

- [12] *McCord, B. T.*: Dynamical Evolution of the Neptunian System. *The Astronomical Journal* **71**, 7 (1966), 585–590.
- [13] *Banfi, V.*: Future Dynamical Evolution of the Neptun – Triton System. A New Synthetic Method of Analysis. *Earth, Moon and Planets* **30** (1984), 43–52.
- [14] *Čuk, M., Gladman, B. J.*: Constraints on the Orbital Evolution of Triton. *The Astrophysical Journal* **626** (2005), L 113–116.
- [15] *Franc, T.*: Vybrané gravitační jevy ve vesmíru a jejich přiblížení středoškolákům. Disertační práce. MFF UK Praha, 2014.

Zdroje vyobrazení

- Obr. 1: https://en.wikipedia.org/wiki/Discovery_of_Neptune
- Obr. 2: <http://faculty.humanities.uci.edu/bjbecker/ExploringtheCosmos/lecture12.html>
- Obr. 3: <http://en.wikipedia.org/wiki/Neptune>
- Obr. 4: <http://www.irishastronomy.org/index.php>
- Obr. 5: <https://en.wikipedia.org/wiki/Neptune>
- Obr. 6: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neptune_seasons.JPG
- Obr. 7: http://www.seti.org/sites/default/files/Neptune_Ring_Arcs.v3.jpg
- Obr. 8: [http://en.wikipedia.org/wiki/Triton_\(moon\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Triton_(moon))
- Obr. 9: www.wolaver.org/space/triton-geysers.jpg
- Obr. 10: Brož, M., Šolc, M.: *Fyzika sluneční soustavy*. Matfyzpress, Praha, 2013, obr. 177.
- Obr. 11: <http://planetimages.blogspot.cz/2015/05/neriid-from-voyager.html>

Astronomie ve škole a mimo školu

RADEK KRÍČEK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Výuka astronomie na našich základních a středních školách má za sebou historii dlouhou desítky let. Názor na to, proč a jak astronomii vyučovat, prošel za tu dobu značnými změnami. V dnešní době se vzdělávací dokumenty soustředí v první řadě na vytváření klíčových kompetencí a astronomie, obsažená dříve ve školních osnovách, z oficiálních dokumentů do značné míry vymizela. Z pohledu některých astronomů je to nepřijemná zpráva. Ovšem jak si uvědomují mnozí učitelé, nemusí povědomí o vesmíru

*) Článek vznikl díky podpoře grantu SVV 260220 Univerzity Karlovy.

ani tímto krokem utrpět a astronomii můžeme stále využívat jako nástroj ke splnění předepsaných cílů. Tento článek se pokouší zmapovat takové možnosti žáků a učitelů ve škole a především mimo ni.

Poznamenejme, že nebudeme v článku důsledně rozlišovat mezi astronomií a astrofyzikou a pro stručnější zápis použijeme označení „astronomie“ i pro spíše fyzikální partie věd o vesmíru.

Historie a současnost výuky astronomie

Astronomie byla načas zavedena jako povinný předmět roku 1953 [1]. Slovy autora J. Grygara „ideologicky podbarvený projekt“ ztroskotal po čtyřech letech především na nevhodné volbě učebnice a nedostatečných znalostech pedagogů. Od té doby v Československu ani České republice nebyla astronomie jako samostatný povinný předmět nikdy plošně zavedena, ale dále se objevovala v osnovách dalších předmětů, například fyziky a zeměpisu. Zavedení Rámcových vzdělávacích programů (RVP) umožnilo výuku astronomie dále omezit, nebo naopak využít volnost škol k jejímu rozšíření. Od školního roku 2014/15 tak vesmír tvoří například kostru výuky fyziky podle Školního vzdělávacího plánu (ŠVP) Gymnázia Jana Keplera v Praze.

