

Výuka astronomie na základních školách v České republice – můžeme být spokojeni?

Miroslav Randa¹, *Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni*

Astronomie je přírodní věda s výrazným motivačním nábojem. Jedná se však současně o přírodní vědu, která nemá v České republice svůj vlastní školní předmět (podobně jako ve Slovenské republice). Astronomické poznatky se v obou našich republikách vyučují v rámci jiných předmětů, zejména v předmětech prvouka a přírodověda na prvním stupni základní školy a v předmětech fyzika a zeměpis na druhém stupni základní školy a v odpovídajících ročnících víceletých gymnáziích. Přitom jsou astronomické poznatky zákonitě roztržštěné, často duplicitní, přitom však neúplné a mnohdy jejich školský výklad nespĺňuje nároky na věcnou správnost a vhodnost z pohledu věkového vývoje žáků. Výuka astronomických poznatků je proto velmi závislá na znalostech a nadšení učitelů, systematickou výuku astronomie do určité míry supluje velmi rozšířená astronomická olympiáda. Plnohodnotně ji však nahradit nemůže zejména proto, že se do olympiády nezapojují všechny školy a všichni žáci, ale i tím, že v případě jakékoli předmětové soutěže, tedy i astronomické olympiády, už z principu nemůže jít o systematickou výuku.

1 Astronomické poznatky v kurikulárních dokumentech

Kurikulárním dokumentem, který vymezuje vzdělávací obsah pro výuku na základní škole, je Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále v textu RVP ZV) [1]. Vzdělávací obsah je členěn na „Očekávané výstupy“ a „Učivo“. Očekávané výstupy „...mají činnostní povahu, jsou prakticky zaměřené, využitelné v běžném životě a ověřitelné“ [1] a RVP ZV je stanovuje jako závazné. Učivo „...je chápáno jako prostředek k dosažení očekávaných výstupů“ [1] a je RVP ZV stanoveno pro školy jako doporučené.

Astronomické poznatky najdeme v následujících vzdělávacích oblastech:

- Člověk a jeho svět (týká se výuky na 1. stupni základní školy)
- Člověk a příroda (týká se výuky na 2. stupni základní školy)

V rámci vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět jsou uvedeny následující očekávané výstupy a odpovídající učivo:

- vysvětlí na základě elementárních poznatků o Zemi jako součásti vesmíru souvislost s rozdělením času a střídáním ročních období (očekávaný výstup)
- Vesmír a Země – sluneční soustava, den a noc, roční období (učivo)

V rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda jsou očekávané výstupy a odpovídající učivo týkající se astronomie uvedeny ve vzdělávacích oborech fyzika, přírodopis a zeměpis.

Očekávané výstupy (závazné) zahrnují následující témata související s astronomií:

- objasní vliv jednotlivých sfér Země na vznik a trvání života (přírodopis)
- zhodnotí postavení Země ve vesmíru a srovnává podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy (zeměpis)
- prokáže na konkrétních příkladech tvar planety Země, zhodnotí důsledky pohybů Země na život lidí a organismů (zeměpis)
- využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh (fyzika)
- objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet (fyzika)
- odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností (fyzika)

¹ randam@kmt.zcu.cz

Učivo (doporučené) vychází z očekávaných výstupů a s astronomií souvisejí následující témata:

- Země – vznik a stavba Země (přírodopis)
- Země jako vesmírné těleso – tvar, velikost a pohyby Země, střídání dne a noci, střídání ročních období, světový čas, časová pásma, pásmový čas, datová hranice, smluvený čas (zeměpis)
- vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; ... (fyzika)
- sluneční soustava – její hlavní složky; měsíční fáze (fyzika)
- hvězdy – jejich složení (fyzika)

Jak je z výše uvedeného patrné, je situace relativně příznivá na 1. stupni základní školy, kde se vyskytují astronomické poznatky popisující sluneční soustavu (tedy Země jako součást vesmíru) i poznatky související s astronomickými poznatky souvisejícími s měřením času (střídání dne a noci, fáze Měsíce, střídání ročních období). Naopak na 2. stupni základních škol je situace nepříznivá. V zeměpisu jsou opakovány poznatky související s postavením Země ve vesmíru, tvarem Země a pohyby Země, což je jinými slovy totéž jako astronomické základy měření času, v přírodopisu se popisují jen jednotlivé sféry Země.

