

### JAKÉ MAJÍ BUDOUCÍ UČITELÉ PRO 1. STUPEŇ PŘEDSTAVY O ČÁSTICOVÉ STAVBĚ LÁTEK?

Eva HEJNOVÁ

#### Abstrakt

V souvislosti s přípravou revize Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání se v diskusích aktuálně objevuje i otázka, jaký by měl být obsah a cíle fyzikální části přírodovědy na 1. stupni základní školy. S touto otázkou úzce souvisí i příprava budoucích učitelů pro primární přírodovědné vzdělávání, jež nemusí být, co se týče fyzikálního vzdělávání, z mnoha důvodů dostačující. V příspěvku tuto skutečnost ilustrujeme na výsledcích výzkumu, který ukázal mnohé chybné představy budoucích učitelů pro 1. st. ZŠ o částicové stavbě látek.

#### PRE-SERVICE PRIMARY TEACHERS' IDEAS ABOUT PARTICULATE NATURE OF MATTER

#### Abstract

Related to the preparation of the revision of the Framework Educational Programme for Basic Education, the question of looking for the content and objectives of the physical part of science at primary school is currently discussed. This issue is closely connected to the education of pre-service primary teachers, which may not be sufficient for many reasons. In this paper we illustrate this fact on the results of research that revealed many misconceptions of pre-service primary teachers in understanding of particulate nature of matter.

#### Úvod

V souvislosti s přípravou revize Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání [1] (dále jen RVP ZV) se v diskusích aktuálně objevuje i otázka, jaké by měly být cíle fyzikální části přírodovědy 1. stupni ZŠ, jež představuje nepostradatelnou propedeutiku fyziky. S touto otázkou úzce souvisí i příprava budoucích učitelů 1. stupně, která nemusí být z mnoha důvodů dostačující.

V našem příspěvku ilustrujeme tuto skutečnost na výsledcích výzkumu, který jsme provedli na souboru 197 budoucích učitelů pro 1. stupeň ZŠ. Výzkum ukázal na přetrvávání mnoha miskonceptů o částicové stavbě látek, které se u budoucích učitelů pro 1. stupeň objevují vesměs ve stejné míře jako u žáků na konci základní školy.

V RVP ZV jsou poznatky o látkách a jejich vlastnostech zahrnuty v rámci výuky přírodovědy do vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět, konkrétně do tematického okruhu Rozmanitost přírody. Zde je zařazeno učivo týkající se třídění látek, změn látek a skupenství, vlastností a porovnávání látek [1]. Pojem atomu ani molekuly se na 1. stupni základní školy však zpravidla ještě nezavádí [2], s nimi se žáci obvykle setkávají až v 6. ročníku. Nicméně Pella a Carey [3] ukázali, že žáci mohou pochopit hlavní poznatky atomové teorie (tj. hmota je složena z částic, částice se pohybují, mezi částicemi existuje prázdný prostor) již v mladším školním věku. Podobně Liu and Lesniak [4] konstatují, že koncepce hmoty se u žáků nevyvíjejí jako postupné schodiště, ale spíše v určitých

překrývajících se vlnách, ve kterých mohou vedle sebe u různých žáků koexistovat i zcela protichůdné představy. U zvědavějších žáků navíc není vyloučeno, že otázky týkající se struktury látek budou svým učitelům klást již v mladším školním věku.

Pro vytváření vztahu dětí k přírodním vědám hraje období primárního vzdělávání klíčovou roli [5]. Významnou úlohu v tomto procesu nepochybně sehrávají učitelé, kteří by měli své žáky vést k vytváření správných představ o tom, jak svět kolem nich funguje. Nicméně zahraniční výzkumy ukázaly, že učitelé mají mnohé chybné představy, jejichž výskyt velmi úzce koreluje s podobně chybnými představami jejich žáků (viz např. [6]).

### **Výzkum výskytu miskoncepí spojených s částicovou stavbou látek u budoucích učitelů pro 1. stupeň základní školy**

Intuitivní představy žáků v různých oblastech fyziky byly předmětem již mnoha, zejména zahraničních výzkumů (např. [7], [8], [9], [10], [11]). V České republice bylo výzkumům miskoncepí v této oblasti věnováno dosud jen několik výzkumů (např. [12], [13]), které se ale zaměřovaly spíše na vybrané aspekty této problematiky.

