

ASTRONOMICKÁ VÝUKA

Ota KÉHAR, Miroslav RANDA

Abstrakt

Příspěvek je koncipován jako úvod k panelové diskusi věnované astronomické výuce. Podíváme se na některé elementární pojmy z astronomie a ukážeme si, že jsou na tom studenti univerzity se svými astronomickými znalosti dost bídně. Seznámíme se a později můžeme diskutovat s možnými východisky z tohoto nepříznivého stavu. Budeme se zabývat otázkou zavedení samostatného předmětu Astronomie. Přinesl by právě tento směr požadovaný výsledek? Patří vůbec astronomie do školní výuky? Jakým způsobem zakomponovat astronomii do výuky? Co očekáváme od výuky astronomie na školách? Jaké jsou cíle astronomického vzdělávání? Co by měl žák základní školy poznat a umět vysvětlit? Neměli bychom si nejdříve odpovědět na tyto fundamentální otázky a pak se zaměřit na obsah astronomické výuky? Stále častěji slyšíme, že znalosti nejsou důležité, že mnohem důležitější je schopnost najít. Je to ovšem velmi nebezpečný názor, protože neznalost nelze nahradit vyhledáváním. Tvořit můžeme pouze v případě, že máme na čem stavět, co modifikovat. Proto právě citát od J. A. Komenského jako ústřední motto konference, aneb čeho kdo nezná, po tom nedychtí.

EDUCATION IN ASTRONOMY

Abstract

The paper was prepared as an introduction to the discussion about Education in astronomy. First part shows unfavorable results from questionnaire survey of university students about their fundamental knowledge from astronomy. Possible ways what to do with this situation will be discussed. Is it introducing an individual subject of Astronomy? Does astronomy belong to school education? How to incorporate astronomy into education? What to expect from teaching astronomy at schools? What are the aims of astronomical education? What should the primary school pupil know? Firstly, we should answer these fundamental questions and then focus on the content of astronomical knowledge on each level of education? We are increasingly hearing that knowledge is not important, the more important is the ability to find. But it is a very dangerous view, because ignorance cannot be replaced by searching. We can form if we have what to build on what to modify. That is why the quotation from J. A. Komensky as the central motto of the conference: “*One does not desire what one does not know*” (Ignoti nulla cupido).

Astronomické vzdělávání na základních a středních školách

Astronomie je přírodní věda, která má výrazný motivační náboj. Jde současně o přírodní vědu, která nemá v České republice, ale ani ve Slovenské republice, svůj vlastní školní předmět. Astronomické poznatky se proto musí vyučovat v rámci jiných předmětů. Na prvním stupni základní školy je to zejména v předmětech prvouka a přírodověda. Na druhém stupni a v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií v předmětech fyzika a zeměpis. To ovšem přináší řadu komplikací. Astronomické poznatky jsou roztržštěné, často duplicitní, mnohdy neúplné a jejich výklad nesplňuje nároky na věcnou správnost

a vhodnost z pohledu věkového vývoje žáka. Výuka astronomických poznatků je proto silně závislá na nadšení a znalostech učitelů.

Zkusme si na okamžik představit situaci, že astronomické vzdělávání na základních a středních školách je naprosto v pořádku. Jakým způsobem by pak dopadlo dotazníkové šetření provedené mezi studenty univerzity? Mělo by dopadnout jednoznačným způsobem, správné odpovědi by měly být u výrazné většiny studentů a chybné odpovědi by měly být u statisticky nevýznamné části studentů, dalo by se říct, v rámci statistické chyby.

Dotazníkové šetření mezi studenty univerzity

Překladem standardizovaného testu Astronomy Diagnostic Test (ADT) do českého jazyka jsme získali diagnostický dotazník ke zjištění astronomických znalostí. Původní verze ADT [1] byla vyvinuta již v roce 1999 v rámci multioborové spolupráce pro výzkum astronomického vzdělávání a je určena pro vysokoškolské, a to nikoli přírodovědné obory. Prvních 21 otázek ADT je obsahovou částí testu, zatímco posledních 12 otázek shromažďuje demografické informace. Obsahové otázky zahrnují testování pouze jednoho pojmu na jednu otázku, vyhýbají se vědeckému žargonu a umožňují určení správné odpovědi bez předchozího čtení odpovědi. Odborná skupina ověřila, že pro každou otázku existuje právě jedna správná odpověď.

V rámci předmětu Astronomie pro každého (KMT/AAO, jde o výběrový předmět, který si mohou zapsat studenti všech fakult mimo studovaný obor) vyučovaného na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni (ZČU) vyplnilo dotazník na podzim 2015 a na jaře 2016 celkem 226 studentů. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 61 % žen a 39 % mužů, kteří studují na různých fakultách ZČU: Fakulta pedagogická (37 %), Fakulta ekonomická (17 %), Fakulta aplikovaných věd (15 %), Fakulta filozofická (14 %), Fakulta zdravotních studií (8 %) a méně než 3 % měly Fakulta umění a designu Ladislava Sutnara, Fakulta strojní, Fakulta právnická a Fakulta elektrotechnická. Studenti navštěvují i různé ročníky vysokoškolského studia: první ročník (13 %), druhý ročník (28 %), třetí ročník (44 %), čtvrtý ročník (10 %) a pátý ročník (6 %).

Do tohoto článku vybíráme rozbor pouze některých otázek z ADT.

První otázka se týkala svislého stožáru a stínu. Studenti měli odpovědět na otázku, kdy nebude svislý sloup z našich zeměpisných šířek vrhat za jasného počasí stín, protože se Slunce bude nacházet přímo nad stožárem. Správnou odpověď, že stožár bude vždy vrhat stín, zvolilo necelých 35 % studentů. Stejně množství studentů odpovědělo, že tomu bude každý den v poledne. Zbývající třetina studentů odpověděla, že tomu tak bude pouze některé dny v roce.