Zastoupení astronomie v RVP různého druhu není rovnoměrné. Často se jedná o zeměpisná témata a planetologii. Na základní škole [2] se žáci podle dokumentu učí o kalendářích a souvislosti s pohyby Země, o vývoji Země, zatměních, rozdílech mezi hvězdami a planetami. Látka je rozdělena mezi několik vzdělávacích oblastí (Člověk a jeho svět, Fyzika, Přírodopis, Zeměpis). Za zmínku stojí také dokument Standardy pro základní vzdělávání z fyziky [3], ve kterém nalezneme konkrétní indikátory splnění očekávaných výstupů tematického okruhu Vesmír a ilustrační úlohy pro jejich ověření. Standardy však mají ve fyzice pro školy pouze doporučující charakter. Podrobný přehled výskytu astronomie v RVP pro ZŠ lze najít v elektronické verzi článku [4].

Mnohem skrovnější je zastoupení astronomických témat v RVP pro gymnázia [5]. Ta, která lze podle názoru autora považovat za astronomická, se vyskytují jen ve vzdělávacích oborech Geografie, Geologie a Dějepis. Zahrnují pouze postavení Země uvnitř sluneční soustavy, její pohyby a geologickou historii. Seznam snad můžeme doplnit díky očekávaným výstupům z kapitoly Počátky novověku – zařazeno je rozpoznání nových filosofických a vědeckých myšlenek ve 14.–17. století a zhodnocení jejich praktických dopadů. Podrobný přehled čtenář opět nalezne v [4].

Zajímavé je ovšem zastoupení astronomie v RVP pro střední odborné vzdělávání [6], kde je mnohdy astronomie zahrnuta podrobněji než v RVP pro gymnázia. Např. v celkem 275 dokumentech RVP pro SOŠ jsme našli 230 dokumentů, obsahujících dohromady 938 výskytů řetězce „vesmír“. RVP pro SOŠ vesměs obsahují podobné astronomické učivo a očekávané výstupy jako RVP pro ZŠ. I to je však více než v případě RVP pro gymnázia. Nabízí se otázka, zda je zjištěný rozdíl mezi gymnaziálním vzděláváním a vzdáváním na jiných středních školách záměrný a žádoucí.

Vidíme tedy, že současné závazné dokumenty učitele k výuce astronomie příliš nevybízejí. Přesto však zařazení astronomických poznatků do výuky stojí za zamyšlení. Některé studie a možná i osobní zkušenost čtenáře ukazují, že takový krok může být pro žáky motivační. Výzkumy o názorech žáků, zahrnující otázky týkající se zájmu o výuku astronomie, jsou shrnuty např. v článcích Kekule a Žáka [6], Lavonena a kol. [7] a S. Sjöberga [8]. Astronomická témata se zde řadí z hlediska atraktivnosti na první příčky pomyslných žebříčků.

V článku shrneme možnosti, jak astronomii zařadit do výuky. V případě školního vzdělávání půjde zčásti o rešerši starších prací, které se tématu věnují. Těžiště našeho zájmu pak bude ležet v oblasti mimoškolního vzdělávání. Jde o oblast u nás v literatuře nezkoumanou, a přesto důležitou. Právě vzhledem k relativní absenci astronomie ve školní výuce vzrůstá role nejrozličnějších mimoškolních aktivit, hvězdáren, spolků či informačních technologií, často zajišťovaná dobrovolníky a amatérskými astronomy.

Astronomie ve školním vzdělávání prakticky

Jak bylo řečeno, astronomii je možné přímo do výuky začlenit v rámci povinných předmětů. Na toto téma byla napsána v češtině již řada prací a článků. V. Štefl a J. Krtička v učebnici pro studenty učitelství *Didaktika astrofyziky* [9] podrobně rozebírají tento proces v případě fyziky a přinášejí materiály v podobě praktických i početních řešených úloh či ověřovacích testů. Další konkrétní aktivity přináší P. Pudivíttr jako součást své disertační práce *Výuka astronomie na středních školách* [10]. Nejedná se přitom jen o program do hodiny fyziky, ale například i nápady pro dějepis, výtvarnou výchovu či jiné předměty. Podle osobní zkušenosti autora článku je tak lze dobře využít například při suplovaných hodinách. Obě zmíněné práce však vznikly před zavedením RVP. O tom, jak může astrofyzika pomoci splnit požadavky RVP ve fyzice a matematice, diskutuje V. Štefl v [11, 12]. Navrhuje také konkrétní kroky, jakými ji v případě fyziky zařadit do

