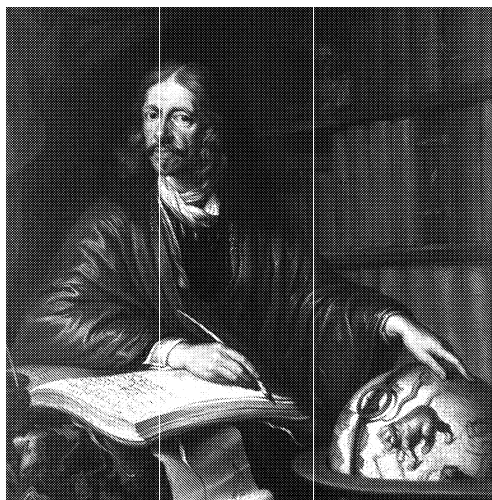


FYZIKA

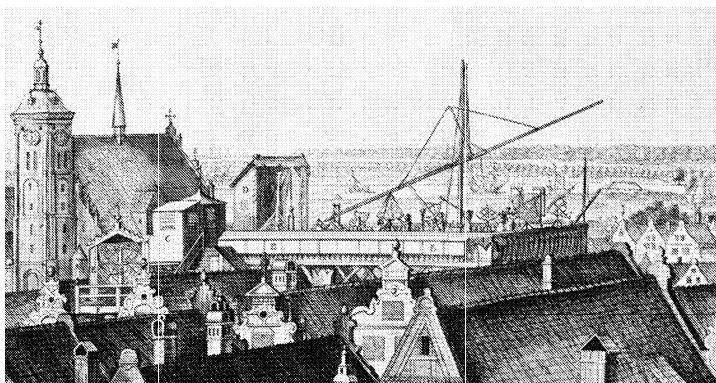
Jan a Alžběta Heveliové

VLADIMÍR ŠTEFL – JULIUS DOMANSKI

Přírodovědecká fakulta MU, Brno – Toruń, Polsko



Johann Hevelius (Jan Hewelke) se rodičům otci *Abrahamu Hewelkovi* (1576 – 1649) a matce *Kordule Heckerové* (1576 – 1655) narodil 28. ledna roku 1611 a shodou okolností umírá ve stejný den v roce 28. 1. 1687 při dožití sedmdesáti šesti let. Gymnázium Academicum v rodném městě Gdaňsku navštěvoval v letech 1618 – 1624. Následovala soukromá studia astronomie a matematiky, kde jeho učitelem byl *Piotr Krüger* (1580 – 1639). Studia na právnické fakultě v Leydenu zahájil roku 1630. V následujících letech 1632 – 34 často cestoval, navštívil Francii – Paříž, Anglii – Londýn

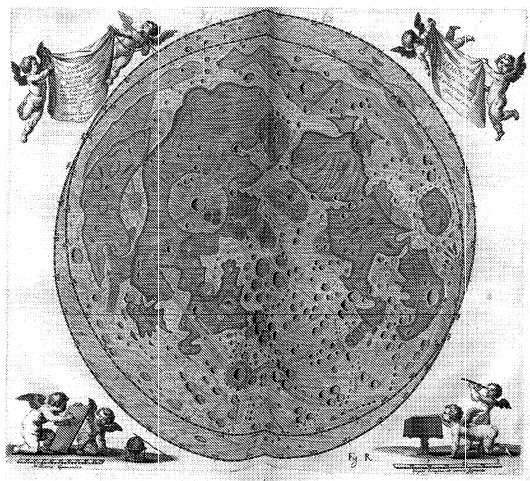


Obr. 1

a Švýcarsko, kde se seznámil s řadou tehdejších astronomů. Byl v osobním kontaktu například s francouzským filozofem, matematikem a astronomem *Pierrem Gassendim* (1592 – 1655), francouzským astronomem *Ismaelem Boulliau* (1605 – 1694), anglickým matematikem *Johnem Wallisem* (1616 – 1703). Navštívil také Prahu, kde se seznámil s observatoří *Tychona Brahe* (1546 – 1601).