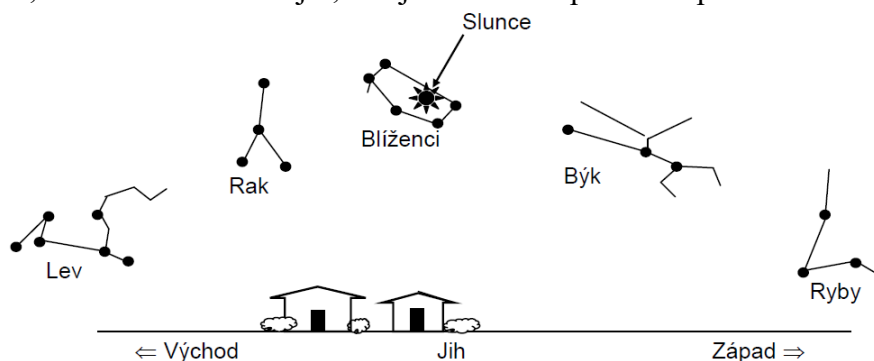
Druhá otázka se věnovala zákrytu Slunce Měsícem (známějším pod slovním spojením „úplné zatmění Slunce“) a fází Měsíce během tohoto jevu. Studenti odpovídali na otázku, v jaké fázi musí být Měsíc, aby zcela zakryl Slunce, tzn. aby došlo k jeho úplnému zatmění. Měsíc musí být v novu, tuto odpověď volilo pouze 37 % studentů. Úplněk naopak zvolilo 33 % studentů, 27 % studentů vyplnilo „žádná určitá fáze“.

Třetí otázka popisuje situaci ohledně posádky Mezinárodní vesmírné stanice, která obíhá po kružnici okolo Země. Tato posádka se uvnitř stanice vznáší. Úkolem studentů bylo určit, proč se posádka uvnitř stanice vznáší. Správně (posádka padá stejným způsobem jako stanice) odpovědělo pouze 10 % studentů. Téměř 50 % odpovědělo, že důvodem je neexistence gravitace ve vesmíru.

Čtvrtá otázka se týkala vlivu vzdálenosti Země–Slunce na roční období. Studenti si měli představit, že se oběžná dráha Země změní na dokonalou kružnici okolo Slunce, takže se vzdálenost Země–Slunce nebude měnit. Jaký by to mělo vliv na roční období u nás? Pouze 18 % studentů odpovědělo správně, tedy že by se roční období střídala prakticky stejným způsobem jako teď. Skoro polovina studentů nesprávně zvolilo, že by přestalo docházet k rozdílům mezi ročními obdobími.

Pátá otázka se věnovala zdroji energie Slunce. Přes 60 % studentů uvedlo, že Slunce získává energii rozpadem těžkých prvků na lehčí prvky. Správně odpovědělo pouze 25 % studentů, kteří uvedli, že energie pochází ze slučování lehkých prvků na těžší prvky.

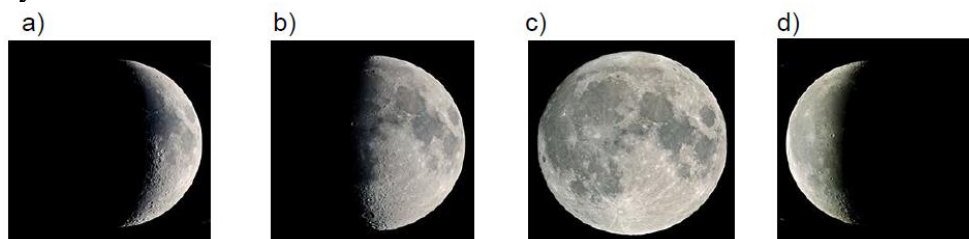
Šestá otázka byla o představitivosti. Studenti měli určit, kde zapadne Slunce o 2 týdny později, pokud ví, že 22. září zapadá Slunce přesně nad západem. Přes 45 % studentů odpovědělo, že tak bude více na jih, což je zároveň i správná odpověď.



Obr. 1: Situace na obloze, pozice Slunce

Sedmá otázka se týkala pohybu Slunce po obloze a souhvězdí. Studenti si měli představit, že mohou pozorovat hvězdy během bílého dne, viz obr. 1. Slunce se v danou chvíli nacházelo v souhvězdí Blíženců. Poblíž jakého souhvězdí se bude Slunce nacházet během západu Slunce v ten samý den? Pouze 18 % studentů uvedlo, že Slunce bude stále v souhvězdí Blíženců. Naopak 55 % studentů uvedlo, že při západu se bude Slunce nacházet v souhvězdí Ryby.

Osmá otázka byla věnována Měsíci v úplňku. Na východě se nachází vycházející Měsíc v úplňku. Jak bude vypadat Měsíc za 6 hodin? Přičemž na výběr byly možnosti dle obr. 2. Téměř 60 % studentů uvedlo správnou možnost c), tedy že se za 6 hodin fáze Měsíce výrazně nezmění.



Obr. 2: Měsíc v různých fázích

Procenta správných odpovědí na výše uvedené otázky jsou: 34 %, 38 %, 10 %, 18 %, 24 %, 47 %, 18 % a 60 %. Průměrná hodnota správných odpovědí je 31 % se směrodatnou odchylkou 16 %; to zároveň svědčí o tom, že statistický soubor dat vykazuje silnou nesourodost a použití aritmetického průměru je na hranici oprávněnosti. Výběr

pouze osmi otázek z celého dotazníku nezkreslilo výrazně celkový výsledek, protože průměrná hodnota všech správných odpovědí je 35 % se směrodatnou odchylkou 18 %.

Hodnocení je postaveno na vzorku 226 dotazníků. Pro 95% interval spolehlivosti vyjde populační pravděpodobnost správných výsledků v intervalu 32 % až 38 %. Tato hodnota je ovšem výrazně pod hranicí 50 %. Z toho plyne, že provedené dotazníkové šetření svým nelichotivým výsledkem ukazuje, že astronomické vzdělávání na základních a středních školách nebude v pořádku.

