

## Výuka astronomie na školách v Olomouci

Lukáš Richterek, František Látal<sup>1</sup>, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

V příspěvku je pojednáno o školní i mimoškolní výuce astronomie na základních a středních školách v Olomouci a okolí včetně přípravy budoucích učitelů fyziky na PřF UP. Stručně shrnujeme i související popularizační aktivity.

### Úvod

Mezi astronomickou veřejností je Olomouc v posledních letech známá především díky demolici bývalé lidové hvězdárny v místní části Slavonín, která v roce 2000 ustoupila dálničnímu obchvatu. Přesto v Olomouci a okolí bylo a je živé zázemí mezi nadšenými amatéry, z nichž někteří vybudovali vlastní pozorovatelny – asi nejznámější je grygovská hvězdárna V Podlesí, kterou v roce 2012 navštívily Ebicykly jak českých, tak slovenských astronomů (viz [11, 12]). V minulosti se na „astronomickém životě“ města významně podíleli učitelé, ať už z Univerzity Palackého (doc. Bohumil Hacar, RNDr. Jaromír Široký, CSc.), tak ze středních nebo základních škol; za všechny zmiňme Vladimíra Petra a Josefa Sienela, jehož jméno nese i současná pozorovatelna v Lošově. Není proto nezajímavé podívat se, v jakém rozsahu se astronomii věnují na olomouckých školách dnes a jaké další možnosti v tomto směru dnes město a jeho okolí zájemcům nabízí nebo poskytne v blízké budoucnosti.

### 1 Výuka astronomie na vybraných olomouckých školách

Tento krátký přehled si neklade za cíl zevrubný výzkum postavení astronomie ve výuce na školách. Zajímalo nás, jakým způsobem školy začleňují příslušné tematické celky do svých vzdělávacích programů a jaké formy výuky či doplňující aktivity v nich využívají. Vycházeli jsme přitom ze školních vzdělávacích programů (jež by měly být vyjádřením ideálního cíle, k němuž školy směřují) a neformálních kontaktů s učiteli na těchto partnerských školách. Vzhledem k tomu, že naše pracoviště připravuje učitele pro druhý stupeň ZŠ a pro SŠ, zaměřili jsme se právě na tyto fáze vzdělávání.

S učivem z astronomie se žáci druhého stupně základních a středních škol setkávají v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda v zeměpise a především ve fyzice. V zeměpise je v šestém ročníku ZŠ, resp. primě osmiletých gymnázií a v prvním ročníku, resp. kvintě gymnázií zařazeno učivo o Zemi, jejím postavení ve vesmíru a sluneční soustavě. Ve fyzice patří k tradičním tématům světelné jevy a vysvětlení zatmění (typicky v sedmé třídě/sekundě, popř. v deváté třídě/kvartě), sluneční soustava a Galaxie (typicky v deváté třídě/kvartě), gravitační zákon a pohyby v radiálním gravitačním poli (typicky v prvním ročníku SŠ/kvintě) a astrofyzika v posledním roce gymnaziální výuky fyziky.

Porovnáním studijních programů sedmi víceletých gymnázií a čtyř základních škol, jejichž názvy zde záměrně neuvádíme, zjistíme, že zatímco zařazení učiva v zeměpisu (resp. geografii, jak je předmět někdy na vyšším stupni gymnázia také nazýván) je víceméně stejné. Naproti tomu ve fyzice, kde se učitelé při přípravě školních vzdělávacích programů museli většinou smířit i se snížením hodinové dotace, jsou odlišnosti významnější.

Zatímco problematika zatmění Slunce a Měsíce, jakož i pohybů v gravitačním poli, je zařazena na všech tradičních místech výuky fyziky, astrofyzika jako tematický celek již takové postavení zdaleka nemá. U obou gymnázií, kde byla výuka fyziky na vyšším stupni směřována do tří let, bylo toto učivo zcela vypuštěno, vynecháno bylo dokonce i na dvou z gymnázií, kde je fyzika vyučována po celé čtyři roky. Také zařazení na konci deváté třídy/kvarty s sebou nese riziko, že učivo bude probráno jen zčásti nebo vůbec, zejména při dotaci jedné hodiny týdně (případ dvou ZŠ), což realita v praxi potvrzuje. Jedna ZŠ tomu předchází zařazením tématu na začátek deváté třídy. Analogická je situace v případě učiva astrofyziky na konci gymnaziální fyziky, které je chápáno jako vesměs doplněk, jež lze případně vynechat; bezesporu hodně závisí na konkrétním učiteli.