V našem výzkumu jsme se proto zaměřili na podrobnější výzkum miskoncepí u studentů učitelství pro 1. stupeň ZŠ. Představy budoucích učitelů jsme zjišťovali pomocí testu, který byl sestaven ze 14 úloh zaměřených na vybrané miskoncepce v oblasti částicové stavby látek. Studenti vybírali vždy jednu odpověď ze čtyř nabízených možností a měli také možnost u každé úlohy doplnit vlastní odpověď. Na řešení testu měli studenti i žáci přibližně 20 minut.

Test jsme zadali na podzim v roce 2017 197 studentům ze dvou univerzit v České republice, přičemž výzkumný soubor zahrnoval studenty učitelství pro 1. stupeň v prezenční i kombinované formě studia. Výzkumu se zúčastnilo 96 studentů 1. ročníku, 60 studentů 2. ročníku a 41 studentů 3. ročníku.

Přetrvávání mnoha miskoncepí u budoucích učitelů se ukázalo při porovnání výsledků se zjištěními, které jsme učinili pomocí podobného výzkumu provedeném na souboru 170 žáků 9. ročníků ze šesti základních škol a jednoho gymnázia v Ústeckém, Moravskoslezském kraji a v Praze [14].

### **Výsledky výzkumu a diskuze**

Nejdůležitější výsledky našeho výzkumu jsou shrnuty v Tabulkách 1 a 2. Z Tabulky 1 je zřejmé, že procento správných odpovědí (resp. těch z vědeckého hlediska nejpříjemnějších) se u budoucích učitelů pohybovalo od 23,35 % do 77,66 %, u žáků 9. ročníku od 21,18 % do 74,71 %. Nejúspěšnější byli učitelé i žáci při řešení otázky O1 (Můžeme jednotlivé atomy vidět?), nejméně úspěšné byly obě skupiny při řešení otázky O3 (Co se stane s atomy potom, co živočich zemře?).

Pro posouzení statistické významnosti rozdílů mezi četnostmi odpovědí v obou porovnávaných skupinách byl užit dvouvýběrový test populačních pravděpodobností s jednostrannou alternativou. Statistickou významnost jsme testovali na hladině významnosti 0,05<sup>24</sup>.

Co se týče volby nejpříjemnější odpovědi, statisticky významné zlepšení jsme u studentů učitelství zaznamenali pouze u otázek O4 (Jaký mají atomy tvar?) a O10 (Co se stane s atomy uhlíku, když kousek uhlí roztlučeme kladivem na prach?). Naopak statisticky významně hůře si tato skupina vedla u otázky O12 (Co se stane s atomy ve vzduchu, když se s nimi srazí rychle se pohybující vlak?) a O13 (Musí být atom rozbit,

<sup>24</sup> Výpočty byly provedeny pomocí programu STATISTICA 13.3.

## Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 9

aby se z něj uvolnil elektron?). U ostatních položek testu byly výsledky obou skupin srovnatelné, tj. nebyl mezi nimi prokázán statisticky významný rozdíl.

Tab. 1: Přehled relativních četností nepřijatelnějších odpovědí u jednotlivých testových položek

Otázka	Relativní četnost (%) učitelé (N = 197)	Relativní četnost (%) žáci (N = 170)	p-hodnota
O1	77,66	74,71	0,253 8
O2	67,01	68,82	0,355 6
O3	23,35	21,18	0,309 4
<b>O4</b>	<b>50,25</b>	<b>37,06</b>	<b>0,005 6</b>
O5	58,88	54,12	0,179 4
O6	73,10	65,29	0,052 6
O7	51,78	49,41	0,325 3
O8	47,72	53,53	0,133 5
O9	62,44	58,24	0,205 9
<b>O10</b>	<b>70,05</b>	<b>57,65</b>	<b>0,006 7</b>
O11	59,90	61,76	0,358 0
<b>O12*</b>	<b>45,69</b>	<b>55,88</b>	<b>0,025 8</b>
<b>O13*</b>	<b>36,55</b>	<b>62,94</b>	<b>0,000 0</b>
O14	55,84	55,88	0,496 9

V Tabulce 1 jsou tučně vyznačeny statisticky významné rozdíly mezi relativními četnostmi odpovědí u obou skupin. Hvězdičkou jsme vyznačili případy, kdy jsou relativní četnosti nepřijatelnější odpovědi u budoucích učitelů nižší než u žáků 9. ročníku.

