characteristics of the participants.

## 2.3 DATA COLLECTION – SMK

For the purpose of data collection on SMK, the participants underwent a written test consisting of 9 tasks focusing on diverse arithmetic topics related to primary school mathematics; e.g. a task on written subtraction, a task on ordering digital numbers from the smallest, a word problem of application character using division and multiplication of natural numbers, or a task combining data handling with

establishing difference of integers. We assigned the tasks in the Concept Cartoon form accompanied by the short list of questions, i.e. the participants had to decide which children in the picture are right and which are wrong and justify their decision. Each of the pictures had five bubbles to respond and no blank bubble. One of the test tasks has been shown in Fig. 2.

## 2.4 DATA ANALYSIS – SMK

We analysed collected data quantitatively. The participants gained one point for each correct decision that was accompanied by a proper justification, and zero points for incorrect choices or correct choices without proper justification. Since each of the Concept Cartoons in the test contained five bubbles to respond, the maximum possible total per question was five points.

Then we established an *SMK test score* for each of the participants. This score consisted of the sum of the points for all of the Concept Cartoons in the test. Having 9 tasks in the test with a maximum of five points per each, the maximum possible SMK test score was 45 points.

During the interpretation stage, the SMK scores would transform into final SMK categories.

## 2.5 DATA COLLECTION – PCK

Data related to PCK we obtained from participants through 10 Concept Cartoons that were assigned with the long list of questions. The Concept Cartoons focused on diverse arithmetic topics from primary school mathematics: the concept of decimal numeral system, operations on natural and decimal numbers, and the concept of fractions. One of the tasks has been shown in Fig. 3.

Due to unclear linkage to particular knowledge aspects, data obtained as responses to spontaneous questions 1 and 2 were eliminated from the dataset. That means that during data analysis we processed only data obtained as responses to questions 3 to 6, i.e. questions where the participants had to choose which children in the picture were right and which were wrong and justify their choice, comment on possible sources of mistakes, provide hypothetical children with advice, and propose other alternatives to bubbles.

## 2.6 DATA ANALYSIS – PCK

We processed data from Concept Cartoons qualitatively, started with open coding, paying attention principally to displays related to recognition of right and wrong answers, to recognition of procedures and its particular steps, to identification of the causes of mistakes, to provision of advice, and to provision of alternative ways of solving. However, the process of substantive coding and constant comparison drew our attention also to the mathematical content of particular Concept Cartoons (especially to the difficulty of the discussed tasks), and to the composition of choices proposed in the Concept Cartoons (e.g. to the number of alternatives that could be declared as correct, to the existence or non-existence of bubbles with unclear or conditioned correctness). These factors notably influenced the amount and quality of relevant data provided by the participants to individual Concept Cartoons and thwarted any efforts toward a systematic common approach to data.

Thus we sorted the Concept Cartoons according to the composition and task difficulty, focused on Concept Cartoons with the highest density of relevant data related to PCK, and selected two representative Concept Cartoons with a similar composition but diverse difficulty. The less difficult task (labelled as easy; has been shown in Fig. 3) concentrated on natural numbers, the more difficult one (labelled as non-easy; see Fig. 4) concentrated on fractions. Each of them had one correct bubble and three incorrect bubbles, the (in)correctness being unambiguous for all bubbles. The incorrect bubbles presented common misconceptions on the discussed topics.

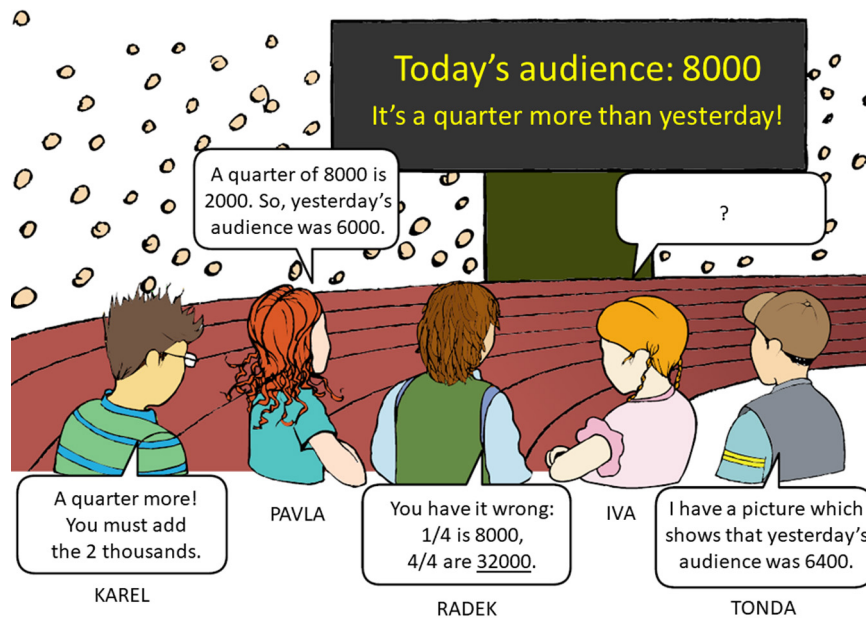


Fig. 4: The Concept Cartoon labelled as non-easy one; template with empty bubbles and empty notice board taken from Dabell et al. 2008: no. 2.16, names added

With the two representative Concept Cartoons and the codes obtained for them previously, we continued the process of data analysis by other substantive coding and constant comparison. Afterwards, we related each of the relevant PCK codes to one of the three PCK categories provided by Kleickmann et al. (2013): knowledge of pupils, knowledge of tasks, and knowledge of instruction.

For the purpose of converting the qualitative themes into numerical scores, we scored the codes by

- *one positive point* for each occurrence if the code addressed a display of good PCK (e.g. correct explanation, didactically appropriate advice, ability to identify a common misconception, suggestion of a plausible misconception into a blank bubble), or
- *one negative point* if the code addressed a display of weak PCK (e.g. wrong explanation, didactically inappropriate advice, inability to identify a common misconception, suggestion of an unrealistic misconception into a blank bubble).

For each of the participants and each of the two selected tasks, we established a sum of the scores for each of the PCK categories, and named these sums as *task score*, *pupil score*, and *instruction score*. Then we named the sum of task, pupil and instruction scores related to the easier task as a *PCK easy task score*, and the sum of task, pupil and instruction scores related to the more difficult task as a *PCK non-easy task score*. During the interpretation stage, the relations between the PCK

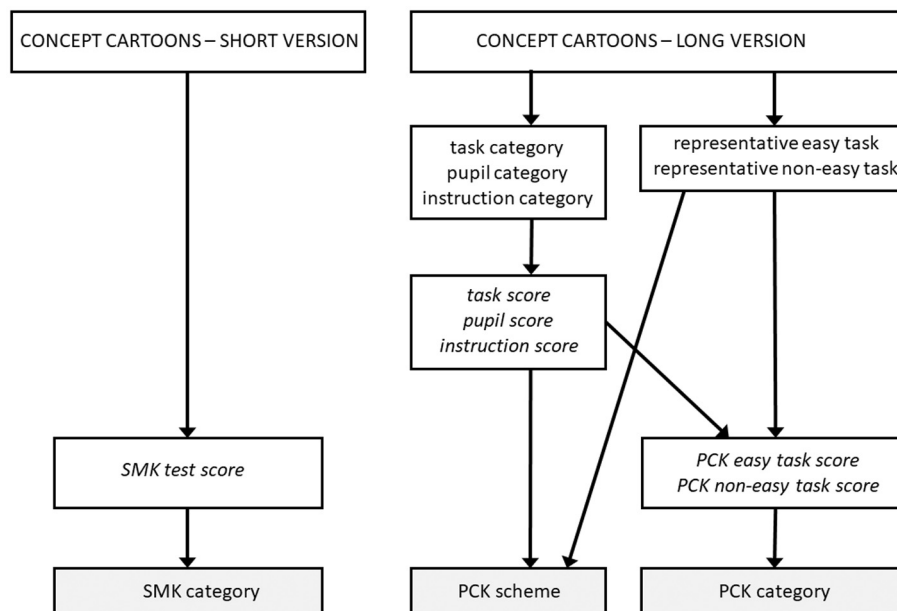


Fig. 5: A scheme of handling SMK and PCK data; data sources are written in capitals, outcomes of qualitative approach in roman, and outcomes of quantitative approach in italics, final outcomes are shaded

scores would transform into characteristics (illustrative schemes) and into final PCK categories.

For a detailed scheme on data handling see Fig. 5.

## 2.7 REMARK ON PARTIAL INTERCONNECTION OF PCK DATA

Eight of the 10 Concept Cartoons from sections 2.5 and 2.6 were also used as an instrument for data collection in two former explorative studies focusing on possible usage of Concept Cartoons in purely qualitative diagnosis of pedagogical content knowledge in mathematics (Samková, 2016, 2018b). The first of the explorative studies was reported in the Czech language, the second one in English. Both of them widely presented the process of the qualitative analysis and its results and illustrated them by multiple data excerpts related to two chosen Concept Cartoons. These illustrative Concept Cartoons appeared to be the same as the two Cartoons selected as representative in the section 2.6 of this study. Since the two explorative studies also proceeded from the same group of participants as the study presented here (just 6 of the original participants absented at seminars where SMK data were collected and thus were removed from the current dataset) and the code numbers of participants stayed the same, it is possible to seek the two studies for illustrative data excerpts and more details on particular PCK codes. However, the current study uses from the two former studies only the part of raw data related to the 8 common Concept Cartoons and the interim results of the open coding process that was applied on it.

## 3 RESULTS

### 3.1 CHARACTERISTICS ON SMK

Data analysis related to SMK showed that the arithmetic mean of the SMK test scores of all the participants equalled 30.96 points, the worst participant obtained 20 points, and the best participant achieved all 45 points.



According to the scores, we distributed the participants among three final SMK categories:

- *good SMK* (more than 32 points; 7 participants),
- *average SMK* (30 to 32 points; 9 participants), and
- *weak SMK* (less than 30 points; 7 participants).

### 3.2 INDIVIDUAL COMPARATIVE SCHEMES ON PCK

Data analysis related to PCK showed that some of the participants expressed good PCK related to knowledge of tasks (e.g. when they were able to recognize various alternative correct ways of solving a task), knowledge of pupils (e.g. when they were able to identify various pupils' misconceptions), and also to knowledge of instruction (e.g. when they were able to provide the child with a constructive explanation). On the other hand, some of the participants expressed weak knowledge of tasks (e.g. when they were not able to recognize a correct way of solving a task), weak knowledge of pupils (e.g. when they were not able to identify common pupils' misconceptions) or weak knowledge of instruction (e.g. when they provided the child with a wrong explanation).

Based on data from the two selected Concept Cartoons, we established a schema for each of the participants to illustrate their PCK. The schema was comparative; it compared the task score related to the easy task with the task score related to the non-easy task, the pupil score related to the easy task with the pupil score related to the non-easy task, and the instruction score related to the easy task with the instruction score related to the non-easy task. For samples of schemes see Fig. 6.

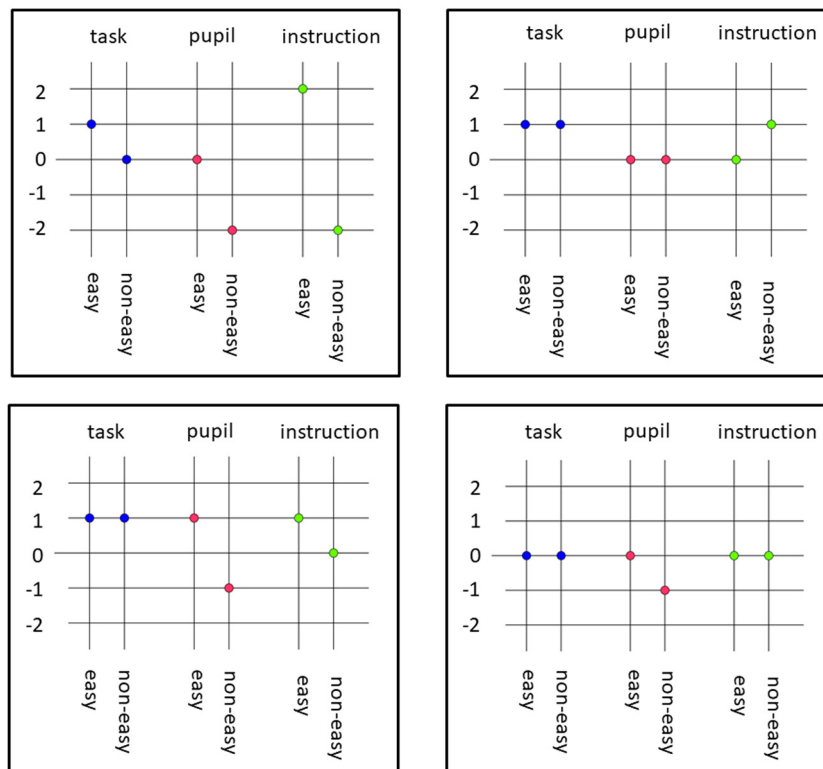


Fig. 6: Comparative PCK schemes of four of the participants (top left: S16, top right: S32, bottom left: S5, bottom right: S11)

### 3.3 CHARACTERISTICS ON PCK

Numerically, the data analysis showed that the arithmetic mean of the PCK easy task scores of all the participants equalled 1.26 points, the worst participant scored  $-3$  points, and the best participant scored 4 points. The arithmetic mean of the PCK non-easy task scores of all the participants equalled 0.74 points, the worst participant scored  $-4$  points, and the best participant scored 5 points.

The scores for individual participants could also be found in their comparative schemes. As for the four participants from Fig. 6:

- S16 had the PCK easy task score of  $1 + 0 + 2 = 3$  points and the PCK non-easy task score of  $0 + (-2) + (-2) = -4$  points,
- S32 had the PCK easy task score of  $1 + 0 + 0 = 1$  point and the PCK non-easy task score of  $1 + 0 + 1 = 2$  points,
- S5 had the PCK easy task score of  $1 + 1 + 1 = 3$  points and the PCK non-easy task score of  $1 + (-1) + 0 = 0$  points,
- S11 had the PCK easy task score of  $0 + 0 + 0 = 0$  points and the PCK non-easy task score of  $0 + (-1) + 0 = -1$  point.

According to the scores, participants were of three types: those who had both the PCK easy topic score and the PCK non-easy task score positive (e.g. S32), those who had the PCK easy topic score positive but the PCK non-easy task score non-positive (e.g. S16, S5), and those who had both the PCK easy topic score and the PCK non-easy task score non-positive (e.g. S11). These three types established our final qualitative PCK categories: we labelled

- participants with both the scores being positive as having *good PCK* (10 participants),
- participants with the first score being positive and the second non-positive as having *ordinary PCK* (6 participants), and
- participants with both the scores being non-positive as having *weak PCK* (7 participants).

### 3.4 SMK VS PCK CHARACTERISTICS

Having the final SMK and PCK categories for each of the participants, we observed how the two categories varied for individual participants. There were 8 diverse combinations, some of them indicating similar levels of SMK and PCK (e.g. good SMK with good PCK, average SMK with ordinary PCK), but the others not (e.g. good SMK with ordinary PCK, weak SMK with good PCK). See Tab. 2 for the list of combinations and their frequency.

Tab. 2: Numbers of participants that displayed particular combinations of SMK and PCK final categories

	good PCK	ordinary PCK	weak PCK
good SMK	5	2	0
average SMK	3	2	4
weak SMK	2	2	3

As for the four participants from Fig. 6:

- S16 had average SMK (her SMK test score was 32 points) and ordinary PCK;
- S32 had weak SMK (her SMK test score was 28 points) but good PCK;

- S5 had good SMK (her SMK test score was the maximal one of 45 points) but ordinary PCK;
- S11 had weak SMK (her SMK test score was 23 points) and weak PCK.

## 4 DISCUSSION

This contribution aimed to present a diagnostic Concept Cartoons method in all its existing forms (short, long; qualitative, mixed), and illustrate the newest form (i.e. the mixed one) through an illustrative empirical study. As an answer to the research question: *“How may a mixed method approach inform the results of a qualitative Concept Cartoons method for diagnosing subject matter knowledge and pedagogical content knowledge in mathematics?”* we may state that the quantitative component can provide us with an easy way to overview concise characteristics and comparative diagrams, and enable us to create some more general categories to sort the diagnosed participants distinctly. With the emphasis still on the qualitative aspects, the mixed design may facilitate organization of a researcher’s work when facing long-term diagnostics matters or diagnostics matters with larger groups of respondents. From the perspective of educators of future teachers, the mixed design may facilitate their educational work by making the actual qualitative characteristics of teacher knowledge more transparent. The proposed mixed design may also draw attention on unusual relations in data, as commented in detail in the following paragraph.

The results of the study indirectly revealed mutual relations between SMK and PCK (referred e.g. by Depaepe et al., 2013). In particular, the combinations of SMK and PCK categories of the participants S11 (weak SMK vs weak PCK) and S5 (good SMK with the best possible test score vs ordinary PCK) distinctly confirm the often voiced statement that SMK is necessary but not sufficient prerequisite for PCK. However, the combination of SMK and PCK categories of the participant S32 (weak SMK vs good PCK) leads us to question the exact meaning of the word “necessary” in the statement. Do these findings mean that SMK and PCK are partially independent? This is the way how the results of the mixed design research might be used in qualitative diagnostics: having results from the mixed study that point out interesting or unexpected relations of two distinct overview characteristics, we may return back to raw data and purely qualitative design to inquire in detail the aspect and relations that led to the two characteristics. In this particular case, raw data provided by the participant S32 showed that the combination of weak SMK and good PCK categories was actually caused by mistakes in SMK tasks based on calculation algorithms and data handling (i.e. in types of tasks that were not chosen as representative in the PCK part of mixed design analysis), and by missing justifications to some of the correct decisions.

To address further the question of the word “necessary” in the statement about PCK and SMK, we may revert to a subsequent empirical study (Samková, 2018a) where the respondents first solved a word problem with similar mathematical background as the task in Fig. 4, and then the Concept Cartoon from Fig. 4. Some of the respondents solved the word problem incorrectly (which is a display of weak SMK) but decided about the Concept Cartoon correctly, through a verification of all individual results proposed in bubbles (which is a display of good PCK – a proper response to an opinion of a hypothetical pupil, but also a display of good SMK – just of a different type than with the word problem).

From the perspective of the participants of the study, the future primary school teachers, the Concept Cartoons diagnostic method has a multiple role in their professional preparation: among others, just the attendance in the diagnostic process may train the future teachers indirectly and continuously in their awareness of potential pupils' reasoning that might appear in the classroom in their future teaching practice. It relates the Concept Cartoons method to teachers' professional vision, knowledge-based reasoning and noticing (van Es & Sherin, 2008) that are usually supported through observing and discussing video recordings of teaching practice (Stocker, Rupnow & Pascoe, 2017). In contrast with these video-based approaches, Concept Cartoons do not require any video equipment nor informed consents of the pictured children. Concept Cartoons are not alone in such independence – there are other picture-based formats focusing on enhancement of SMK and PCK of future teachers and teachers. For instance, sequential pictorial simulations that focus on the consequences of different teacher behaviour in one particular classroom situation (Webel, Conner & Zhao, 2018), or text-based or picture-based simulated records of teacher-pupil interactions called vignettes that focus on a proper use of multiple representations in the classroom (Friesen & Kuntze, 2018).

From the diagnostic perspective, the diagnostic methods used for SMK and PCK are often conducted either qualitatively, or quantitatively (Depaepe et al., 2013). Sometimes the diagnostic instruments are divided into two parts, one of them being analysed qualitatively, and the other quantitatively, e.g. as with vignettes (Friesen & Kuntze, 2018) that have the qualitative part based on written narratives, and the quantitative part based on a Likert scale. The mixed design appears rarely, usually in relation to computer supported knowledge diagnostics (Yankovskaya, Dementyev & Yamshanov, 2015). As for the Concept Cartoons, our diagnostic approach to this tool is unique, there are no other similar formats focusing both on SMK and PCK of future teachers and teachers there.

From the perspective of particular tasks employed in this study, the two Concept Cartoons with the highest density of relevant PCK data (which resulted in handling them as representative), are both of discursive nature. Moreover, both of them address the issue of the role of language in mathematics, each of them from a different point of view. The Concept Cartoon from Fig. 3 contributes to the question of demarcation between the classroom use of informal everyday language and mathematical language, since Tina employs there an inappropriate everyday meaning of the word “add” in a mathematical situation related to the operation of addition. On the other hand, the Concept Cartoon from Fig. 4 is based on a mathematical task that is difficult due to implicit mathematical relations hidden in the syntax of the assignment: one has to know that in such a situation, the reference to the whole is always hidden in the text immediately after the word “than” (in the Czech language, the syntax in this case is the same as in English). The future teachers are not often aware of this hidden reference themselves, some of them even tend to declare such tasks as ambiguous since the whole is not clearly given in the assignment (Šamková & Tichá, 2017b). Thus, both the Concept Cartoons provide an illustration of the fact that linguistic challenges need to be addressed in the mathematics classroom in order to construct mathematical knowledge properly (Schlepperegell, 2007).

Last but not least, we have to emphasize that the results obtained from the mixed method are heavily based on qualitative data and thus have to be carefully handled and interpreted as if qualitative: the categories obtained do not have any absolute value, their meaning is closely related to the particular set of tasks, particular group of participants and particular person that provided data analysis. However, the

course of the mixed study can be applied to diverse sets of tasks and diverse groups of participants, in that sense is the reported method universal.

We hope that the Concept Cartoons diagnostic method described in this article could find its way to other teachers' educators and enrich the professional preparation of future teachers at other faculties, in other countries, in education of other school subjects. The tasks behind Concept Cartoons and the content of the bubbles may easily be adjusted to diverse cultural and educational context, thus Concept Cartoons could reflect diverse classroom realities.