Zajímavé je i srovnání používaných metod. V případě učiva o sluneční soustavě a naší Galaxii v deváté třídě/kvartě se prakticky všech případech setkáme se zpracováním referátů ve formě samostatných žákovských prací,

<sup>1</sup> lukas.richterek@upol.cz, frantisek.latal@upol.cz



čímž se využívá poněkud specifický charakter této látky – je více založena na získávání a zpracování informací než např. na procvičování výpočtů. Jedno z gymnázií má v souvislosti s učivem o pohybu v gravitačním poli zařazen projekt na téma kosmického výzkumu. Praktickému pozorování a orientaci na obloze však místo většinou věnováno není, pouze dvě gymnázia mají v kvartě naplánovanou povinnou exkurzi na hvězdárnu či do planetária přímo ve školním vzdělávacím programu, jedno z nich navíc i v primě v rámci zeměpisu; u dvou základních škol je tato návštěva zařazena na první stupeň. Na vyšším gymnáziu je pak tato aktivita evidentně nepovinná a takto zaměřené exkurze nejsou pravidelnou součástí výuky, i když se občas organizují.

Důležitou aktivitou, která významně napomáhá popularizaci astronomie, je bezesporu astronomická olympiáda. Prakticky všechny školy se jí aktivně účastní a zástupci Olomouckého kraje si v posledních letech i poměrně dobře vedou ve finále mladších kategorií EF a GH. Lze proto říci, že výuka zejména v nižších ročnících víceletých gymnázií v rámci možnosti plní svou roli a získává přinejmenším zájem o soutěž, který je ale ve vyšších ročnících rozvíjen mnohem méně.

## 2 Příprava budoucích učitelů fyziky

Z výše uvedeného plyne zřejmý a předvídatelný závěr: důležitým prvkem systému je proto příprava budoucích učitelů odpovídajících předmětů a získání jejich zájmu. Zde se zaměříme na budoucí učitele fyziky.

Na Přírodovědecké fakultě (PřF) UP je předmět Astronomie tradičně zaveden v rozsahu dvou hodin přednášek a jedné hodiny cvičení týdně, za jeho absolvování se získávají čtyři kredity. Pro dvouoborové učitelské kombinace s fyzikou jde podle studijního plánu o povinně volitelný předmět typu B zařazený doporučeně ve zkráceném letním semestru posledního, třetího ročníku bakalářského studia; každoročně se na něj zapisuje okolo 15 studentů. Přirozenou součástí předmětu je i praktické pozorování oblohy a základní orientace na ní. V souvislosti s modernizací studijních programů [7] byl v nové reakreditaci od roku 2012 zaveden pro učitelské kombinace povinný předmět typu A s názvem Teorie relativity a astronomie s dotací tří hodin přednášek a dvou hodin cvičení týdně ohodnocený pěti kredity. Část základních poznatků z astronomie se tak stane povinnou součástí přípravy budoucích učitelů fyziky. Vzhledem k tomu, že první studenti budou předmět absolvovat v akademickém roce 2014/2015, nelze zatím říci, jak (a zda vůbec) se tato změna projeví ve znalostech a jejich zvýšeném zájmu.

Zájemcům o astronomii se navíc nabízí možnost zvolit si řadu dalších doplňujících předmětů vyučovaných primárně zejména pro zaměření studijních oborů Obecná fyzika a matematická fyzika nebo Přístrojová optika (např. Úvod do astronomie a astrofyziky, Astronomie sluneční soustavy, Přístroje pro astronomii, Praktikum pozorovací astronomie, Geofyzika a meteorologie, Astrofyzika), které pro budoucí učitele bezesporu představují poměrně solidní a širokou nabídku. Přiznejme, že tento potenciál není studenty učitelství – alespoň podle Studijní agendy STAG – příliš využíván. Další možností, která se nabízí, je využití astronomických dat v předmětech a kurzech věnovaných práci s matematickými programy typu *Mathematica*.

## 3 Popularizační aktivity PřF UP

Po zániku hvězdárny v Olomouci-Slavoníně se pozorování pro veřejnost přesunulo na menší pozorovatelnu do Lošova. Její kapacita a zařízení však neumožňuje pořádání popularizačních přednášek. Je proto přirozené, že tuto mezeru se alespoň zčásti snaží zaplnit jiné instituce – Vlastivědné muzeum, Vědecká knihovna v Olomouci a v neposlední řadě i Univerzita Palackého, zejména – zcela přirozeně – její Přírodovědecká fakulta. Kromě vyhledávaných a velmi populárních přednášek předních odborníků (např. RNDr. Jiří Grygar, CSc., prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc., RNDr. Jiří Rameš, CSc.) se věnujeme i některým dalším aktivitám. Uvedme některé z nich.