ŠVP [11]. V. Štefl je zároveň autorem, který již od konce 70. let publikuje v didaktických časopisech články o konkrétních možnostech zařazení astronomie do výuky [13]. Z poslední doby jmenujme články Štefla a Navrátila [14], Štefla a Domaňského [15] a Štefla [16–18]. V prvních dvou je na příkladu Krabí mlhoviny, resp. Hubbleova dalekohledu, rozebráno, jaké fyzikální okruhy lze ve spojení s vesmírem procvičovat. Další dva články jsou sbírky 18 kratších příkladů z několika oblastí astronomie a 17 příkladů týkajících se Saturnu. Pátý článek je diskuze o významu Měsíce ve výuce, doplněná seznamem běžných miskonceptů a řadou i pokročilejších teoretických a pozorovacích úloh. Dalším počinem je článek K. Balcarové [19], která proložila několika tematickými úlohami životopis Galilea Galileiho.

Velkou zásobárnou aktivit je v dnešní době internet. Některé možnosti jsou popsány v článku P. Haniska [20]. Pro učitele, kteří vládnou základní znalostí anglického jazyka, se otevírá možností ještě více. Jednou z nich jsou stránky projektu *AstroEdu* [21], zřízené Mezinárodní astronomickou unií. Jedná se o databázi peer-review výukových aktivit. Všechny zveřejněné nápady prošly posouzením profesionálního astronoma i odborníka na vzdělávání, učitel se tedy může spolehnout na to, že získává kvalitní výukový materiál.

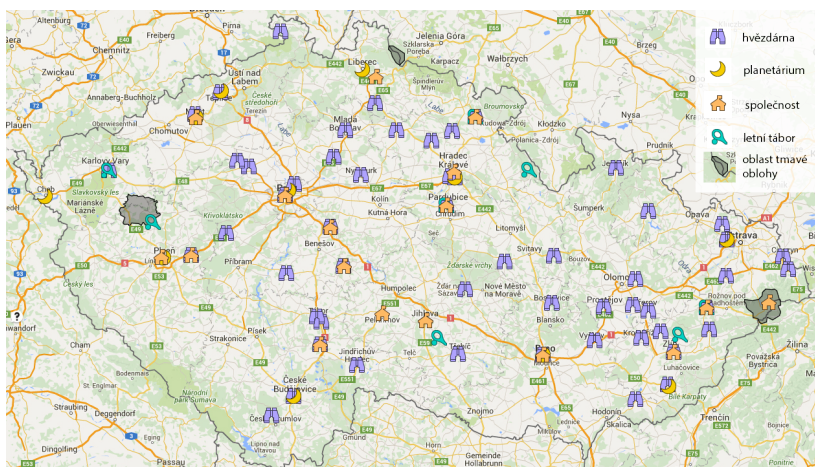
Kromě internetu dnes žáci využívají i jiná moderní média, jako jsou například chytré telefony. Dnes již existují aplikace pro tato zařízení, použitelná ve výuce, včetně výuky fyziky a astronomie. Inspiraci v podobě konkrétních aplikací a aktivit, které je s nimi možné podniknout, lze nalézt v angličtině například v [22]. Existuje i velké množství dalších materiálů využitelných pro školní praxi, například starších článků v českých či československých didaktických časopisech. My však nyní přesuneme pozornost k mimoškolnímu vzdělávání.

Astronomie v mimoškolním vzdělávání

Zatímco školní astronomické vzdělávání bylo popsáno v několika zmíněných publikacích a seznam je stále neúplný, popisu našeho mimoškolního astronomického vzdělávání tolik úsilí věnováno nebylo. Jeho význam přitom vzrůstá současně s omezováním výuky astronomie ve školách. Popis mimoškolních aktivit jsme proto zvolili za hlavní náplň našeho článku. Slovem mimoškolní přitom rozumíme nejen to, že činnosti probíhají mimo školu, ale většinou také v době mimo vyučování a bez dohledu učitele. Následující odstavce proto mohou posloužit jak přímo žákům, tak učitelům, kteří chtějí svým svěřencům vhodnou aktivitu doporučit.