Roku 1634 se vrátil do Gdaňsku, aby ukončil právnická studia a současně pracoval v rodinném pivovaru jako sládek, později majitel pivovaru a radní na gdaňské radnici. Následujícího roku 1635 uzavřel své první manželství s Kateřinou Rebeschke, s kterou však neměl žádné děti. Postupně se stal zámožným člověkem, což mu umožňovalo se naplno zabývat astronomií. Od roku 1639 budoval za značných finančních nákladů vlastní pozorovatelnu na střechách tří kamenných budov, kde umísťuje jeden z tehdy největších dalekohledů na světě o délce 46 m (obr. 1). Při výstavbě svých unikátních pozorovacích přístrojů využil dovednosti velmi dobrého mechanika, optika a rytce. Sestrojoval je velké, dosáhl jimi při pozorování pouhým okem úhlové přesnosti na úrovni zhruba jedné poloviny obloukové minuty. Hevelius podobně jako Tycho Brahe měl velmi dobrý zrak, umožňující mu pozorování objektů až s hvězdnou velikostí sedmé magnitudy.

S velkými dalekohledy byly značné mechanické potíže s ohledem na jejich velkou hmotnost. Při délce několika desítek metrů se tubus prohýbal, proto byl odstraněn. Vzhledem k proudění vzduchu mezi okulárem a objekтивem se však zhoršoval obraz, který byl negativně ovlivňován vnějším

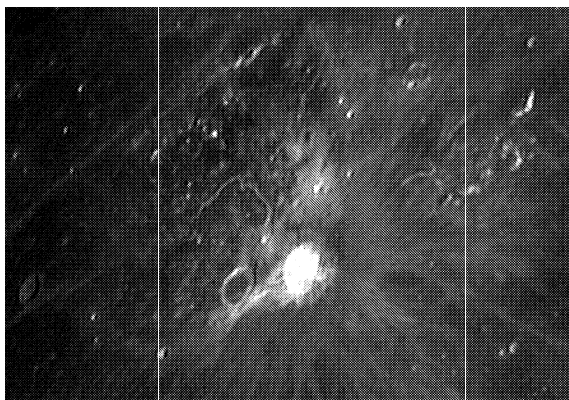


Obr. 2

světlem pronikajícím ze všech stran. Přímé sledování kosmických objektů na obloze tak bylo obtížné. Při velké ohniskové vzdálenosti bylo zorné pole dalekohledů malé, objekty byly tudíž pozorovatelné pouhých několik vteřin, delší časová pozorování nebyla možná.

Přestože až do konce svého života preferoval pozorování pouhým okem, od roku 1637 se intenzivně zabýval konstruováním dalekohledu, vybrousil si čočky pro astronomické účely. Pomocí dalekohledu Hevelius pozoroval například Měsíc, Jupiterovy měsíce či Saturn. Jeden z menších dalekohledů daroval králi Janovi III Sobieskému (1629 – 1696). Je možné, že ho král použil v průběhu vítězné bitvy u Vídně roku 1683.

Ve svém zřejmě nejznámějším díle **Selenographia seu Descriptio Lunae** z roku 1647 shrnul výsledky svých pozorování povrchu Měsíce. Jde v historii astronomie o první detailní mapu Měsíce, podrobnější vznikly mnohem později až v 18. století. Hevelius prováděl přípravu k pozorování Měsíce, sám vykonával pozorování a jejich popis, vytvářel obrázky Měsíce. Ukázka na obr. 2. zachycuje povrch Měsíce. Při svých pozorováních Hevelius zachytil na 550 různých útvarů na povrchu Měsíce a jako první přistoupil ke stálému pojmenování útvarů. Původním jeho záměrem bylo dát útvarům jména na povrchu Měsíce po významných učencích, později od myšlenky ustoupil a využil spíše analogie s názvy pohoří na Zemi. Do současnosti přetrvaly z jeho pojmenování dva názvy – *Montes Alpes*



Obr. 3



Obr. 4

a *Montes Apenines*. Hevelius určoval rovněž výšku hor na Měsíci a při využití přesných přístrojů dosáhl dobrých výsledků, přestože princip metody využívající délku stínu a předpokládající rovinný charakter povrchu Měsíce v blízkosti hory neumožňoval větší přesnost. Jeho pozorování byla velmi pečlivá, například si všiml, že kráter Aristarchus se nachází na východním okraji plošiny s načervenalým zabarvením (obr. 3). Připomeňme, že **Selenographia** byla papežem Innocentem X. (1574 – 1655) označena za heretické dílo.