### Projekt „Sluneční soustava“

V astronomii pracujeme často s hodně velkými čísly, na která v běžném životě nenarazíme. Představit si vzdálenost mezi planetami sluneční soustavy lze i jinak než jen prostřednictvím obrovských čísel. V řadě měst

a miest tak vznikly a vznikajú modely, jež se snaží naše nejbližší vesmírná humna představit názorněji. Se svou „troškou do mlýna“ jsme se přidali i v Olomouci. Cílem přitom bylo také zapojit žáky olomouckých škol a pověřit každou zúčastněnou školu zpracováním materiálu o dvou planetách, Slunce bylo jako vzor doplněno PřF UP. Klíč k výběru těchto škol byl přitom poměrně jednoduchý – vhodná vzdálenost od PřF UP a chuť „být při tom“.

Tak vznikl projekt, který „přenesl“ v měřítku 1 AU (150 mil. km) = 100 m sluneční soustavu do olomouckých škol. Postery formátu A1 věnované Slunci, Merkuru a Venuši jsou doposud umístěny ve 4. patře nové budovy PřF UP na katedře experimentální fyziky, plakáty Země a Marsu v přízemí stejné budovy. Planeta Jupiter si našla své místo v budově ZŠ Zeyerova, Saturn v budově Slovanského gymnázia na ulici Pasteurova, Uran v prostorách Gymnázia Olomouc-Hejčín a poslední planeta sluneční soustavy Neptun v budově ZŠ Olomouc-Holice (viz mapka na obr. 2 a tabulka 1).

Obr. 1 – ukázka posteru vytvořeného žáky ►

Obr. 2 – umístění zapojených škol a posterů na mapě ▼

# Venuše

ZŠ Zeyerova Olomouc, třída 8.C

- Střední vzdálenost od Slunce: 0,72 AU  
108 200 000 km (0,72krát vzdálenost Slunce - Země)
- Hmotnost:  $4,87 \times 10^{24}$  kg (0,82krát hmotnost Země)
- Počet měsíců: 0
- Rovníkový průměr: 12 100 km (0,95krát rovníkový průměr Země)
- Doba otočení kolem osy: 243 dnů
- Doba oběhu kolem Slunce: 224,7 dnů
- Hustota: 5,24 g/cm<sup>3</sup> (srovnatelná s průměrnou hustotou Země)
- Povrchová teplota: 462 °C
- Složení atmosféry:  
CO<sub>2</sub> (96 %), Dusík (3 %)