## REFERENCES

- Dabell, J., Keogh, B. & Naylor, S. (2008). *Concept Cartoons in Mathematics Education*. Sandbach: Millgate House Education.
- Depaepe, F., Torbeyns, J., Vermeersch, N., Janssens, D., Janssen, R., Kelchtermans, G., Verschaffel, L. & Van Dooren, W. (2015). Teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers: a comparison of prospective elementary and lower secondary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 47, 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.12.009>
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Friesen, M. & Kuntze, S. (2018). Competence assessment with representations of practice in text, comic and video format. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics Teachers Engaging with Representations of Practice* (113–130). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1_7)
- Hatano, G. (1988). Social and motivational bases for mathematical understanding. In G. B. Saxe & M. Gearhart (Eds.), *Children's Mathematics. New Directions for Child Development* (55–70). San Francisco: Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/cd.23219884105>
- Hill, H. C., Rowan, B. & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(1), 371–406. <https://doi.org/10.3102/00028312042002371>
- Jones, A., Evans, D. & Storey, P. (2015). *Financial Skills Concept Cartoons*. Sandbach: Millgate House Publishers.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1993). Learning in science: another way in. *Primary Science Review*, 26(2), 22–23.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431–446. <https://doi.org/10.1080/095006999290642>
- Kinach, B. M. (2002). A cognitive strategy for developing pedagogical content knowledge in secondary mathematics methods course: toward a model of effective practice. *Teaching and Teacher Education*, 18, 51–71. [https://doi.org/10.1016/s0742-051x\(01\)00050-6](https://doi.org/10.1016/s0742-051x(01)00050-6)
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2013). Teachers' content and pedagogical content knowledge: the role of

structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90–106. <https://doi.org/10.1177/0022487112460398>

Krauss, S. & Brunner, M. (2008). Professionelles Reagieren auf Schülerantworten: Ein Reaktionszeittest für Mathematiklehrkräfte. In E. Vásárhelyi (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008. Vorträge auf der 42. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 13. 3. bis 18. 3. 2007 in Budapest* (400–403). Münster: WTM-Verlag.

Miles, M. B., Huberman, A. M. & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis. A methods sourcebook*. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Naylor, S. & Keogh, B. (2010). *Concept Cartoons in Science Education*, 2<sup>nd</sup> Edition. Sandbach: Millgate House Education.

Naylor, S., Keogh, B. & Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, 37, 17–39. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-9002-5>

Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of PME 24 (Vol. 1)* (39–53). Hiroshima: Hiroshima University.

Pankow, L., Kaiser, G., Busse, A., König, J., Blömeke, S., Hoth, J. & Döhrmann, M. (2016). Early career teachers' ability to focus on typical students errors in relation to the complexity of mathematical topic. *ZDM*, 48(1–2), 55–67. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0763-2>

Samková, L. (2016). Didaktické znalosti obsahu budoucích učitelů 1. stupně základní školy před studiem didaktiky matematiky. *Scientia in educatione*, 7(2), 71–99.

Samková, L. (2018a). Assessing future teachers' knowledge on fractions: written tests vs Concept Cartoons. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 11(3), 45–52. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2018.110301>

Samková, L. (2018b). Concept Cartoons as a representation of practice. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics Teachers Engaging with Representations of Practice* (71–93). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1_5)

Samková, L. & Hošpesová, A. (2015). Using Concept Cartoons to investigate future teachers' knowledge. In K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of CERME 9* (3241–3247). Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Samková, L. & Tichá, M. (2015). Investigating future primary teachers' grasping of situations related to unequal partition word problems. In C. Sabena & B. Di Paola (Eds.), *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics), n. 25, Supplemento n. 2. Proceedings CIEAEM 67, Teaching and learning mathematics: resources and obstacles* (295–303). Palermo, Italy: G.R.I.M.

Samková, L. & Tichá, M. (2016). On the way to develop open approach to mathematics in future primary school teachers. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 9(2), 37–44. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2016.090202>

Samková, L. & Tichá, M. (2017a). Observing how future primary school teachers reason and generalize: the case of number triangles and Concept Cartoons. In D. Szarková et al. (Eds.), *Proceedings of Aplimat 2017* (1354–1368). Bratislava: STU.

Samková, L. & Tichá, M. (2017b). On the way to observe how future primary school teachers reason about fractions. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 10(4), 93–100. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2017.100401>

- Schleppegrell, M. J. (2007). The linguistic challenges of mathematics teaching and learning: a research review. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 23(2), 139–159. <https://doi.org/10.1080/10573560601158461>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Stockero, S. L., Rupnow, R. L. & Pascoe, A. E. (2017). Learning to notice important student mathematical thinking in complex classroom interactions. *Teaching and Teacher Education*, 63, 384–395. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.006>
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (Eds.). (2010). *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Thousand Oaks: SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781506335193>
- Turner, J., Smith, C., Keogh, B. & Naylor, S. (2013). *English Concept Cartoons*. Sandbach: Millgate House Publishers.
- van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 244–276. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>
- Webel, C., Conner, K. & Zhao, W. (2018). Simulations as a tool for practicing questioning. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics Teachers Engaging with Representations of Practice* (95–112). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70594-1_6)
- Yankovskaya, A., Dementyev, Y. & Yamshanov, A. (2015). Application of learning and testing intelligent system with cognitive component based on mixed diagnostics tests. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 206, 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.019>

---

LIBUŠE SAMKOVÁ, [lsamkova@pf.jcu.cz](mailto:lsamkova@pf.jcu.cz)  
University of South Bohemia  
Faculty of Education  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, Czech Republic

## Testování vybraných charakteristik výzkumných nástrojů pro zjišťování afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ

*Silvie Svobodová*

### Abstrakt

Afektivní dimenze environmentální gramotnosti představuje složku, jíž je v rámci testování environmentální gramotnosti věnována v posledních letech nejvýznamnější pozornost v zahraničí i u nás. Mezi nejčastěji používané nástroje lze řadit NEP (*New Environmental Paradigm*), 2-MEV (*2 Major Environmental Values*), NRS (*Nature relatedness scale*) a MSELS (*Middle School Environmental Literacy Survey*). Studie představuje výsledky testování uvedených nástrojů. Jsou zde popsány jejich psychometrické vlastnosti, reliabilita a validita, a analyzován vliv demografických proměnných (pohlaví, věk, ročník, velikost sídla) na environmentální postoje žáků 2. stupně ZŠ. Cílovou skupinu tvořili žáci 6. až 9. ročníků základních škol napříč Českou republikou. Reliabilita a validita všech nástrojů byla prokázána. Koeficient Cronbachova alfa dosahoval přijatelných hodnot ( $\alpha > 0,7$ ). Obsahová a konstruktová validita byla diskutována v kontextu řady již publikovaných výzkumů, v případě nástroje MSELs byla konstruktová validita potvrzena zvláště a u zbývajících nástrojů také souběžná kriteriální validita. Analýza souvislosti proměnných přinesla protikladná zjištění. Vliv jednotlivých proměnných na míru afektivní dimenze se jako signifikantní ukázal pouze u některých z nich, především u 2-MEV a MSELs. Na základě výsledků lze tedy konstatovat, že se jedná o nestálé faktory ve vztahu k afektivní dimenzi environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ. Testované nástroje lze ovšem doporučit k měření uvedeného konstruktů u dané cílové skupiny.

**Klíčová slova:** afektivní dimenze, environmentální gramotnost, demografické proměnné, NEP, 2-MEV, NRS, MSELs, žáci, základní škola.

## The Testing of Selected Characteristics of Research Tools by way of Determining the Affective Dimension of Environmental Literacy of Second Graders at Primary School

### Abstract

The affective dimension of environmental literacy represents a component that has been given the most attention over the past years in the field of environmental literacy testing,



both abroad and in our country. The most widely used assessment tools are NEP (New Environmental Paradigm), 2-MEV (2 Major Environmental Values), NRS (Nature relatedness scale), and MSELs (Middle School Environmental Literacy Survey). The study presents the results of testing these instruments. It describes their psychometric properties, reliability and validity, and analyzes the influence of demographic variables (gender, age, age, size of residence) on the environmental attitudes of 12–15 years old students. The target group were 12–15 years old students across the Czech Republic. The reliability and validity of all instruments was confirmed. The Cronbach alpha coefficient reached acceptable values ( $\alpha > 0.7$ ). Content and construct validity was discussed in the context of a number of previously published research. In the case of MSELs, the construct validity was confirmed separately, with the criterion validity being simultaneously confirmed for the remaining instruments. Analysis of the context variables brought contradictory findings. The influence of individual variables on the degree of affective dimension was significant only in some of them, especially in the 2-MEV and MSELs. Based on the results, it can be stated that these are unstable factors in relation to the affective dimension of environmental literacy of students aged 12 to 15. The tested tools, however, can be recommended to measure the construct for a given target group.

**Key words:** affective dimension, environmental literacy, demographic variables, NEP, 2-MEV, NRS, MSELs, pupils, elementary school.

V příspěvku jsou prezentovány výsledky měření environmentálních postojů žáků 2. stupně základních škol v České republice za účelem testování psychometrických vlastností, validity a reliability, zahraničních nástrojů pro zjišťování afektivní dimenze environmentální gramotnosti dané cílové skupiny. Následně je zde analyzována a diskutována souvislost proměnných pohlaví, věku, ročníku a velikosti sídla s její úrovní v kontextu českých i zahraničních výzkumů.

Nástroje byly testovány v rámci širšího výzkumu, který realizuje autorka, zaměřeného na vytvoření nástroje pro komplexní měření environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ. Přínos studie spočívá zejména ve zjištění, který z uvedených nástrojů lze použít v našich podmínkách, resp. který z nástrojů lze v českém prostředí považovat za validní a jehož reliability, koeficient Cronbachova alfa, dosahuje hodnot vyšších než 0,7. Některé z nich aplikovali také čeští výzkumníci, ale studií orientovaných pouze na žáky 2. stupně ZŠ není mnoho (např. Bílek & Schmutzerová, 2010; Svobodová & Kroufek, 2016) a vždy je použit jen jeden nástroj a zjišťována souvislost pouze s některými z proměnných zařazených v této studii. Například nástroj MSELs nebyl dosud v tomto rozsahu u nás aplikován, testován byl zatím pouze v americkém a řeckém prostředí.

## ENVIRONMENTÁLNÍ GRAMOTNOST

V šedesátých letech 20. století se v reakci na poměrně často exponovaný pojem environmentálně ngramotný (McBride et al., 2013) objevují v odborném tisku diskuse na téma vymezení spojení „environmentálně gramotný jedinec“ (Roth, 1968).

Samotné pojetí konstruktů environmentální gramotnosti se postupně formovalo v úzkém recipročním vztahu s vývojem environmentální výchovy a jejích cílů. Stěžejně byla vnímána jako základní cíl environmentální výchovy (Hungerford & Tomera, 1977; Volk et al., 1984), přičemž její koncepce nebyla explicitně vymezena

a pojem byl interpretován a používán v mnoha odlišných významech. Následně se o podrobnou formulaci definice právě prostřednictvím cílů environmentální výchovy, poprvé stanovenými na konferenci v Tbilisi, pokusil Roth (1992). Obdobně z těchto cílů vycházeli McBeth a kol. (2008).

Aktuální sofistikovaná definice environmentální gramotnosti sestavená za přispění mnoha odborníků za účelem jejího zařazení do mezinárodního testování PISA 2015 (Hollweg et al., 2011) pochází z dílny Severoamerické asociace pro environmentální vzdělávání NAAEE (*North American Association for Environmental Education*). Představuje poměrně široké vymezení (Daniš, 2013), které souhrnně pokrývá současné pojetí environmentální gramotnosti a lze jej tedy shrnout do tří stěžejních dimenzí, a to kognitivní, afektivní a konativní. Autorka vychází z této definice právě pro její komplexní rozsah.

Afektivní dimenze pojmána jako dispozice (Hollweg et al., 2011), které podmiňují schopnost reagovat na environmentální problémy, je reprezentována souborem proměnných v interakci ovlivňujících úrovní environmentálně odpovědného jednání. Zahrnuje senzitivitu, postoje k životnímu prostředí a zájem o něj, přijetí osobní zodpovědnosti, ohnisko kontroly/přesvědčení o vlastním vlivu a motivaci včetně záměru jednat a souvisejících kompetencí (Daniš, 2013). Shodně je vymezení afektivní dimenze environmentální gramotnosti vnímáno autorkou článku.

## TESTOVANÉ NÁSTROJE

Uvedená dimenze je nejčastějším předmětem zájmu většiny českých i zahraničních výzkumů environmentální gramotnosti také u řešené cílové skupiny (např. Zelezný et al., 2000; Hromádka, 2010; Schovajsová, 2010; Bragg et al., 2013; Svobodová, 2017; Grúňová et al., 2018). Mezi nejčastěji používané nástroje patří *New Environmental Paradigm* (NEP), *2 Major Environmental Values* (2-MEV), *Nature relatedness scale* (NRS) a *Middle School Environmental Literacy Survey* (MSELS), které byly, ať už celé či jejich relevantní části, využity v rámci dílčí studie prezentované v tomto příspěvku.

Revidovaný NEP (Dunlap et al., 2000; LaTrobe & Acott, 2002) vychází z předpokladu, že je možné postoje k životnímu prostředí měřit pomocí pouze jednoho hlavního hlediska, a to míry souhlasu s dominantním společenským, resp. novým environmentálním paradigmatem. Skládá se z pěti subškál reprezentujících jeho jednotlivé aspekty – *limity růstu*, *antiantropocentrismus*<sup>1</sup>, *přírodní rovnováhu*, *odlučitelnost od přírody* a *ekologickou krizi*. Nástroj byl v různých variantách aplikován také v českém prostředí (Činčera & Štěpánek, 2007; Bezouška & Činčera, 2007; Bílek & Schmutzerová, 2010; Kroufek, 2016; Svobodová & Kroufek, 2016).

2-MEV (Johnson & Manoli, 2011) představuje naopak alternativní nástroj, který pracuje se dvěma faktory postojů k životnímu prostředí. Biocentrickým faktorem *Ochrany*, který analyzuje míru zájmu jedince chovat se environmentálně odpovědným způsobem, a současně antropocentrickým faktorem *Využívání*, jež vyjadřuje postoj jedince ke změnám životního prostředí ve prospěch lidské společnosti ve smyslu práva člověka na jeho využívání a ovládání. Nástroj je mnohdy využíván za účelem evaluace programů environmentální výchovy u nás i v zahraničí (např. Johnson

---

<sup>1</sup>Subškála *antiantropocentrismus* je zastoupena položkami, u kterých respondenti mohou vyjádřit souhlas s tvrzeními o nadřazenosti potřeb lidské společnosti nad potřebami přírody, také s opačně formulovanými tvrzeními.

& Manoli, 2011; Činčera & Johnson, 2013; Liefänder & Bogner, 2014; Bogner et al., 2015).

NRS (Nisbet et al., 2009) zastupuje nástroj orientovaný na environmentální senzitivitu, respektive problematiku vztahu člověka a přírody. Je složena ze tří dílčích škál, *NR já* sleduje vnitřní propojení jedince s přírodou, *NR perspektiva* se zaměřuje na jedincovo stanovisko k ní a *NR prožitky* analyzuje zájem jedince o interakci s ní. Nástroj byl ověřován zejména při testování vlivu pobytu a aktivit v přírodě na osobní psychickou pohodu a environmentální odpovědné chování (např. Nisbet & Zelenski, 2011; Nisbet, 2013; Zelenski & Nisbet, 2014; Zelenski et al., 2015).

MSELS (McBeth & Volk, 2010) reprezentuje komplexní nástroj pokrývající všechny dimenze environmentální gramotnosti, přičemž afektivní je zastoupena třemi dílčími škálami – environmentální postoje, senzitivita a vztah k přírodě a životnímu prostředí. Nástroj byl úspěšně ověřen zejména v americkém prostředí (McBeth et al., 2008, 2014; Stevenson et al., 2013, 2014).

U všech výše popsaných nástrojů je pro vyjádření míry souhlasu s jednotlivými tvrzeními využívána pětistupňová Likertova škála (Chytrý & Kroufek, 2017).

## CÍL STUDIE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Studie prezentovaná v tomto příspěvku si klade za cíl zjistit použitelnost, reliabilitu a validitu, vybraných zahraničních nástrojů NEP (*New Environmental Paradigm*), 2-MEV (*2 Major Environmental Values*), NRS (*Nature relatedness scale*) a MSELS (*Middle School Environmental Literacy Survey*) k měření afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ v ČR. Stěžejně se zaměřuje na psychometrické vlastnosti nástrojů, reliabilitu a validitu. Následně jsou ověřovány vzájemné korelace nástrojů, neboť se jedná o nástroje orientované na měření téhož konstruktů. Dále je analyzována síla vztahu mezi demografickými proměnnými respondentů a afektivní dimenzí environmentální gramotnosti. Sledovány byly tyto výzkumné otázky:

Jaké jsou psychometrické charakteristiky, validita a reliabilita, zahraničních výzkumných nástrojů (NEP, 2-MEV, NRS, MSELS) pro zjišťování afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ v České republice?

Jaké jsou korelace mezi zahraničními nástroji (NEP, 2-MEV, NRS, MSELS) pro zjišťování afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ v České republice?

Jak těsný je vztah mezi proměnnými (pohlaví, věk, ročník, velikost sídla) a afektivní dimenzí environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ v České republice?

Na základě dosavadních poznatků získaných studiem obdobných výzkumů byly vyvozeny a formulovány následující hypotézy:

H1: Dívky budou prokazatelně dosahovat vyšších hodnot afektivní dimenze environmentální gramotnosti než chlapci.

H2: S vyšším věkem, resp. ročníkem, žáků 2. stupně ZŠ budou hodnoty afektivní dimenze environmentální gramotnosti klesat.

H3: Velikost sídla, ve kterém žáci žijí, neovlivňuje úroveň afektivní dimenze environmentální gramotnosti.

## METODOLOGIE

Sběr dat byl uskutečněn v průběhu školního roku 2017/2018 na základních školách napříč celou Českou republikou. Zařazeny byly školy městské, vesnické a víceletá gymnázia. Přehled zúčastněných škol a zastoupení respondentů uvádí sumarizační tabulka (viz Příloha 1). Některým školám byly předloženy dva nástroje současně z důvodu získání dat ke stanovení jejich souběžné kriteriální validity. Jednalo se o kombinaci nástrojů NRS a NEP, NEP a 2-MEV, u MSELS byla zjišťována validita konstruktová.

Celkový počet respondentů, žáků 6. až 9. ročníků, činil 1 752, z toho 885 dívek a 867 chlapců, NEP ( $n = 390$ ), 2-MEV ( $n = 578$ ), NRS ( $n = 440$ ), MSELS ( $n = 344$ ).

V úvodní části každého nástroje odpovídali respondenti nejprve na položky zjišťující bližší žákovy demografické údaje, resp. pohlaví, věk, ročník a velikost sídla. Jednotlivé nástroje se liší v počtu položek: NEP obsahuje 15 (viz Příloha 2), 2-MEV 16 (viz Příloha 3), NRS 21 (viz Příloha 4) a MSELS pro afektivní dimenzi (škála *postoje, senzitivita a vztah k životnímu prostředí*) 25 položek (viz Příloha 5).

Respondenti vyjadřovali souhlas na standardní pětibodové Likertově škále a jejich odpovědi byly bodovány hodnotami 5 (zcela souhlasím, souhlasím, velmi silný a velmi často) až 1 (zcela nesouhlasím, nesouhlasím, minimální a nikdy). Opačně formulovaná tvrzení byla bodována reverzně.

Reliabilita škál byla zjišťována prostřednictvím výpočtu koeficientu Cronbachova alfa (McGartland Rubio, 2005). Validita obsahová a konstruktová byla diskutována v rámci výsledků výzkumů, při nichž byly použité nástroje úspěšně verifikovány. Souběžná kriteriální validita byla dále zjišťována u nástrojů NEP, 2-MEV a NRS s využitím vzájemných Spearmanových korelací (Spearman, 1904; Hendl, 2012) a u MSELS validita konstruktová na základě predikované pozitivní korelace hodnot položky „*Miluji přírodu a životní prostředí*“ s úrovní afektivní dimenze environmentální gramotnosti respondenta.

Síla vztahu mezi testovanými demografickými proměnnými a afektivní dimenzí environmentální gramotnosti byla následně identifikována a analyzována s využitím neparametrických statistických metod, konkrétně byl použit Mann–Whitneyův U Test (Mann & Whitney, 1947) u pohlaví a Kruskal–Wallisova ANOVA (Kruskal & Wallis, 1952) včetně post hoc analýzy u dalších proměnných. Data byla přepsána do tabulky Excel 2016 a následné analýzy byly provedeny standardními statistickými metodami v programu Statistica 12 verze 2018 (Statsoft, 2018).

## VÝSLEDKY

V rámci příspěvku jsou prezentovány nejenom zjištěné psychometrické vlastnosti testovaných nástrojů, reliabilita a validita, ale také výsledky analýzy síly vztahu demografických proměnných (pohlaví, věk, ročník a velikost sídla) k afektivní dimenzi environmentální gramotnosti žáků 2. stupně ZŠ u jednotlivých nástrojů.

Reliabilita byla ve formě Cronbachovy alfy vypočtena pro jednotlivé nástroje, přičemž u MSELS také pro dílčí škály *postojů a senzitivity*. V případě všech nástrojů i dílčích škál dosahovala akceptovatelných hodnot, které jsou uvedeny v tab. 1 včetně originálních hodnot získaných tvůrci nástrojů. Koeficient reliability  $\alpha$  se nachází v intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$  a hodnota Cronbachovy  $\alpha > 0,7$  je považována za přijatelnou (Sekaran, 1992; Shoukri & Edge, 1996; Tavakol & Denick, 2011).