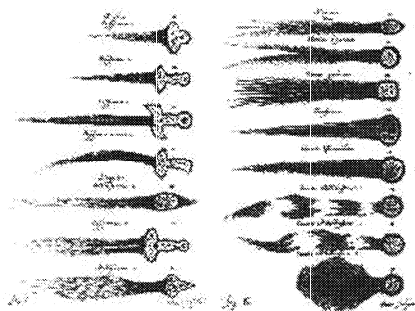
Vedle nočních pozorování prováděl Hevelius i denní. Z vlastních pozorování slunečních skvrn stanovil dobu rotace Slunce s větší důkladností

a systematickostí, než jeho předchůdci či součastníci. Zavedl název **fakule** pro jasné oblasti kolem slunečních skvrn, který se používá dodnes. Výsledky pozorování skvrn z let 1642 – 1644 mají i dnes mimořádný význam,

zachycují první část tzv. Maunderova minima cyklu sluneční aktivity v letech 1645 – 1715. Paradoxně toto období koinciduje velmi těsně s dobou panování Ludvíka XIV (1643 – 1715), zvaného král Slunce. Jemu Hevelius věnoval první část spisu z roku 1673 **Machina coelestis pars prior** (obr. 4), shrnující mimo jiné pozorování Slunce.



Obr. 5



Obr. 6

Již od padesátých let sedmnáctého století se Hevelius rovněž zabýval sledováním komet. V roce 1665 publikoval spis **Prodromus cometicus** a v roce 1668 rozsáhlejší **Cometographii sive theatrum cometicum** (obr. 5). Popsal v nich pozorování devíti komet, která v tehdejší době spočívala v zachycení poloh a následně v prozkoumání jejich pozorované dráhy na světové sféře. Na obr. 6 je ukázka pozorování a kresby vývoje komy a ohonů komet. Roku 1672 pozoroval novou kometu, výsledky pozorování jsou shrnuty ve spise **Epistola de cometa** (obr. 7), jakož i v článcích v **Philosophical Transactions** respektive **Acta Eruditorum**.

Pozorovací údaje získané Heveliusem nebyly vždy při analýze pohybu komet vhodným způsobem zpracovány. Až teprve později *Edmond Halley* (1656 – 1742) a *Isaac Newton* (1642 – 1727) vytvořili důmyslnou metodu využívající matematických postupů při určování drah komet. Ve zmiňo-



Obr. 7

Cassini (1625 – 1712). Francouzský král Ludvík XIV (1638 – 1715) přidelil Heveliovi za uznání zásluh stálou roční penzi jakož i cenné další dary. Rovněž švédská královna Kristýna I (1626 – 1689) usilovala o působení Hevelia jako dvorního astronoma ve Stockholmu, kteréhožto jmenování rovněž nepřijal.

V roce 1663, po úmrtí první ženy se Hevelius znovu oženil, nyní s *Kateřinou Alžbětou Koopmanovou* (1647 – 1693), tehdy šestnáctiletou dcerou bohatého kupce původem z Holandska. I při značném věkovém rozdílu to bylo vydařené manželství. Z prvního manželství neměl děti, s Alžbětou jich měl několik. Žena byla velmi vzdělaná, znala několik jazyků, měla široké zájmy včetně astronomických. Společně s mužem prováděla pozorování, následné výpočty, zhotovovala nákresy, které přenášela na mědirytinu. Výrazně se tak podílela na astronomickém výzkumu. Stala se první ženou astronomkou v novověku Evropy. Na obr. 8 je zachycena při pozorování u velkého měděného sextantu společně s manželem.