Některá místa, která je možné za tímto účelem navštívit, jsou přitom součástí *interaktivní mapy* (obr. 1), kterou autor zveřejnil na stránkách *České astronomické společnosti* [23]. Součástí mapy jsou české hvězdárny pracující s veřejností, dále planetária, astronomické spolky, oblasti tmavé oblohy nebo astronomické letní tábory. Mapa si klade za cíl být vzhledem k těmto vrstvám pokud možno úplná a průběžně aktualizovaná. Vznikla v rámci probíhajícího výzkumu o roli astronomie v našem vzdělávání, který autor provádí v rámci disertační práce na MFF UK [24].

Pojem, který člověku při zmínce o astronomické popularizaci vyvstane na mysli asi nejrychleji, je *hvězdárna*. V ČR je podle našich zjištění aktuálně 55 observatoří, které mohou zájemci navštívit. Zatímco některé jsou otevřené pravidelně, na jiné je možné podívat se po domluvě, především v případě malých soukromých hvězdáren. Při hvězdárnách existuje také několik *kurzů astronomie*, které mohou i zájemci z řad žáků pravidelně navštěvovat. Takový prezenční kurz nalezneme např. v Praze [25]. Brněnští astronomové umožnili studium astronomie z pohodlí domova komukoliv, kdo ovládá češtinu, prostřednictvím internetového kurzu [26]. V tomto případě je navíc díky financování z evropských peněz vše zdarma.



Obr. 1 Podoba interaktivní mapy, znázorňující místa popularizující astronomii, s vloženými vysvětlivkami

Řada hvězdáren a také dalších subjektů se každoročně pouští do organizace *letních táborů a expedic*, které mohou být přínosné pro žáky rozličných preferencí. Například Expedice v Úpici je proslulá tradicí dlouhou desítky

let a širokým spektrem aktivit [27]. Kromě vizuálního a CCD pozorování bývají představovány i méně obvyklé technické výtvarky jako je radioteleskop. Během autorovy návštěvy si účastníci dále vyzkoušeli stavbu rakety schopné dosáhnout výšky několik set metrů nebo se zabývali geologií či astronavigací.

Sít hvězdáren je doplněna o 12 *planetárií*. Tato zařízení bývají školami často navštěvována a disponují řadou vzdělávacích pořadů pro žáky různých věkových kategorií. Pořady jsou často zaměřeny i na témata neastronomická a je tak možné v návštěvě planetária skloubit exkurzi fyzikální s jinými předměty. V poslední době prošla některá tuzemská planetária modernizací (Praha, Brno, Ostrava) zahrnující použití nových digitálních metod. Navíc se nová planetária objevila (např. Hradec Králové, Liberec, Olomouc, Cheb, Uherský Brod). Doporučujeme tedy zjistit aktuální situaci v okolí vaší školy, například s využitím zmiňované astronomické mapy.

V České republice se v posledních letech rozmáhá fenomén zakládání *oblastí tmavé oblohy*. Jedná se o území, která jsou hodnotná z hlediska zachovalého tmavého nebe. Hlavním posláním však nebývá chránit oblohu v této lokalitě (koneckonců oporu nemají tyto oblasti ani v zákoně), ale právě popularizace astronomie a problematiky světelného znečištění. Naše země společně s Polskem drží světový unikát daný zřízením první přeshraniční oblasti v Jizerských horách [28]. Další nalezneme v Beskydech [29] a zatím poslední na Manětínsku [30]. V manětínské oblasti byl již učiněn i mezikrok směrem k ochraně kvality nebe do budoucna, jelikož se k ní místní obce zavázaly podpisem memoranda.

Pro žáky může být zajímavé navštívit oblast tmavé oblohy v noci a zúčastnit se pozorovacího programu nebo i ve dne, zpravidla se pak dozví zajímavé poznatky formou informačních tabulí nebo jiných exponátů. I provoz oblastí tmavé oblohy u nás spoléhá na práci dobrovolníků a amatérských astronomů a to skýtá naději dohodnout si individuální program. Na závěr uvedme, že ve všech oblastech se konají alespoň jednou do roka akce pro veřejnost formou astronomických dnů.