Tab. 1: Přehled hodnot reliability jednotlivých nástrojů včetně originálních hodnot

	<i>reliabilita Cronbachova <math>\alpha</math></i>	<i>originální reliabilita Cronbachova <math>\alpha</math></i>
NEP	0,73	0,83
2-MEV	0,80	0,83
NRS	0,82	0,87
MSELS- <i>postoje</i>	0,76	0,84
MSELS- <i>senzitivita</i>	0,79	0,76

Souběžná kriteriální validita byla zjišťována u nástrojů NEP, 2-MEV a NRS výpočtem korelačního koeficientu  $\rho$  a identifikací vzájemného predikčního vztahu mezi nástroji. Na základě výsledků, NRS a NEP ( $\rho = 0,56$ ), NEP a 2-MEV ( $\rho = 0,48$ ), kdy pozitivní hodnota korelačního koeficientu v intervalu  $\langle 0,4, 0,7 \rangle$  indikuje středně těsný lineární vztah mezi nástroji, lze pokládat také souběžnou kriteriální validitu za potvrzenou (Hendl, 2012).

Konstruktová validita nástroje MSELS a jeho dílčích škál byla testována identifikací síly vztahu mezi položkou č. 29 „Miluji přírodu a životní prostředí“ a výslednými hodnotami pro nástroj i jednotlivé škály. Výsledky výpočtu Spearmanových korelací jednoznačně ukazují, že mezi položkou a nástrojem včetně jeho škál se projevily signifikantní vztah a proměnné spolu pozitivně korelují, jejich vzájemný poměr je středně silný. Přehled korelačních koeficientů obsahuje tab. 2. S rostoucí mírou souhlasu s testovanou položkou se tedy zvyšovaly naměřené výsledné hodnoty celého nástroje i dílčích škál.

Tab. 2: Přehled Spearmanových korelací mezi škálami nástroje MSELS a položkou č. 29

položka	MSELS	MSELS- <i>postoje</i>	MSELS- <i>senzitivita</i>
č. 29	0,64	0,44	0,59

Hodnoty jsou signifikantní ( $p < 0,01$ ) na 5% hladině významnosti

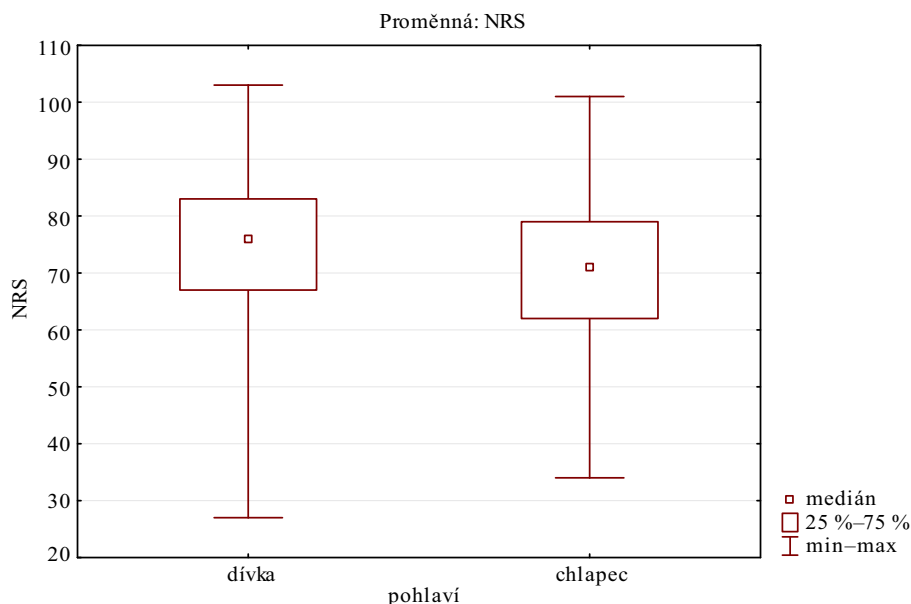
V případě proměnné pohlaví se projevily statisticky významné vlivy na úroveň afektivní dimenze environmentální gramotnosti u nástrojů 2-MEV, NRS a MSELS včetně obou subškál. Tab. 3 uvádí výsledky testů Mann-Whitneyova U Testu u jednotlivých nástrojů.

Tab. 3: Vliv pohlaví u jednotlivých studovaných nástrojů a dílčích subškál (MSELS)

	<i>Mann-Whitneyův U Test</i>
2-MEV	$Z = 4,98; p < 0,001$
NRS	$Z = 4,39; p < 0,001$
MSELS	$Z = 4,53; p < 0,001$
MSELS- <i>postoje</i>	$Z = 4,61; p < 0,001$
MSELS- <i>senzitivita</i>	$Z = 2,70; p = 0,007$

$Z$  – výsledek Mann-Whitneyova U Testu; hodnoty  $p < 0,05$  jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti

Ve všech případech (2-MEV, NRS, MSELS, MSELS-*postoje* a MSELS-*senzitivita*) dosahovaly vyšších hodnot úrovně afektivní dimenze environmentální gramotnosti dívky. Sledovaný rozdíl není ovšem příliš zásadní. Graf 1 přibližuje výsledky analýzy vlivu proměnné pohlaví na výsledné hodnoty naměřené nástrojem NRS.



Graf 1: Vliv pohlaví na výsledné hodnoty u nástroje NRS

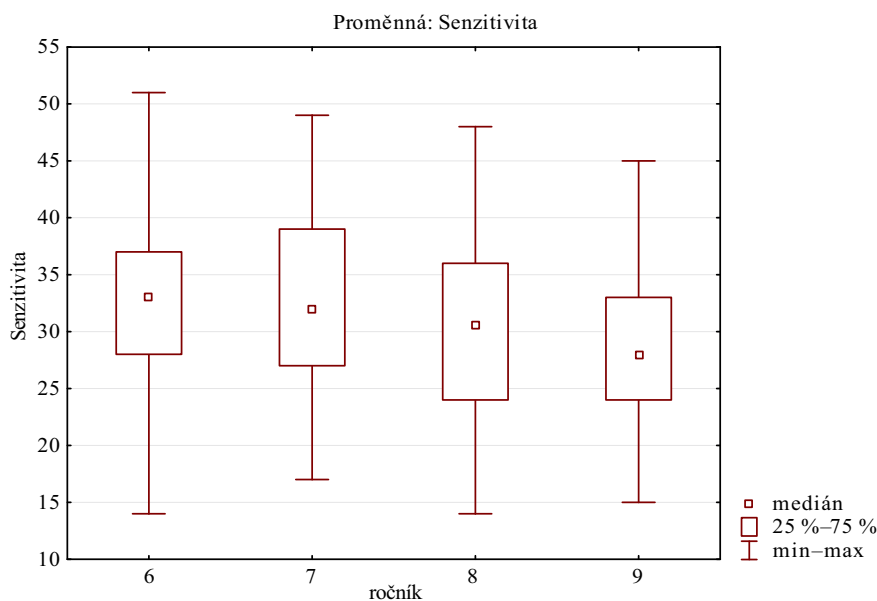
Proměnná věk, resp. navštěvovaný ročník, se projevila jako statisticky významná pouze u nástrojů 2-MEV, MSELs a jeho subškály MSELs-*senzitivita*. Existující signifikantní vztah se ovšem projevila jako poměrně slabý (viz tab. 4).

Tab. 4: Síla vztahu ročníku k afektivní dimenzi environmentální gramotnosti u jednotlivých nástrojů

	<i>Kruskal-Wallis ANOVA</i>	
2-MEV	$H = 11,68;$	$p = 0,009$
MSELs	$H = 19,25;$	$p < 0,001$
MSELs- <i>senzitivita</i>	$H = 10,23;$	$p = 0,017$

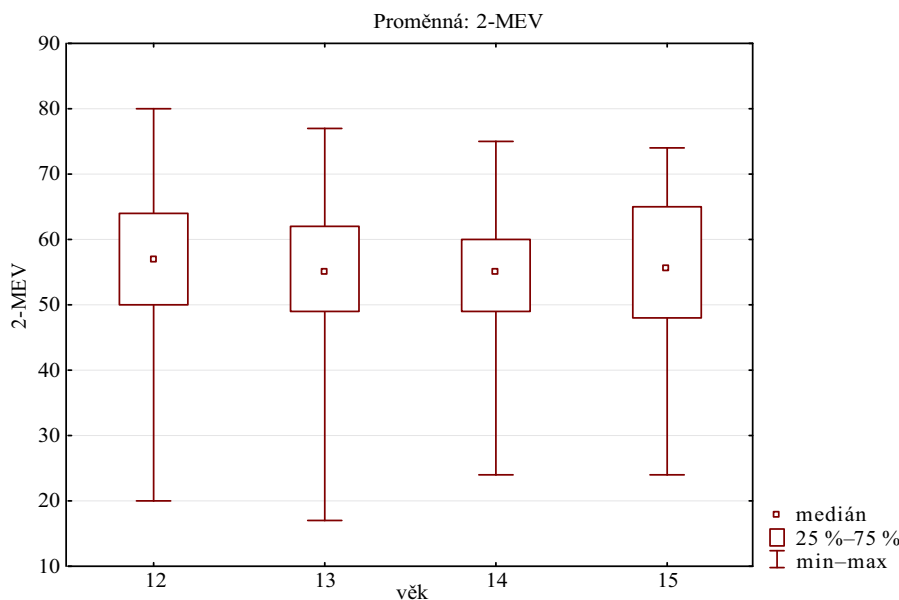
$H$  – výsledek testu Kruskal-Wallisovy ANOVy; hodnoty  $p < 0,05$  jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti

V případě nástroje MSELs a škály *senzitivita* klesaly s vyšším ročníkem hodnoty úrovně afektivní dimenze environmentální gramotnosti respondentů (viz graf 2).



Graf 2: Vliv ročníku na výsledné hodnoty u škály *senzitivita* (MSELs)

U nástroje 2-MEV byl zaznamenán obdobný trend, s narůstajícím věkem a ročníkem také klesaly výsledné hodnoty, ovšem u patnáctiletých respondentů, respektive žáků 9. ročníku, nastalo mírné zlepšení (viz graf 3). Následnou post hoc analýzou byl zaznamenán statisticky významný rozdíl zvláště mezi dvanáctiletými a čtrnáctiletými respondenty a dále byl identifikován signifikantní rozdíl mezi jednotlivými ročníky, přičemž nejvýrazněji se projevil 6. ročník, který se významně lišil od 7. a 8. ročníku.



Graf 3: Vliv věku na výsledné hodnoty u nástroje 2-MEV

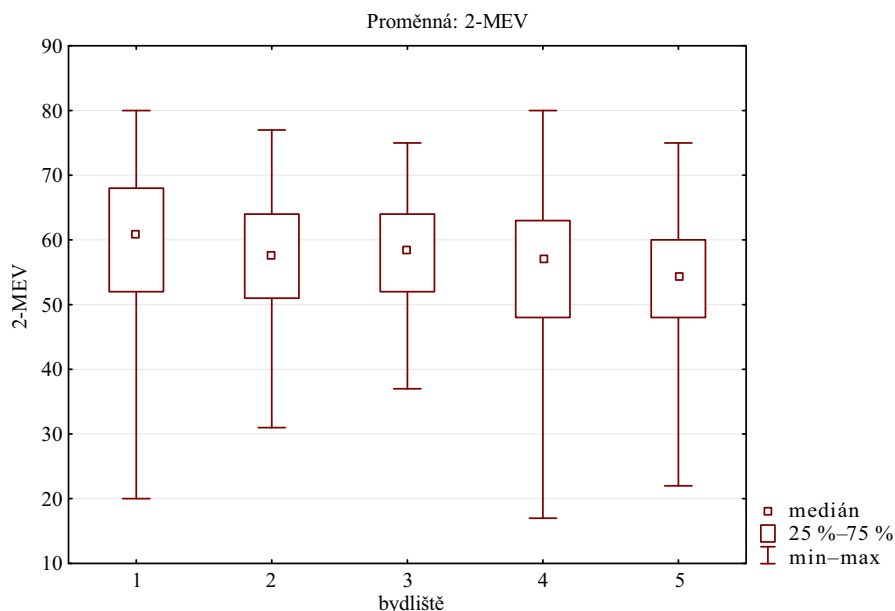
Proměnná velikost sídla vykazovala statisticky významnou těsnost vztahu s afektivní dimenzí environmentální gramotnosti u nástroje 2-MEV a MSELS, opět se jednalo o značně slabou závislost, nejsilnější signifikantní vztah byl zaznamenán u nástroje 2-MEV (viz tab. 5).

Tab. 5: Vliv velikosti sídla na afektivní dimenzi environmentální gramotnosti u jednotlivých nástrojů

	<i>Kruskal-Wallis ANOVA</i>	
2-MEV	$H = 21,30;$	$p < 0,001$
MSELS	$H = 13,49;$	$p = 0,009$

$H$  – výsledek testu Kruskal-Wallisovy ANOVy; hodnoty  $p < 0,05$  jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti

Velikost sídla je u obou nástrojů nepřímo úměrná výsledným hodnotám afektivní dimenze environmentální gramotnosti (viz graf 4), přičemž následná post hoc analýza identifikovala nejvýznamnější rozdíl především ve vztahu velkoměsto versus sídlo nejmenší a střední velikosti.



1 – méně než 100; 2 – 100–1 000; 3 – 1 000–10 000; 4 – 10 000–100 000; 5 – více než 100 000 obyvatel

Graf 4: Vliv velikosti sídla na výsledné hodnoty u nástroje 2-MEV

## DISKUSE

Psychometrické vlastnosti, reliabilita a validita, použitých nástrojů NEP, 2-MEV, NRS a MSELs včetně jeho škál *postoje a senzitivita* dosáhly akceptovatelných hodnot pro jejich využití v pedagogických výzkumech. Koeficient Cronbachova alfa, který se u všech nástrojů pohyboval  $\alpha > 0,7$ , lze interpretovat jako zcela dostačující. Tavakol a Denick (2011) vymezili akceptovatelný rozsah koeficientu mezi 0,7 a 0,95, Sekaran (1992) určil za minimální přijatelnou hodnotu Cronbach  $\alpha > 0,6$ , Shoukri a Edge (1996) považují hodnoty  $\alpha > 0,75$  dokonce za excelentní.

Při komparaci zjištěné reliability nástrojů s originálními výsledky publikovanými jejich autory nebyly identifikovány zásadnější rozdíly. Největší odklon od původní hodnoty se projevil u nástroje NEP ( $\alpha = 0,73$ ), kdy Dunlap a kol. (2000) uvádějí Cronbach  $\alpha = 0,83$ . V případě nástroje NRS ( $\alpha = 0,82$ ) zaznamenali Nisbet a kol. (2009) hodnotu Cronbach  $\alpha = 0,87$ . Vypočtená reliabilita 2-MEV ( $\alpha = 0,80$ ) se blíží originální hodnotě koeficientu  $\alpha = 0,83$  (Johnson & Manoli, 2011), ani škály MSELs-*postoje* ( $\alpha = 0,76$ ) a MSELs-*senzitivita* ( $\alpha = 0,79$ ) se od hodnot uváděných tvůrci nástroje příliš nelišily, pro *postoje* je  $\alpha = 0,84$  a pro *senzitivitu*  $\alpha = 0,76$  (McBeth et al., 2008).

Řešené analytické nástroje byly často aplikovány a opakovaně úspěšně verifikovány v řadě výzkumů orientovaných na oblast environmentální gramotnosti. Publikované výsledky těchto výzkumů v zahraniční i u nás poskytují přesvědčivé důkazy o jejich relevantní obsahové a konstruktové validitě (např. Bezouška & Činčera, 2007; Činčera & Johnson, 2013; Stevenson et al., 2013; McBeth et al., 2014; Zelenski & Nisbet, 2014; Bogner et al., 2015; Zelenski et al., 2015; Grůňová et al., 2018).

U nástrojů NEP, 2-MEV a NRS byla prokázána souběžná kriteriální validita prostřednictvím vzájemných korelací, které vykazovaly středně silný pozitivní vztah mezi nástroji (Chráska, 2007). Nástroj MSELs byl podroben testování konstruktové validity nalezením signifikantního středně silného pozitivního vztahu a přímé úměry mezi výslednými hodnotami nástroje včetně škál a položkou „Miluji přírodu a ži-



votní prostředí“. Výše popsaná zjištění, naměřené hodnoty spolehlivosti a přesnost nástrojů tedy potvrzují jejich schopnost měřit environmentální gramotnost žáků 2. stupně ZŠ v českém prostředí.

Všechny ověřované nástroje byly zkonstruovány a opakovaně využívány za účelem měření afektivní dimenze environmentální gramotnosti v rámci mnoha zahraničních i českých výzkumů. Ohledně významnosti síly vztahu demografických proměnných k její úrovni ovšem přinášejí rozporuplná zjištění analogická výše prezentované studii.

U všech analyzovaných demografických proměnných (pohlaví, věku, ročníku a velikosti sídla) byl identifikován statisticky průkazný vliv na úroveň afektivní dimenze environmentální gramotnosti, ale pokaždé prostřednictvím pouze některých z testovaných nástrojů. V případě pohlaví se jednalo o nástroje 2-MEV, NRS a MSELS. Vyšších hodnot dosahovaly vždy dívky, hypotéza H1 (*Dívky budou prokazatelně dosahovat vyšších hodnot afektivní dimenze environmentální gramotnosti než chlapci.*) byla tedy prokázána. Věk, ročník a velikost sídla se projeví jako významné determinanty ve vztahu k afektivní dimenzi u nástrojů 2-MEV a MSELS. Sledovanou hypotézu H2 (*S vyšším věkem, resp. ročníkem, budou hodnoty afektivní dimenze environmentální gramotnosti klesat.*) lze tedy považovat za verifikovanou. Naopak hypotéza H3 (*Velikost sídla, ve kterém žáci žijí, neovlivňuje úroveň afektivní dimenze environmentální gramotnosti.*) potvrzena nebyla.

Mnohé studie dokládají větší vnímavost žen k problémům životního prostředí oproti mužům. Ženy projevují větší znepokojení nad hrozícími environmentálními riziky (Van Liere & Dunlap, 1980; Davidson & Freudenberg, 1996; Tindall et al., 2003). Přestože ženy vykazují silnější vztah k životnímu prostředí a větší obavy o jeho stav než muži, je nicméně potřeba věnovat potenciálu genderu v kontextu environmentální gramotnosti významnější pozornost (Sakellari & Skanavis, 2013).

Pokles hodnot afektivní dimenze v souvislosti s rostoucím věkem, resp. ročníkem, lze vysvětlit například probíhajícím dospíváním, a s ním související sociální a společenskou situací, případně vlivem vrstevnické skupiny (Vágnerová, 2005).

Co se týče prokazatelného vztahu proměnné velikost sídla na afektivní dimenzi, mnohé výzkumy realizované v posledních letech potvrzují, že se rozdíl mezi vesnicí a městem postupně zmenšují. V rámci suburbanizace se vytvářejí nové příměstské zóny, lidé se přesouvají z měst na venkov, dochází ke splývání sídel a ke stírání odlišností mezi městským a venkovským způsobem života (Illner, 2006; Huddart-Kennedy et al., 2009; Petrušek, 2009).

Aplikací nástroje NEP nebyl prokázán signifikantní vliv žádné z testovaných proměnných na afektivní dimenzi environmentální gramotnosti obdobně jako v dalších výzkumech, např. Svobodová a Kroufek (2016) nezaznamenali statisticky významnou sílu vztahu mezi hodnotami naměřenými nástrojem a pohlavím či věkem respondentů podobně jako Grůňová a kol. (2018). Významný vliv pohlaví nepotvrdili také Zelezny a kol. (2000), Ogunbode a Arnold (2012), Ogunbode (2013), naopak opačná zjištění přinesli Bílek a Schmutzerová (2010).

V případě nástroje NRS se jako zásadní projevila pouze proměnná pohlaví, zatímco v souvislosti s nástrojem 2-MEV zasahují prokazatelně do úrovně afektivní dimenze environmentální gramotnosti všechny testované proměnné. Co se týče věku, poskytli srovnatelné výsledky například Liefländer a Bogner (2014), Bogner a kol. (2015) a Svobodová (2017), kteří zjistili signifikantní vliv této proměnné, která také negativně korelovala s výslednými hodnotami.

Analýza dat získaných nástrojem MSELs vykazuje signifikantní vliv všech dotčených proměnných ve vztahu k nástroji jako celku, pohlaví a ročník se projeví

významně u škály *senzitivita* a výhradně pohlaví ovlivňovalo škálu *postoje*. Nástroj MSELS je poměrně mladým konstruktem, který byl doposud nasazen v sérii výzkumů zejména ve Spojených státech amerických, kde byl z daných proměnných sledován pouze vliv ročníku. U afektivní dimenze dosahovali mladší respondenti vyšších hodnot (McBeth & Volk, 2010; McBeth et al., 2011) obdobně jako v této studii.

## LIMITY STUDIE

Limitem prezentované studie je především způsob výběru respondentů, který je sice obvyklý v pedagogickém výzkumu, ale neodpovídá náhodnému výběru. Záměrem studie je zvláště analyzovat psychometrické parametry testovaných nástrojů a sílu vztahu vybraných demografických charakteristik žáků k nim, resp. k afektivní dimenzi environmentální gramotnosti. Tudíž není jejím cílem referovat o výši úrovně afektivní dimenze a zjištěné výsledky generalizovat na celou populaci žáků 2. stupně ZŠ v České republice.