Největší podíl by měla mít astronomie ve fyzice. Bohužel očekávané výstupy související s astronomií jsou zde jen tři. První očekávaný výstup využívá fázi Měsíce a zatmění Slunce a Měsíce jako ilustrace přímočarého šíření světla; druhý výstup ilustruje platnost Newtonova gravitačního zákona při pohybu planet kolem Slunce a měsíců kolem planet. **V obou případech tedy astronomie slouží jako ukázka platnosti fyzikálních zákonitostí a zákonů. Třetí očekávaný výstup je pak z astronomického hlediska dokonce nesprávně formulovaný**, protože podstatný rozdíl mezi planetou a hvězdou spočívá v rozdílné hmotnosti a s tím souvisejícím odlišným zdrojem energie, nikoli v tom (jak tvůrci RVP ZV bohužel předpokládají), že hvězdy jsou vlastními zdroji světla, zatímco planety světlo jen odrážejí.

Astronomie se tedy v kurikulárních dokumentech pro 2. stupeň základních škol vyskytuje pouze **okrajově, nesystematicky, rozdrobeně**. Na druhou stranu se žáci několikrát během výuky na základních školách seznamují prakticky **na stejné úrovni se stejnými poznatky**. To je typické zejména pro témata střídání dne a noci, střídání fází Měsíce, střídání ročních období, která se opakují v přírodovědě (typicky v 5. ročníku) a zeměpisu (typicky v 6. ročníku), střídání fází Měsíce se pak ještě jednou opakuje ve fyzice (typicky v 7. ročníku).

Nelze se pak divit tomu, když mnozí učitelé (a to zdaleka ne jen fyziky) považují reformu základního školství nikoli za cestu k větší kvalitě výuky formou získávání jednotlivých kompetencí žáky, ale spíše za zástěrku minimalizace a degradace obsahu učiva. V cestě minimalizace obsahu učiva se v současné době pokračuje přípravou tzv. standardů učiva, v němž jsou ke každému očekávanému výstupu přiřazeny indikátory, které stanovují tzv. minimální úroveň („nepodkročitelné“ minimum toho, co má žák na konci 9. ročníku základní školy znát a umět). Nedílnou součástí standardů jsou i ilustrativní úlohy, které jsou u jednotlivých očekávaných výstupů opět nastaveny na minimální úroveň a jsou úzce provázány s některými z uvedených indikátorů. V pracovní verzi standardů z dubna 2013 se tak u očekávaného výstupu „odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností“ objevila následující ilustrativní úloha:

Ilustrativní úloha 4

Na nočním bezoblačném nebi můžeme prostým okem vidět mnoho hvězd, ale také některé planety. Pozorujeme na nočním nebi více planet nebo hvězd? Vysvětli, proč tomu tak je.

Pohled na trosky astronomických témat v kurikulárních dokumentech je o to smutnější, že existuje velmi fundovaná publikace [2], která uvádí následující poznatky, které by měl na konci základní školy znát každý žák:

- Říci, z jakých druhů těles se skládá sluneční soustava (Slunce, planety, jejich měsíce, komety, planetky a meteority).
- Vyjmenovat planety v pořadí jejich vzdáleností od Slunce.
- Znázornit roční pohyb planety kolem Slunce.