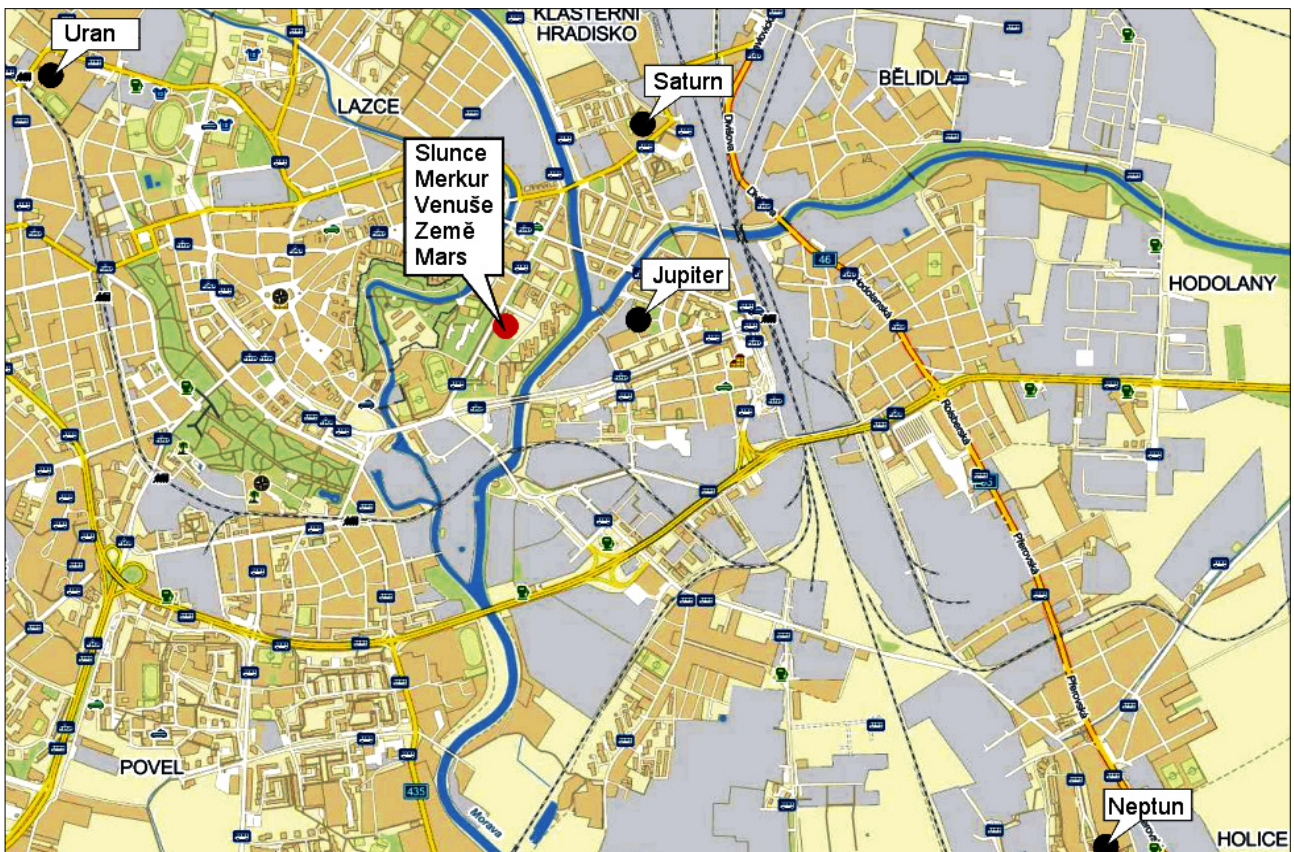

**Mytologie:** Venuše byla původně staroitalská bohyně jara a probouzející se přírody, teprve později bohyně krásy. Po první punské válce ztotožnili Římané bohyni s řeckou bohyní lásky Afroditou.

Venuše je druhou planetou od Slunce a její dráha leží nejbližší Zemi. Má obdobnou velikost a hmotnost jako Země. Tím ale podobnost obou planet končí. Hustá oblaka obsahující i kyselinu sírovou zabraňují přímému pozorování povrchu.

Měřítko: 1 AU (150 mil. km) = 100 m

Venus Express je evropská planetární sonda určená pro průzkum planety Venuše. Sonda byla vypuštěna v listopadu 2005 a k Venuši doletěla v dubnu 2006. Kolem Venuše by měla sonda kroužit až do roku 2012.

**Použité zdroje:**  
<http://cs.wikipedia.org/>  
<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/>  
<http://solarsystem.nasa.gov/planet/>  
<http://www.techmania.cz/dog/informace.html>  
<http://www.astronomia.zcu.cz/>



	perihélium–afélium	umístění v Olomouci
Slunce		4. patro – katedra experimentální fyziky PŘF UP
Merkur	0,307–0,467 AU	30,7–46,7 m, 4. patro – KEF PŘF UP
Venuše	0,718–0,728 AU	71,8–72,8 m 4. patro – KEF PŘF UP
Země	0,983–1,017 AU	98,3–101,7 m přízemí PŘF UP
Mars	1,381–1,666 AU	138,1–166,6 m přízemí PŘF UP
Jupiter	4,952–5,455 AU	495,2–545,5 m, ZŠ Zeyerova
Saturn	9,021–10,054 AU	0,902–1,005 km, Slovanské gymn., ul. Pasteurova
Uran	18,286–20,096 AU	1,829–2,010 km, Gymnázium Olomouc-Hejčín
Neptun	29,766–30,441 AU	2,977–3,044 km, ZŠ Olomouc-Holice

Tab. 1 – umístění posterů s planetami na olomouckých školách

Na tvorbě jednotlivých plakátů se podíleli sami žáci jednotlivých škol během září a října 2010, využívali přitom připravenou PowerPointovou šablonu. Oficiální zahájení akce, která byla jednou z reakcí na výzvu děkana PŘF UP pro studenty „Hýčkejte svou alma mater“, proběhlo 12. 11. 2010, tedy přesně 20 let poté, co sonda Voyager 1 proletěla nejbližší okolo planety Saturn. Součástí projektu byly také popularizační přednášky o sluneční soustavě na školách.

Aktivita byla úspěšně v menším měřítku zopakována i na letním příměstském táboře v roce 2012 pro děti ve věku 6–12 let. V návaznosti na příznivý ohlas uvažujeme o modelování souhvězdí se znázorněním skutečných vzdáleností hvězd, které se nám na obloze promítají vedle sebe, ve vhodném měřítku (viz např. [2]).