## ZÁVĚR

Příspěvek prezentuje dílčí výsledky výzkumu zaměřeného na testování využitelnosti, psychometrických parametrů, vybraných zahraničních výzkumných nástrojů k měření environmentální gramotnosti žáků 2. stupně základní školy. V textu jsou představeny výsledky testování nástrojů orientujících se na afektivní dimenzi environmentální gramotnosti (NEP, 2-MEV, NRS, MSELS, MSELS-*postoje* a *senzitivita*), včetně míry vlivu demografických proměnných pohlaví, věk, ročník a velikost sídla na její úroveň.

Psychometrické vlastnosti, validita a reliabilita, všech ověřovaných nástrojů i dílčích škál MSELS dosáhly přijatelných hodnot. Z hlediska prokázané vnitřní konzistence nástrojů je tedy lze považovat za vhodné k testování požadovaného konstruktu u žáků 2. stupně základní školy v českém prostředí.

Analýzy síly vztahu mezi vybranými demografickými proměnnými a úrovní afektivní dimenze environmentální gramotnosti přinesly rozporuplné výsledky. Ani jedna proměnná se neukázala jako statisticky významná na 5% hladině významnosti u všech testovaných nástrojů, dokonce v případě NEPu nebyl prokázán signifikantní vliv u žádné z nich. Pouze u nástrojů 2-MEV a MSELS byla identifikována statisticky významná síla vztahu u všech proměnných. Na základě získaných poznatků nelze tudíž demografické proměnné podrobené analýze řadit mezi faktory jednoznačně determinující environmentální postoje žáků 2. stupně ZŠ v ČR.

Obdobně vysvětlují zjištění o kolísavosti síly vztahu daných proměnných k afektivní dimenzi environmentální gramotnosti mnohé další české i zahraniční výzkumy (např. Bílek & Schmutzerová, 2010; Liefänder & Bogner, 2014; Bogner et al., 2015; Svobodová & Kroufek, 2016; Svobodová, 2017; Grúňová et al., 2018). Prokázaný klesající trend úrovně afektivní dimenze, resp. senzitivity, v souvislosti s narůstajícím ročníkem naznačuje potřebu zohlednit ve vyšších ročnících 2. stupně ZŠ v rámci environmentální výchovy a vzdělávání zejména senzitivní složku, např. vhodnou realizací aktivit, které podporují emotivní vztah k přírodě.

Ambicí příspěvku není obecná generalizace získaných zjištění, ale na základě jejich vhodné interpretace doporučit použité nástroje jako funkční prostředky k tes-

tování afektivní dimenze environmentální gramotnosti žáků 2. stupně základní školy včetně akademického diskurzu do problematiky vlivu různých faktorů, které ji mohou zásadním způsobem formovat a přispívat k jejímu rozvoji, či naopak.

## PODĚKOVÁNÍ

Uvedený článek vznikl na základě částečné finanční podpory grantového projektu GA UK č. 50119.

## LITERATURA

- Bezouška, A. & Činčera, J. (2007). Vliv environmentální profilace středních škol na proenvironmentální postoje a jednání studentů. *Envigogika*, 2(3), 1–20. <https://doi.org/10.14712/18023061.20>
- Bílek, M. & Schmutzerová, L. (2010). Jak hodnotili čeští patnáctiletí žáci základních škol a studenti víceletých gymnázií environmentální problémy. *Envigogika*, 5(2), 1–13. <https://doi.org/10.14712/18023061.54>
- Bogner, F. X., Johnson, B., Buxner, S. & Felix, L. (2015). The 2-MEV model: Constancy of adolescent environmental values within an 8year time frame. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1938–1952. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1058988>
- Bragg, R., Wood, C., Barton, J. & Pretty, J. (2013). *Measuring connection to nature in children aged 8–12: A robust methodology for the RSPB*. Germany: University of Essen.
- Činčera, J. & Štěpánek, P. (2007). Výzkum ekologické gramotnosti studentů středních odborných škol. *Envigogika*, 2(1), 1–33. <https://doi.org/10.14712/18023061.12>
- Činčera, J. & Johnson, B. (2013). Earthkeepers in the Czech Republic: Experience from the implementation process of an earth education programme. *Envigogika*, 8(4), 1–14. <https://doi.org/10.14712/18023061.397>
- Daniš, P. (2013). Nové vymezení environmentální gramotnosti a návrh na její mezinárodní testování v PISA 2015. *Envigogika*, 8(3), 1–15. <https://doi.org/10.14712/18023061.419>
- Davidson, D. J. & Freudenburg, W. R. (1996). Gender and environmental risk concerns: A review and analysis of available research. *Environment and Behavior*, 28(3), 302–339.
- Dunlap, R. E., van Liere, K. D., Mertig, A. G. & Jones, R. E. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56(3), 425–442. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176>
- Grůňová, M., Sané, M., Činčera, J., Kroufek, R. & Hejčmanová, P. (2018). Reliability of the new environmental paradigm for analysing the environmental attitudes of Senegalese pupils in the context of conservation education projects. *Environmental Education Research*, 25(2), 211–221. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1428942>
- Hendl, J. (2012). *Přehled statistických metod*. Praha: Portál.
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C. & Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. Washington, DC: North American Association for Environmental Education.

- Hromádka, Z. (2010). *Životní prostředí ve vědomostech, postojích a jednání žáků druhého stupně základní školy* [Disertační práce]. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
- Huddart-Kennedy, E., Beckley, T. M. & McFarlane and Solange Nadeau, B. L. (2009). Rural–Urban Differences in environmental concern in Canada. *Rural Sociology*, 74(3), 309–329.
- Hungerford, H. R. & Tomera, A. N. (1977). *Science in the elementary school*. Champaign: Stipes Publishing.
- Chytrý, V. & Kroufek, R. (2017). Možnosti využití Likertovy škály – základní principy aplikace v pedagogickém výzkumu a demonstrace na příkladu zjišťování vztahu člověka k přírodě. *Scientia in educatione*, 8(1), 1–16.
- Illner, M. (2006). Velikost obcí, efektivita jejich správy a lokální demokracie. In Z. Vajdova, Z. Čermak & M. Illner (1990), *Autonomie a spolupráce: důsledky ustavení obecního zřízení v roce 1990*. Praha: Sociologický ústav Akademie věd.
- Johnson, B. & Manoli, C. C. (2011). The 2-MEV scale in the US: A measure of children's environmental attitudes based on the theory of ecological attitude. *Journal of Environmental Education*, 42(2), 84–97. <https://doi.org/10.1080/00958964.2010.503716>
- Kroufek, R. (2016). *Environmentální gramotnost studentů Učitelství pro 1. stupeň základní školy a možnosti jejího zjišťování* [Disertační práce]. PF JU, České Budějovice.
- Kruskal, W. H. & Wallis, A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583–621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- La Trobe, H. L. & Acott, T. G. (2000). A modified NEP/DSP environmental attitudes scale. *The Journal of Environmental Education*, 32(1), 12–20. <https://doi.org/10.1080/00958960009598667>
- Liefländer, A. K. & Bogner, F. X. (2014). The effects of children's age and sex on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 45(2), 105–117. <https://doi.org/10.1080/00958964.2013.875511>
- Mann, H. B. & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50–60. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>
- McBeth, W. & Volk, T. L. (2010). The national environmental literacy project: A baseline study of middle grade students in the United States. *The Journal of Environmental Education*, 41(1), 55–67.
- McBeth, W., Hungerford, H., Marcinkowski, T., Volk, T. L. & Meyers, R. (2008). National environmental literacy assessment project: Year 1, national baseline study of middle grades students final research report. U.S.: Environmental Protection Agency.
- McBeth, W., Hungerford, H., Marcinkowski, T., Volk, T. L. & Cifranick, K. (2011). The national environmental literacy assessment, phase two: Measuring the effectiveness of North American environmental education programs with respect to the parameters of environmental literacy. NOAA.
- McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R. & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? *Ecosphere*, 4(5), 1–20. <https://doi.org/10.1890/ES13-00075.1>

- McGartland Rubio, D. (2005). Alpha Reliability. In K. Kempf-Leonard (ed.), *Encyclopedia of social Measurement* (59–63). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00395-9>
- Nisbet, E. K. (2013). *Results of the David Suzuki foundation 30 × 30 nature challenge English survey*. David Suzuki Foundation.
- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M. & Murphy, S. A. (2009). The Nature relatedness scale. Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior*, 41(5), 715–740. <https://doi.org/10.1177/0013916508318748>
- Nisbet, E. K. & Zelenski, J. M. (2011). Underestimating nearby nature: Affective forecasting errors obscure the happy path to sustainability. *Psychological Science*, 22(9), 1101–1106. <https://doi.org/10.1177/0956797611418527>
- Ogunbode, Ch. A. & Arnold, K. (2012). A study of environmental awareness and attitudes in Ibadan, Nigeria. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 18(3), 669–684.
- Ogunbode, Ch. A. (2013). The NEP scale: Measuring ecological attitudes/worldviews in an African Context. *Environment, Development and Sustainability*, 15(6), 1477–1494.
- Petrusek, M. (2009). *Základy sociologie*. 1. vyd. Praha: Akademie veřejné správy o. p. s.
- Roth, C. E. (1968). *On the road to conservation*. Massachusetts Audubon.
- Roth, C. E. (1992). *Environmental literacy: Its roots, evolution, and directions in the 1990s*. Columbus: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Sakellari, M. & Skanavis, C. (2013). Environmental behavior and gender: An emerging area of concern for environmental education research. *Applied Environmental Education & Communication*, 12(2), 77–87. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2013.820633>
- Sekaran, U. (1992). *Research methods for business: A skill building approach*. 2nd ed. New York, NY: Wiley.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3 & 4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Shoukri, M. M. & Edge, V. L. (1996). *Statistical methods for health sciences*. Boca Raton: CRC Press.
- Schovajsová, J. (2010). *Současný stav environmentální výchovy na základních školách – vybrané aspekty environmentální gramotnosti dětí mladšího školního věku* [Disertační práce]. Olomouc: Univerzita Palackého, Pedagogická fakulta.
- Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- Statsoft. (2018). *Statistica 12*. Dostupné z <http://www.statsoft.cz/>
- Stevenson, K. T., Peterson, M. N., Bondell, H. D., Mertig, A. G. & Moore, S. E. (2013). Environmental, institutional, and demographic predictors of environmental literacy among middle school children. *PLoS ONE*, 8(3), 1–11.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059519>
- Stevenson, K. T., Carrier, S. J. & Peterson, M. N. (2014). Evaluating strategies for inclusion of environmental literacy in the elementary school classroom. *Electronic Journal of Science Education*, 18(8), 1–17.

- Svobodová, S. (2017). Vliv vybraných proměnných na environmentální gramotnost žáků 2. stupně základní školy. *Envigogika*, 12(1), 1–22. <https://doi.org/10.14712/18023061.539>
- Svobodová, S. & Kroufek, R. (2016). Environmentální gramotnost žáků 2. stupně v Žatci – výzkumná sonda. *Envigogika*, 11(2), 1–17. <https://doi.org/10.14712/18023061.514>
- Škoda, J. & Doulík, P. (2007). *Tvorba a hodnocení didaktických testů: cvičebnice pro studenty učitelství a účastníky kurzu DPS*. Ústí nad Labem: UJEP.
- Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2011(2), 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Tindall, D. B., Davies, S. & Mauboules, C. (2003). Activism and conservation behavior in an environmental movement: The contradictory effects of gender. *Society and Natural Resources*, 16(10), 909–932.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie 1*. 1. vyd. Praha: Karolinum.
- Van Liere, K. D. & Dunlap, R. E. (1980). The social bases of environmental concern: A review of hypotheses, explanations and empirical evidence. *Public Opinion Quarterly*, 44(2), 181–197.
- Volk, T., Hungerford, H. R. & Tomera, A. N. (1984). A national survey of curriculum needs as perceived by professional environmental educators. *Journal of Environmental Education*, 16(1), 10–19. <https://doi.org/10.1080/00958964.1984.9942696>
- Zelenski, J. M. & Nisbet, E. K. (2014). Happiness and feeling connected: The distinct role of nature relatedness. *Environment and Behavior*, 46(1), 3–23. <https://doi.org/10.1177/0013916512451901>
- Zelenski, J. M., Dopko, R. L. & Capaldi, C. A. (2015). Cooperation is in our nature: Nature exposure may promote cooperative and environmentally sustainable behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 42(6), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.01.005>
- Zelezny, L. C., Chua, P. P. & Aldrich, C. (2000). New ways of thinking about environmentalism: elaborating on gender differences in environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3), 443–457.

---

SILVIE SVOBODOVÁ, [silviesvobodova74@seznam.cz](mailto:silviesvobodova74@seznam.cz)  
Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií  
M. Rettigové 4, Praha, Česká republika

PŘÍLOHA 1 SUMARIZOVANÝ PŘEHLED POČTU  
RESPONDENTŮ PODLE JEDNOTLIVÝCH NÁSTROJŮ  
A ZAPOJENÝCH ŠKOL

VÝZKUMNÝ NÁSTROJ	POČET RESPONDENTŮ									
	celkem		v jednotlivých ročnících							
			6. ročník		7. ročník		8. ročník		9. ročník	
ZÁKLADNÍ ŠKOLY	d.	ch.	d.	ch.	d.	ch.	d.	ch.	d.	ch.
<b>CELKEM</b>	<b>1 752</b>	<b>501</b>	<b>415</b>	<b>391</b>	<b>445</b>					
	<b>885</b>	<b>867</b>	<b>245</b>	<b>256</b>	<b>202</b>	<b>213</b>	<b>216</b>	<b>175</b>	<b>222</b>	<b>223</b>
<b>MSELS</b>	<b>344</b>	<b>119</b>	<b>91</b>	<b>63</b>	<b>71</b>					
	<b>182</b>	<b>162</b>	<b>57</b>	<b>62</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>26</b>
Základní škola Žatec, nám. 28. října 1019, okres Louny		96		23		39		21		13
	52	44	13	10	17	22	13	8	9	4
Základní škola Žatec, Komenského alej 749, okres Louny		195		76		37		34		48
	110	85	38	38	24	13	17	17	31	17
Základní škola Měcholupy, okres Louny		53		20		15		8		10
	20	33	6	14	5	10	4	4	5	5
<b>NEP</b>	<b>390</b>	<b>134</b>	<b>71</b>	<b>84</b>	<b>101</b>					
	<b>195</b>	<b>195</b>	<b>60</b>	<b>74</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>52</b>	<b>32</b>	<b>53</b>	<b>48</b>
Základní škola Žatec, Jižní 2777, okres Louny		152		40		36		40		36
	70	82	15	25	11	25	23	17	21	15
Gymnázium Žatec, Studentská 1075, okres Louny		112		25		33		24		30
	69	43	18	7	17	16	17	7	17	13
Základní škola U Obory, Praha 10		126		69		2		20		35
	56	70	27	42	2	0	12	8	15	20
<b>2-MEV</b>	<b>578</b>	<b>163</b>	<b>150</b>	<b>149</b>	<b>116</b>					
	<b>290</b>	<b>288</b>	<b>78</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>72</b>	<b>80</b>	<b>69</b>	<b>54</b>	<b>62</b>
Gymnázium Teplic		114		30		28		27		29
	52	62	13	17	15	13	12	15	12	17
Základní škola, Ostrava-Poruba, Porubská 832		149		0		58		56		35
	73	76	0	0	30	28	27	29	16	19
Základní škola Beethovenova, Chomutov		57		22		17		18		0
	35	22	13	9	9	8	13	5	0	0
Základní škola Broumovská, Liberec		132		42		45		28		17
	74	58	25	17	22	23	16	12	11	6
Základní škola U Obory, Praha 10		126		69		2		20		35
	56	70	27	42	2	0	12	8	15	20
<b>NRS</b>	<b>440</b>	<b>85</b>	<b>103</b>	<b>95</b>	<b>157</b>					
	<b>218</b>	<b>222</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	<b>87</b>
Základní škola T. G. Masaryka, Štětí		85		22		22		19		22
	36	49	14	8	9	13	8	11	5	17
Gymnázium Žatec, Studentská 1075, okres Louny		112		25		33		24		30
	69	43	18	7	17	16	17	7	17	13
Základní škola Olomouc, Zeyerova 28		44		0		0		0		44
	19	25	0	0	0	0	0	0	19	25
Základní škola Žatec, Petra Bezruče 2000, okres Louny		107		18		30		34		25
	44	63	7	11	13	17	12	22	12	13
Základní škola Beethovenova, Chomutov		92		20		18		18		36
	50	42	11	9	9	9	13	5	17	19

## PŘÍLOHA 2 NĚP

### LIMITY RŮSTU

Blížíme se limitu počtu lidí, které Země dokáže uživit.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Země má dostatek přírodních zdrojů, pouze se je musíme naučit využívat.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Země je jako kosmická loď s omezeným prostorem a zdroji.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### ANTIANTROPOCENTRISMUS

Lidé mají právo upravovat přírodní prostředí podle svých potřeb.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Rostliny a živočichové mají stejné právo na existenci jako lidé.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Lidé byli stvořeni, aby vládli zbytku přírody.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### PŘÍRODNÍ ROVNOVÁHA

Lidské zásahy do přírody vedou často ke katastrofálním dopadům.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Rovnováha v přírodě je dost silná na to, aby zvládla vliv moderní průmyslové společnosti.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Rovnováha v přírodě je velice křehká a snadno může být rozvrácena.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### NEODLUČITELNOST OD PŘÍRODY

Lidská vynalézavost zajistí, že nikdy ne učiníme Zemi neobyvatelnou.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Navzdory našim schopnostem jsme stále podřízeni zákonům přírody.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Lidé se nakonec naučí dost o tom, jak příroda funguje, aby byli schopni ji kontrolovat.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### EKOLOGICKÁ KRIZE

Lidé těžce poškozují životní prostředí.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Tak zvaná ekologická krize, které čelíme, je často přehnaně zveličována.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Pokud vše bude probíhat tak jako dosud, zažijeme brzy velkou ekologickou katastrofu.

- a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím



## PŘÍLOHA 3 2-MEV

	souhlasím	spíše souhlasím	nevím	spíše nesouhlasím	nesouhlasím
1. Kdybych měl/a nějaké peníze navíc, dal/a bych je na ochranu přírody.					
2. Abych v zimě ušetřil/a energii, zkontroluji, jestli topení v mém pokoji netopí zbytečně moc.					
3. Líbilo by se mi sedět na kraji rybníka a pozorovat vážky.					
4. Lidé mají právo měnit své životní prostředí (přírodu) ve svůj prospěch.					
5. Stavět nové silnice je tak důležité, že by se kvůli nim měly kácet stromy.					
6. Pomáhal/a bych sehnat peníze na ochranu přírody.					
7. Vždy zhasnu světlo, když už nepotřebuji svítit.					
8. Rád/a chodím na výlety ven z města, třeba do lesa.					
9. Mám raději udržovaný trávník než louku, kde roste tráva divoce.					
10. Protože komáři žijí v bažinách, měly by se bažiny vysušit a jejich půda využívat pro zemědělství.					
11. Snažím se říkat ostatním, že příroda je důležitá.					
12. Snažím se šetřit vodou tak, že se sprchuji krátkou dobu nebo vypínám kohoutek při mytí zubů.					
13. Mám rád/a klid a ticho přírody.					
14. Aby měli lidé dost jídla, musí se divoká příroda přeměnit na pole.					
15. Lidé mají vládnout přírodě.					
16. Plevel by se měl vyhubit, protože zabírá místo rostlinám, které potřebujeme.					

## PŘÍLOHA 4 NRS

### NR JÁ

Vždy myslím na to, jak mé chování může ovlivnit životní prostředí.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Mé spojení s přírodou a přírodním prostředím je součástí mého duchovního života.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Plně si uvědomuji problémy ohrožení životního prostředí.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Nejsem oddělen/a od přírody, ale jsem její součástí.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Můj vztah k přírodě nemá vliv na to, jak žiji v každodenním životě.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

I uprostřed města si všímám přírodních prvků.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Můj vztah k přírodě je důležitou částí mé vlastní osobnosti.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Uvažuji hodně o utrpení zvířat.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Cítím, že jsem silně spojený/á se všemi živými tvory na zemi.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### NR PERSPEKTIVA

Některé živočišné a rostlinné druhy prostě musí vyhynout.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Lidé mají právo využívat přírodní zdroje zcela libovolným způsobem.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

To, co dělám, nemůže ovlivnit ekologické problémy v jiných místech planety.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Zvířata, ptáci a rostliny nemohou mít stejná práva jako mají lidé.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Ochrana přírody není nezbytná, protože příroda sama je natolik silná, že se dokáže vzpamatovat z lidských zásahů.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Současný stav přírodních druhů ukazuje, jak to v budoucnu dopadne s lidstvem.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

### NR PROŽITKY

Chodím rád/a ven, i když zrovna není příjemné počasí.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Ideální místo pro prázdniny nebo dovolenou by pro mě bylo někde v odlehlé divoké přírodě.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Baví mě rýpat se v zemi a vůbec mi nevadí, že si při tom ušpiním ruce.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Všímám si volně žijících zvířat, ať jsem kdekoli.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Nenavštěvuji často přírodu.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím

Představa, že jsem v hlubokých lesích pryč od civilizace, je pro mě velmi děsivá.

a) souhlasím b) spíše souhlasím c) nevím d) spíše nesouhlasím e) nesouhlasím



9. Nevěnoval/a bych vlastní peníze na ochranu přírody a životního prostředí.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
10. Abych snížil/a znečištění ovzduší, chodil/a bych více pěšky.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
11. Netřídil/a bych odpad kvůli recyklaci.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
12. Byl/a bych ochotný/á věnovat vlastní peníze na pomoc při ochraně divokých zvířat.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
13. Abych šetřil/a energiemi, byl/a bych ochotný/á používat úspornější žárovky.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
14. Abych šetřil/a vodou, byl/a bych ochotný/á vypínat vodu při čištění zubů.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
15. Byl/a bych ochotný/á předávat environmentální informace o místním problému.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
16. Byl/a bych ochotný/á písemně požádat ostatní, aby pomáhali snižovat znečištění.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím
17. Byl/a bych ochotný/á přesvědčovat ty, kteří nerecyklují, aby recyklovat začali.
  - a) souhlasím
  - b) spíše souhlasím
  - c) nejsem si jistý
  - d) spíše nesouhlasím
  - e) nesouhlasím

### C. ENVIRONMENTÁLNÍ SENZITIVITA (ČESKÝ PŘEKLAD SVOBODOVÁ, KROUFEK)

V několika následujících otázkách se Tě budeme ptát na míru Tvé citlivosti k přírodě a životnímu prostředí, tedy na pocity, které prožíváš směrem k přírodě a životnímu prostředí.