V Tab. 2 dále uvádíme přehled vybraných miskoncepcí, jejichž četnost přesáhla alespoň v jedné z obou sledovaných skupin 10 % (podle Tana et al. [15] lze takovou četnost výskytu miskoncepcí považovat za významnou).

Tabulka 2: Přehled vybraných miskoncepcí a relativních četností jejich výskytu u budoucích učitelů pro 1. stupeň a žáků 9. ročníku

Miskoncepce (M)	Testová položka	Relativní četnost (%) - učitelé (N = 197)	Relativní četnost (%) - žáci (N = 170)	p-hodnota
Atomy jsou živé, protože mohou růst a dělit se.	M2a	10,15	13,53	0,157 7
Živé jsou pouze atomy živých organismů.	M2d	13,20	8,82	0,092 1
Když živočich zemře, atomy, z nich byl složen, se přestanou pohybovat.	M3a	10,15	8,82	0,332 6
Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy.	M3c	43,65	47,65	0,221 4
Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží.	M3d	17,77	21,18	0,204 8
<b>Atomy mají tvar koulí, které jsou uvnitř plné.</b>	<b>M4b</b>	<b>9,64</b>	<b>31,76</b>	<b>0,000 0</b>
Všechny atomy jsou stejně velké, ale vytvářejí různě velké molekuly.	M5d	16,75	20,59	0,172 6
<b>Všechny atomy nemají stejnou hmotnost, protože hmotnost atomu závisí na tom, z kolika jednodušších atomů je vytvořen.</b>	<b>M6b</b>	<b>12,69</b>	<b>20,59</b>	<b>0,020 6</b>
Kousek zlata je tvořen atomy zlata a látkou, která vyplňuje prostor mezi atomy zlata.	M7d	37,06	39,41	0,322 0
Protože mezi částicemi pevné látky nejsou žádné mezery, nemohou se v ní atomy pohybovat.	M8b	19,80	22,94	0,231 7

Atomy se v pevné látce nepohybují, pohybují se jen elektrony v atomových obalech.*	M8d	31,98	20,00	0,004 7
Když se uhlí rozpadne na prach, atomy se také rozpadnou.	M10c	10,66	11,76	0,369 3
Když kousek uhlí roztlučeme kladivem na prach, od některých atomů uhlíku odpadnou malé části, takže se tyto atomy zmenší.	M10d	10,15	20,59	0,002 6
Jestliže odstraníme všechny atomy listu papíru, zůstane trochu papírového prachu.	M11a	14,72	19,41	0,115 9
Elektron je jednou ze základních částic, z nichž se atom skládá. Když je elektron od atomu odtržen, atom se rozdělí.* <sup>25</sup>	M13b	34,04	15,88	0,000 0
Elektrony nemohou být z atomu odtrženy.*	M13d	18,78	8,24	0,001 8
Atomy se nemohou přeměňovat, protože každý z protonů, neutronů a elektronů v atomu je jedinečný.*	M14c	31,47	22,94	0,034 0

V Tabulce 2 jsou tučně vyznačeny statisticky významné rozdíly mezi relativními četnostmi odpovědí u obou skupin. Hvězdičkou jsme vyznačili statisticky významné případy, kdy jsou relativní četnosti výskytu miskoncepce vyšší u budoucích učitelů než u žáků 9. ročníku.

Z Tabulky 2 je zřejmé, že miskoncepce M13b, M13d a M14c se častěji objevily u studentů učitelství. Miskoncepce M13b a M13d mohou ukazovat na to, že studenti dobře neodlišují děje v elektronovém obalu a jádru a důsledky, k nimž tyto děje vedou. Miskoncepce M14c ukazuje na častou mylnou představu, že elementární částice různých atomů jsou rozdílné (jedinečné). Je zřejmé, že budoucí učitelé také nemají zcela jasno v tom, jak může dojít k přeměně atomů (téměř 10 % ve sledované skupině si myslelo, že příčinou přeměny atomů je sluneční světlo nebo hřmění a blýskání). Podrobnější komentář k miskoncepčním a zadání celého testu je možné nalézt v publikaci [14].