### Dětská univerzita

Dětská univerzita je příležitost pro děti ve věku 8–12 let vyzkoušet si studium na vysoké škole a vždy jednou týdně v průběhu semestru nahlédnout pod pokličku nejrůznějších vědních oborů; inspiraci k jejímu pořádání jsme získali ve Slovenské republice. Posluchači absolvují deset interaktivních přednášek z nejrůznějších vysokoškolských oborů, jejich studium lemují slavnostní akty imatrikulace a promoce, kde obdrží diplom o absolvování Dětské univerzity. V Olomouci proběhl letos již šestý ročník, v němž se k Přírodovědecké fakultě a Moravskému divadlu poprvé připojila i další univerzitní pracoviště (více informací lze nalézt na stránkách [9]).



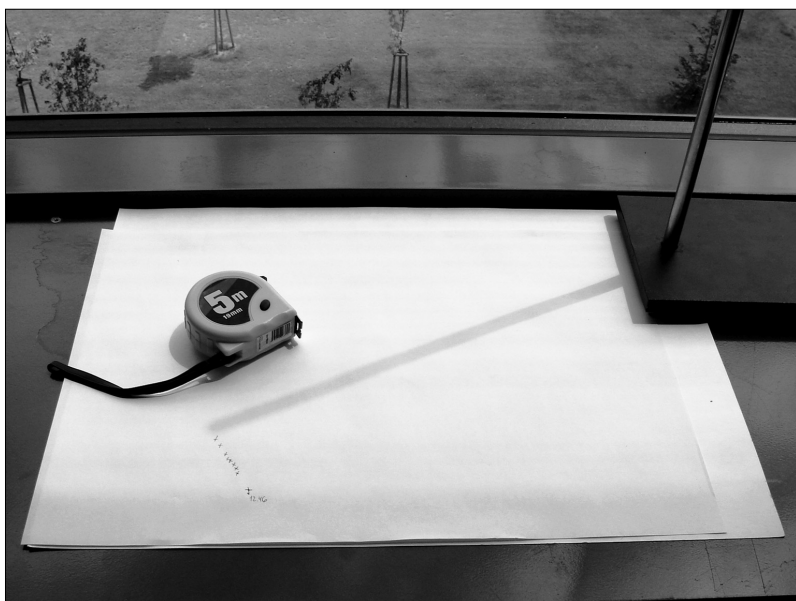
Obr. 3 – univerzita dětského věku věnovaná částicím na počátku vesmíru

V posledných ročníkoch byly súčasťou i programy venované astronomické a astrofyzikálnej tematice. Zde bychom chceli zmieniť zejména lekcii zabývajúci sa elementárnymi časticami hmoty a významu pochopení časticovej fyziky pro porozumení počátkum našeho vesmíru. V jejím závěru pak opakovaně a vcelku úspěšně s dětmi sehraje „mini-představení“, v jehož rámci si vyzkoušejí chování a úlohu protonů, neutronů, elektronů a fotonů na počátku vesmíru – při vzniku dvou nejzastoupenějších prvků H a He, při vzniku atomů a reliktního záření, jež je nejpřesnějším zdrojem informací o procesech v raném vesmíru. I když se při prezentaci pro uvedenou věkovou kategorii nevyhneme zjednodušení, domníváme se, že jde o poměrně věrně naplnění Komenského „školy hrou“ ve spojení s poměrně abstraktním, i když velmi atraktivním tématem, s nímž žáci nemají bezprostřední zkušenost. Scénář této aktivity uvádíme v příloze tohoto příspěvku.

### Projekt Eratosthenes 2010

V rámci projektu Přírodovědec, řešeném na PřF UP v letech 2009–2012, byl vybraným žákům partnerských středních škol nabízen celoroční cyklus odborných a popularizačních aktivit v oblasti matematiky, fyziky a chemie prostřednictvím odborných a popularizačních seminářů realizovaných jak na VŠ, tak i přímo na školách. Každý ročník pak završila týdenní soustředění typu „Týden s přírodovědou (a na Přírodovědě)“. V červnu 2010 jsme této příležitosti využili k zapojení do mezinárodního projektu Eratosthenes [3] organizovaného European Association for Astronomy Education (EAAE). Jeho cílem bylo v den letního slunovratu zopakovat známé starověké určení poloměru Země (viz např. [1, 5]) na různých místech (nejen) Evropy a porovnat výsledky získané různými školami. K určení úhlové vzdálenosti pozorovacího místa od obratníku Raka bylo doporučeno využít systémy Google Earth nebo Google Maps.