U každé otázky zakroužkuj odpověď, která nejpřesněji vystihuje Tvé pocity/vnímání.

18. Tvůj vztah k přírodě a životnímu prostředí je:
  - a) velmi silný
  - b) silný
  - c) středně silný
  - d) slabý
  - e) minimální
19. Vztah tvé rodiny k přírodě a životnímu prostředí je:
  - a) velmi silný
  - b) silný
  - c) středně silný
  - d) slabý
  - e) minimální
20. Jak často trávíš rodinnou dovolenou či výlety ve volné přírodě?
  - a) velmi často
  - b) často
  - c) průměrně
  - d) občas
  - e) nikdy
21. Jak často lovíš nebo rybaříš?
  - a) velmi často
  - b) často
  - c) průměrně
  - d) občas
  - e) nikdy

22. Jak často se věnuješ aktivitám typu procházky, turistika, cyklistika, potápění nebo kanoistika?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
23. Jak často se věnuješ pozorování ptáků nebo fotografování přírody?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
24. Jak často se účastníš kempování v rámci zájmové organizace (např. sportovní oddíl, kroužek, skaut atd.)?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
25. Jak často trávíš čas v přírodě sám, nikoli jako člen nějaké skupiny?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
26. Jak často se bavíš četbou knih či časopisů o přírodě nebo životním prostředí?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
27. Jak často se bavíš sledováním pořadů o přírodě nebo životním prostředí?  
 a) velmi často      b) často      c) průměrně      d) občas      e) nikdy
28. Myslím si, že mí učitelé mají pozitivní vztah k přírodě a životnímu prostředí.  
 a) souhlasím      b) spíše souhlasím      c) nejsem si jistý  
 d) spíše nesouhlasím      e) nesouhlasím

#### D. VZTAH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ (ČESKÝ PŘEKLAD SVOBODOVÁ, KROUFEK)

U každé otázky zakroužkuj odpověď, která nejpřesněji vystihuje míru Tvého souhlasu.

29. Miluji přírodu a životní prostředí.  
 a) zcela souhlasím      b) spíše souhlasím      c) neutrální postoj  
 d) spíše nesouhlasím      e) zcela nesouhlasím
30. Nenávidím přírodu a životní prostředí.  
 a) zcela souhlasím      b) spíše souhlasím      c) neutrální postoj  
 d) spíše nesouhlasím      e) zcela nesouhlasím

## Vliv procvičování na Khan Academy na znalosti a dovednosti žáků v matematice

*Jiří Vančura*

### Abstrakt

Ve dvou předkládaných kvantitativních studiích jsme zkoumali vliv procvičování učiva matematiky pomocí interaktivní sbírky úloh Khan Academy na znalosti a dovednosti žáků čtyřletého gymnázia. V první studii z roku 2016/2017 jsme se zaměřili na přenos naučených procedurálních znalostí a dovedností z anglického prostředí Khan Academy do českého školního kontextu. Ve druhé studii z roku 2017/2018 jsme se věnovali otázce rozvoje konceptuálních znalostí skrze procvičování procedurálních dovedností. Obě studie probíhaly na stejném vzorku 44 žáků ze dvou tříd pražského gymnázia. Data jsme analyzovali pomocí testování hypotéz s hladinou spolehlivosti 5 %. Autor studií byl v době výzkumu učitelem matematiky těchto žáků. Zatímco v první studii byl přínos procvičování statisticky významný, ve druhé studii nebyl rozvoj konceptuálních znalostí žáků tak jednoznačný. Sekundárně jsme se věnovali žakovskému vnímání vlivu Khan Academy na jejich znalosti a dovednosti.

**Klíčová slova:** online procvičování, Khan Academy, konceptuální znalost, procedurální znalost, Bloomova taxonomie.

## The Impact of Khan Academy Practice on the Knowledge and Skills of Pupils in Mathematics

### Abstract

The two presented quantitative studies examine the degree to which the online practice available from the Khan Academy helps improve the knowledge and skills of grammar school students. The first study, carried out in 2016/2017, focused on the transfer of procedural knowledge acquired via the Khan Academy online platform into the Czech classroom context. The second study, carried out in 2017/2018, investigates the development of conceptual knowledge through online practice or procedural knowledge. Both studies worked with an identical sample of 44 students, namely two same grade classes of a grammar (high) school in Prague. Collected data were subjected to a hypothesis testing with a 5% significance level. At the time when the study was performed, the researcher was employed as the math teacher of the two respective classes. Whereas the first study arrived at statistically significant and strongly positive results, the second study did not indicate any significant development of the students' conceptual knowledge. Secondly, we investigated the students' views on the benefits of online practice for their knowledge and skills.

**Key words:** online practice, Khan Academy, conceptual knowledge, procedural knowledge, Bloom's taxonomy.

Tvrzení, že dobré porozumění matematickým konceptům podporuje procedurální dovednosti, je odborníky dlouhodobě akceptováno. Otázkou zůstává, zda i naopak osvojení procedurálních dovedností podporuje konceptuální znalost (Allock et al., 2016). V rešeršním článku (Rittle-Johnson et al., 2015) dospívají autoři k názoru, že platí i opačný vztah, kdy dostatečné zvládnutí procedur a postupů řešení úloh přispívá k lepšímu porozumění konceptům. Ke stejnému názoru se přiklání i kniha (Rittle-Johnson & Schneider, 2016), nicméně empirických podkladů pro tento závěr není mnoho. Proto jsme se na tuto otázku také zaměřili.

Vhodným a velmi populárním nástrojem k získávání procedurálních dovedností je Khan Academy (dále jen KA) a její interaktivní sbírka matematických úloh. Navíc zavádění digitálních technologií do výuky matematiky je trendem posledních let. Přes velkou popularitu KA chybí empirické výzkumy o jejím vlivu na znalosti a dovednosti žáků. Cílem našich studií bylo prověřit jednak přínos procvičování na Khan Academy v oblasti procedurálních znalostí žáků, na které KA prvoplánově cílí, a následně zjistit, zdali procedurální zvládnutí úloh podporuje i konceptuální znalosti. Sekundárně jsme se zaměřili na žákovské vnímání přínosů KA pro jejich znalosti a dovednosti.

KA je koncipována spíše k samostudiu, proto ji v našich studiích využíváme k domácímu procvičování, které je ve vhodné formě dle výzkumů přínosem především při výuce matematiky na střední škole, viz kapitola 1.3. Interaktivní sbírka na KA je z hlediska domácího procvičování v souladu s výzkumy a představuje tak ideální nástroj k odpovědi na naše výzkumné otázky.

Vzhledem k omezenému vzorku 44 žáků v naší studii jsme zvolili netradiční design, kdy jsme opakovaně pretestovali a posttestovali žáky v symetrickém vzorci. Z organizačních důvodů také nebylo možné vyčlenit kontrolní skupinu, proto každý žák byl vždy buď pretestován nebo posttestován. Takto jsme získali dostatečné množství relevantních dat, které jsme následně podrobili testování hypotéz s hladinou spolehlivosti 5 %.

V souladu s rozsáhlou implementační studií z USA (Murphy et al., 2014) a s naší předchozí studií (Vančura, 2016) se žáci na KA neučili nové dovednosti, ale procvičovali řešení již probraných typů úloh.

## 1 TEORETICKÝ RÁMEC

### 1.1 PROCEDURÁLNÍ A KONCEPTUÁLNÍ ZNALOST

Mezi odbornou veřejností panuje jednoznačnější shoda na pojmu procedurální znalosti, který označuje schopnost provádět dané procedury či postupy k řešení známých problémů (Rittle-Johnson & Schneider, 2016). Procedurální znalost obsahuje nejen znalost matematických objektů a způsobů manipulace s nimi, ale také znalost způsobu zápisu a reprezentace těchto objektů (Haapasalo & Kadijevich, 2000). Definice pojmu konceptuální znalosti není v odborné veřejnosti ustálená, obecně se jedná o znalost faktů, principů a konceptů, které jsou spíše abstraktní (Rittle-Johnson & Schneider, 2016). Procedurální znalost obvykle vyžaduje prosté, bezmyšlenkovité použití naučeného postupu, zatímco konceptuální znalost většinou vyžaduje vědomé rozmyšlení postupu (Haapasalo & Kadijevich, 2000). Pro účely kvantitativní, empirické studie jsou stěžejní metody ověřování, které nám také lépe ilustrují rozdíly mezi oběma skupinami znalostí.

Stejně jako samotná definice jsou i metody ověřování procedurálních znalostí jasněji vymezené. Testové úlohy téměř vždy vyžadují řešení typově známého problému



s využitím známé procedury. Měřena je pak zpravidla správnost a přesnost výsledků či procedur (Rittle-Johnson & Schneider, 2016). Občas výzkumníci do procedurální znalosti zahrnují i schopnost použít známou proceduru v neznámém kontextu nebo schopnost ji mírně upravit pro účely nového problému (Rittle-Johnson, 2006; Renkl et al., 1998). Jako příklad ověřující procedurální znalost uvádí Haapasalo a Kadijevich (2000) úlohu, kde je zadaná vzdálenost mezi dvěma městy, ze kterých vyráží proti sobě dvě auta různou, zadanou rychlostí, a úkolem žáka je určit, za jak dlouho se auta setkají. Haapasalo a Kadijevich dále doplňují, že i procedurální znalost může vyžadovat vědomé přemýšlení, kdy žák například zkombinuje dva postupy k řešení daného problému.

Metody ověřování konceptuálních znalostí jsou, stejně jako definice, pestřejší a zahrnují mnoho různých typů úloh. Testové úlohy by měly být pro žáky nové, aby žák musel řešení odvodit z převážně abstraktních, konceptuálních znalostí (Rittle-Johnson & Schneider, 2016). Obecně zde najdeme úlohy vyžadující vysvětlování, ilustrování na příkladech, rozřazování do kategorií, vytváření definic nebo hypotéz apod. Konceptuální znalost je ověřována například úlohami, kde má žák zhodnotit správnost předloženého řešení (Dixon et al., 2001; Star & Rottle-Johnson, 2009), uspořádat příklady do daných kategorií (Lavigne, 2005), vybrat nebo vytvořit definici daného konceptu (Knuth et al., 2006) či vysvětlit, proč daný postup funguje (Berthold & Renkl, 2009). Na druhou stranu ani úlohy ověřující konceptuální znalost nemusí být otevřené, Kadijevich a Marinkovic (2006) uvádí následující příklad testující konceptuální znalost: „Dvě fixy stojí více než tužky, stojí pět fixů více než sedm tužek?“

Kvůli nejednoznačnosti definice konceptuálních znalostí jsme se rozhodli pro ověřování použít Bloomovu taxonomii, která je naopak dobře ukotvená a stále hojně využívaná k ověřování znalostí žáků. V Bloomově taxonomii najdeme úlohy ověřující procedurální znalosti v matematice téměř výhradně ve skupině 3 (Aplikovat) dimenze kognitivního procesu, zatímco úlohy ověřující konceptuální znalosti v matematice najdeme převážně v ostatních skupinách mimo skupiny 1 (Zapamatovat), viz následující kapitola 1.2. Z Bloomovy taxonomie jsme vybrali ty kategorie, které dle všech výše uvedených vymezení spadají výhradně do skupiny procedurálních (3.a – provádět naučený postup v typově známé úloze), respektive konceptuálních znalostí (2.b – ilustrovat daný koncept na vhodném příkladu, 5.a – kontrolovat správnost předloženého postupu řešení), viz dále.

Z výzkumů je zřejmé, že konceptuální a procedurální znalosti spolu souvisí (Rittle-Johnson & Schneider, 2016) a existuje řada studií, které ukazují, že rozvoj konceptuálních znalostí zlepšuje i znalosti procedurální. Evidence pro opačný vztah již není tak silná (Rittle-Johnson et al., 2015), existují studie, dle kterých rozvoj procedurálních znalostí zlepšuje i konceptuální znalosti, tak studie, které nezjistili významné zlepšení konceptuálních znalostí (Kamii & Dominick, 1997). Proto se v našich studiích zaměřujeme i na tuto otázku.

## 1.2 REVIDOVANÁ BLOOMOVA TAXONOMIE

Původní Bloomova taxonomie, definovaná v roce 1956 (Bloom, 1956), rozlišovala 6 úrovní kognitivních dovedností. Úrovně byly navíc hierarchické, kdy dosažení dané úrovně vyžadovalo zvládnutí všech nižších úrovní. O půl století později vznikla revidovaná Bloomova taxonomie (Anderson & Krathwohl, 2001), dále jen RBT, která jednak mírně upravila a podrobněji rozpracovala dimenzi kognitivních dovedností (procesů), zrušila jejich hierarchii s výjimkou úrovně 1 a zavedla druhou, znalostní

dimenzi. Výhodou RBT oproti obecné teorii konceptuálních a procedurálních znalostí je jasnější klasifikace vzdělávacích cílů a především jednoznačný seznam typů úloh určených k ověřování jednotlivých vzdělávacích cílů.

V RBT reprezentované tab. 1 označuje každá buňka tabulky jednu kategorii vzdělávacích cílů, které mají po revizi dvě dimenze. Vodorovná dimenze odpovídá původní Bloomově taxonomii a nazývá se Dimenze kognitivního procesu. V této dimenzi najdeme šest hlavních úrovní, které se dále dělí na užší podúrovně. Naše studie pracují s úrovněmi 2, 3 a 5, proto uvedeme i jejich podúrovně. Úroveň 2 (rozumět) se dále dělí na dovednosti: 2.a – interpretovat, 2.b – ilustrovat na příkladech, 2.c – klasifikovat, 2.d – sumarizovat, 2.e – vyvozovat, 2.f – porovnávat, 2.g – vysvětlovat. Úroveň 3 (Aplikovat) se dále dělí na podúrovně: 3.a – provádět, 3.b – implementovat. Úroveň 5 (Hodnotit) se dále dělí na podúrovně: 5.a – kontrolovat, 5.b – posuzovat. Dle RBT se již nejedná o taxonomii v pravém slova smyslu, tedy žák může dosáhnout vyšších úrovní, aniž by si osvojil úrovně nižší s výjimkou úrovně 1, která je nutným předpokladem pro všechny další úrovně. Žáci mohou například aplikovat, aby zlepšili svou schopnost rozumět (Anderson, 2005). Vyššími kognitivními dovednostmi nebo procesy označujeme dovednosti od úrovně 2 výš.

Tab. 1: Revidovaná Bloomova taxonomie s naznačenou výzkumnou otázkou ii)

Dimenze kognitivního procesu / Znalostní dimenze	1) Zapamatovat	2) Rozumět	3) Aplikovat	4) Analyzovat	5) Hodnotit	6) Tvořit
I) Znalost faktů						
II) Konceptuální znalost						
III) Procedurální znalost						
IV) Metakognitivní znalost						

Znalostní dimenze byla přidána s cílem sjednotit Bloomovu taxonomii napříč předměty, kdy původní taxonomie byla vždy upravována pro potřeby konkrétního předmětu či výukové oblasti (Anderson, 2005). Úrovně II a III této dimenze ne zcela odpovídají procedurální a konceptuální znalosti z předchozí kapitoly, zde se jedná o obsahové vymezení vzdělávacího cíle a tvoří jen jednu z jeho dvou složek. Znalost faktů zahrnuje především terminologii a základní pojmy nezbytné pro orientaci v předmětu. Konceptuální znalost dle RBT obsahuje klasifikaci a kategorie faktů, principy, teorie, modely a struktury a také souvislosti mezi nimi. Procedurální znalost dle RBT sestává z postupů, metod a algoritmů, které řeší daný typ problémů. Konečně metakognitivní znalost zahrnuje znalost svých vlastních schopností a limitů, znalost strategií a možností seberegulace, obecně znalost o kognici.

Vzdělávací cíl tak sestává ze dvou složek, například cíl: „Žák používá doplnění na čtverec k vyřešení kvadratické rovnice.“ spadá do úrovně 3 dimenze kognitivních procesů a úrovně III dimenze znalostí. Vzdělávací cíle nejsou rovnoměrně rozprostřeny napříč celou tabulkou RBT a toto rozdělení se pro jednotlivé vzdělávací oblasti velmi liší. Například v matematice se většina vyučování a často i výzkumu zaměřuje právě na buňku 3-III neboli aplikování procedurálních znalostí (Crompton et al., 2018).

Procedurální znalost vymezenou v předchozí kapitole najdeme především ve zmíněné buňce 3-III a pro účely studie za procedurální znalost považujeme pouze znalosti v buňce 3.a-III, neboť buňku 3.b implementaci, která vyžaduje volbu a úpravu postupu pro řešení nové úlohy, by někteří autoři mohli řadit spíše ke konceptuální znalosti (Haapasalo & Kadujevich, 2000; Star, 2005).

Konceptuální znalost z minulé kapitoly je rozprostřena převážně ve druhém řádku RBT, ale najdeme ji i v buňce 5-III, kam spadá například hodnocení předloženého řešení úlohy. Ve studii se nezaměřujeme na všechny úrovně odpovídající konceptuální znalostí, ale vybíráme jen dvě kategorie vzdělávacích cílů – 2.b-II (ilustrovat koncept na příkladech) a 5.a-III (kontrolovat správnost předloženého postupu řešení), jak ukazuje tab. 1. Tyto kategorie jsme zvolili, neboť vyhovují všem výše uvedeným vymezením pojmu konceptuální znalost, a protože je, na rozdíl od mnohých dalších, možné vytvářet mnoho testových úloh, které je ověřují téměř v každé oblasti středoškolské matematiky. Lze je tak spolehlivě a opakovaně testovat a navíc se dají dobře navázat na úlohy z KA. Testové úlohy zaměřené na kategorii 5.a-III předkládají postup řešení matematické úlohy a vyžadují od žáka ověření správnosti tohoto postupu. V návrhu testových úloh kategorie 5.a-III vycházíme z postupů, které žáci procvičovali, a vkládáme do nich chybné kroky. Testové úlohy kategorie 2.b-II pracují s koncepty, které žáci procvičovali, a vyžadují uvedení příkladů podobných těm, se kterými již žáci pracovali, např. graf funkce rostoucí na intervalu  $(-3; 3)$ . Jiné, vyšší kognitivní dovednosti jsme netestovali, neboť jsme s ohledem na menší výzkumný vzorek nechtěli studii příliš roztříštit a omezit tak signifikantnost výsledků.

Konkrétní příklady úloh z procvičování a souvisejících testových úloh jsou uvedeny v kapitole 3.4.

### 1.3 DOMÁCÍ ÚKOLY A PROCVIČOVÁNÍ

Domácí úkoly jsou běžnou složkou výuky matematiky na střední škole. Z řady studií vyplývá, že žáci úkolům věnují více úsilí, pokud je jejich práce pečlivě kontrolována (Strandberg, 2013). Pokud naopak učitel domácí úkoly nehodnotí a bez větší pozornosti je přechází, mají žáci pocit, že při plnění úkolu mrhají svým časem (Strandberg, 2013; Wilson & Rhodes, 2010). Je přínosné, pokud jsou žáci přesvědčeni, že úkoly jsou smysluplné a že je jejich úsilí oceňováno (Bempechat et al., 2011). Žáci, kteří navštěvují školy s větším množstvím domácích úkolů, dosahují lepších výsledků. Tento vztah však neplatí univerzálně napříč předměty a ročníky. Nejsilnější je korelace právě u matematiky (Fan et al., 2017; Trautwein & Lüdtke, 2009). Co se týče ročníku, nejsilnější korelace vychází v případě studentů středních škol, naopak u žáků prvního stupně je tato korelace téměř nulová (Fan et al., 2017). Žáci, kteří dosahují lepších výsledků, tráví plněním domácích úkolů méně času v rámci třídy (Dettmers et al., 2010). Poměrně známá studie (Mueller & Dweck, 1998) ukázala, že pokud oceňujeme inteligenci žáků, můžeme tím snížit jejich motivaci, výkon i sebevědomí. Naopak, oceňujeme-li úsilí žáků, můžeme jejich motivaci i výkon zvýšit. Pokud dokážeme objektivně měřit úsilí, které žáci vynaložili při plnění domácích úkolů, dává nám to jako učitel velmi účinný nástroj pro motivaci a hodnocení žáků.

Pár studií naznačuje, že prostředí, které žákům umožňuje cvičení opakovat, poskytuje okamžitou zpětnou vazbu a nápovědy, může vést k lepším výsledkům než prostředí, které žákům odhalí správnou odpověď bez možnosti opravy (Attali, 2015; Clarina & Koul, 2003). Níže popsaná interaktivní cvičení z matematiky, která KA nabízí, jsou v souladu s výše uvedenými poznatky.

## 2 KHAN ACADEMY

Podrobný popis prostředí KA a možnosti jeho využití ve výuce matematiky jsme podrobně popsali v článku (Vančura, 2018b). Zde se proto omezíme na stručný popis a vlastnosti KA související s popisovanými studii.