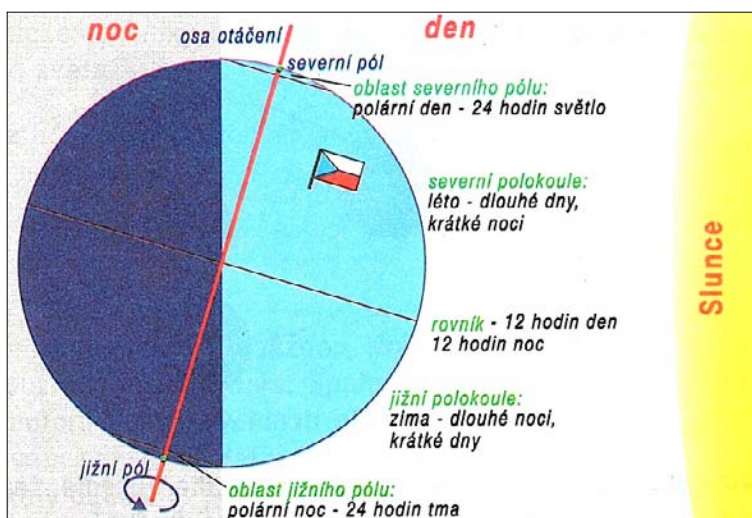
- Popsat odlišnosť Slunce, planet a komet. V tabulkách vyhľadať niektoré parametre Slunce, planet a komet a vzájomne je porovnať.
 - Vysvetliť, prečo jsou komety pozorovateľné až po niekoľikaletém období.
 - Pomenovať silu, ktorá udržuje planety, jejich mesiace a komety na obežné dráze kolem Slunce.
 - Modelovať striedání ročních dob na severní a jižní polokouli jako projev přivrácení a odvrácení severní a jižní polokoule vůči Slunci.
 - Vysvetliť, prečo svítí Měsíc a proč Slunce.
 - Porovnať zdánlivé velikosti Slunce a Měsíce.
 - Porovnať možnosti pobytu člověka na různých planetách a na Slunci, popř. na jiných hvězdách.
 - Popsat hlavní odlišnosti planet a hvězd.
 - Na obrázku sluneční soustavy naznačit šipkami směr působení gravitační síly Slunce na planetu a její měsíc, na kometu.
 - Modelem znázornit striedání dne a noci. Modelem znázornit pohyb Měsíce kolem Země a jeho rotaci kolem osy.
 - V tabulkách vyhľadať požadované parametry Země a Měsíce.
 - Modelem znázornit vzájemnou polohu Slunce, Země a Měsíce při úplňku, novu, při čtvrtích a při zatměních.
- Ve Slovenské republice je situace ohledně výuky astronomických poznatků z pohledu kurikulárních dokumentů ještě horší [3]. Astronomické poznatky se ve Slovenské republice vyskytují prakticky pouze v rámci výuky na 1. stupni základní školy [4].

2 Astronomické poznatky v některých učebnicích

Pro doplnění plastického obrazu, jak vypadá výuka astronomických poznatků na českých základních školách, jsem se podíval náhodně do několika učebnic odpovídajících výše uvedeným předmětům a ročníkům ([6]–[13]). Zaměřil jsem se na tři klíčové poznatky: na fáze Měsíce, na striedání dne a noci a na striedání ročních období. Výsledek zkoumání mne překvapil, a to jak zařazením témat, tak i často se vyskytujícími nepřesnostmi či zpracováním neodpovídajícím psychickým schopnostem žáků. Podobné případy zmiňuje na základě rozboru učebnic přírodovědy v SR Velmovská [5].

2.1 Striedání dne a noci

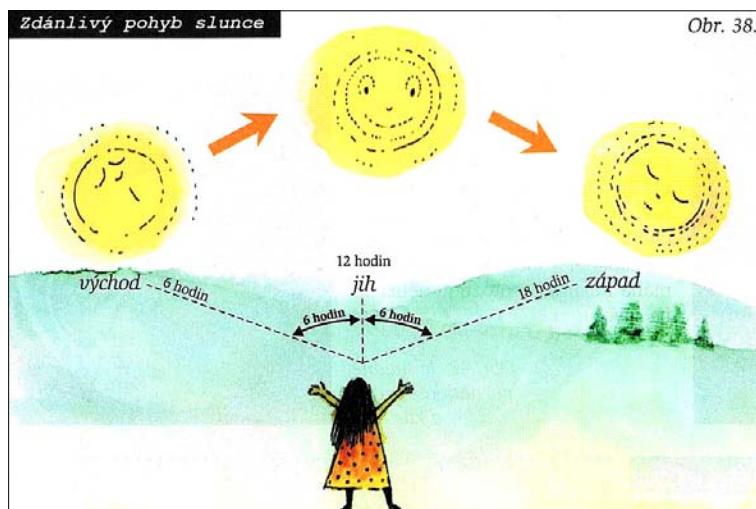
Toto téma se vyskytuje ve zkoumaných učebnicích pro 1. stupeň a v učebnicích zeměpisu pro 6. třídu. Zpracování tématu odpovídá možnostem žáků, výjimkou je snad jen obrázek v učebnici přírodovědy [6] – viz obr. 1. Tento obrázek