Nejen při hvězdárnách, ale i na mnoha dalších místech existuje řada *astronomických kroužků* pro děti či *společností* pro starší zájemce, kde je možné se astronomií rovněž zabývat a seznámit se s dalšími lidmi podobného zaměření. Většina společností se sdružuje v rámci České astronomické společnosti (ČAS) s celostátní působností [31]. Několik společností je rovněž zaneseno do interaktivní mapy, seznam kroužků můžete najít na stránkách Sekce pro děti a mládež ČAS [32]. Nebyl však již několik

let aktualizován a tak je třeba na údaje v něm uvedené zcela nespolehat. Astronomické kroužky bývají naplněny hrami s tematikou vesmíru, běžné je využívání výpočetní techniky či reálné pozorování okem i za použití dalekohledu. Astronomické společnosti slouží zpravidla buď k setkávání místních zájemců o obor, nebo jsou úžejí odborně zaměřené (viz např. seznam sekcí, poboček, odborných skupin a kolektivních členů ČAS [33]). V případě druhé možnosti pak není výjimkou, že se členové téměř osobně nestýkají, a vyměňují si informace prostřednictvím internetu.

Stejně jako v jiných oborech, i v astronomii existuje pro žáky několik soutěží. Jednoznačně nejrozšířenější je u nás *Astronomická olympiáda* [34], organizovaná ČAS od školního roku 2003/04. Její kategorie dnes pokrývají celý druhý stupeň základních škol (nebo nižší stupeň víceletých gymnázií) a střední školy. Kategorie jsou celkem čtyři a každá z nich sdružuje dva sousední ročníky. Soutěž začíná školním kolem, které má motivační charakter a většina řešitelů zde uspěje. Záleží potom na nich, zda vypracují úlohy druhého (korespondenčního neboli krajského) kola. Nejlepší práce umožní svým autorům postoupit do celostátního finále. Nejlepší finalisté jsou potom pozváni na soustředění, které slouží k tréninku úloh mezinárodních kol a zároveň k výběru několika řešitelů, kteří na nich Českou republiku reprezentují.

Od školního roku 2014/15 vznikla česká část slovenské soutěže *Astronomický korespondenční seminář* [35], vše organizované Astronomickým klubem Bratislava. Záběr této soutěže je od 5. třídy ZŠ až do konce SŠ v celkem třech kategoriích. Podobně jako u jiných korespondenčních seminářů jsou zde zadávány série úloh, na jejichž vyřešení mají žáci vždy kolem pěti týdnů. Odměnou jsou jim diplomy a věcné ceny.

Nejen soutěžní prvky přináší projekt *Astronomický rok* [36], který ve školním roce 2015/16 spustila Sekce pro děti a mládež ČAS. Na každý měsíc je pro učitele připravena projektová hodina a pozorovací úloha pro žáky, oboje spojené nějakým astronomickým tématem. Na webových stránkách Sekce vše ještě doprovází náměty na domácí pokusy. Pozorovací úlohy je možné zasílat organizátorům, kteří na konci školního roku vyhodnotí nejlepší školy a řešitele a odmění je cenami. Organizátoři plánují v případě úspěchu pokračovat i v dalších letech.

Mnoho možností žákům umožňuje práce s počítačem připojeným k internetu. Kromě již zmíněného brněnského kurzu se nabízí například kurz *Astro a modelování*, vedený P. Pudivítem a S. Zelendou v rámci projektu *Talnet* [37]. Žáci si zde – přesně podle názvu kurzu – rozšíří nejen znalosti

astronomie, ale i počítačového modelování fyzikálních problémů. Talnet v minulosti také zorganizoval např. astronomickou výzkumnou expedici. Pokud žáci rádi bádají, je možné jim to umožnit i v rámci jiných projektů. Omezený okruh zájemců se hlásí do astronomických výzkumných projektů v rámci *Otevřené vědy*, organizované AV ČR [38] nebo řeší astronomická témata v rámci *Středoškolské odborné činnosti* [39].