Astronomie a kurikulární dokumenty

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále v textu RVP ZV) a Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (dále v textu RVP G) jsou dokumenty, které vymezují vzdělávací obsah pro výuku na základní a střední škole. Vzdělávací obsah je obecně členěn na „Očekávané výstupy“ a „Učivo“. Očekávané výstupy u základního vzdělávání „...mají činnostní povahu, jsou prakticky zaměřené, využitelné v běžném životě a ověřitelné; vymezují předpokládanou způsobilost žáků využívat osvojené učivo v praktických situacích a v běžném životě na konci 5. a 9. ročníku“ [3, RVP ZV], pro gymnázia „...vyjadřují, jaké úrovně osvojení učiva mají žáci na konci vzdělávání na gymnáziu v daném oboru dosáhnout, tzn. jakými žádoucími vědomostmi, dovednostmi, postoji a hodnotami mají disponovat; vypovídají nejen o znalostech, ale hlavně o schopnostech a dovednostech využívat osvojené znalosti při komplexnějších myšlenkových procesech a v praktických činnostech. Představují výsledky vzdělávání, které jsou využitelné v životě a v dalším studiu a ověřitelné vhodnými evaluačními nástroji.“ [2, RVP G]. Rámcové vzdělávací programy obou stupňů stanovují očekávané výstupy jako závazné. Zatímco učivo „...je chápáno jako prostředek k dosažení očekávaných výstupů“ [3, RVP ZV] a je RVP ZV stanoveno pro školy jako doporučení, závazné se stává až na úrovni ŠVP. Jinak je tomu u RVP G, kde je i učivo vymezené v RVP G pro ŠVP závazné a „...je chápáno jako prostředek k dosažení stanovených očekávaných výstupů.“ [2, RVP G]

Od září 2016 jsou v RVP ZV minimální doporučené úrovně, které „...upravují očekávané výstupy, které jsou obvykle na nižší úrovni než odpovídající očekávané výstupy daného vzdělávacího oboru.“ [3, RVP ZV]

Astronomické poznatky jsou v RVP ZV a RVP G obsaženy v následujících vzdělávacích oblastech:

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

Ve vzdělávací oblasti „Člověk a jeho svět“ jsou uvedeny následující očekávané výstupy, odpovídající učivo a minimální doporučená úroveň:

„žák

- vysvětlí na základě elementárních poznatků o Zemi jako součásti vesmíru souvislost s rozdělením času a střídáním ročních období (očekávaný výstup);
- pracuje s časovými údaji a využívá zjištěných údajů k pochopení vztahů mezi ději a mezi jevy (očekávaný výstup);
- popíše střídání ročních období (minimální doporučená úroveň);“ [3]
- „vesmír a Země – sluneční soustava, den a noc, roční období (učivo);

- *orientace v čase a časový řád – určování času, čas jako fyzikální veličina, dějiny jako časový sled událostí, kalendáře, letopočet, generace, denní režim, roční období (učivo).“ [3]*

Ve vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ jsou očekávané výstupy, odpovídající učivo a minimální doporučená úroveň týkající se astronomie uvedeny ve vzdělávacích oborech fyzika, přírodopis, zeměpis (základní vzdělávání) a geografie (gymnázium).

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

„žák

- *objasní vliv jednotlivých sfér Země na vznik a trvání života (přírodopis, RVP ZV);*
- *zhodnotí postavení Země ve vesmíru a srovnává podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy (zeměpis, RVP ZV);*
- *prokáže na konkrétních příkladech tvar planety Země, zhodnotí důsledky pohybů Země na život lidí a organismů (zeměpis, RVP ZV);*
- *využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh (fyzika, RVP ZV);*
- *objasní (kvalitativně) pomocí poznatků o gravitačních silách pohyb planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet (fyzika, RVP ZV);*
- *odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností (fyzika, RVP ZV);“ [3]*

„žák

- *porovná postavení Země ve vesmíru a podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy (geografie, RVP G).“ [2]*

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření zahrnuje následující témata související s astronomií:

„žák

- *popíše jednotlivé vrstvy Země (přírodopis);*
- *objasní důsledky pohybů Země (zeměpis);*
- *zná způsob šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí; rozliší spojnou čočku od rozptylky a zná jejich využití (fyzika);*
- *objasní pohyb planety Země kolem Slunce a pohyb Měsíce kolem Země (fyzika);*
- *odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností (fyzika);*
- *zná planety sluneční soustavy a jejich postavení vzhledem ke Slunci (fyzika);*
- *osvojí si základní vědomosti o Zemi jako vesmírném tělese a jejím postavení ve vesmíru (fyzika).“ [3]*

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

- *„Země – vznik a stavba Země (přírodopis, RVP ZV);*
- *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, RVP ZV);*

- *vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; ... (fyzika, RVP ZV);*
- *sluneční soustava – její hlavní složky; měsíční fáze (fyzika, RVP ZV);*
- *hvězdy – jejich složení (fyzika, RVP ZV);“ [3]*
- *„Země jako vesmírné těleso – tvar a pohyby Země, důsledky pohybu Země pro život lidí a organismů, střídání dne a noci, střídání ročních období, časová pásma na Zemi, kalendář (geografie, RVP G).“ [2]*

Z výše uvedeného přehledu oblastí, ve kterých se objevují astronomická témata, je patrné, že situace je relativně příznivá na 1. stupni základní školy, protože se zde vyskytují astronomické poznatky popisující sluneční soustavu (Zemi jako součást vesmíru) a měření času (střídání dne a noci, fáze Měsíce, střídání ročních období). Nicméně se domníváme, že vysvětlení střídání ročních období by se mělo přesunout až na 2. stupeň základní školy, kde jsou žáci lépe vybaveni představivostí.

Na 2. stupni základních škol je ovšem situace krajně nepříznivá. V zeměpise jsou probírány poznatky související s postavením Země ve vesmíru, tvarem a pohyby Země, což je pouze jinými slovy popsáno to, co se již učilo na 1. stupni. V přírodopisu se navíc popisují pouze jednotlivé sféry Země.