Hevelius vedl rozsáhlou korespondenci, příkladně se sekretářem Royal Society *Henrikem Oldenburgem* (1619 – 1677) si od ledna 1663 vyměnil přes 80 dopisů. Po jeho smrti přijel Edmond Halley jako pomocník nově jmenovaného sekretáře Royal Society *Roberta Hooka* (1635 – 1703) roku

vaném spise **Prodromus cometicus** Hevelius vyjádřil názor, že komety se mohou pohybovat po kuželosečkových drahách. V následném díle **Cometographia** již psal explicitně o parabolické dráze. Připomínáme, že podobné názory o parabolické dráze nalezneme rovněž v raných spisech Newtona.

Hevelius se stal známým a významným astronomem. Vedl rozsáhlou korespondenci se zahraničím, publikoval ve francouzském časopise **Journal des Sçavans** a anglickém **Philosophical Transactions**. V roce 1664 byl přijat za člena Královské společnosti v Anglii, roku 1666 mu bylo nabídnuto místo ředitele nově budované observatoře v Paříži. Po Heveliově odmítnutí tuto funkci přijal původem italský astronom *Giovanni Domenico*

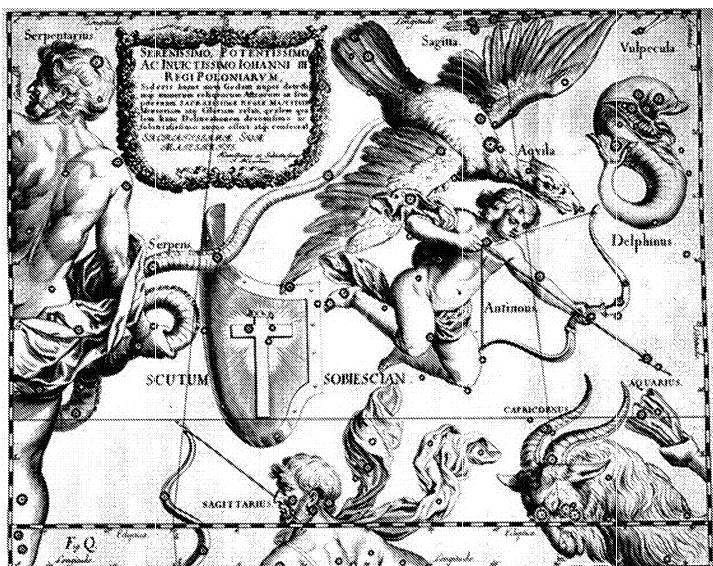
1679 do Gdaňsku, aby pomohl rozřešit spor mezi Hookem a Heveliem: která pozorování kosmických objektů jsou přesnější, pomocí optických dalekohledů nebo klasických instrumentů neosazených optikou? Hooke prosazoval dalekohledy, Hevelius zastával konzervativnější stanovisko s využíváním lidského oka. Při srovnávacích pozorováních proto Halley používal dalekohled zatímco Hevelius lidské oko. Spor Halley vyřešil kompromisem. Hookovi přiznal pravdu teoretickou a Heveliovi praktickou. Hooke zanedbával a přehlížel optické vady dalekohledů své doby, pečlivý astronomický pozorovatel Hevelius dopracoval klasické měřicí přístroje pro lidský zrak k naprosté dokonalosti. Jeho pečlivost, pozornost a vytrvalost mu umožnila jako pokračovateli Tychonovy pozorovací tradice vylepšit dvojnásobně úhlovou přesnost pozorování z $1'$ na přibližně $30''$.



Obr. 8

Méně známé je, že Hevelius rovněž zkoumal zemský magnetismus, důležitý například pro námořní navigaci. Prováděl jeho pravidelná pozorování, sledoval deklinaci magnetického kompasu. Vyvrátil teorii anglického vědce *Williamu Gilberta* (1544 – 1603), že chemické prvky se nemění s časem a místem na Zemi.