Obr. 1 – striedání dne a noci v [6]

obsahuje množství údajů neúměrné věkovým schopnostem žáků. Podobně i v textu téže učebnice najdeme poblíž obrázku následující formulaci: „Země se otáčí kolem své osy od západu na východ. V každém okamžiku je polovina Země osvětlena Sluncem (den) a druhá polovina je ve stínu (noc). Země se otočí kolem své osy asi za 24 hodin. Říkáme, že na Zemi trvá den 24 hodin.“ Slovo „asi“ je zde navíc, pro žáky je rozlišení hvězdného a slunečního dne předčasná a uvedení slova ukazuje snahu o přílišnou přesnost a ve svém důsledku chybu. Není totiž (ani ve sluneční soustavě) zdaleka běžné, že je hvězdný a sluneční den na planetě velmi blízký, v tomto směru je Země (a Mars) spíše výjimkou.

Naopak v učebnici zeměpisu vydané rovněž nakladatelstvím Prodos [8] je střídání dne a noci doprovázené snad až příliš zjednodušeným obrázkem (obr. 2).

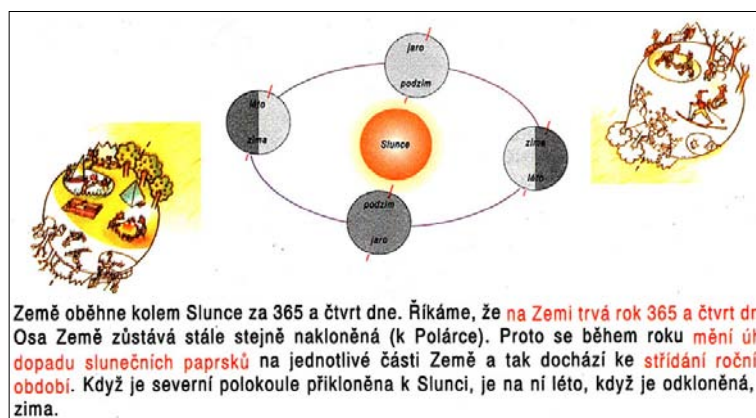


Obr. 2 – střídání dne a noci v [8]

2.2 Střídání ročních období

Také toto téma je typické pro přírodovědu a zeměpis. Ve zkoumaných učebnicích pro 1. stupeň a v učebnicích zeměpisu pro 6. třídu je zpracování tématu velmi rozličné. Bohužel však jsou informace často předimenzované a v učebnicích se vyskytují četné nedostatky.

Již zmíněná učebnice přírodovědy [6] využívá dvou hlavních ilustračních obrázků – viz obr. 3 a 4. Obrázek se zimní a letní krajinou podobně jako u střídání dne a noci (obr. 1) obsahuje příliš mnoho informací, navíc pro kresbu zimní krajiny a letní krajiny na jižní polokouli je zvolen velmi podobný styl (včetně barev), a tak je podstata obrázku skryta. Druhý obrázek (obr. 4) obsahuje dokonce chybu: úhel dopadu slunečních paprsků v poledne o zimním slunovratu je roven $16,5^\circ$, kdežto na obrázku je úhel 40° .

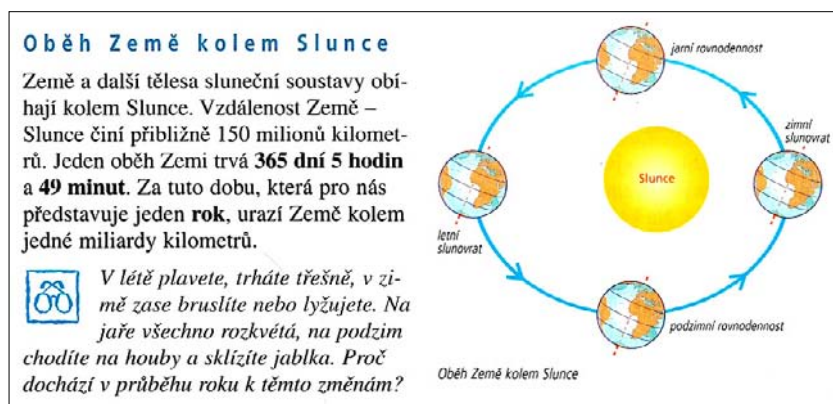


Obr. 3 – střídání ročních období v [6]