Astronomie by měla mít největší zastoupení ve fyzice. Očekávané výstupy související s astronomií jsou ve fyzice na základní škole bohužel pouze tři. První očekávaný výstup využívá fázi Měsíce a zatmění Slunce a Měsíce coby ilustraci přímočarého šíření světla. Druhý výstup ilustruje platnost Newtonova gravitačního zákona při pohybu planet okolo Slunce a měsíců kolem planet. V těchto případech slouží astronomie pouze jako ukázka platnosti fyzikálních zákonitostí a zákonů. Třetí očekávaný výstup se týká rozdílu mezi planetou a hvězdou na základě jejich vlastností. Je škoda, že se zde nenachází „náповěda“, jakou vlastnost mají autoři RVP na mysli, protože takto si to mohou vykládat zpracovatelé RVP do ŠVP různým způsobem, což se ukazuje i dále. Podstatný rozdíl mezi planetou a hvězdou totiž spočívá v jejich rozdílné hmotnosti a s tím souvisejícím odlišným zdrojem energie. Učitelé ve své většině vnímají uvedený třetí očekávaný výstup jako pouhé konstatování, že hvězdy jsou vlastními zdroji světla, zatímco planety světlo jen odrážejí. Bohužel ani v Metodických komentářích a úlohách ke Standardům pro základní vzdělávání [5, 6] tato vlastnost (rozdílná hmotnost) uvedena není.

Analýza kurikulárních dokumentů ukazuje, že se astronomie na 2. stupni základních škol vyskytuje pouze okrajově, nesystematicky, rozdrobeně. Žáci se několikrát během výuky na základní škole seznamují prakticky na obdobné úrovni se stejnými poznatky. Typické je to zejména pro témata střídání dne a noci, fázi Měsíce a střídání ročních období, která se objevují v přírodovědě (zpravidla v 5. ročníku) a zeměpise (typicky v 6. ročníku), střídání fázi Měsíce se pak ještě jednou opakuje ve fyzice (většinou v 7. ročníku). Další opakování témat (střídání dne a noci, roční období) se objevuje v geografii na gymnáziích. Je alarmující, že v RVP G nenajdeme ve fyzice žádnou zmínku o astronomii a astrofyzice.

Astronomie jako samostatný předmět a jeho výhody či nevýhody

Nepomohlo by vyřešit tuto minimalizaci obsahu učiva z astronomie v kurikulárních dokumentech a neustálé opakování stejných témat zavedení samostatného předmětu Astronomie? Již v roce 1953 byla astronomie zařazena jako jednodinový předmět do jedenáctého ročníku střední školy. V té době se nepoužívaly rámcové vzdělávací

programy, ale osnovy, ve kterých se v předmluvě k předmětu Astronomie psalo: „*Vyučování astronomii na všeobecně vzdělávací škole má dát žákům vědecky správnou představu o vesmíru a jeho uspořádání, o pohybu, stavbě a vývoji nebeských těles. Úkolem tohoto vyučování je jednak seznámit žáky s některými praktickými výsledky astronomie (orientace v prostoru, určování času, mapování), jednak pomáhat při vytváření vědeckého světového názoru žáků. Tento úkol je velmi závažný a je ho možno uskutečňovat během celého vyučování astronomii.*“ [4] Brzy po zavedení tohoto předmětu začala řada pedagogů upozorňovat na skutečnost, že ve vyučování astronomii nejsou dosahovány požadované výsledky, zejména z důvodu velkého množství látky v tehdy používané učebnici a na věcné chyby v českém překladu této učebnice. V dalších vydání se podařilo většinu nedostatků v učebnici odstranit a obsah redukovat, ze 141 odstavců zůstalo „jen“ 124. Učebnice ovšem nepředstavovala jediné nedostatky, další se dostavily posléze (špatné plánování práce; verbální učení; nedostatek zkušeností u vyučujících). Osnovy zdůrazňovaly, aby se vyučování nezakládalo na abstraktním výkladu látky, ale na přímém a soustavném pozorování oblohy. Řada vyučujících ovšem tuto zásadu nerespektovala. Mnozí učitelé během celého školního roku neuskutečnili jediné pozorování, málo se využívaly lidové hvězdárny a ani učitelé nevedli žáky k samostatnému pozorování oblohy. Astronomie byla v mnoha případech vyučována neodborně. Již v roce 1956 se začalo zamýšlet o změně a „*Podle návrhu nového učebního plánu pro všeobecně vzdělávací školy nebude astronomie samostatným učebním předmětem; bude tedy opět k velké škodě jen přílepkem fyziky. To je povážlivé, zejména také proto, že astronomie má mimořádný význam pro výchovu žactva k vědeckému názoru.*“ [4] Již v roce 1959 se astronomie zpracovaná na 25 stranách objevuje v pokusné učebnici fyziky, ovšem s poznámkou, že „*kapitola astronomie je jen pro dvanáctileté střední školy!*“ V návrhu nových osnov fyziky bylo o astronomii napsáno: „*Astronomie je samostatnou kapitolou osnov fyziky a bude se jí vyučovat ve dvou týdenních hodinách třetího ročníku. Většina učiva v této kapitole má povahu syntézy základních astronomických poznatků z širšího hlediska přírodovědeckého a se zvláštním zřetelem k vytváření vědeckého světového názoru. Jádrem učiva této kapitoly je přehled poznatků o sluneční soustavě, v níž v samostatném hesle o Zemi jako planetě se proberou nejdůležitější geofyzikální a geomagnetické jevy a jejich souvislosti s činností sluneční i vlivy Měsíce na Zemi. V tomto tématu zdůrazní se také význam družic Země a kosmických lodí pro geofyzikální a astrofyzikální výzkum a vysvětlí se fyzikální předpoklady pro perspektivní vývoj astronautiky.*“ [4] Těžiště látky zůstává v popisu sluneční soustavy a bylo by ji třeba zaměřit na astrofyziku a stelární astronomii.

Domníváme se, že situace by se po zhruba 60 letech opakovala. Pokud by se astronomie zavedla jako samostatný předmět, měla by (s trochou nadsázky) astronomická olympiáda [10] konečně svůj předmět, v organizačním řádu olympiády se píše, že „*Astronomická olympiáda je předmětovou soutěží z oboru astronomie a příbuzných věd.*“ [10] Našla by se jistě i řada dalších, jistě podstatnějších výhod: systematickosti výuky (její neroztříštěnost mezi ostatní předměty); návaznost, správnost a přiměřenost učiva; komplexní učebnice astronomie; výrazné omezení duplicit ve výuce; astronomie by nebyla „na konci fyziky“; nezávislost na znalostech a nadšení učitele.