Dnes je možné zapojit se do různých výzkumných projektů i s využitím internetu. Pohodlnějším způsobem je například poskytnutí výpočetního času osobního počítače v době, kdy není třeba jeho plný výkon věnovat majiteli. Právě astronomové začali jako první využívat takzvané *distribuované výpočty* ke hledání mimozemské inteligence spuštěním programu *SETI@home* roku 1999. V ČR dnes existuje skupina, zabývající se koordinací zájemců o účast v distribuovaných výpočtech (Czech National Team) [40]. Můžeme se zde dozvědět o běžících projektech, mimo jiné z astronomie – v současnosti lze mimo hledání mimozemšťanů napomoci i pátrání po gravitačních vlnách, výzkumu potenciálně nebezpečných planetek nebo reliktního záření. Pomoci můžete dokonce i českým astronomům s modelováním tvarů planetek v projektu *asteroids@home* [41]. Zahraniční projekty umožňují i *analýzu dat* přímo uživatelem, např. objevování nových exoplanet v datech z dalekohledu Kepler v projektu *Planet Hunters* [42] nebo i o něco náročnější nacházení planetek v databázi *SkyMorph*. V případě zapojení do posledně zmíněné aktivity lze využít návod S. Kürtiho [43].

Kromě výše uvedených způsobů se samozřejmě řada dětí věnuje astronomii tradičně čtením *časopisů nebo knih a sledováním pořadů*. Kromě periodik, zaměřených na popularizaci vědy obecně (bohužel někdy s obsahem pochybné kvality), jsou u nás k dostání kvalitní tištěné časopisy *Astropis* [44] (vydává ČAS) a *Kozmos* [45] (vydává Slovenská ústředná hvězdárna Hurbanovo). Na knižním trhu nalezneme řadu titulů různé kvality a stáří. Nesmrtelné tituly minulého století, jako např. knihu *Vesmír* autorů Grygara, Horského a Mayera [46], doplňují novější díla. Mnohdy je těžké vybrat vhodný titul, a tak doporučujeme jako jedno z míst, kde lze získat informace, tradiční rubriku časopisu *Astropis*, která je recenzím zasvěcena. Známkou kvality knih i jejich autorů je také cena *Littera astronomica*, každoročně udílená Českou astronomickou společností na Podzimním knižním veletrhu v Havlíčkově Brodě [47]. V televizním vysílání dnes navazuje na úspěchy československého pořadu *Okna vesmíru dokořán* seriál *Hlubinami vesmíru*, který vytváří od roku 2007 Televize Noe [48].

Na závěr se krátce zastavme u vlastních *astronomických pozorování*,

která někteří žáci touží ve svém volnu provádět. Naštěstí, na rozdíl od vžitě představy, stačí k mnoha hezkým zážitkům pod hvězdnou oblohou neozbrojené oko, případně triedr. Není tak nutné hned kupovat drahé vybavení nebo se stěhovat do blízkosti hvězdárny. Blíže informace a nápady pro začínající pozorovatele hledejme především na internetu, např. na stránkách Sekce pro děti a mládež ČAS [49].

Tento článek má sloužit jako pomocník učitelů i žáků při cestě za astronomií, především mimo školní vyučování. To je důležité zejména v dnešní době, kdy povinná výuka obsahuje astronomii ve stále menší míře, a to i přes její výraznou motivační roli. Článek přináší základní přehled o širokém spektru aktivit, včetně odkazů na literaturu nebo web. Inspirovat se zde mohou zájemci o obor, kteří preferují nejrůznější volnočasové aktivity, i učitelé zvědavých žáků. V úvodní části je také podrobněji popsána role astronomie v platných vzdělávacích dokumentech a řešerše zdrojů, zabývajících se jejím zařazením do školního vyučování v současném systému.

Literatura

- [1] Grygar, J.: Lesk a bída školního vzdělávání v astronomii. Školská fyzika, roč. 21 (2013), č. 6, s. 2–6.
- [2] VÚP: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. VÚP, Praha, 2013.
- [3] Dvořáková, I., a kol.: Standardy pro základní vzdělávání: Fyzika. VÚP, Praha, 2013.
- [4] VÚP: Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. VÚP, Praha, 2007.
- [5] <http://www.nuv.cz/t/rvp-os>.
- [6] Kekule, M. – Žák, V.: Mají dívky a chlapci rozdílné postoje k fyzice a zájem o ni? Co s tím? Pedagogická orientace, roč. 19 (2009), č. 3, s. 65–88.
- [7] Lavonen, J., a kol.: Pupil interest in physics: A survey in Finland, Nordic Studies in Science Education 1, 2 (2005), 72–85.
- [8] Sjøberg, S.: Science for the children? Report from the SAS-project, a cross-cultural study of factors of relevance for the teaching and learning of science and technology. Oslo, 2002.
- [9] Štefl, V. – Krčička, J.: Didaktika astrofyziky. Brno, 2003.
- [10] Pudivít, P.: Výuka astronomie na středních školách. Disertační práce, MFF UK, Praha, 2004. Dostupné z: http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~puda/materialy/soubory/vyuuka_astro.pdf.
- [11] Štefl, V.: Proč vyučovat astrofyziku na gymnáziích? MFI, roč. 16 (2007), č. 9, s. 538–546.
- [12] Štefl, V.: Výuka astronomie v matematice, respektive matematiky v astronomii. Školská fyzika, roč. 21 (2013), č. 6, s. 15–19.
- [13] Štefl, V.: Třetí Keplerův zákon. MFI, roč. 7 (1977), č. 6, s. 450–454.