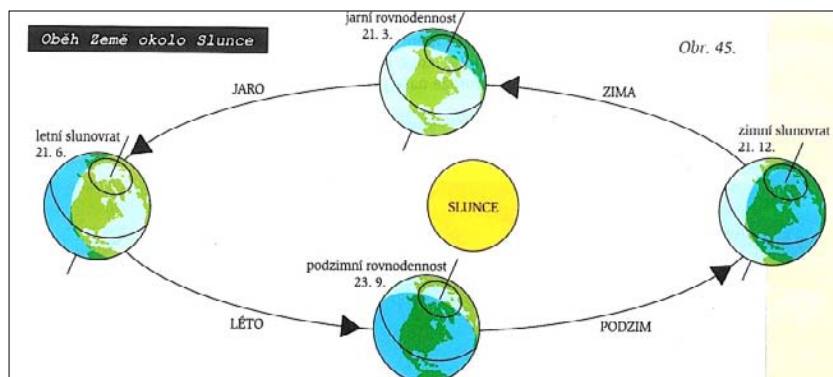
Obr. 4 – střídání ročních období v [6]

Zeměpisné učebnice se vzácně shodují ve zdůrazňování polohy Slunce nikoli ve středu trajektorie Země, ale mírně posunuté směrem k bodu, v němž se Země nachází počátkem ledna. Toto posunutí je však výrazně přehnané (obr. 5 a 6), neboť ve skutečnosti činí necelá dvě procenta. Při poloměru trajektorie Země 10 cm by byla odchylka polohy Slunce od středu menší než 2 mm! V obrázcích, v nichž není z pochopitelných důvodů dodržen správný poměr velikostí Slunce a Země ani vzdálenosti Země vzhledem k velikosti těles, se tak ocitá další rušivý prvek.



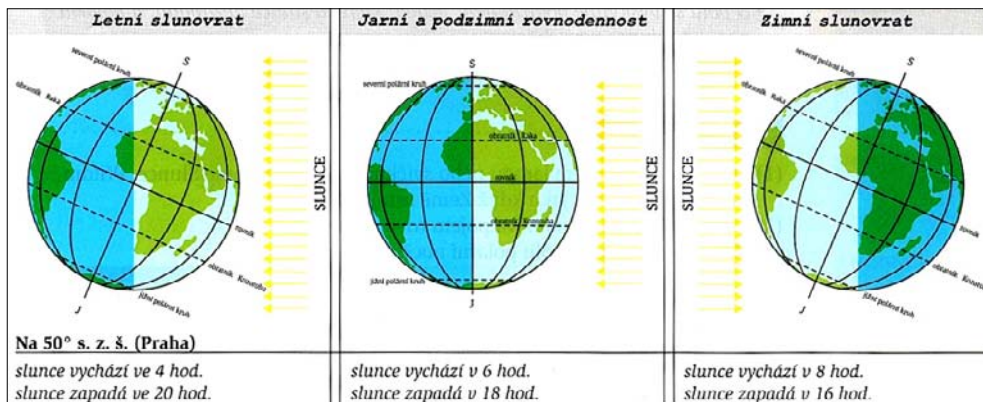
Obr. 5 – střídání ročních období v [9]

V učebnici [9] (obr. 5) se vyskytují i další nedostatky. Země je nakreslena tak, jako kdyby obíhala nad oběma póly Slunce (všimněte si polohy Afriky) a v textu je tučně vyznačena hodnota doby oběhu Země kolem Slunce udaná s naprosto zbytečnou přesností (365 dní, 5 hodin a 49 minut). Doufám jen, že jsou učitelé zeměpisu dostatečně erudovaní, aby tuto hodnotu nezkoušeli...



Obr. 6 – střídání ročních období v [8]