Vzhledem k tomu, že úspěšný průběh podobného měření vyžaduje sledování stínu tyče osvětlené slunečními paprsky, velmi silně závisí na povětrnostních podmínkách. V určený den letního slunovratu 21. 6. 2010 byla okolo 13.00 LSEČ (tj. 12.00 SEČ a 11.00 UT) v Olomouci zatažená obloha nepřekonatelnou překážkou. Povzbuzení předpovědí počasí na další dny i skutečností, že v okolí slunovratu se maximální výška Slunce nad obzorem v rozmezí několika dní mění jen málo, realizovali jsme experiment o den později. Vyzkoušeli jsme jak „polní“ uspořádání na travnatém terénu před budovou PřF UP, tak „laboratorní“ provedení na parapetu okna orientovaného jihovýchodním směrem; tento způsob vedl k podstatně přesnějšímu odhadu (viz obr. 4). Chybějící údaj, tj. vzdálenost od obratníku Raka, byl odhadnut pomocí Google Maps na  $d \approx 2\,905$  km. Naměřené hodnoty získané přesnějším způsobem byly odeslány do databáze a zveřejněny na stránkách EAAE (částečně přeloženo do češtiny):



Obr. 4 – sledování délky stínu tyče v rámci projektu Eratosthenes

*Czech Republic, Palacky University, Faculty of Natural Sciences Olomouc*

*poloha: 49° 36' N, 17° 16' E*

*výška tyče: 0,75 m*

*délka stínu: 0,368 m (určeno jako aritmetický průměr)*

úhel u vrcholu tyče:  $26^{\circ} 10'$

naměřený obvod Země: 39 961,79 km

odpovídající polární poloměr Země: 6 360,12 km

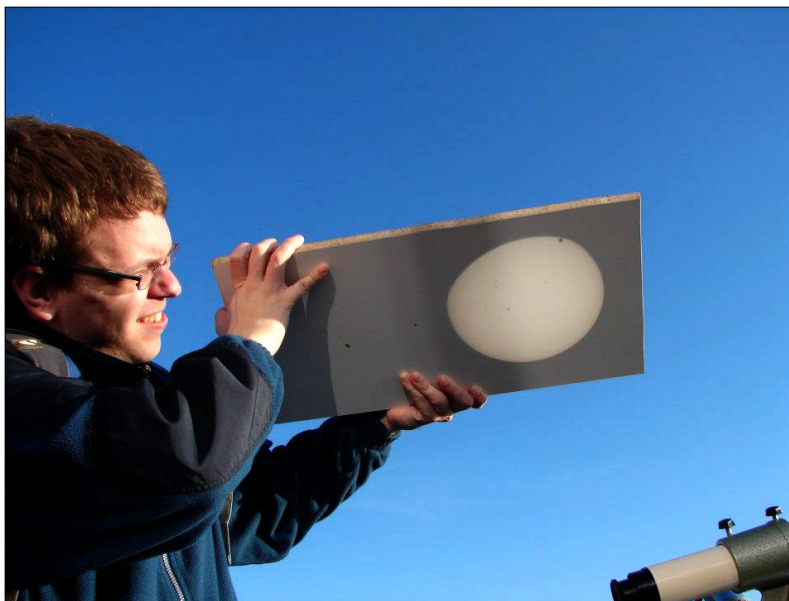
Úhel, který svírají dopadající paprsky s tyčí, byl nepřímou určen z výšky tyče a délky jejího stínu. Pomocí odpovídajících rovnic můžeme určit relativní odchylku našeho výsledku pro poloměr Země (střední  $R \approx 6\,371$  km podle [6]), která činí přibližně 0,2 %. Uvedené výsledky byly vypočteny pomocí on-line kalkulátorů na stránkách EAAE.

Naše pozorování také ověřilo, že v Olomouci v daném období ke kulminaci, kdy je Slunce na obloze nejvýše a stín tyče nejkratší, nedochází přesně ve 12.00 SEČ, ale o něco dříve (přibližně v 11.53), což nám dalo možnost prodiskutovat se studenty otázky nepravidelného zdánlivého pohybu Slunce po obloze v průběhu roku a časové rovnice. Motivací pro žáky i studenty byla také možnost srovnání výsledků s dalšími skupinami (v roce 2010 se zúčastnilo celkem 37 škol, z toho 4 z ČR: Gymnázium Oty Pavla z Prahy, Gymnázium Žďár nad Sázavou, Gymnázium Zábřeh a PŘF UP).

Pokud můžeme posoudit, projekt byl ze strany EAAE velmi dobře připraven, internetové stránky nabízely dostatek doplňujících a vysvětlujících materiálů, lze tedy podobné aktivity doporučit (např. Sunrise Project, Moonwalkers Project – viz [3]). Pro učitele určitě není nezajímavé, že členství v EAAE zajišťující přístup k dalším materiálům i včasné informace o chystaných projektech je bezplatné.