Manžele Heveliovi zasáhla 26. září 1679 těžká rána, observatoř v Kořenné ulici v Gdaňsku se stala obětí požáru. Zničena byla většina měřících přístrojů a také část pracně nashromážděných pozorovacích údajů. Od francouzského a polského krále však přišla finanční pomoc. V dalších dvou letech Hevelius vybudoval novou observatoř a roku 1681 obnovil svá pozorování. Pokračoval v práci, v posledních letech života za výraznější pomoci manželky. Teprve však v roce jeho smrti je poprvé publikován výsledný hvězdný atlas. O tři roky později, už v redakci manželky, vychází jako doplněk ke katalogu podruhé.



barokními kresbami, které stejně jako v případě Uranometrie jsou orientovány z pohledu shora. Rozdílně od Bayerova atlasu ale nebyly jednotlivé hvězdy označeny písmeny řecké abecedy. Na druhou stranu Hevelius zavedl několik nových souhvězdí (Sextant, Ještěrka, Honící psi, Malý lev, Liška), která se ujala, jiná – např. Štít Sobieského (obr. 9) či Cerberus nikoli. Připomínáme, že právě polský král Jan III Sobieský strávil v Gdaňsku sedm měsíců v letech 1677 – 1678, kdy často Hevelia navštěvoval a diskutoval s ním o astronomii. Polský král mu přidelil penzi 1 000 florinů ročně, což zejména pomohlo po požáru roku 1679 a posléze jako penze Alžbětě po smrti Jana Hevelia. Také ji umožnilo dokončení a vydání tří dalších knih.

Shrnutí výsledků v díle **Prodromus astronomiae cum Catalogo fixarum et Firmamentum Sobiescianum** česky Astronomický posel s Hvězdným katalogem a Sobieského hvězdná obloha vydává manželka až po jeho smrti roku 1690.

Literatura

- [1] Grygar, J. – Horský, Z. – Mayer, P.: Vesmír. Mladá fronta, Praha 1979.
- [2] Cholasta, M.: Jan Hevelius. Povětroň roč. 9 (2001), č. 1, s. 15.
- [3] Rybka, P.: Katalog gwiazdowy Heweliusza. PWN, Warszawa 1984.
- [4] Rybka, P.: Instrumentarium astronomiczne Heweliusza. Ossolineum, 1987.
- [5] Saridakis, V.: Establishing an astronomical network from Danzig: Johannes Hevelius' exchange with the European scientific community. The History of Science and the Cultural Intergration of Europe. Cracow, 2006.
- [6] IOH. HEVELII PRODRAMVS COMETICVS. Journal des Sçavans 1666, p. 110.
- [7] OBSERVATION FAITE PAR M HEVELIVS. Journal des Sçavans 1667, p. 118.
- [8] JOH. HEVELII ANNUS CLIMACTERICUS. Journal des Sçavans 1685, p. 421.
- [9] An Account of Hevelius His Prodromus Cometicus. Philosophical Transactions 1665, vol. 6, p. 104.
- [10] Calculation of the late Solar Eclipse's Quantity, Duration. Philosophical Transactions 1666, vol. 21, p. 369.

Informačné a komunikačné technológie a vyučovanie astronómie a astrofyziky

PETER HANISKO

Pedagogická fakulta KU, Ružomberok, SLOVENSKO

Úvod

Nové možnosti do vyučovania astronómie a astrofyziky priniesli informačné a komunikačné technológie, ktorých zaradenie do vyučovania je zároveň aj výrazným motivačným prvkom pre osvojovanie si vedomostí žiakmi a študentmi. Počítačom podporované vyučovanie astronómie a astrofyziky môže dopĺňať iné metódy, pričom každému žiakovi alebo študentovi umožňuje postupovať individuálnym tempom, analyzovať kľúčové body učiva, sledovať pozorovania vesmírnych telies, javov a procesov a v neposlednom rade ich možno využiť aj k motivácii. ([7], s. 59)

Pravdepodobne celosvetovo najviac rozšíreným fyzikálnym odborom na internete je astronómia, astrofyzika a kozmológia. Je to preto, že astronómovia využívajú internet pri svojej práci aktívnejšie ako vedci z iných oblastí vedy. Astronómovia na internete sprístupňujú a porovnávajú namerané dáta a skvalitňujú tým svoje pozorovania. ([2], s. 96)