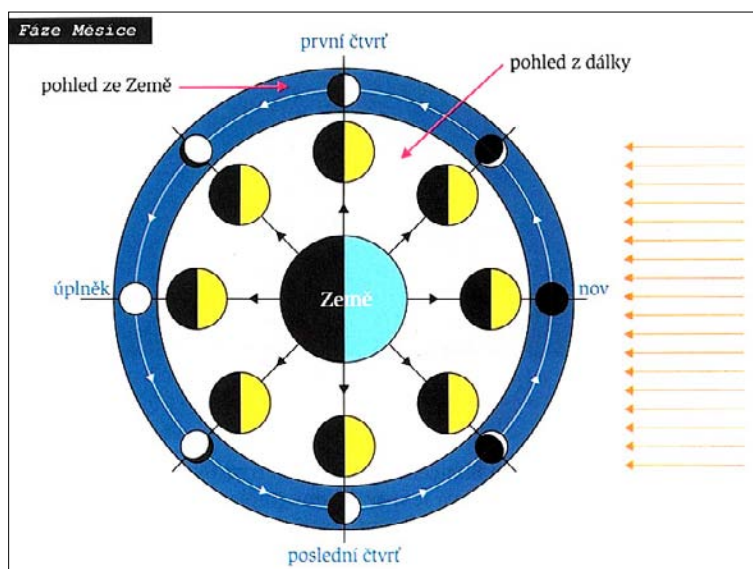
V učebnici [8] je kromě obr. 6 ještě další obrázek (obr. 7), který má ukázat směr dopadu slunečních paprsků na Zemi. I když každý z trojice obrázků, z nichž se obr. 7 skládá, je správný, je jejich slepení vedle sebe naprosto nevhodné, a to nejen proto, že se na obrázcích mění směr, odkud přicházejí sluneční paprsky, ale zejména z toho důvodu, že rozmetává pracně vybudovanou a z astronomického i fyzikálního pohledu klíčovou představu o tom, že zemská osa zůstává v prostoru ve stejné poloze.



Obr. 7 – střídání ročních období v [8]

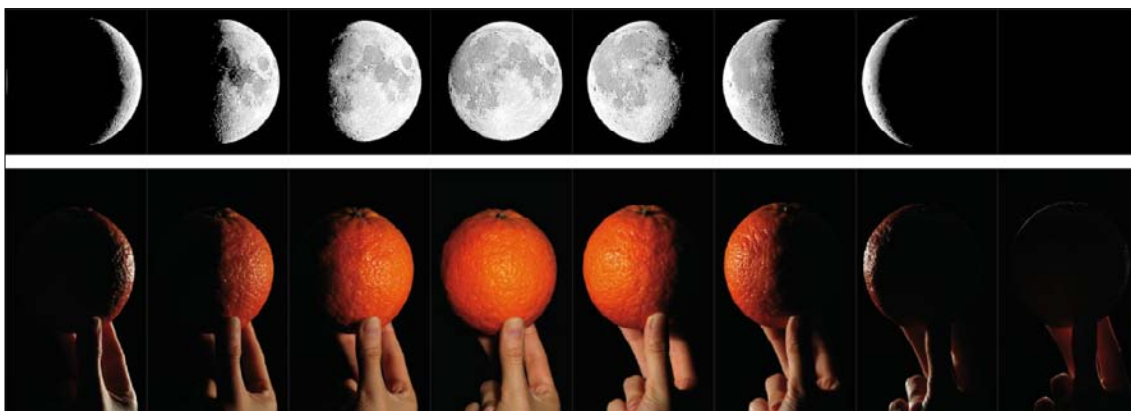
2.3 Fáze Měsíce

Téma fází Měsíce prolíná celou výukou na základní škole. Najdeme jej v přírodovědě na 1. stupni, v zeměpisu i ve fyzice. To, co je pro mne nepochopitelné, je skutečnost, že ve všech uvedených předmětech je téma často zpracováno prakticky totožně. V učebnicích všech zmíněných předmětů najdeme typické schéma pro fáze Měsíce, které se v učebnicích poprvé objevilo již v 19. století (ovšem pro starší žáky) a které shrnuje poznatky o fázích Měsíce. Toto schéma v každé poloze Měsíce na trajektorii kolem Země ukazuje tvar osvětlené části Měsíce při pohledu z kosmického prostoru a z pohledu ze Země. Pro žáky 2. stupně je velice obtížné z hlediska jejich psychických schopností, o žácích 1. stupně nemluvě. Obecnou obtížnost pochopení obrázku prokazuje i obrázek uvedený v [8]. Autoři ani recenzenti neodhalili chybné zakreslení osvětlené části u obrázku znázorňujícího poslední čtvrt'.



Obr. 8 – fáze Měsíce v [8]

Za vhodnější (zvláště u 1. stupně) považují souvislost fází Měsíce s osvětlenou částí pomeranče – viz obr. 9, která se (pokud je mi známo) poprvé objevila v učebnici přírodovědy [7] a v současnosti ji běžně najdeme v učebnicích fyziky pro 7. ročník ([10] a [11]).