KA je nezisková organizace, která nabízí bezplatné online vzdělávací zdroje v anglickém jazyce. Na počátku, v roce 2008, platforma nabízela pouze matematická, výuková videa, která si ale získala mezi uživateli značnou oblibu, i kvůli nim patří mezi nejpoužívanější vzdělávací weby s více než 60 miliony návštěvníků měsíčně (Similar web, 2019). Dnes KA nabízí širokou paletu vzdělávacích zdrojů pokrývajících většinu školské matematiky od základní školy po základy vysokoškolské matematiky, přírodní vědy, historii, informatiku a další oblasti. Mimo výukových videí nabízí také interaktivní sbírku úloh z matematiky, kterou využíváme v našich studiích a kterou popíšeme podrobněji. Přes velkou oblibu KA přetrvává nedostatek studií, které by empiricky zkoumaly vliv KA na znalosti a dovednosti žáků. Proto jsme se rozhodli provést studie právě s tímto zaměřením.

Sbírka je rozdělena do patnácti kapitol dle témat a dvanácti kapitol dle ročníku. Každé z celkem 1497 cvičení obsahuje řadu úloh zaměřených na jednu danou znalost. Cvičením tedy označujeme soubor úloh se stejným zaměřením.

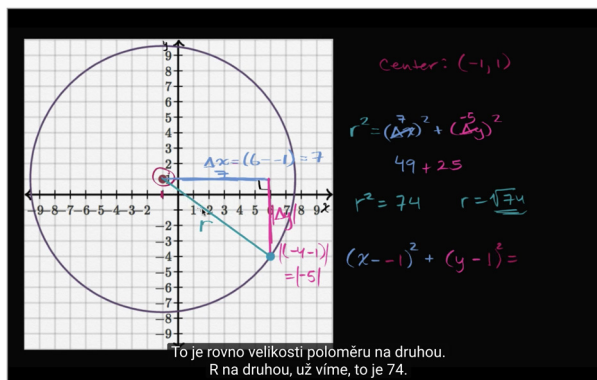
K interaktivní sbírce úloh můžeme přistupovat buď v roli žáka, nebo v roli učitele. Žákovi sbírka nabízí procvičování s okamžitou zpětnou vazbou. Žák si u každé úlohy může zobrazit vzorový postup řešení této úlohy nebo výukové video vysvětlující řešení analogického příkladu. Ke splnění cvičení musí žák vyřešit alespoň 70 % zadaných úloh napoprvé a bez zobrazení vzorového postupu. Níže ilustrujeme žákovské procvičování podrobně na konkrétním příkladu a dále popisujeme možnosti učitelského profilu, který nabízí podrobný přehled o procvičování a úspěšnosti žáků.

Podívejme se nyní podrobněji na konkrétní cvičení. Jako ilustrační příklad použijeme cvičení *Write standard equation of a circle* (obr. 1). Úkolem žáka je zapsat středovou rovnici kružnice dané kružnice (obr. 1 – [4]). Rovnici je třeba napsat do textového pole [3], které je uzpůsobené k zadávání matematických vzorců. Odpo-

The screenshot shows a Khan Academy exercise titled "Write standard equation of a circle". The main instruction is "Write the equation of the circle graphed below." A coordinate plane is shown with a circle centered at (2, -5) and a radius of 2. A calculator interface is open above the graph, with the equation  $(x-2)^2$  entered in the input field. The calculator interface includes a grid of mathematical symbols and a "Show Calculator" button. The exercise title is "Write standard equation of a circle". Below the calculator, there are links for "Stuck? Watch a video or use a hint." and "Report a problem". At the bottom, there is a progress indicator and a "Check" button.

Obr. 1: Screenshot cvičení na Khan Academy

Obr. 2: Screenshot výukového videa na Khan Academy



Obr. 3: Screenshot vzorového řešení úlohy z obr. 1

**1 / 4 The strategy**

The equation of a circle with center  $(h, k)$  and radius  $r$  is given below.

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

From the graph, we can see that the circle is centered at  $(2, -5)$ .

We can also see that the circle passes through the point  $(0, -4)$ . Therefore, we can find the radius by calculating the distance between these points.

**2 / 4 Finding the radius**

Using the distance formula, we can calculate the distance,  $D$ , between  $(2, -5)$  and  $(0, -4)$  as follows.

$$D = \sqrt{(2 - 0)^2 + (-5 - (-4))^2} = \sqrt{5}$$

**3 / 4 Writing the equation of the circle**

We are given that the center of this circle is  $C = (2, -5)$  and we have found that its radius is  $\sqrt{5}$ . Therefore, the standard equation of this circle can be written as follows.

$$(x - 2)^2 + (y - (-5))^2 = (\sqrt{5})^2$$

We can simplify this equation by removing double negative signs and evaluating the expression on the right hand side of the equation.

$$(x - 2)^2 + (y + 5)^2 = 5$$

*[Got it, thanks!]*

Unless otherwise specified, the equation of a circle can be written in any form. For example, we can rewrite  $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$  in the following equivalent forms.

- $x^2 - 2xh + h^2 + y^2 - 2yk + k^2 - r^2 = 0$
- $\frac{(x - h)^2}{r^2} + \frac{(y - k)^2}{r^2} = 1$

We can also choose any other form, but the standard form is the easiest form to work with in most cases.

**4 / 4 Summary**

The equation of the graphed circle is given below.

$$(x - 2)^2 + (y + 5)^2 = 5$$

veď žák potvrdí stiskem tlačítka *Check* [7]. V případě, že žák odpoví chybně, musí chybu napravit a zapsat rovnici správně, poté může pokračovat k další úloze, ale tato úloha již nebude započítána jako splněná. Pokud žák nedokáže chybu opravit nebo si s řešením vůbec neví rady, má dvě možnosti nápovědy, které zobrazí kliknutím na odkaz [5]. První možností je výukové video, které podrobně popisuje řešení podobného příkladu (obr. 2). Video je doprovázeno anglickým výkladem a některá videa nabízejí i české titulky. Druhou možností je zobrazení podrobného vzorového postupu řešení dané úlohy (obr. 3), v tom případě ale úloha nebude započítána jako splněná. Na konci vzorového postupu žák najde správnou odpověď, přesto je třeba ji zadat do textového pole [3]. Tečky ve spodní části obrazovky [6] znázorňují žákovu úspěšnost. Úlohy, které vyřeší napoprvé a bez zobrazení vzorového postupu správně, jsou započítány jako splněné a znázorněny zelenou tečkou, ostatní úlohy jsou pak znázorněny šedou tečkou. Po dokončení všech úloh ve cvičení se žákovi zobrazí shrnutí, které mimo jiné ukazuje jeho procentuální úspěšnost. Cvičení je započítáno jako splněné, pokud žák správně, napoprvé a bez nápovědy vyřešil alespoň 70 % úloh, v opačném případě musí cvičení opakovat s jinými úlohami. Počet úloh ve cvičení se pohybuje zpravidla mezi čtyřmi a sedmi.

Nyní přejdeme k učitelskému přístupu ke sbírce úloh. Podrobně je využití učitelského účtu popsáno v článku (Vančura, 2018b). Učitel může jednotlivým žákům zadávat libovolná cvičení se zvoleným termínem splnění. Následně má učitel velmi podrobný přehled o činnosti jeho žáků na KA. U každé úlohy, kterou žák řešil, vidí učitel jeho odpověď, případně odpovědi, pokud žák neodpověděl napoprvé správně a odpověď opravoval. Dále si může učitel zobrazit souhrnnou tabulku, kde vidí procentuální úspěšnost jednotlivých žáků v jednotlivých cvičeních (obr. 4), tabulka zobrazuje vždy nejlepší dosažený výsledek. V naší studii jsme tak mohli snadno identifikovat žáky, kteří splnili domácí procvičování.

STUDENTS	 Power rule (with rewriting the expression) Feb 6	 Differentiate integer powers (mixed positive) Feb 6	 Derivatives of sin(x) and cos(x) Feb 6	 Basic derivative rules: find the error Jan 30	 Basic derivative rules: table Jan 30	 Power rule (positive integer powers) Jan 30	 Differentiate polynomials Jan 30	 Secant lines & average rate of change Jan 23
[redacted]	75	100	75	75	-	75	50	-
[redacted]	-	-	-	100	100	100	25	100
[redacted]	-	-	-	100	-	100	50	-
[redacted]	100	100	100	100	100	100	100	-
[redacted]	100	100	100	100	100	100	100	100
[redacted]	100	75	100	100	100	100	100	100
[redacted]	75	25	100	100	100	100	75	100
[redacted]	75	75	50	75	100	100	100	75
[redacted]	100	100	100	100	100	100	100	100
[redacted]	100	100	100	100	100	100	100	100
[redacted]	75	75	75	75	100	100	100	75

Obr. 4: Tabulka úspěšnosti žáků v jednotlivých cvičeních

### 3 METODIKA

V rámci našich dvou studií jsme se zaměřili na následující výzkumné otázky.

#### 3.1 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

- i) Umí žáci procedurální znalosti v oblasti analytické geometrie a komplexních čísel získané při procvičování na Khan Academy použít v českém školním kontextu?
- ii) Rozvíjí procvičování na Khan Academy konceptuální znalosti, konkrétně vyšší kognitivní dovednosti 2.b-II – ilustrovat koncept na vhodných příkladech a 5.a-III – kontrolovat správnost předloženého postupu dle RBT v oblasti diferenciálního a integrálního počtu (tab. 1)?
- iii) Jak přínosné je procvičování na Khan Academy dle vnímání žáků z hlediska jejich znalostí?

K zodpovězení otázek jsme provedli dvě kvantitativní studie ve školních letech 2016/2017 a 2017/2018. První studie se zaměřila na výzkumnou otázku i), druhá na otázku ii). Otázce iii) se sekundárně věnovaly obě studie. Obě studie měly také obdobnou metodiku, proto je budeme popisovat společně.

V průběhu obou studií byla vždy látka probrána v hodině, poté byla jedna polovina žáků ve škole pretestována na danou znalost. Dále za domácí úkol všichni žáci procvičovali zadané úlohy na KA a poté byla ve škole druhá polovina žáků posttestována. Rozdělení žáků do pretestovaných a posttestovaných skupin se každý týden měnilo v symetrickém vzorci, podrobně je tento postup popsán v kapitole 3.3.

První studie z roku 2016/2017 rozlišovala dva různé kontexty testování – kontext Khan Academy, kdy žáci řešili jednu úlohu ve formě screenshotu úlohy z KA, a český kontext, kdy žáci řešili jednu do češtiny přeloženou úlohu z KA bez grafických prvků KA jako jsou tlačítka, menu apod. Druhá studie z roku 2017/2018 nerozlišovala různé kontexty, žáci vždy řešili jednu českou úlohu zaměřenou buď na kategorii 2.b-II (ilustrovat příkladech) nebo 5.a-III (kontrolovat) RBT. Podrobně je návrh testových úloh popsán v kapitole 3.4.

### 3.2 VÝZKUMNÝ VZOREK

Studie probíhaly ve školních letech 2016/2017 a 2017/2018 na Gymnáziu Přípotoční v Praze. Účastníky studií byli stejní žáci dvou paralelních tříd, řekněme jim A, B. Obě třídy pracovali v hodinách matematiky stejně, studie nepracovaly s experimentální a kontrolní skupinou. V roce 2016/2017 se jednalo o třetí ročníky střední školy, v následujícím roce o maturitní ročníky. Celkem se studií zúčastnilo  $n = 44$  žáků ve věku od 17 do 19 let. Rodným jazykem žáků je čeština, proto jedním z faktorů, který by mohl omezovat přínos procvičování na KA, je jazyková bariéra. Dodejme, že všichni žáci se ve škole učili anglický jazyk nejméně 9 let před začátkem studie. Většina z nich v době studie zvládala angličtinu na úrovni B2 nebo lépe, což dokládali certifikáty B2 First nebo C1 Advanced dle Cambridge Assessment (2019). Ve vzorku nebyl žádný žák se speciálními vzdělávacími potřebami (§16 zákona č. 561/2004 Sb.). Na čtyřletém Gymnáziu Přípotoční měli žáci v průběhu celého studia 4 povinné hodiny matematiky týdně a od druhého ročníku měla polovina každé třídy jednu hodinu týdně matematiky navíc, kde se probírala témata nad rámec povinných hodin. Žáci byli dobře obeznámeni s prostředím interaktivních cvičení na KA, neboť s nimi pracovali pravidelně od roku 2015, kdy probíhaly naše první studie ohledně postojů žáků ke KA a jejich jazykové bariéry (Vančura, 2017). Autor článku byl v době studie zároveň učitelem matematiky v obou třídách.

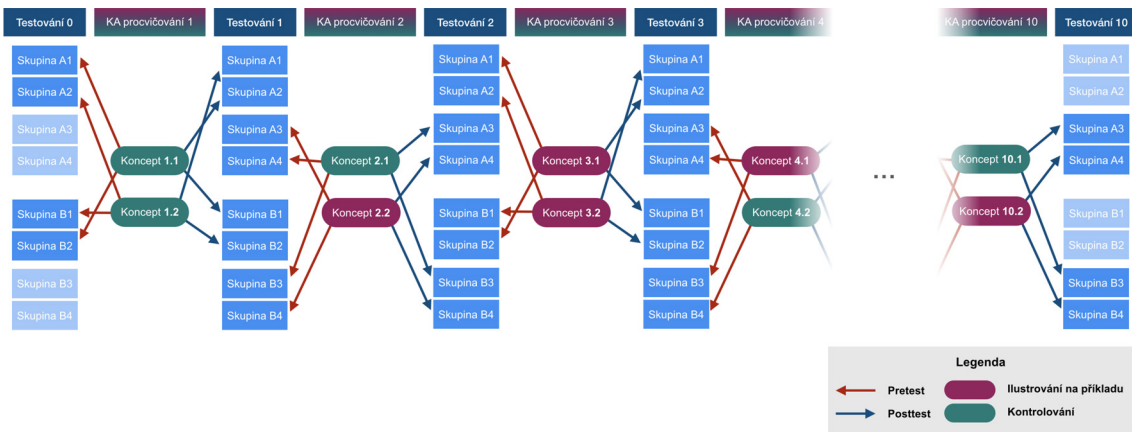
### 3.3 SBĚR DAT

Těžištěm výzkumných dat obou studií jsou výsledky žáků v testech před a po procvičení na KA. S pouhými 44 žáky ve studii by jedno kolo pretestů a posttestů nepřineslo dostatečně robustní data, proto jsme zvolili vícekolový rozvrh testování. Další překážkou byla nemožnost vyčlenit kontrolní skupinu, proto se každý žák účastnil vždy jen pretestu nebo jen posttestu v každém kole.

Žáci každé třídy (A, B) byli rozděleni do čtyř skupin (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4). Záměrem bylo vytvořit skupiny se srovnatelnými matematickými znalostmi, jedinou dostupnou metrikou byly známky žáků. Vytvořili jsme proto skupiny, mezi kterými byly co nejmenší rozdíly v průměru známek žáků z matematiky na vysvědčeních z 2. ročníku gymnázia. Vznikly tak skupiny, ve kterých se průměr známek na vysvědčení pohyboval mezi 2,9 a 3,3. V každé skupině bylo pět až šest žáků.

Druhá studie z roku 2017/2018 měla oproti první studii z roku 2016/2017 jednodušší schéma (viz obr. 5), proto jím začneme. Látka byla nejprve probrána ve škole, následně měli žáci za domácí úkol každý týden splnit tři až čtyři zadaná cvičení, tj. soubory úloh na KA. Čtyři z osmi skupin byly vždy testovány před procvičením





Obr. 5: Rozvrh testování žáků ve studii ve školním roce 2017/2018

a čtyři skupiny po domácím procvičení na KA. Připomeňme, že žáci nebyli rozděleni na kontrolní a experimentální skupinu, všichni procvičovali stejné matematické znalosti na KA. Pretestové a posttestové úlohy byly kvůli srovnatelnosti totožné a každá skupina byla v daném týdnu vždy jen pretestována nebo posttestována. Polovina testů byla zaměřena na kategorii 2.b-II (ilustrovat na příkladech) a druhá polovina testů byla zaměřena na kategorii 5.a-III (kontrolovat). Role skupin i kategorie testů byla v pravidelném vzoru obměňována tak, že z celkového počtu deseti kol testování byla každá skupina pětkrát pretestována a pětkrát posttestována a také 4–6krát testována na kategorii 2.b-II a 4–6krát testována na kategorii 5.a-III.

Například při testování 2 (obr. 5) byly skupiny A1 a B2 testovány na dovednost ilustrovat na příkladech konkrétní koncept 3.1 (interní označení) před procvičením na KA; skupiny A2 a B1 byly také pretestovány v kategorii 2.b-II, ale pro koncept 3.2 (interní označení); skupiny A3 a B3 byly testovány na dovednost kontrolovat předložený postup úlohy typu 2.1 (interní označení) po procvičení na KA a skupiny A4 a B4 byly také posttestovány, ale v kategorii 2.b-II pro koncept 2.2 (interní označení).

Předchozí studie ve školním roce 2016/2017 měla podobný průběh, ale byla složitější, neboť jsme u každé znalosti rozlišovali dva různé kontexty (kontext Khan Academy a český kontext). Průběh testování zachycuje obr. 6. Na druhou stranu



Obr. 6: Rozvrh testování žáků ve studii ve školním roce 2016/2017



příprava testů byla jednodušší, neboť se jednalo přímo o úlohy, které studenti procvičovali na KA.

Například při testování 3 byla skupina A1 posttestována v českém kontextu na znalost 3.2; skupina A2 byla posttestována v kontextu Khan Academy na znalost 3.1; skupina A3 byla pretestována v českém kontextu na znalost 4.2 atd. Vzhledem k dvojnásobnému počtu různých testových variant byla každá skupina v jiné situaci a bylo třeba provést celkem 16 kol testování, abychom získali dostatek dat.

V případě obou studií probíhaly pretesty, domácí procvičování a posttesty až v době, kdy byla daná látka ve škole probrána. Po pretestech jsme se již snažili dané látce ve škole nevěnovat, abychom tak v co největší míře posttestem zjišťovali pouze přínos procvičování na KA. V případě obou studií obsahoval každý test vždy jednu testovou úlohu zaměřenou na zkoumanou znalost.

V průběhu obou studií byli žáci známkováni za plnění zadaných cvičení. Do známky jsme zahrnuli nejen nejlepší dosažené výsledky žáka ve cvičeních, ale i úsilí, které domácím úkolu věnoval, tedy i žák, který nesplnil všechna zadaná cvičení na 100 %, mohl dostat jedničku, pokud se snažil cvičení opravit a věnoval úkolu nadprůměrné množství času. Abychom dále zvýšili motivaci žáků k pečlivému řešení testových úloh ve škole, měli žáci možnost získat za správné řešení úlohy známku z matematiky.

V souladu s předchozími studiemi (Vančura, 2016; Murphy, 2014) se žáci na KA neučili nové koncepty a postupy, ale procvičovali znalosti dříve probrané ve škole.

### 3.4 NÁVRH TESTOVÝCH ÚLOH

Obsahem matematiky ve školním roce 2016/2017 ve třetím ročníku byla stereometrie, analytická geometrie a komplexní čísla. Vzhledem k tomu, že téma stereometrie není na Khan Academy dostatečně zpracováno, pracovala první studie s tématy analytické geometrie a komplexních čísel. Tato studie řešila výzkumnou otázku i), neboli přenos znalostí získaných v prostředí KA do českého, školního kontextu. Tomu odpovídal i návrh testových úloh. Žáci testovaní v kontextu KA řešili úlohu v podobě screenshotu cvičení z KA (viz obr. 7), jednalo se o cvičení, která byla zadaná v rámci domácího úkolu. Žáci testovaní v českém kontextu řešili analogickou úlohu přeloženou do českého jazyka bez grafiky KA (viz obr. 8).

The screenshot shows a Khan Academy exercise page. On the left is a sidebar with a navigation menu under 'HIGH SCHOOL GEOMETRY > ANALYTIC GEOMETRY' and 'Equations of parallel & perpendicular lines'. The main content area has the title 'Write equations of parallel & perpendicular lines' and instructions: 'Write the equation for a line that is a parallel or perpendicular to a line given in slope-intercept form and goes through a specific point.' The problem text is: 'Write the equation of a line that is perpendicular to  $y = \frac{1}{2}x - 4$  and passes through the point  $(9, -6)$ .' There is an empty input box for the answer. At the bottom right, there is a 'Check answer' button and a 'Report a mistake' link. A 'Scratchpad' dropdown menu is also visible.

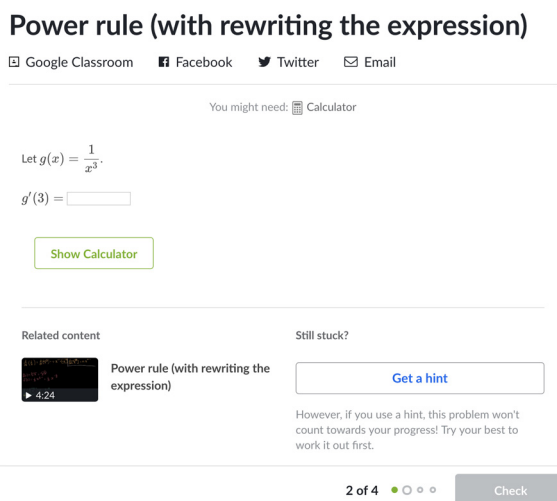
Obr. 7: Screenshot úlohy na Khan Academy

Je dána přímka  $p: y = -\frac{1}{2}x + 2$ . Napište rovnici přímky  $q$ , která je kolmá na přímku  $p$  a prochází bodem  $Q = [5, -7]$ .