Astronomické učivo je v učebniciach pre základné školy a pre gymnázia zastúpené len stručnými informáciami, v mnohých prípadoch informáciami encyklopedického charakteru. Veľmi časté sú odkazy na matematické, fyzikálne a chemické tabuľky, poprípade na atlas sveta. Informácie získané z internetu výrazne pomáhajú rozšíriť okruh vedomostí z astronómie a astrofyziky. Na internete je možné nájsť veľké množstvo obrázkov a animácií astronomických javov a procesov, vrátane aktuálnych noviniek. S niektorými internetovými stránkami je možné pracovať priamo na vyučovacej hodine, z iných je vhodné použiť len určitý článok alebo obrázok. Ďalšie stránky je možné odporučiť žiakom a študentom ako podklad pri príprave referátov alebo seminárnych prác, prípadne ich využiť pri projektovom vyučovaní astronómie a astrofyziky. [4]

Pre priame využitie, zvýšenie efektívnosti a podporovanie samostatnej práce žiakov a študentov je ideálna simulácia výskumných astronomických metód v modelovej podobe pomocou počítačových programov. V súčas-

nosti existuje veľké množstvo voľne dostupných demonštračných modelov pre účely vyučovania astronómie a astrofyziky v škole, ktoré je možné nájsť na internete alebo na multimediálnych CD. Vo všeobecnosti je možné problematiku využívania informačných a komunikačných technológií vo vyučovaní astronómie a astrofyziky rozdeliť na tri základné okruhy ([9], s. 59):

1. Počítačom riadené pozorovanie ďalekohľadom, zber pozorovacích dát, ich spracovávanie, analýza a vyhodnocovanie.
2. Využívanie už vytvoreného softvéru, java apletov, numerických výpočtov, modelovania a simulácii umožňuje skúmať podstatu javov a procesov prebiehajúcich vo vesmíre a prevádzať ich analýzu.
3. Internet, multimédia a výukové programy.

Informácie z astronómie, astrofyziky a kozmológie na internete

Bohatým a takmer nevyčerpatelným zdrojom informácií z astronómie, astrofyziky a kozmológie a ich vyučovania sú špecializované astronomické internetové stránky, ktoré sú neustále aktualizované a recenzované odborníkmi na astronómiu, astrofyziku a kozmológiu a aj na ich vyučovanie. Vďaka tomu sú takéto internetové stránky nielen pre učiteľov, ale najmä pre žiakov a študentov výhodnejšie a použiteľné s menším rizikom ako súbory a odkazy, ktoré je možné vygenerovať internetovými vyhľadávačmi. ([8], s. 390)

Vo vyučovaní prírodovedných predmetov a fyziky patria astronomické témy medzi atraktívnu učebnú látku, kde je možné využívať spontánny záujem, aj keď nie všetkých, ale aspoň určitej časti žiakov a študentov.

Na podporu astronómie a astrofyziky na Slovensku slúži stránka *Vesmír okolo nás* (<http://astroportal.sk>), ktorá obsahuje kvalitný textový aj obrazový materiál z rôznych oblastí astronómie, astrofyziky a kozmológie. K obsahu patrí aj prehľad internetových stránok a odkazov na edukačné stránky z astronómie a astrofyziky vo svete (http://astroportal.sk/bin_astro.html).

Na stránkach *Aldebaran* (<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/>), ktoré vznikajú na Katedre fyziky Elektrotechnickej fakulty Českého vysokého učení technického v Prahe, je výklad vybraných kapitol z astronómie, astrofyziky a kozmológie. Okrem astronomických, astrofyzikálnych a kozmologických informácií a študijných materiálov obsahuje v sekcii Ke stažení aj astronomické aplety, astronomické programy, prednášky apod. .

Na stránke Pedagogickej fakulty Západočeskej univerzity v Plzni (<http://astronomia.zcu.cz/>) sú kvalitne a komplexne spracované projekty

Astrofoto, *Planety*, *Hviezdy* a *Galaxie* ([8], s. 390). Aj keď tieto projekty svojim rozsahom a obsahom presahujú požiadavky základnej školy, o to viac však uspokojujú žiakov a študentov s hlbším záujmom o fyziku, astronómiu, astrofyziku a kozmológiu. V časti *Astrofoto* je možné nájsť aj *Praktické úlohy* a *pracovní listy* k nim (<http://astronomia.zcu.cz/astrofoto/ulohy/869-prakticke-ulohy>).