Bohužel se ale ukazuje, že by pravděpodobně převážily (svou významností a složitostí jejich realizace) nevýhody: prakticky nerealizovatelné prosazení nového předmětu; neexistující učitelé astronomie; neexistující učebnice astronomie; neexistující koncepce astronomie; návaznost na poznatky vyučované po celé studium; ve školství odklon od exaktních předmětů; finanční náročnost; složité zařazení večerního pozorování

do výuky, protože výuka probíhá z větší části dopoledne; zařazení předmětu na ZŠ či SŠ (případně na obě); výuka ve všech ročnících nebo jen některých.

Cíle astronomického vzdělávání

Před samotným hledáním odpovědi na otázku týkající se samostatného předmětu Astronomie či zakomponování astronomických poznatků do stávajících předmětů se musíme zamyslet na tím, jaké mají být cíle astronomického vzdělávání na základních a středních školách.

Dokonce nemusíme hledat cíle astronomického vzdělávání na úrovni základní školy příliš složitě, existuje totiž fundovaná publikace [8], která uvádí poznatky z fyziky, chemie a přírodopisu, které by měl znát každý žák na konci základní školy. Hlavní cíle astronomického vzdělávání na základní škole jsou v předmětu fyzika v části 11 Země a vesmír [8] stanoveny následovně:

- „11.0-A: *Pojmy: sluneční soustava, Slunce, planeta, Měsíc, kometa, meteorit; Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluto; fáze Měsíce, úplněk, nov, první a poslední čtvrt, zatmění Slunce, zatmění Měsíce, hvězda, souhvězdí, Polárka;*
- 11.1-A: *Říct, z jakých druhů těles se skládá sluneční soustava (Slunce, planety, jejich měsíce, komety, planety a meteority).*
- 11.2-A: *Vyjmenovat planety v pořadí jejich vzdáleností od Slunce.*
- 11.3-B: *Znázornit roční pohyb planety kolem Slunce. (Pomocí lampy a jablka, míče předved' pohyb Země okolo Slunce. Ukaž, jakou dráhu proběhne Země za čtvrtletí, za pololetí, za jeden rok. Ukaž, jak se Země otočí za 12 hodin, 24 hodin, 1 týden.)*
- 11.4-B,F: *Popsat odlišnost Slunce, planet a komet. V tabulkách vyhledat některé parametry Slunce, planet a komet a vzájemně je porovnat. (Z těles sluneční soustavy vyber ta, která svítí vlastním světlem. V tabulkách najdi hmotnosti všech planet a řekni, která má největší hmotnost. Co má větší hmotnost: planeta, nebo kometa?)*
- 11.5-C: *Vysvětlit, proč jsou komety pozorovatelné až po několikaletém období. (Halleyova kometa je viditelná vždy po 76 letech. Proč ji nemůžeme vidět každý rok?)*
- 11.6-A: *Pojmenovat sílu, která udržuje planety, jejich měsíce a komety na oběžné dráze kolem Slunce. (Proč Měsíc neodletí od Země? Která síla ho udržuje v blízkosti Země? Která síla udržuje u Slunce Zemi a ostatní planety?)*
- 11.7-C: *Modelovat střídání ročních dob na severní a jižní polokouli jako projev přivrácení a odvrácení severní a jižní polokoule vůči Slunci. (Globus znázorňuje Zemi a lampa Slunce. Nastav je do polohy, ve které jsou, když je na severní polokouli zima.)*
- 11.8-C: *Vysvětlit, proč svítí Měsíc a proč Slunce.*
- 11.9-C,F: *Porovnat zdánlivé velikosti Slunce a Měsíce. (Vysvětlí, proč jsou zdánlivé velikosti Měsíce a Slunce přibližně stejné, i když průměry Měsíce a Slunce, jak jsou uvedeny v tabulkách, se podstatně liší.)*
- 11.10-B: *Porovnat možnosti pobytu člověka na různých planetách a na Slunci, popř. na jiných hvězdách. (Může člověk navštívit Měsíc, Mars, Venuši, Slunce, hvězdu? Svou odpověď zdůvodni.)*

- 11.11-B: Popsat hlavní odlišnosti planet a hvězd. (Představ si, že jsi astronaut, který se přiblížil k dalekému tělesu ve vesmíru. Podle čeho poznáš, zda je toto těleso planeta, nebo hvězda?)
- 11.12-B: Na obrázku sluneční soustavy naznačit šipkami směr působení gravitační síly Slunce na planetu a její měsíc, na kometu.
- 11.13-C: Modelem znázornit střídání dne a noci. Modelem znázornit pohyb Měsíce kolem Země a jeho rotaci kolem osy.
- 11.14-F: V tabulkách vyhledat požadované parametry Země a Měsíce. (Zjisti, kolikrát je průměr Země větší než průměr Měsíce.)
- 11.15-C: Modelem znázornit vzájemnou polohu Slunce, Země a Měsíce při úplňku, novu, při čtvrtích a při zatměních. (Pomocí lampy, míče a pomeranče znázorni polohu Slunce, Země a Měsíce při úplňku bez zatmění a při úplňku se zatměním Měsíce. Může být zatmění Slunce, když je Měsíc v úplňku?)“ [8]

Hlavní cíle astronomického vzdělávání na základní škole jsou v předmětu přírodopis v části 10 Neživá příroda jako předpoklad života [8] stanoveny následovně:

- „10.0-A: Pojmy: vesmír, galaxie, hvězda, planeta, sluneční soustava, Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluto, Měsíc, kometa, meteorit.
- 10.1-B: Mezi předloženými fotografiemi kosmických těles poznat fotografii Země. Orientovat se v charakteristice hlavních kosmických těles a znát uspořádání sluneční soustavy. (Na předložených fotografiích jsou zobrazena různá kosmická tělesa. Která z nich zachycuje Zemi, jak ji vidí pozorovatel z vesmíru? Jmenované planety seřaď podle jejich vzdálenosti od Slunce: Venuše, Jupiter, Neptun, Mars, Země, Saturn, Merkur, Uran, Pluto.
- 10.2-C: Znat základní charakteristiky planet sluneční soustavy a na základě znalostí podmínek života pozemského typu odůvodnit jeho absenci na jednotlivých planetách. (Z kterých prvků je tvořeno Slunce? V čem spočívá zásadní rozdíl mezi hvězdou a planetou? Proč nemůže na Venuši existovat život?)
- 10.3-D: Na základě znalosti významu jednotlivých složek slunečního záření dedukovat důsledky jeho nepřítomnosti. (Pokus se odhadnout, co by pro život na Zemi znamenalo vyhasnutí Slunce.)“ [8]

Písmena za číselným označením určují dovednostní cíle: A – identifikace a správné užívání pojmů; B – kvalitativní popis objektů, systémů a jevů a jejich klasifikace; C – vysvětlení pojmů; D – předpovídání jevů a určování kauzálních souvislostí; E – pozorování, experimentování, měření a odhady; F – kvantitativní popis; G – aplikace přírodovědných poznatků. Kromě toho by měl žák zvládnout s porozuměním přečíst přiměřeně složitý text a vyhledat potřebný údaj (např. v tabulkách).