- [14] Štefl, V. – Navrátil, Z.: Krabí mlhovina ve fyzikální výuce na gymnáziu. MFI, roč. 19 (2009), č. 1, s. 32–39.
- [15] Štefl, V. – Domanski, J.: Hubbleův kosmický dalekohled ve výuce fyziky na středních školách. MFI, roč. 21 (2012), č. 5, s. 274–286.
- [16] Štefl, V.: Zajímavé úlohy z historie astronomie. MFI, roč. 22 (2013), č. 3, s. 197–210.
- [17] Štefl, V.: Nejkrásnější planeta sluneční soustavy Saturn v úlohách. MFI, roč. 23 (2014), č. 1, s. 27–40.
- [18] Štefl, V.: Měsíc ve školní výuce. MFI, roč. 24 (2015), č. 5, s. 357–370.
- [19] Balcarová, K.: Galileův život v úlohách. Pokus, jak oživit výuku fyziky dějinami fyziky. MFI, roč. 20 (2011), č. 3, s. 145–155.
- [20] Hanisko, P.: Informačné a komunikačné technológie a vyučovanie astronómie a astrofyziky. MFI, roč. 20 (2011), č. 9, s. 544–553.
- [21] <http://astroedu.iau.org/>.
- [22] http://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/iStage.2.Smartphones_in.Science.Teaching.pdf.
- [23] <http://www.astro.cz/rady/interaktivni-mapa-astronomie-v-ceske-republice.html>.
- [24] Kříček, R.: The Link of Education and Popularization of Astronomy with the Choice of a Future Focus of Study. Week of Doctoral Students, Proceedings of Contributed Papers. Matfyzpress, Praha, 2015, s. 132–137.
- [25] <http://www.observatory.cz/news/astronomicky-kurz.html>.
- [26] <http://www.hvezdarna.cz/astrokurz/>.
- [27] <http://expediceupice.cz/>.
- [28] <http://www.izera-darksy.eu/>.
- [29] <http://www.boto.cz/>.
- [30] <http://manetinskatma.cz/>.
- [31] <http://www.astro.cz/>.
- [32] http://mladez.astro.cz/?page_id=1644.
- [33] <http://www.astro.cz/spolecnost/usporadani-spolecnosti.html>.
- [34] <http://olympiada.astro.cz/>.
- [35] <http://aks-cr.vesmir.sk/uvodni-stranka>.
- [36] http://mladez.astro.cz/?page_id=1735.
- [37] <http://www.talnet.cz/astro-modelovani-i-0>.
- [38] <http://www.otevrena-veda.cz/>.
- [39] <http://www.soc.cz/>.
- [40] <http://www.czechnationalteam.cz/>.
- [41] <http://asteroidsathome.net/>.
- [42] <http://www.planethunters.org/>.
- [43] <http://www.skaw.sk/huntpage.htm>.
- [44] <http://astropis.cz/>.
- [45] http://www.suh.sk/index.php?option=com_flippingbook&view=category&id=3&Itemid=98.
- [46] Grygar, J. – Horský, Z. – Mayer, P.: Vesmír. Mladá Fronta, Praha, 1979.
- [47] <http://www.astro.cz/spolecnost/oceneni-cas/littera-astronomica.html>.
- [48] <http://www.tvnoe.cz/>.
- [49] <http://mladez.astro.cz/?cat=5>.