Stránka *The Nine Planets* (<http://www.nineplanets.org/>) predstavuje multimediálnu prechádzku po Slnecnej sústave. Obsahuje informácie o každom významnom telese v Slnecnej sústave. Nachádzajú sa tu aj stránky špeciálne venované deťom a ponúka astronomického softvéru.

Veľké množstvo vo vyučovaní využiteľných informácií je možné nájsť aj na odborných astronomických a astrofyzikálnych internetových stránkach alebo na stránkach výskumných organizácií, astronomických observatórií apod., ako napr. *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* (<http://www.nasa.gov>) alebo *European Organization for Nuclear Research (CERN)* (<http://www.cern.ch>). Tieto stránky navyše obsahujú aj časti určené pre učiteľov, študentov a vzdelávanie. Na stránkach agentúry NASA je aj špeciálna stránka venovaná deťom rôznych vekových kategórií *NASA Kids' Club* (<http://www.nasa.gov/audience/forkids/kids-club/flash/index.html>). Európske južné observatórium *The European Southern Observatory (ESO)* (<http://www.eso.org>) na svojej stránke v sekcii Outreach (<http://www.eso.org/public/outreach/eduoff/>) ponúka obrázky, videá a ďalšie informácie a materiály určené pre vyučovanie a pre verejnosť.

Na stránke Hubbleovho vesmírneho ďalekohľadu *Space Telescope Science Institute (STSCI)* (<http://www.stsci.edu>) sa nachádza rozsiahla galéria obrázkov (<http://hubblesite.org/gallery/>), ktoré sú rozčlenené podľa typu objektov. Je to rozsiahly súbor fotografií a videí, ktoré je možné využiť aj pri vyučovaní a na prezentačné účely. Ďalekohľad, ktorý poskytuje snímky vesmírnych objektov v rentgenovej oblasti spektra je *Chandra Space Telescope* (<http://chandra.harvard.edu>). Stránky obsahujú informácie o projekte *Chandra*, snímky a videá, určené pre vyučovacie účely a pre verejnosť. Na stránke vesmírneho ďalekohľadu *Spitzer* (<http://spitzer.caltech.edu>) sa nachádzajú informácie určené najmä deťom na edukačné účely a je koncipovaná ako vzdelávací materiál, priamo použiteľný v triedach.

Vo vyučovaní astronómie a astrofyziky dôležitú úlohu zohrávajú **astronomické obrázky**. Najvhodnejšie sú obrázky a videá umiestnené na astronomických a fyzikálnych multimediálnych CD alebo tie, ktoré je možné

získať priamo z internetu. Astronomické fotografie a obrázky zohrávajú dôležitú a nezastupiteľnú úlohu v didaktike astronómie a astrofyziky. Pri vyučovaní astronómie a astrofyziky by sa mali využívať vo veľkej miere, pretože sú pre žiakov a študentov atraktívne a motivačné najmä tým, že im ukazujú „*tajomne a neznáme svety*“. Fotografie vhodné pre vyučovanie nie sú zvyčajne rovnaké ako bežné astronomické snímky určené pre účely popularizácie, pretože vyučovanie si kladie trochu iné ciele, t.j. využívanie obrázkov má nielen vzbudiť záujem o astronómiu a astrofyziku, ale aj systematicky popisovať a vysvetľovať určité objekty, javy, procesy alebo metódy výskumu v astronómii, astrofyzike a kozmológií. Žiakov a študentov je potrebné naučiť, čo majú na obrázkoch pozorovať, upozorniť ich na všetky javy na danom obrázku, či už súvisia alebo nesúvisia s preberaným javom, pretože len tak je možné ich naučiť pozorovať. ([5], s. 34)

Pravdepodobne najkvalitnejšou databázou astronomických obrázkov rôznych vesmírnych objektov aj s popisom je možné nájsť na stránke *Astronomy picture of the day* v anglickej verzii (<http://apod.nasa.gov/apod/>) alebo **Astronomický snímek dne** v českej verzii (<http://www.astro.cz/apod>).