Celkem je stanoveno 20 cílů a určeno 22 dovedností. Nejčastěji zastoupeno je vysvětlení pojmů (7krát), druhý v pořadí je kvalitativní popis (6krát), následuje správné užívání pojmů (5krát). Kvantitativní popis se objevil 3krát a pouze jedenkrát bylo předpovídání jevů a jejich kauzální souvislost. Je s podivem, že se u astronomických témat nevyskytuje ani jednou dovednostní cíl „pozorování“, což byl hlavní požadavek na výuku astronomie v 50. letech 20. století.

Od roku 1998, kdy byla publikace [8] vydána, se některé části astronomie změnily, např. v roce 2006 přibyl nový pojem „trpasličí planeta“ a Pluto přestalo být planetou (změny se musí projevit zejména v částech 11.0, 11.1, 11.2, 11.4 a 10.0). Nerozumíme, proč je v souvislosti se složením sluneční soustavy v částech 11.0, 11.1 a 10.0 použit

pojem „meteorit“, když se jedná o těleso, které dopadlo na povrch planety. Autoři měli pravděpodobně na mysli pojem „meteoroid“, což jsou tělesa sluneční soustavy o velikosti milimetrů až několik desítek metrů. Lingvistickou připomínku máme k části 11.0, kde je použito „první a poslední čtvrt“, správně má být „čtvrt“, fáze Měsíce je odvozena od slova „čtvrtina“, nikoli „městská čtvrt“.

Kdybychom výše uvedené zobecnili, tak by cíle astronomického vzdělávání byly:

„Žáci základní školy by měli poznat a umět vysvětlit (na úrovni přiměřené věku) všechny astronomické jevy pozorovatelné pouhýmá očima.“

Cíle astronomického vzdělávání na úrovni střední školy či gymnázia nejsou v současnou chvíli zpracovány uceleně, jako je tomu v případě základního vzdělávání. V minulosti se obsahem astronomického vzdělávání zabývali různí autoři. V roce 1969 píše Široký v [11], že *„...astronomie...seznamuje studenty se stavbou vesmíru jako celku; zdůrazňuje, že svět je poznatelný a ukazuje mohutnost lidského myšlení. ... Astronomie není jen aplikovaná matematika nebo fyzika.“* Hlavní kapitoly astronomie včetně počtu vyučovacích hodin vypadaly v PLR, SSSR, NDR a ČSSR následovně:

„PLR: 1. Úvod (4). 2. Země jako kosmické těleso (3). 3. Pohyby těles ve sluneční soustavě (5). 4. Fyzikální vlastnosti těles sluneční soustavy (7). 5. Hvězdy a mezihvězdná látka (6). 6. Otázky kosmologie (2). 7. Shrnutí a závěr (3).“

SSSR: 1. Úvod (5). 2. Struktura sluneční soustavy (7). 3. Fyzikální podstata těles sluneční soustavy (9). 4. Hvězdy a mezihvězdné prostředí (8). 5. Galaxie a Metagalaxie (3). 6. Vznik a vývoj kosmických těles (3). 7. Pozorování za vedení učitele (4).“

NDR: 1.1. Úvod do astronomie (1). 1.2. Země jako planeta (3). 1.3. Měsíc a planetární soustava (5). 1.4. Opakování s přihlédnutím k historii (1). 2.1. Fyzika Slunce (3). 2.2. Hvězdy (5). 2.3. Soustava Mléčné dráhy (2). 2.4. Mimogalaktické hvězdné soustavy (1). 2.5. Opakování s přihlédnutím k historii (1). 3. Povinná pozorování (4).“

ČSSR: Gravitační pole (7). Sluneční soustava (10). Vesmír z hlediska pozorovatele na Zemi (5). Plazma ve vesmíru (5). Kosmogonie (2). Záření – zdroj informací o vesmíru (4).“

Je jistě potěšující, že se mezi kapitolami vyskytovalo několik hodin pozorování.

V roce 1974 píše Vanýsek v [12], že *„Astrofyzika se vykládá spíše faktograficky v posledním ročníku, ačkoli právě tam by matematický aparát i aplikace fyzikálních problémů byly na místě. ... Cílem astronomie na střední škole je ukázat na fyzikální podstatu světa v makroskopickém měřítku; lze toho dosáhnout především tím, že fyzikální poznatky osvojené v průběhu studia se ve výkladu astrofyziky budou skutečně používat. ...navazuje na poznatky mechaniky a dynamiky a poměrně plynule přechází z pojmu gravitačního zákona na zákony pohybu kosmických těles přirozených i umělých. Výklad astronomických souřadnic tvoří jakýsi skok ve stylu výkladu, neboť klade zcela jiné požadavky na žákovu představu. Stručná kapitola z časomíry je toliko logickým zakončením této ‚geometrické‘ astronomické partie.“* Vanýsek zmiňuje, že návaznost dynamiky sluneční soustavy na mechaniku hmotného bodu a výklad gravitačního pole je nejlepším začleněním astronomie do výkladu fyziky. Nabádá k rozšíření pro demonstraci obecné platnosti gravitačního zákona (pohyb dvojhvězd a určení hmotností).