Obr. 8: Analogická úloha v českém kontextu

Při každém testování řešili žáci jednu úlohu, která byla obsahem buď následného domácího úkolu v případě pretestů, nebo předchozího domácího úkolu v případě posttestů.

V následujícím školním roce 2017/2018 jsme se zabývali otázkou ii), tedy rozvojem konceptuální znalosti. Záměrně jsme se zaměřili pouze na dovednosti 2.b-II (ilustrovat na příkladech) a 5.a-III (kontrolovat) RBT, neboť je lze spolehlivě a opakovaně testovat a také se dají velmi dobře navázat na úlohy z KA. Tématem hodin matematiky i naší druhé studie byly limity, derivace a integrály, které skýtají širokou škálu matematických konceptů a poskytly tak vhodnou půdu pro testování konceptuálních znalostí. Vždy jsme se snažili testové úlohy co nejvíce propojit s příslušnými cvičeními na KA tak, abychom v maximální míře testovali vždy pouze přínos pro cvičování z posledního domácího úkolu. Dále pro ilustraci uvádíme příklady cvičení z KA, které žáci řešili v rámci domácích úkolů, a také příklady testových úloh, jež z těchto cvičení vycházejí.



Obr. 9: Screenshot úlohy z domácího úkolu na Khan Academy zaměřeném na derivaci mocnin

Se cvičením na obr. 9 jsme spojili testovou úlohu na obr. 11, která testuje dovednost zhodnotit správnost předloženého postupu. Pro úplnost ještě obr. 10. ukazuje vzorový postup řešení z KA. Na cvičení na obr. 12 jsme navázali testovou úlohou na obr. 13, která ověřuje dovednost spadající do kategorie 2.b-II (vytvořit příklad s danými vlastnostmi). Konečně přínos cvičení na obr. 14 a 15 jsme testovali pomocí úlohy na obr. 16, která také spadá do kategorie 2.b-II a ověřuje dovednost generovat vhodné protipříklady.

### 3.4.1 HODNOCENÍ TESTŮ

V obou studiích obsahovaly testy vždy jednu úlohu, proto bylo možné je hodnotit jednoduše známkou na stupnici 1 až 5 následovně. Bezchybná řešení získala známku 1, řešení konceptuálně správná s numerickou chybou byla hodnocena 2 (obr. 17), známku 3 nebo 4 dostala řešení, která jsou částečně správně, ale obsahují konceptuální chyby (obr. 18). Známkou 5 dostaly testy, které buď neobsahovaly

1 / 5 **The strategy**

We can first rewrite  $g(x)$  as a negative power of  $x$ .

Then, the derivative of  $g$  can be found using the **power rule**:

$$\frac{d}{dx}(x^n) = n \cdot x^{n-1}$$

(Remember that this applies even when  $n$  is negative.)

Once we have  $g'(x)$ , we can plug  $x = 3$  into it to find  $g'(3)$ .

2 / 5 **Rewriting the fraction as a negative power**

$$g(x) = \frac{1}{x^3} = x^{-3}$$

3 / 5 **Differentiating using the power rule**

$$\begin{aligned}
&g'(x) \\
&= \frac{d}{dx}(x^{-3}) \\
&= -3x^{-3-1} \quad \text{The power rule} \\
&= -3x^{-4}
\end{aligned}$$

4 / 5 **Evaluating  $g'(x)$**

So we found that  $g'(x) = -3x^{-4}$ , which can also be written as  $-\frac{3}{x^4}$ .

Now let's plug  $x = 3$ :

$$\begin{aligned}
-\frac{3}{(3)^4} &= -\frac{3}{81} \\
&= -\frac{1}{27}
\end{aligned}$$

5 / 5 **In conclusion,  $g'(3) = -\frac{1}{27}$ .**

Obr. 10: Vzorový postup řešení úlohy na Khan Academy z obr. 9

Abel řešil následující úlohu:

Určete derivaci funkce  $f(x) = \frac{4}{x^4}$  v bodě  $x = \frac{1}{2}$ .

Zde je jeho řešení:

$$h(x) = \frac{4}{x^4} \dots \text{1 zmenšit}$$

$$h'(x) = \frac{4}{x^3} = \frac{1}{x^3}$$

$$h'\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^3} = \frac{1}{\frac{1}{8}} = \underline{\underline{8}}$$

Je tento výsledek správný?

Postupoval Abel korektně?

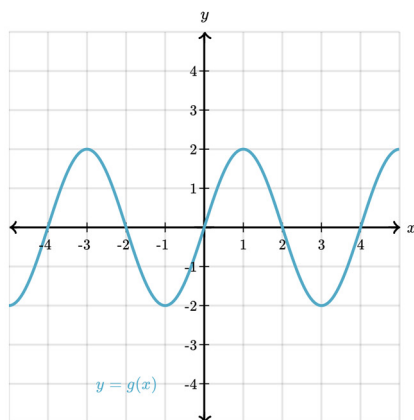
Podrobně vysvětlete a opravte jeho případné chyby.

Obr. 11: Testová úloha zaměřená na dovednost 5.a-III (kontrolovat) Bloomovy taxonomie

## Concavity intro

Google Classroom Facebook Twitter Email

Function  $g$  is graphed.



Select all the intervals where  $g'(x) > 0$  and  $g''(x) < 0$ .

Choose all answers that apply:

A  $-4 < x < -3$

B  $0 < x < 1$

C  $4 < x < 4.5$

D None of the above

Obr. 12: Screenshot cvičení na Khan Academy zaměřeném na geometrický význam derivací

Načrtněte graf libovolné funkce  $f$  tak, aby zároveň platilo:

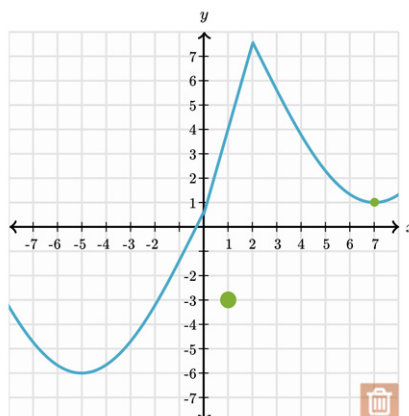
- $f'(x) > 0$ ,  $f''(x) > 0$  na intervalu  $x \in (-4; -2)$
- $f'(x) > 0$ ,  $f''(x) < 0$  na intervalu  $x \in (-2; 0)$
- $f'(x) < 0$ ,  $f''(x) < 0$  na intervalu  $x \in (0; 2)$
- $f'(x) > 0$ ,  $f''(x) > 0$  na intervalu  $x \in (2; 4)$

Obr. 13: Testová úloha zaměřená na dovednost 2.b-II (ilustrovat na příkladech) Bloomovy taxonomie

## Relative maxima and minima

Google Classroom Facebook Twitter Email

Mark all the relative *minimum* points in the graph.



Obr. 14: Screenshot cvičení na Khan Academy zaměřeném na hledání lokálních extrémů v grafu

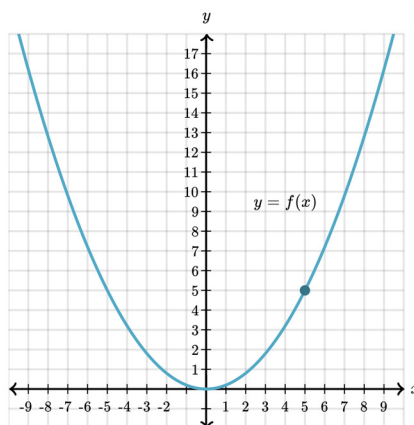
Stuck? [Watch a video or use a hint.](#)

[Report a problem](#)

# Derivative as slope of curve

[Google Classroom](#)
[Facebook](#)
[Twitter](#)
[Email](#)

Estimate  $f'(5)$ .



Choose 1 answer:

- A 0.1
- B 2
- C -2
- D -0.1
- E 0

Obr. 15: Screenshot cvičení na Khan Academy zaměřeném geometrický význam derivace

Standa si myslí, že pokud má funkce v nějakém bodě nulovou derivaci, musí v něm mít lokální maximum nebo minimum. Uveďte vhodný příklad, který tuto mylnou domněnku vyvrátí.

Obr. 16: Testová úloha zaměřená na dovednost 2.b-II (ilustrovat na příkladech) Bloomovy taxonomie

Pro komplexní číslo  $z$  platí  $z^3 = 343$ . Navíc argument čísla  $z$  leží mezi  $180^\circ$  a  $270^\circ$ . Zapište  $z$  v algebraickém tvaru.

$z =$

$|z| = 7$

$z = 7 \cdot (\cos 240^\circ + i \sin 240^\circ)$

$z = -x - 6,06i$

$x = 3,5$

**Chyba v násobení**

Určete argument (úhel) komplexního čísla  $z = 7 + 3i$

$\varphi = \tan^{-1}(\frac{3}{7}) = \dots$

**Chyba ve vyhodnocení funkce**

Write equations of parallel & perpendicular lines

Write the equation of a line that is parallel or perpendicular to a line given in slope-intercept form and goes through a specific point.

Write the equation of a line that is perpendicular to  $y = \frac{1}{2}x - 4$  and passes through the point  $(9, -6)$ .

$x + \frac{1}{2}y + 6 = 0$

$\frac{1}{2}x - y - 4 = 0$

$v = (1, \frac{1}{2})$   $x + \frac{1}{2}y - c = 0$   $c = 6$

$9 + (\frac{1}{2}) \cdot (-6) - c = 0$

**Cyba ve znaménku**

Obr. 17: Testy hodnocené známkou 2

Určete reálnou a imaginární část čísla  $z = 20i - 37$ .

reálná část = -37

imaginární část = 20

**Imaginární část komplexního čísla neobsahuje  $i$ .**

Multiply complex numbers

Multiply and simplify the following complex numbers:

$(-2 - 4i) \cdot (1 - i)$

$-2 + 2i - 4i + 4i^2$

$4i^2 = -4$

$4i^2 - 2i - 2$

Write standard equation of a circle

Given the graph of a circle or its features, find its standard equation.

Write the equation of the circle graphed below.

Stuck? These things might help:

- Writing standard equation of a circle

Scratchpad

Calculator

Report a mistake

$(6, -4) = \text{center}$

$r = 5$

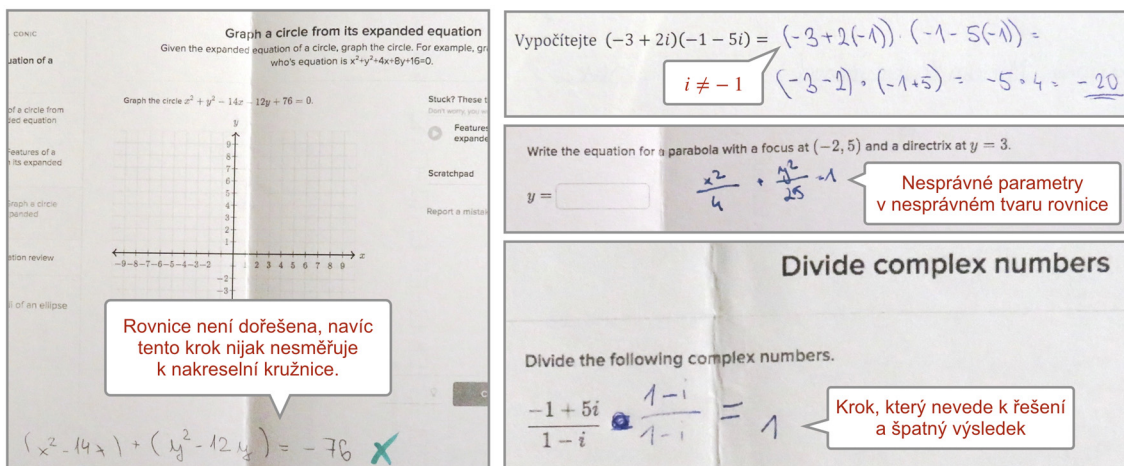
$D = \sqrt{(6+1)^2 + (-4-(-4))^2} = \sqrt{49+0} = 7$

$(x+1)^2 + (y-4)^2 = 49$

**V rovnici kružnice figuruje  $r^2$ , nikoliv  $r$ .**

Obr. 18: Testy hodnocené známkou 3 nebo 4





Obr. 19: Testy hodnocené známkou 5

žádné řešení, nebo bylo řešení konceptuálně zcela chybné (obr. 19). V případě nejistoty ohledně hodnocení testu vždy proběhla porada s dalším učitelem matematiky na též gymnáziu. Díky tomu, že každý test obsahoval jen jednu úlohu a žáci měli na její řešení dostatek času, byla drtivá většina testů (89,75 %) hodnocena známkou 1 nebo 5.

### 3.4.2 ŽÁKOVSKÉ DOTAZNÍKY

Obě studie také zkoumaly otázku iii) Jak přínosné je procvičování na Khan Academy dle vnímání žáků z hlediska jejich znalostí? Proto jsme na konec každého testu zařadili jednoduchý dotazník s jednou otázkou, která se žáků ptala, kde získali znalosti potřebné pro řešení testové úlohy. Žáci odpovídali na pětibodové škále, kdy na jedné straně byla možnost „výhradně ve škole“ a na druhé straně možnost „výhradně na Khan Academy“. Z každého testu jsme tak kromě známky získali názor žáka na převažující zdroj jeho znalostí potřebných k řešení testové úlohy.

## 3.5 ANALÝZA DAT

Než jsme podrobili známky z testů datové analýze, odstranili jsme v každé studii samostatně data od žáků, kteří v průběhu studie splnili méně než 50 % zadaných domácích úkolů na KA. V první studii z roku 2016/2017 nám tak z původních 604 zůstalo 510 známek. Ve druhé studii z roku 2017/2018 nám z původních 310 zbylo 248 známek.

Vzhledem k tomu, že máme vždy dvě množiny známek – před a po procvičení, mohl by být vhodným nástrojem další analýzy dvouvýběrový t-test. Bohužel ale jednotlivé známky nejsou vzájemně nezávislé, neboť jsme testovali stále stejnou skupinu 44 žáků. Proto jsme u každého žáka vypočítali tzv. skóre zlepšení a provedli běžný Studentův t-test následujícím způsobem.

Označme  $X_i$  průměr známek  $i$ -tého žáka před procvičením a  $Y_i$  průměr známek  $i$ -tého žáka po procvičení. Skóre zlepšení  $i$ -tého žáka definujeme jako  $Z_i = Y_i - X_i$ . Testujeme alternativní hypotézu, že průměrné skóre zlepšení všech žáků není nulové proti nulové hypotéze, že toto průměrné skóre nulové je. Vypočítáme testovou statistiku  $T_n = \sqrt{n} \cdot \frac{Z_n - 0}{SZ}$ , kde  $n = 34$  je počet žáků, jejichž data zůstala ve vzorku po odstranění dat žáků, kteří nedostatečně plnili domácí úkoly (v obou studiích zbyl stejný počet žáků, i když to nebyli zcela titíž žáci),  $Z_n$  označuje průměrné skóre

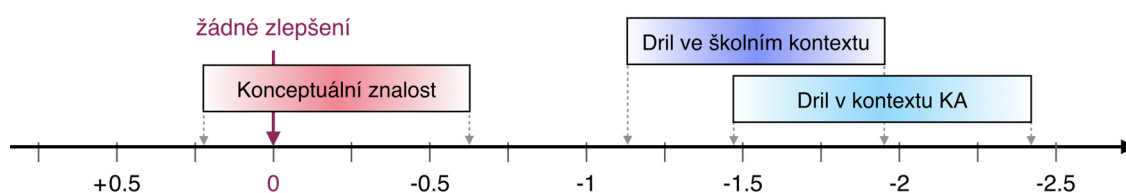
zlepšení všech žáků a  $SZ$  je výběrová směrodatná odchylka skóre zlepšení. Studentův t-test požaduje normalitu vzorku. Přestože původní známky mají výrazně bimodální rozdělení, kdy většina známek je 1 nebo 5, skóre zlepšení již tímto nedostatkem netrpí, neboť se jedná o hodnoty vypočtené z průměrů známek každého žáka. Navíc je počet skóre vyšší než 30, což je obecně považováno za dostatečný počet pro zanedbání požadavku normality.

Použili jsme oboustranný Studentův t-test s hladinou spolehlivosti  $\alpha = 0,05$ . Dále jsme vypočítali intervaly spolehlivosti pro lepší představu o hodnotě průměrných skóre zlepšení. Celkem jsme provedli tři testy. Dva testy pro data z první studie z roku 2016/2017, kdy jsme zvlášť testovali zlepšení v kontextu KA a v českém, školním kontextu, a jeden test pro data z druhé studie z roku 2017/2018. Dále jsme prověřili rozdíly mezi chlapci a dívkami a také mezi žáky s volitelnou hodinou matematiky navíc a ostatními žáky. Také jsme prověřili rozdíly v přínosu mezi úlohami ověřujícími dovednost 2.b-II (ilustrovat na příkladech) a úlohami ověřujícími dovednost 5.a-III (kontrolovat) RBT.

Data ze žákovských dotazníků jsme analyzovali jednoduchým výpočtem průměrné hodnoty a vizualizací v podobě histogramu.

## 4 VÝSLEDKY

V případě první studie z roku 2016/2017 byla nulová hypotéza zamítnuta v obou případech. Intervaly spolehlivosti (viz obr. 20 modré) ukazují, že v obou dvou případech došlo k významnému zlepšení jak ze statistického, tak z didaktického hlediska. Odpověď na výzkumnou otázku i) tak zní: „Ano, žáci z výzkumného vzorku přenesli procedurální znalosti získané procvičováním na KA do českého, školního kontextu v oblasti analytické geometrie a komplexních čísel.“ Žáci se v průměru o něco více zlepšili v kontextu KA, tento rozdíl ale není statisticky významný. Zatímco před procvičením převažovala v obou kontextech známka 5, po procvičení dosahovala většina žáků známky 1. Nicméně i po procvičení bylo 18 % testů hodnoceno známkou 5, těchto 18 % není tvořeno občasným selháním napříč výzkumnou skupinou, ale jde spíše o několik žáků, kteří ani po procvičení nedosáhnou výrazného zlepšení (Vančura, 2018a).

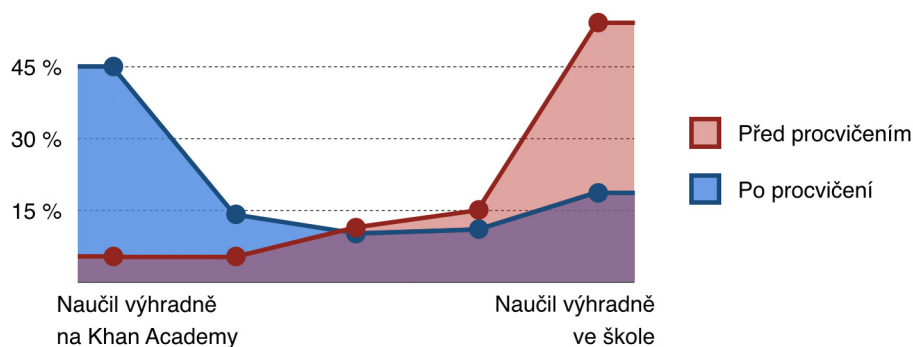


Obr. 20: Intervaly spolehlivosti pro průměrné skóre zlepšení

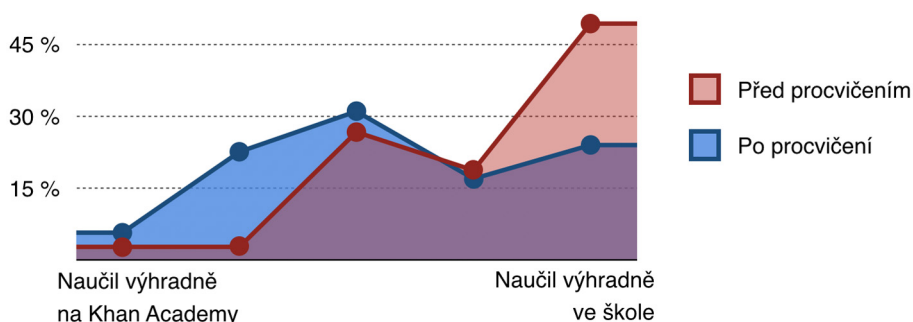
Naopak v případě druhé studie z roku 2017/2018, zabývající se výzkumnou otázkou ii) (rozvojem konceptuální znalosti), nebyla nulová hypotéza zamítnuta. Vidíme (obr. 20 červený), že interval spolehlivosti je vychýlen mírně doprava, ale nejedná se o statisticky významné zlepšení. Průměrné zlepšení je  $Z_n = -0,20$ , hranice intervalu spolehlivosti jsou  $+0,23$  a  $-0,64$ . Můžeme tedy konstatovat, že procvičování na KA v oblasti diferenciálního a integrálního počtu významně nerozvíjí ani dovednost kontrolovat předložený postup, ani dovednost ilustrovat dané koncepty na vhodných příkladech či protipříkladech. Jednou z možných příčin malého zlepšení by mohly

být dobré výsledky již v pretestech, což ale nebyl tento případ. Průměrná známka z pretestu byla 3,89 a z posttestu 3,69 na stupnici od 1 do 5.

Podívejme se na poslední výzkumnou otázku iii) – Jak přínosné je procvičování na Khan Academy dle vnímání žáků? Ukázalo se, že žáci vnímali přínos KA ve shodě s výsledky testů. Obr. 21 a 22 ukazují rozdělení odpovědí žáků na otázku, kde získali potřebné znalosti u obou studií. Vidíme, že v případě první studie z roku 2016/2017 došlo mezi pretestem a posttestem k výraznému posunu ve prospěch KA, kdy před procvičením 55 % žáků tvrdilo, že potřebné znalosti získali výhradně ve škole, zatímco po procvičení tvrdilo 45 % žáků, že potřebné znalosti získali výhradně na KA. Naopak v případě druhé studie z roku 2017/2018 již není rozdíl tak markantní a i po procvičení žáci považují školu za dominantní zdroj potřebných znalostí.