#### 4 Přejít Venuše před Sluncem 2012

Jednou z nejvýznamnějších astronomických událostí roku 2012 byl bezesporu tranzit Venuše přes sluneční kotouč ve středu 6. 6. 2012 v časných ranních hodinách. Díky pochopení vedení PŘF UP bylo umožněno pozorování pro veřejnost na severní terase fakultní budovy. Přístrojové vybavení poskytla především *Společná laboratoř optiky UP* a Fyzikální ústav AV ČR (zejména pozorování v čáře  $H\alpha$ ), ale přispěla také řada nadšených pozorovatelů a nakonec se shromáždil docela kvalitní „přístrojový park“. Po předchozím beznadějně deštivém dni se počasí umoudřilo a řada zájemců využila polohy fakulty v centru města a zastavila se cestou do práce nebo do školy.



Obr. 5 – pozorování přechodu Venuše před Sluncem 6. 6. 2012

#### 5 Pevnost poznání – malý příspěvek olomoucké astronomii do budoucna?

Vybudováním Pevnosti poznání vznikne v olomouckém regionu první návštěvnické centrum, které by mělo přilákat hravou a zábavnou formou zejména děti a mládež k přírodovědným i společenským vědám. Na jednom místě významným způsobem spojeným s bohatou vojenskou historií města bude zachráněna cenná historická budova a bude sloužit nové funkci. Vedle interaktivních expozic se součástí centra stanou také laboratoře, ateliéry i studia, kde najdou zázemí školy z širokého i blízkého okolí, rodiče či prarodiče s dětmi i turisté z domova a zahraničí. Práce na projektu spolufinancovaném z Evropského fondu pro regionální rozvoj ve spolupráci s Univerzitou a sta-

tutárním městem Olomouc začaly již v roce 2009 a Pevnost se otevře prvním návštěvníkům na konci roku 2014 (více informací viz stránky projektu [9]).

Důležitou součástí Pevnosti bude expozice *Světlo a tma* se svou dominantou – šestimetrovou kopulí digitálního planetária, které umožní návštěvníkům prostřednictvím projekčního systému jak seznámení s astronomickými jevy, tak sledování dalších zajímavých pořadů v netradičním prostředí. Atraktivním exponátem bude velmi netradiční dalekohled – periskop s optickými přístroji k pozorování Slunce, Měsíce a planet. Další exponáty budou demonstrovat různé optické jevy, zdroje světla a jeho vlastnosti.

Čtrnáct let po demolici bývalé slavnínské hvězdárny tak zájemci o astronomii získají novou základnu přímo v centru města. I když světelné podmínky zde neumožňují provádět vědecká pozorování, jde bezpochyby o důležitý krok na pomoc popularizaci astronomie pro nejširší veřejnost a symbolické naplnění Komenského výzvy „A ze zbrojnic nadělejte biblioték“.

### Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu *Moderní přístup k aplikaci matematických dovedností v přírodovědných a ekonomických oborech* reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0168. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

### Použité prameny

- [1] BAJER, Jiří. *Mechanika 2*. Olomouc: PřF UP, 2004. ISBN 80-244-0884-8.
- [2] BROWN, Daniel. The Orion Constellation as an Installation: An Innovative Three-Dimensional Teaching and Learning Environment. *The Physics Teacher*, 2013, **51**, 160. Dostupné z: doi: 10.1119/1.4792013.
- [3] *Eratosthenes Project*. Internetové stránky European Association for Astronomy Education. [cit. 20. 6. 2010]. Dostupné z: <http://www.eaae-astronomy.org/eratosthenes/>
- [4] *Katedra experimentální fyziky – oddělení didaktiky fyziky*. Internetové stránky oddělení. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://exfyz.upol.cz/didaktika/>
- [5] KŘÍŽEK, Michal. Význam úhlových měření při poznávání vesmíru. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, 2006, **51**(2), 147–162. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://eudml.org/doc/197001>
- [6] MIKULČÁK, Jiří a kol. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2009. ISBN: 978-80-7196-264-9.
- [7] *MoFyz: Modularizace a modernizace studijního programu počáteční přípravy učitele fyziky*. Internetové stránky projektu. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://mofy.upol.cz>
- [8] *Občanské sdružení hvězdárna Olomouc*. Internetové stránky sdružení. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://www.hvezdarna.olomouc.cz>
- [9] *Pevnost poznání*. Internetové stránky projektu. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://www.pevnostpoznani.cz>
- [10] *Projekt Přírodovědec*. Internetové stránky projektu. [cit. 10. 6. 2010]. Dostupné z: <http://www.prirodovedec.eu>
- [11] HORŇÁK, Ján. Ebicykel slovenských astronómov. *Kozmos*, 2012, **43**(6), 40.
- [12] PRAVDA, Alexander. Ebicykel českých astronómov. *Kozmos*, 2012, **43**(6), 40.