V roce 1981 zmiňuje Štefl v [13], co rozumíme pojmem astronomická výuka na gymnáziu. Jedná se o následující části učiva: nebeská mechanika, sférická astronomie, astrofyzika, stelární astronomie a kosmologie. Astrofyziku je nutné do výuky astronomie na gymnáziu začlenit tak, aby vynikla logická struktura fyzikálního poznávání kosmického prostoru a vesmíru. Není možné informovat žáka na gymnáziu o všem, ale

„na vybraných příkladech ukázat fyzikální podstatu celého vesmíru“ [13]. Předpokladem je návaznost na klasickou fyziku (mechanika, molekulová fyzika, elektřina a magnetismus, optika) a moderní obory fyziky (atomová fyzika, kvantová fyzika, teorie relativity). Pro osvojení složitějšího, fyzikálně pojatého astronomického učiva je důležité používat deduktivní postup výkladu, který vychází z badatelských metod, což napomáhá nejenom systému vědeckých poznatků, ale také znalostem o metodách, kterými věda k daným poznatkům dospívá.

Obsahovou návaznost učiva astronomie s učivem fyziky vidí Štefl [13] následovně:

„2.1 *Mechanický pohyb (vztažná soustava, relativnost klidu a pohybu ve vztažné soustavě, rovnoměrný pohyb hmotného bodu po kružnici).*

2.2. *Dynamika přímočarých a křivočarých pohybů hmotného bodu (zákon zachování hybnosti, dynamika rovnoměrného pohybu hmotného bodu po kružnici, dostředivá a odstředivá síla jako síly vzájemného působení).*

2.4. *Mechanika tuhého tělesa (otáčivý pohyb tuhého tělesa, moment setrvačnosti tělesa vzhledem k ose otáčení).*

2.5. *Mechanika tekutin (tlak v plynech v klidu, Pascalův zákon, plyn v tíhovém poli, Archimédův zákon).*

3.1. *Gravitační pole (zákon všeobecné gravitace, gravitační pole centrální, práce v gravitačním poli centrálním, potenciální energie tělesa v gravitačním poli).*

3.2. *Pohyb těles v gravitačním poli (pohyb v gravitačním poli nehomogenním, pohyb po kruhové a eliptické dráze, zákon zachování mechanické energie při pohybu kosmických těles, Keplerovy zákony, určení hmotnosti kosmických těles).*

4.3. *Struktura a vlastnosti plynů (ideální plyn, základní rovnice pro tlak ideálního plynu, stavová rovnice, plyn při vysokém a nízkém tlaku).*

6.1. *Stacionární magnetické pole (částice s nábojem v magnetickém poli).*

6.2. *Nestacionární magnetické pole (elektromagnetická indukce).*

7.4. *Mechanické vlnění (Dopplerův jev).*

8.1. *Základní pojmy z optiky (rozklad světla hranolem, spektrum, svítivost).*

8.2. *Optické soustavy (dalekohled).*

8.3. *Vlnové vlastnosti světla (interference na mřížce, interferometr).*

8.4. *Základy speciální teorie relativity (základní principy speciální teorie relativity, relativistická dynamika).*

8.5. *Spektrum elektromagnetického vlnění (infra-, ultra-, rtg- a gama-zářeni, zářivost, záření černého tělesa, Stefanův–Boltzmannův zákon, Planckův zákon).*

8.6. *Základní pojmy kvantové fyziky (foton, hybnost a hmotnost fotonu, kvantování energie elektronu v atomu, kvantové hladiny, princip neurčitosti).*

9.1. *Elektronový obal atomu (čárové spektrum vodíku, Pauliho princip).*

9.2. *Atomové jádro a elementární částice (vazebná energie, hmotnostní úbytek, jaderná reakce, syntéza jader).“*

Do obsahu učiva fyzika není vhodné samoúčelně (pouze pro potřeby astronomie) vnášet složitější teoretická matematicko-fyzikální témata, i když mohou být v řadě případů nezbytná k fyzikální interpretaci astronomických jevů. Nicméně Štefl navrhuje zařazení třetího Keplerova zákona v přesném tvaru, aby vynikl základní fyzikální parametr hvězd – hmotnost. Tímto se i vracíme k základnímu vzdělávání, kde mají žáci odlišit hvězdu od planety na základě jejich vlastností. U zákonů záření černého tělesa je nezbytné pro výklad vzájemných závislostí fyzikálních charakteristik hvězd (L , R , T) a jejich změn při vývoji na H – R diagramu, pro výklad reliktního záření a záření mezihvězdné hmoty zařadit kromě Stefanova–Boltzmannova zákona a Planckova zákona

také Wienův zákon a Rayleighův–Jeansův zákon. Do učiva fyziky je nutné doplnit zákon zachování momentu hybnosti, aby bylo možné fyzikálně vyložit vznik a vývoj galaxií, hvězd a sluneční soustavy. Zmínit by se měly i základní vlastnosti a zákony plazmatu. Objasnění stability hvězdných soustav (hvězdokup, kup galaxií) a teorii vnitřní stavby i vývoje hvězd lze pomocí viriálové věty.

V roce 2004 Pudivítr v [14] uvádí, že výuku astronomie je vhodné zakomponovat do učiva fyziky. Sice se astronomické poznatky objevují i v zeměpisu, jedná se pouze o znalosti (tvar, rozměry a pohyby Země), které žák zná ze základní školy. Každý absolvent střední školy by měl: „znát naše jedinečné místo ve vesmíru; uvědomovat si kosmický vývoj; pochopit jedinečnost Země z pohledu vesmíru a uvědomovat si potřebu ochrany života; porozumět způsobu, jak poznáváme vesmír díky astronomii a umět pochopit popularizující článek a rozeznat v něm důležité pasáže.“ [14]

Pudivítr [14] zmiňuje a Kéhar [9] svým dotazníkovým šetřením dokazuje, že praktická měření a zpracování astronomických dat jsou na středních školách a gymnáziích zanedbávána. Pokud však chce učitel zařadit do výuky skutečné měření či pozorování, je odkázán na denní oblohu (Slunce, Měsíc, optické atmosférické jevy) nebo dobrovolnou činnost žáků (pozorování hvězd, Měsíce).