Obr. 21: Rozdělení odpovědí žáků na otázku, kde získali potřebné znalosti, v roce 2016/2017



Obr. 22: Rozdělení odpovědí žáků na otázku, kde získali potřebné znalosti, v roce 2017/2018

Při zkoumání rozdílů mezi chlapci a dívkami ani mezi žáky s volitelnou hodinou matematiky navíc a ostatními žáky jsme neodhalili statisticky významné rozdíly. Stejně tak jsme nezaznamenali rozdíl v úspěšnosti mezi úlohami zaměřenými na dovednost 2.b-II a úlohami zaměřenými na dovednost 5.a-III RBT.

## 5 DISKUZE

Z výsledků první studie z roku 2016/2017 vyplývá, že žáci dokáží provést nacvičené procedurální znalosti nejen v prostředí, ve kterém je získali, ale dokáží je i přenést do analogických úloh v českém, školním kontextu. Žáci jsou svým vnímáním ve shodě s empirickými výsledky testů, kdy většina žáků považuje KA za hlavní zdroj svých znalostí, které byly třeba pro řešení testů. Neplatí to ale plošně pro všechny žáky, ani pro všechna cvičení na KA.



Někteří žáci byli schopni vyřešit po procvičení úlohy v kontextu KA, ale opakovaně nebyli schopni, ani po procvičení, vyřešit testové úlohy v českém kontextu (Vančura, 2018a). Jednou z příčin by mohla být jazyková bariéra těchto žáků, která má vliv na postoje ke KA (Vančura, 2017), to se ale nepotvrdilo. Mezi žáky, kteří nebyli schopni procvičenou znalost přenést do českého kontextu, byli jak žáci s jistou jazykovou bariérou, tak žáci bez ní. Bohužel se celkem jednalo o jednotky žáků a je tedy možné, že při rozsáhlejší studii by se vliv jazykové bariéry projevil. Naopak někteří žáci uměli úlohy řešit již v pretestech a neměli tak prostor pro zlepšení. Tito žáci pak často uváděli školu za hlavní zdroj svých znalostí, a to i po procvičení na KA. V dotaznících u posttestů 19 % žáků označilo školu za výhradní zdroj svých znalostí. Těmto žákům by pravděpodobně více prospěl domácí úkol zaměřený na pokročilejší látku. Pro účely studie nebylo možné úkoly pro jednotlivé žáky diferencovat, nicméně KA toto umožňuje.

Zmiňme také, že na KA najdeme cvičení, u kterých většina žáků má problém s přenosem do českého školního kontextu. Příklad takového cvičení vidíme na obr. 23. Jedná se zpravidla o velmi mechanická cvičení, kde žák nemusí rozumět souvisejícím konceptům, ale stačí opakovat jednoduchou symbolickou operaci (Vančura, 2018a). Zde například stačí smazat minus pod odmocninou a před odmocninu napsat  $i$ , což lze provádět bez jakéhokoliv porozumění symbolu  $i$ . Cvičení bychom proto měli vybírat pečlivě, abychom se vyhnuli příliš mechanickým cvičením, které je možno splnit bez základního pochopení procvičované látky.

## Simplify roots of negative numbers

---

Express the radical using the imaginary unit,  $i$ .  
Express your answer in simplified form.

$$\pm\sqrt{-77} = \pm \boxed{i\sqrt{77}}$$

Obr. 23: Khan Academy cvičení zaměřené na výpočet komplexních odmocnin

Výsledky druhé studie z roku 2017/2018 naopak neukazují na velký přínos procvičování na KA. Cvičení na KA jsou v souladu s výsledky výzkumů v oblasti procvičování, žáci dostávají okamžitou zpětnou vazbu, mají k dispozici výuková videa a musejí cvičení opakovat, dokud nedosáhnou úspěšnosti alespoň 70 %. Přesto překvapivě z výsledků studie vyplývá, že procvičování na KA nezlepšuje (alespoň ne statisticky významně) vybrané, vyšší kognitivní dovednosti žáků. RBT zde nabízí vysvětlení. Naprostá většina cvičení v kapitole věnované derivacím a integrálům spadá do kategorie 3.a (provádět) RBT. Jedná se o cvičení, kde žák provádí danou proceduru známým způsobem na známých typech příkladů, například řeší kvadratické rovnice pomocí vzorce a dochází pouze ke změně parametrů stejné rovnice. Původní verze (Bloom, 1956) byla postavena taxonomicky, kdy ke zvládnutí vyšších dovedností je nezbytné zvládnutí dovedností z předchozích úrovní. Naše studie ukazuje, že se nejedná v pravém slova smyslu o taxonomii, neboť žáci většinou dosáhli úrovně 3.a, aniž by se jim zlepšili dovednosti na úrovni 2.b. V novější verzi RBT (Anderson & Krathwohl, 2001) již autoři uvádějí, že mezi jednotlivými úrovněmi neexistuje jasná hierarchie, takže je možné zvládnout dovednosti na úrovni 3 bez zvládnutí dovedností na úrovni 2. Naše studie ukazuje, že prosté procvičování úloh nemusí mít vliv ani na úroveň 2 (porozumění), ale ani na schopnost kont-

rolovat správnost předloženého postupu. Žáci jsou, stejně jako v předchozí studii, svým vnímáním ve shodě s empirickými výsledky testů, kdy většina žáků tentokrát nepovažuje KA za hlavní zdroj svých znalostí ani po procvičování.

Ve srovnání s dalšími studii se jedná o poměrně extrémní výsledek. Procedurální a konceptuální znalost bývá často propojena, ale ne vždy se jedná o symetrický vztah (Rittle-Johnson et al., 2015), existují studie, kde konceptuálních znalostí má větší přínos pro procedurální znalosti než naopak (Hecht & Vagi, 2010). Většího přínosu pro konceptuální znalost dosahuje takové vyučování zaměřené na procedurální znalost, které odhaluje související matematické koncepty například tím, že vybízí žáky k zobecňování prováděných procedur (Rittle-Johnson & Schneider, 2016).

Projděme ještě faktory, které mohly ovlivnit výsledky druhé studie z roku 2017/2018. Za první – žáci mohli ztratit získané znalosti v čase mezi procvičením na KA a testováním ve škole. Většina žáků plnila zadaná cvičení o víkendu a byli testováni hned v pondělí, není proto pravděpodobné, že by o získané znalosti zcela přišli, navíc v předchozí studii z roku 2016/2017 se tento efekt výrazně neprojevil. Za druhé – porozumění matematickým konceptům není izolovaná znalost a je možné, že žáci nabývali lepšího porozumění postupně, což se neprojevilo při testování na týdenní bázi. Také tento faktor nepovažujeme za významný. Jednak jsme se snažili vytvářet testové úlohy úzce zaměřené na jednotlivé koncepty (např. geometrický význam derivace) nebo algoritmy (derivace polynomů), které žáci v daném týdnu procvičovali. Jednak jsme tento faktor nezaznamenali v předchozí studii z roku 2016/2017, kde jsme pracovali s obdobnou metodikou rozvrhu testování a se stejnými žáky. Za třetí – žáci mohli testovaným konceptům dobře rozumět již před procvičením, čímž by nezbyl prostor pro zlepšení. Tento faktor jsme již ale vyloučili v minulé kapitole. Před procvičením činila průměrná známka z testu 3,89, po procvičení pak 3,69 na stupnici od 1 do 5. Za čtvrté – mohl za žáky řešit domácí úkol někdo jiný. Tento postup by byl ale pro jiné řešitele časově stejně náročný, neboť každý žák dostává na KA v rámci stejného cvičení jiné, byť analogické úlohy. Není tedy možné jednoduše vyřešit spolužákův úkol opsáním svých výsledků. Tento faktor je dále marginalizován delším časovým rámcem studie. Navíc ani tento faktor se v předchozí studii neprojevil.

U nástrojů podobných KA, které jsou v souladu s výzkumy v oblasti procvičování a zpětné vazby (Attali, 2015; Clarina & Koul, 2003), můžeme očekávat na znalosti žáků obdobný efekt, kdy žáci jsou schopni provádět nacvičené početní procedury v různých kontextech, ale nezískávají lepší porozumění matematickým konceptům. Zdaleka ne všechny digitální nástroje určené pro procvičování ale nabízejí vhodné prostředí.

## 5.1 LIMITY VÝZKUMU

Výsledky první studie z roku 2016/2017 zaměřené na přenos procedurálních znalostí jsou sice statisticky významné, jednalo se ale o malou skupinu žáků z jednoho pražského gymnázia, proto není možné výsledky jednoduše zobecnit a bude třeba dalších výzkumů. Druhá studie z roku 2017/2018 nedospěla ke statisticky významným výsledkům a má stejné limity jako první studie, nicméně může sloužit jako varování proti příliš zbrklému a rozsáhlému zavádění technologií, které nejsou podepřeny robustním výzkumem, do výuky matematiky. Rozdíl mezi výsledky studií mohl být také způsoben rozdílnými matematickými tématy, kdy oblast diferenciálního a integrálního počtu mohla být pro žáky výrazně náročnější než oblast analytické geometrie a komplexních čísel.

## 6 ZÁVĚR

Domácí úkoly jsou běžnou součástí výuky matematiky, ale zadávání, kontrolování a hodnocení úkolů v souladu s výsledky výzkumů je v tradiční třídě z časových důvodů prakticky nemožné. První studie z roku 2016/2017 ukazuje, že KA umožní učitelé zadávat a kontrolovat plnění úkolů v tématu analytické geometrie a komplexních čísel, které významně zlepšují procedurální znalosti žáků. Podobný efekt můžeme očekávat u dalších nástrojů, které jsou v souladu s výsledky výzkumů v oblasti procvičování a zpětné vazby. Druhá studie z roku 2017/2018 nepopírá přínos KA jako nástroje drilu, ale ukazuje, že KA není vhodným nástrojem k rozvoji konceptuálních znalostí v oblasti diferenciálního a integrálního počtu. Tento výsledek není příliš překvapivý, neboť drtivá většina cvičení na KA je zaměřena na úroveň 3.a RBT, provedení dané početní procedury ve známém kontextu. Pokud bychom chtěli rozvíjet jiné úrovně dovedností, měli bychom použít jiné typy úloh specificky zaměřené na kýžené dovednosti. RBT nabízí řadu typů vhodných úloh a cvičení pro každou kategorii dovedností.

V poslední době se objevují digitální nástroje a studie pracující s komplexnějšími a méně rutinními úlohami. Mezi odborníky převažuje názor, že rozvoj dobrého porozumění a hlubokého učení vyžaduje vždy nové a neobvyklé prostředí a kontext. Vyvolání cíleného kognitivního konfliktu pomocí nestandardních úloh je přínosný přístup k návrhu testů; žáci by neměli dostávat standardizované otázky (Bokhove & Drijvers, 2012). Úlohy, kde žáci v digitálním prostředí vytvářejí předpovědi pomocí vhodných matematických modelů, mohou rozvíjet jejich schopnost uvažování a argumentace (Brunström & Fahlgren, 2015). Přínos digitálních technologií spočívá mimo jiné ve schopnosti zobrazovat matematické koncepty efektivně a podnětně. Proto při snaze podpořit žákovské porozumění můžeme začít navrhopvat úlohy a učební procesy s využitím digitálních technologií tak, abychom propojovali výpočetní techniky s matematickým porozuměním (Jupri, Drijvers & van den Heuvel-Panhuizen, 2016).

Novější digitální nástroje, které nabízejí komplexnější úlohy (např. Desmos, 2019), zatím ale nepokrývají tolik oblastí jako KA, nenabízejí obdobnou podporu pro učitele a uživatelskou přívětivost jako KA a také nejsou empiricky prozkoumány jejich přínosy pro znalosti a dovednosti žáků.

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval doc. RNDr. Jarmile Robové za inspirativní vedení a věcné a užitečné připomínky. Dále bych rád poděkoval 44 žákům z gymnázia Přípotoční, kteří se účastnili obou studií, a jejichž učení tak mohlo být omezeno ve jménu objektivity a srovnatelnosti výzkumu.

Tento výstup byl podpořen projektem PROGRES Q17 Příprava učitele a učitelská profese v kontextu vědy a výzkumu a projektem SVV 2017 č. 260454.

## LITERATURA

Alcock, L., Ansari, D., Batchelor, S., Bisson, M., Smedt, B. D., Gilmore, C. & Weber, K. (2016). Challenges in mathematical cognition: A collaboratively-derived research agenda. *Journal of Numerical Cognition*, 2(1), 20–41. <https://doi.org/10.5964/jnc.v2i1.10>

Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

- Attali, Y. (2015). Effects of multiple-try feedback and question type during mathematics problem solving on performance in similar problems. *Computers & Education*, 86, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.011>
- Bempechat, J., Li, J., Neier, S. M., Gillis, C. A. & Holloway, S. D. (2011). The homework experience: Perceptions of low-income youth. *Journal of Advanced Academics*, 22(2), 250–278. <https://doi.org/10.1177/1932202X1102200204>
- Berthold, K. & Renkl, A. (2009). Instructional aids to support a conceptual understanding of multiple representations. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 70–87. <https://doi.org/10.1037/a0013247>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: Longmans, Green. <https://doi.org/10.1177/001316445601600310>
- Bokhove, C. & Drijvers, P. (2012). Effects of a digital intervention on the development of algebraic expertise. *Computers & Education*, 58(1), 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.010>
- Brunström, M. & Fahlgren, M. (2015). Designing prediction tasks in a mathematics software environment. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 22(1), 3–18.
- Cambridge Assessment. (2019). United Kingdom. Dostupné z <https://www.cambridgeenglish.org/exams-and-tests/>
- Clarina, R. & Koul, R. (2003). Multiple-try feedback and higher-order learning outcomes. *International Journal of Instructional Media*, 32(3), 239–245.
- Crompton, H., Burke, D. & Lin, Y. C. (2019). Mobile learning and student cognition: A systematic review of PK-12 research using Bloom's Taxonomy. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 684–701. <https://doi.org/10.1111/bjet.12674>
- Desmos. (2019). Dostupné z <https://teacher.desmos.com> [cit. 8. 5. 2019]
- Dettmers, S., Trautwein, U., Lüdtke, O., Kunter, M. & Baumert, J. (2010). Homework works if homework quality is high: Using multilevel modeling to predict the development of achievement in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 102(2), 467–482. <https://doi.org/10.1037/a0018453>
- Dixon, J. A., Deets, J. K. & Bangert, A. (2001). The representations of the arithmetic operations include functional relationships. *Memory and Cognition*, 29(3), 462–477.
- Fan, H., Xu, J., Cai, Z., He, J. & Fan, X. (2017). Homework and students' achievement in math and science: A 30-year meta-analysis, 1986–2015. *Educational Research Review*, 20, 35–54. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.003>
- Haapasalo, L. & Kadjevich, D. (2000). Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 21(2), 139–157. <https://doi.org/10.1007/BF03338914>
- Hecht, S. A. & Vagi, K. J. (2010). Sources of group and individual differences in emerging fraction skills. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 843–859. <https://doi.org/10.1037/a0019824>
- Jupri, A., Drijvers, P. & van den Heuvel-Panhuizen, M. (2016). An instrumentation theory view on students' use of an applet for algebraic substitution. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 23(2), 63–80.
- Kamii, C. & Dominick, A. (1997). To teach or not to teach algorithms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 16(1), 51–61. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(97\)90007-9](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(97)90007-9)

- Kadijevich, Dj. & Marinkovic, B. (2006). Challenging mathematics by „Archimedes“. *The Teaching of Mathematics*, 9(1), 31–39.
- Khan Academy. (2018). Dostupné z <http://www.khanacademy.org> [cit. 7. 12. 2018]
- Knuth, E. J., Stephens, A. C., McNeil, N. M. & Alibali, M. W. (2006). Does understanding the equal sign matter? Evidence from solving equations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(4), 297–312.
- Lavigne, N. C. (2005). Mutually informative measures of knowledge: Concept maps plus problem sorts in statistics. *Educational Assessment*, 10(1), 39–71.  
[https://doi.org/10.1207/s15326977ea1001\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326977ea1001_3)
- Mueller, C. M. & Dweck, C. S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(1), 33–52.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.75.1.33>
- Murphy, R., et al. (2014). *Research on the use of Khan Academy in schools*. Menlo Park, CA: SRI Education. Dostupné z [https://www.sri.com/sites/default/files/publications/2014-03-07\\_implementation\\_briefing.pdf](https://www.sri.com/sites/default/files/publications/2014-03-07_implementation_briefing.pdf)
- Mustaffa, N., Ismail, Z., Said, M. N. H. M. & Tasir, Z. (2017). A review on the development of algebraic thinking through technology. *Advanced Science Letters*, 23(4), 2951–2953. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.7615>
- Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting transfer: effects of self-explanation and direct instruction. *Child Development*, 77(1), 1–15.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00852.x>
- Rittle-Johnson, B. & Schneider, M. (2016). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 1102–1118). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>
- Rittle-Johnson, B., Schneider, M. & Star, J. R. (2015). Not a one-way street: Bidirectional relations between procedural and conceptual knowledge of mathematics. *Educational Psychology Review*, 27(4), 587–597.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9302-x>
- Similar web. (2019). Dostupné z <http://www.similarweb.com/website/khanacademy.org> [cit. 8. 5. 2019]
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404–411. <https://doi.org/10.2307/30034943>
- Star, J. R. & Rittle-Johnson, B. (2009). It pays to compare: an experimental study on computational estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(2), 408–426.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.11.004>
- Strandberg, M. (2013). Homework – is there a connection with classroom assessment? A review from Sweden. *Educational Research*, 55(4), 325–346.  
<https://doi.org/10.1080/00131881.2013.844936>
- Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2009). Predicting homework motivation and homework effort in six school subjects: The role of person and family characteristics, classroom factors, and school track. *Learning and Instruction*, 19(3), 243–258.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.05.001>
- Vančura, J. (2016). Využití Khan Academy pro výuku matematiky na střední škole. *Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2016*. Plzeň, Vydavatelství servis.

- Vančura, J. (2017). Research on the language barriers of students who use Khan Academy as a mathematics homework platform. *CERME 10 Proceedings* (2660–2667). Dublin. Dostupné z [https://keynote.conference-services.net/resources/444/5118/pdf/CERME10\\_0195.pdf](https://keynote.conference-services.net/resources/444/5118/pdf/CERME10_0195.pdf)
- Vančura, J. (2018a). Can students transfer their mathematical skills gained from their Khan Academy homework to other contexts? *INTED 2018 Proceedings* (2707–2714). Valencia. <https://doi.org/10.21125/inted.2018>
- Vančura, J. (2018b). Využití Khan Academy pro zadávání a hodnocení domácích úkolů. *Matematika, fyzika, informatika*, 28(3), 169–180.
- Wilson, J. & Rhodes, J. (2010). Student perspectives on homework. *Education*, 131(2), 351–358.
- Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, školský zákon. (2004). Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.

---

JIŘÍ VANČURA, [jivancura@gmail.com](mailto:jivancura@gmail.com)  
Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta  
Katedra didaktiky matematiky  
Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, Česká republika

# Scientia in educatione

*Vědecký recenzovaný časopis pro oborové didaktiky*

*přírodovědných předmětů a matematiky*

*Scientific Journal for Science and Mathematics Educational Research*

Vydává nakladatelství Karolinum – <http://www.scied.cz>

**Vedoucí redaktorka (Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova)**

doc. RNDr. Naďa Vondrová, Ph.D.

**Redakce (Univerzita Karlova)**

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

**Mezinárodní redakční rada**

prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc. (Univerzita Karlova)

Dr. John Carroll (Nottingham Trent University, Great Britain)

assoc. prof. Robert Harry Evans (University of Copenhagen, Denmark)

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

doc. Ph.D. Alena Hošpesová, Ph.D. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

Dr. Paola Iannone (University of East Anglia, Norwich, Great Britain)

prof. Dr. Rainer Kaenders (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Uni. Bonn, Germany)

RNDr. Alena Kopáčková, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci)

PhDr. Magdalena Krátká, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

PaedDr. Svatava Kubicová, CSc. (Ostravská univerzita v Ostravě)

prof. RNDr. Ladislav Kvasz, Dr. (Univerzita Karlova)

prof. Dr. Martin Lindner (Martin Luther University Halle-Wittenberg, Germany)

prof. RNDr. Danuše Nezvalová, CSc. (Univerzita Palackého v Olomouci)

dr. hab. Małgorzata Nodzyńska (Uniwersytet Pedagogiczny, Krakow, Poland)

RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D. (Univerzita Karlova)

prof. Dr. Gorazd Planinšič, Ph.D. (Univerza v Ljubljani, Slovinsko)

RNDr. Vladimír Přívratský, CSc. (Univerzita Karlova)

prof. Bernard Sarrazy (Université Bordeaux, France)

dr. hab. prof. UR Ewa Swoboda (Uniwersytet Rzeszowski, Poland)

doc. RNDr. Jarmila Robová, CSc. (Univerzita Karlova)

doc. Dr. Andrej Šorgo (University in Maribor, Slovenia)

**Adresa redakce**

Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: [scied@pedf.cuni.cz](mailto:scied@pedf.cuni.cz)

Pokyny pro autory jsou uvedeny na

<http://ojs.pedf.cuni.cz/index.php/scied/about/submissions#authorGuidelines>.

Sazbu v systému L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X zpracoval Miloš Břejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.

Logo navrhl Ivan Špírk.

Redaktorka a jazyková korektorka Bc. Zdeňka Janušová