Obr. 9 – fáze Měsíce v [10]

3 Závěr

I když nelze předchozí řádky považovat za vyčerpávající rozbor stavu výuky astronomických poznatků na základní škole, signalizují tyto dílčí informace **vážné problémy**. Ty nejvážnější spočívají v následujících faktech:

- výuka astronomických poznatků na 2. stupni základní školy (zejména v rámci předmětu fyzika) se v posledních letech výrazně zredukovala v souvislosti s reformami školství, přičemž se na podstatné redukci astronomie projevila ta skutečnost, že astronomické poznatky byly ve fyzice obvykle zařazovány až v posledním pololetí devátého ročníku;
- očekávané výstupy v oboru fyzika, který byl vždy pro výuku astronomických poznatků klíčový, prakticky neobsahují nic z astronomie;
- výuka astronomických poznatků není systematická, jde spíše o roztroušené astronomické střípky, které se využívají k dokreslení platnosti fyzikálních či zeměpisných poznatků;
- přestože došlo k omezení astronomických poznatků, vyučují se některé poznatky naprosto zbytečně několikrát, a to na stejné úrovni. Nejvýraznější je to u fází Měsíce, které se vyučují v páté třídě v přírodovědě, v šesté v zeměpise a v sedmé (a leckdy znovu i v deváté) třídě ve fyzice prakticky ve stejné podobě;
- učebnice často u astronomických poznatků obsahují nedostatky, výjimkou není komplikované vysvětlování astronomických jevů, nepřiměřené věkovým schopnostem žáků;
- skutečná astronomie je žákům skryta.

Z výše uvedeného je patrné, že výuka astronomie na základní škole je ve značných problémech. Vzhledem k motivačnímu náboji astronomie se fyzika i další přírodní vědy okrádají o možnost získat žáky i pro tyto přírodovědné obory. **Špatný stav výuky astronomie ve školách suplují nadšení učitelé, organizátoři AO, pracovníci hvězdáren a planetárií a popularizátoři astronomie. Tato situace je však dlouhodobě neudržitelná.**

**Literatura**

- [1] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. [cit. 9. 8. 2013]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf
- [2] KOLÁŘOVÁ, Růžena a kol. *Co by měl žák základní školy umět z fyziky, chemie a přírodopisu: návrh evaluačních kritérií přírodovědného vzdělávání na základní škole*. Praha: Prometheus, 1998.
- [3] HANISKO, Peter. Vyučovanie astronómie na 2. stupni základných škôl v Slovenskej republike. In: *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 2013, vol. 42, no. 2, s. 51-58, 2013. ISSN 1335-4981.
- [4] HANISKO, Peter. Vyučovanie astronómie na 1. stupni základných škôl v Slovenskej republike. In: *Odborová didaktika – interdisciplinárny dialóg 2012*, 25. –26. 10. 2012, Levoča. [sborník na CD]. Ružomberok: VERBUM – vydavateľstvo KU, 2012. s. 88–98. ISBN 978-80-8084-941-2.
- [5] VELMOVSKÁ Klára. *Fyzikálne poznatky v prírodovede na I. stupni ZŠ*, In: *Fyzikálne vzdelávanie v systéme reformovaného školstva*. Nitra: JSMF, 223–238. ISBN 978-80-558-0232-9.
- [6] BAŤKOVÁ, Božena a kol. *Přírodověda*. Olomouc: Prodos, 1993.
- [7] MLADÁ, Jarmila, PODROUŽEK, Ladislav, RANDA, Miroslav, ŠOLC, Martin. *Přírodověda pro 5. ročník základní školy*. Praha: SPN, 1998.
- [8] VOŽENÍLEK, Vít, DEMEK, Jaromír. *Zeměpis 1. Planeta Země. Glóbus a mapa. Přírodní složky a oblasti Země*. Olomouc: Prodos, 2000.
- [9] ČERVENÝ, Pavel, DOKOUPIL, Jaroslav, KOPP, Jan, MATUŠKOVÁ, Alena, MENTLÍK, Pavel. *Zeměpis 6*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2009.
- [10] BOHUNĚK, Jiří, KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 1998.
- [11] RAUNER, Karel, HAVEL, Václav, PROKŠOVÁ, Jitka, RANDA, Miroslav. *Fyzika 7. Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005.
- [12] BOHUNĚK, Jiří, KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 2000.
- [13] RAUNER, Karel, HAVEL, Václav, RANDA, Miroslav. *Fyzika 9. Učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007.