Pudivítr [14] zmiňuje obsah astronomického vzdělávání. Sice na úrovni semináře, ale domníváme se, že by témata mohla být i cíli standardního astronomického vzdělávání na gymnáziích a středních školách:

„Astronomie:

1. *Objekty na obloze (jasnost objektů, hvězdné velikosti, Pogsonova rovnice)*
2. *Sférické souřadnice (horizontální, ekvatorální, ekliptikální a galaktické)*
3. *O čase a kalendářích (časová rovnice, datová pásma, efemeridy)*
4. *Nebeská mechanika (Keplerovy zákony, měření vzdáleností a hmotností ve vesmíru)*
5. *Země a Měsíc (precese, nutace, slapy, geologický vývoj, umělé družice Země)*
6. *Pohyby vesmírných těles (doby oběhu, zatmění, zákryty)*
7. *Slunce (stavba, sluneční konstanta, sluneční činnost)*
8. *Objekty sluneční soustavy (včetně historie a současnosti kosmického výzkumu)*
9. *Hvězdy a galaxie (spolu s hvězdnými systémy)*
10. *Extragalaktické objekty (klasifikace galaxií, Hubblova konstanta).*

Astrofyzika:

1. *Pozorování vesmíru v různých oblastech elektromagnetického záření*
2. *Záření černého tělesa (Planckův, Wienův, Stefanův–Boltzmannův zákon, teploty hvězd)*
3. *Spektrální analýza (spektra, Dopplerův jev)*
4. *Spektrální klasifikace hvězd (včetně HR diagramu)*
5. *Stavby, vývoj hvězd, hvězdné modely (závěrečná stádia hvězd)*
6. *Mezihvězdná hmota*
7. *Slunce*
8. *Kosmologie (modely vzniku a vývoje vesmíru, stáří vesmíru)*
9. *Kvasary“.*

Pokud opět zobecníme, tak „žáci střední školy by měli umět vysvětlit procesy ve hvězdách z pohledu fyziky a chemie a pochopit základní principy kosmologie.“

Závěrem tohoto tématu si dovolíme připomenout tři citáty, které se úzce váží ke tvorbě cílů astronomického vzdělávání:

„Je nezbytné vytvářet stálý zájem o astronomii, který potrvá celý život. Mladí lidé ji přece v budoucnu nemusí pouze podporovat s pochopením a penězi, mohou také začít v tomto oboru pracovat.“ (Mackowiak)

„Není nic jednoduššího, než jsou hvězdy.“ (Eddington)

„Abychom do určité míry pochopili, co představuje vesmír, musíme především vědět, co jsou hvězdy a jak probíhá jejich vývoj.“ (Šklovskij)

„Astronomie jako ryzí předmět na školy nepatří. Měla by být rozpuštěna v řadě jiných. Ne však ve formě hrůzně nezáživných teoretických kapitol, nýbrž v podobě toho, co známe na vlastní oči. Kdo se bude chtít potopit do tajů vesmíru, ten si patřičnou literaturu najde. U ostatních by mělo stačit, když je nepřekvapí vycházející Slunce, zapadající Měsíc anebo blikající umělá družice.“ (Dušek [15])

Jak dokazuje provedené dotazníkové šetření a další zde uvedené skutečnosti, výuka astronomie na základních a středních školách je ve značných problémech. Je to ovšem škoda, protože astronomie má silný motivační náboj a tím se okrádají i další přírodní vědy o možnost získat žáky i pro tyto přírodovědné obory. Neutěšený stav výuky astronomie na školách se snaží zachraňovat nadšení učitelé, organizátoři Astronomické olympiády, pracovníci hvězdáren a planetárií, popularizátoři astronomie. Tento stav je ovšem dlouhodobě neudržitelný.

Literatura

1. DEMING, G. *Astronomy Diagnostic Test (ADT) Version 2.0*. 2000. Available from <http://solar.physics.montana.edu/aae/adt/>.
2. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, c2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
3. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. RVP ZV Praha, c2017.
4. ŠIROKÝ, J. Příspěvek k teorii vyučování astronomii. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica*, Vol. 9 (1968), No. 1, 171–190. Dostupné z <http://dml.cz/dmlcz/119876>.
5. MAREŠ, D. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům ZV*. NÚV, 2016. Dostupné z <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/21329/METODICKE-KOMENTARE-A-ULOHY-KE-STANDARDUM-ZV---FYZIKA.html/>.
6. *Standardy pro základní vzdělávání Fyzika*. Praha, 2013. Dostupné z <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=67497&view=9832>.
7. RANDA, M. Výuka astronomie na základních školách v České republice – můžeme být spokojeni? *Školská fyzika* [online]. 2013, X(6) [cit. 2018-05-12]. ISSN 2336-2774. Dostupné z: <https://sf.zcu.cz/cs/2013/6/6-vyuka-astronomie-na-zakladnich-skolach-v-ceske-republice-muzeme-byt-spokojeni>.

8. KOLÁŘOVÁ, R. 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.
9. KÉHAR, O. *Katalogy astronomických objektů na webových stránkách Astronomia a jejich použití ve školách* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z http://kof.zcu.cz/st/dis/kehar/disertacni_prace_kehar.pdf. Disertační práce. Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni. Vedoucí práce Miroslav Randa.
10. *Astronomická olympiáda* [online]. Ondřejov: ČAS, 2018 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z <http://olympiada.astro.cz>.
11. ŠIROKÝ, J. Nové učební plány astronomie v PLR, SSSR a NDR in *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. Vol. 14 (1969), No. 1, 53–55.
12. VANÝSEK, V. Astronomie a astrofyzika v novém pojetí vyučování fyzice na gymnasiu in *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. Vol. 19 (1974), No. 3, 163–166.
13. ŠTEFL, V. K fyzikálnímu pojetí výuky astronomie na gymnáziu in *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. Vol. 26 (1981), No. 2, 111–114.
14. PUDIVÍTR, P. *Výuka astronomie na středních školách*. Praha, 2004. 56 s, 53 s. příloh. Disertační práce na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Vedoucí práce Marek WOLF.
15. DUŠEK, J. 448. vydání (30.9.2002) [online]. DVD Archiv IAN, 2012. Dostupné z: <http://www.ian.cz/archiv/data/448.htm>

Kontaktní adresa

PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni
Klatovská 51, 306 14 Plzeň
Telefon: +420 605 824 247
E-mail: kehar@kmt.zcu.cz

RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni
Klatovská 51, 306 14 Plzeň
Telefon: +420 377 636 303
E-mail: randam@kmt.zcu.cz