### Příloha 1: scénář hry na elementární částice v počátečních fázích vývoje vesmíru

Tato aktivita, inspirovaná dvěma portugalskými studenty Ester Simões a Tiago Norberto, byla třikrát vcelku úspěšně využita v rámci Univerzity dětského věku pro účastníky z obou stupňů ZŠ a nejnižších ročníků víceletých gymnázií, pokaždé pro 120–130 žáků. Délka trvání byla vždy volena okolo 20 minut.

Počet jednotlivých druhů částic volíme tak, aby počet protonů byl stejný jako počet elektronů (vesmír je jako celek elektricky neutrální) a neutronů bylo sedmkrát méně než protonů (odpovídá vzniku jader lehkých prvků na počátku vesmíru). Počet fotonů nelze volit v souladu s poměrem plynoucím ze standardního kosmologického modelu (asi miliarda na jeden baryon), mělo by jich být více, než ostatních částic dohromady.

#### 1. zastavení: krátce po velkém třesku

- Všichni jsou pohromadě, dotýkají se, cítí teplo.
- Rozhodující roli hrají fotony, mají velkou energii, protony a neutrony ještě nevznikly.

Komentář: „Fyzika“ začíná asi po velkém třesku, vesmír má obrovskou hustotu a teplotu, částice do sebe neustále narážejí.

#### 2. zastavení: vznik základních stavebních částic

- Vesmír se rozpíná, účastníci poodstoupí dále od sebe (asi na vzdálenost paží), stále se pohybují.
- Žáci představují částice, které byly ve vesmíru v rozmezí od 1/100 000 s do zhruba 1 minuty.
- Lehce se mohou při pohybu dotýkat, mají tolik energie, že se zatím nemohou spojovat.
- Vybereme dva protony, dva elektrony, dva fotony, ukážeme atom vodíku a jeho rozbití fotonem (za ruku odtáhne asi tři kroky od protonu).

#### 3. zastavení: nukleosyntéza (vznik prvních atomových jader)

- Vybereme dvě dvojice elektron–proton + dva neutrony a dva fotony,
- Postupně ukážeme jádro deuteria, jádro tritia, jádro hélia, atom hélia a jeho rozbití dvěma fotony.
- Necháme účastníky se pohybovat, vytvářet atomy a zase je rozbíjet fotony.

Komentář: Energii potřebnou ke vzniku atomových jader mají částice pouze asi do 20. minuty po velkém třesku (a za 15 minut se rozpadne asi polovina neutronů) – tj. asi doba trvání naší hry. Teplota na počátku děje v raném vesmíru byla asi miliarda kelvinů. Z hmotnosti vesmíru je asi 74 % vodíku, 25 % helia a 1 % ostatních prvků; počtem 1 jádro helia na 12 jader vodíku. Pro fotony je vesmír neprůhledný (neustále do něčeho narážejí) podobně jako v nitru Slunce.

#### 4. zastavení: rekombinace, tj. vznik atomů a zbytkového záření

- Všichni jsme z atomů, uvažovali o tom již ve starověku někteří Řekové (např. Démokritos).
- Elektrony zůstávají u jader, fotony je míjejí, už nemají energii, aby mohly atomy rozbíjet, zůstávají nám celé atomy (hlavně vodíku).
- Pošleme skupiny fotonů do různých stran, ostatní žáci se rozestoupí do dvou skupin, abychom fotony viděli, a potom necháme fotony se blížit k nám.
- Pomocí fotonů reliktního záření dnes získáváme nejpřesnější údaje o našem vesmíru.

Komentář: Teplota vesmíru v této fázi je asi 3 000–4 000 K (tj. nižší než na povrchu Slunce), fyzice těchto procesů docela dobře rozumíme. Stáří vesmíru je asi 300–400 tisíc let. Tehdy byl vesmír skoro všude stejný, atomy se postupně shlukovaly, vytvářely hvězdy, galaxie, skupiny galaxií, které se od sebe vzdalují. Od této „chvilky“ se uplatňují i chemické zákony. Kromě této „běžné“ hmoty je ve vesmíru asi 5krát více temné hmoty a 14krát více temné energie, o kterých zatím moc nevíme.

### Závěr

I když nám vývoj během hry možná připadal více či méně chaotický, vesmír se řídí fyzikálními zákony. Fyzika je „nejstarší“ disciplína, její zákony „fungují“ přes 13 miliard let (zatímco např. biologie a geologie až po vzniku Země, tj. necelé 4 miliardy).