Položili jsme si též otázku, zda se některá z miskoncepce neobjevuje i u jiných skupin vysokoškolských studentů, kteří se připravují na své budoucí učitelské povolání. Stejný test jsme proto zadali také 34 studentům 1. a 2. ročníku bakalářského dvouoborového studia na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Silnější výskyt jsme v této skupině zaznamenali jen u miskoncepce M3c (14,71 %), M5d (8,82 %), M7d (8,82 %).

### Závěr

Náš výzkum ukázal, že budoucí učitelé pro 1. stupeň základní školy mají v oblasti částicové stavby látek mnoho chybných představ, jež mohou přispívat k vytváření nebo upevňování miskoncepce i u jejich žáků. S ohledem na důležitost primárního přírodovědného vzdělávání se domníváme, že by bylo vhodné umožnit i učitelům prvního stupně specializovat se více na výuku některých předmětů (např. přírodovědně zaměřených) již v rámci jejich pregraduální přípravy. Tento přístup k přípravě učitelů pro primární školu by předpokládal i těsnější spolupráci pedagogických fakult s oborovými didaktiky, potažmo s jinými fakultami vzdělávajícími učitele (např. přírodovědeckými).

<sup>25</sup> Tato miskoncepce byla jednou z nabízených odpovědí na otázku „Musí být atom rozbit, aby se z něj uvolnil elektron?“ Odpovědi respondentů mohou ukazovat na miskoncepce, kdy je jednotlivým elementárním částicím v atomu přisuzována jedinečnost (viz také miskoncepce M14c, u které jsme zaznamenali ve skupině budoucích učitelů podobnou četnost této představy).

### Literatura

1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online] [cit. 31. 3. 2019]. Dostupné z <[www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani](http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani)>.
2. PODROUŽEK, L. *Úvod do didaktiky prvouky a přírodovědy pro primární školu*. 1. vyd. Dobrá Voda: Aleš Čeněk, 2003. 247 s. ISBN 80-86473-45-7.
3. PELLA, M. O., CAREY, R. L. Levels of Maturity and Levels of Understanding for Selected Concepts of the Particle Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 202-215, 1967-1968.
4. LIU, X., LESNIAK, K. Understanding the Matter Concept from Elementary to High School. *Science Education*, 89 (3), 433-450, 2005.
5. JANOUŠKOVÁ, S. et al. 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, 2014.
6. LEMMA, A., AJCE, A. Diagnostic Assessment of Eighth Grade Students' and Their Teachers' Misconceptions about Basic Chemical Concepts. *AJCE*, 3(1), 2013.
7. GRIFFITHS, A. K., PRESTON, K. P. Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628, 1992.
8. HARRISON, A. G., TREAGUST, D. F. Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534, 1996.
9. DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHFORS, P., WOOD-ROBINSON, V. *Making Sense of Secondary Science*. New York: Routledge Falmer, 2003. 210 s. ISBN 0-415-097657
10. STEPANS, J.: *Targeting Students' Science Miskonceptions*. Tampa: Showboard, 2003. 278 s. ISBN 1-891022-07-5.
11. UNVER, A. O., ARABACIOGLU, S. Helping Pre-service Science Teachers to understand Atomism Through Observations and Experiments. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 64-84, 2015.
12. ŠKODA, J., DOULÍK, P. Výzkum dětských pojetí vybraných přírodovědných fenoménů z učiva fyziky a chemie na základní škole. *Pedagogika*, 56 (3), 231-245, 2006.
13. MAUNOVÁ, K. *Žákovské představy a pojetí učiva* [Rigorózní práce]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2010. 167 s.
14. HEJNOVÁ, E., HEJNA, D. Miskoncepce žáků o atomech v kontextu představ starověkých myslitelů o stavbě hmoty. *Scientia in educatione*, 9 (2), 22-43, 2018.
15. TAN, K. C. D., GOH, N. K., CHIA, L. S., TREAGUST, D. F. Development and Application of a Two-tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301, 2002.

### Kontaktní adresa

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.  
Katedra fyziky PřF UJEP  
České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem  
Telefon: +420 475 283 316  
E-mail: [eva.hejnova@ujep.cz](mailto:eva.hejnova@ujep.cz)