Vo všetkých vedných odboroch zohrávajú **časopisy** nezastupiteľnú úlohu. Pre učiteľov astronómie a astrofyziky sú užitočné najmä časopisy určené pre širšiu verejnosť, ktoré ponúkajú informácie o vývoji v rôznych oblastiach astronómie, astrofyziky a kozmológie a vysvetľujú nové objavy bez používania nezrozumiteľných a vysoko odborných pojmov. Väčšina odborných a populárnovedeckých časopisov, ktoré existujú v tlačenej forme, má z prezentačných dôvodov aj svoju elektronickú podobu na internete. Elektronická verzia časopisu niekedy obsahuje úplné články, niekedy len niektoré z nich alebo abstrakty. V mnohých prípadoch sú k článkom na internete pripojené aj audio alebo videozáznamy. Vedľa tradičných tlačенých časopisov sa objavujú aj časopisy, ktoré existujú len v elektronickej podobe na internete. Vzhľadom k tomu, že publikovanie na internete a vytvorenie zaujímavej internetovej stránky je v súčasnosti už veľmi jednoduché, k odbornej správnosti a korektnosti jednotlivých internetových stránok je preto potrebné pristupovať s veľkou opatrnosťou. Zárukou kvality a odbornosti textov je okrem uvedenia mená autora článku aj zverejnenie zloženia redakčnej rady a recenzovanie publikovaných článkov odborníkmi. ([2], s. 92)

Zo Slovenských astronomických časopisov na internete je možné odporučiť najmä časopis *Kozmos* (<http://www.suh.sk/>), ktorý vydáva Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Obsahuje prehľadové články, zaujímavé

novinky a aktuality z astronómie, astrofyziky a kozmológie a rubriky pre pozorovateľov. Pravidelne uverejňuje seriál o prehľade astronómie, astrofyziky, kozmológie a kozmonautiky *Žeň objevů*, ktorého autorom je Jiří Grygar. Zaujímavé články z astronómie a astrofyziky je možné nájsť aj v časopise *Quark* (<http://www.quark.sk>) alebo v jeho elektronickej forme (<http://www.equark.sk>). Okrem toho svoje vlastné cirkuláre alebo bulletin vydávajú všetky hvezdárne a planetária na Slovensku.

Zo zahraničných astronomických časopisov je vo vyučovaní alebo v príprave na vyučovanie možné využiť najmä české astronomické časopisy. Astronomická spoločnosť v Hradci Králové na internete vydáva dvojmesačník *Povětrň* (<http://www.astrohk.cz/ashk/povetron>), v ktorom je možné nájsť veľké množstvo zaujímavých článkov z rôznych oblastí astronómie, astrofyziky a kozmológie. Občianske združenie IAN a Hvezdáreň a planetárium Mikuláša Koperníka v Brne pravidelne aktualizuje internetové *Instantní astronomické noviny (IAN)* (<http://www.ian.cz>), ktoré obsahujú nielen veľké množstvo aktuálnych správ, ale aj rozsiahlejšie články zo všetkých oblastí astronómie a astrofyziky. Niektoré české astronomické časopisy obsahujú len informačné stránky, ako napr. *Astropis* (<http://www.astropis.cz>) alebo *Vesmír* (<http://vesmir.cts.cuni.cz>). Úplné články sú k dispozícii len pre predplatiteľov.

Vo vyučovaní je možné s úspechom využiť aj astronomický časopis *Sky and Telescope* (<http://www.skyandtelescope.com>), ktorý je zameraný predovšetkým na amatérsku astronómiu. Internetová verzia časopisu *Astronomy* (<http://www.astronomy.com>) obsahuje aj bonusy, ktoré nie sú súčasťou tlačenej vydania. Elektronickej časopis *Astronomy Education Review* (<http://aer.aip.org/>) obsahuje články, ktoré sa zaoberajú vyučovaním astronómie a astrofyziky. Postavením a využívaním hvezdárni a planetárií vo vyučovaní astronómie a astrofyziky a v rámci voľnočasových aktivít sa zaoberá časopis *The Planetarian* (<http://www.ips-planetarium.org/planetarian/>), ktorý vydáva *International Planetarium Society*. Vychádza nielen v tlačenej, ale aj v elektronickej forme.

Na rôznych CD, ktoré tvoria prílohu rôznych počítačových časopisov alebo na internete je možné nájsť **počítačové programy** využiteľné aj pri vyučovaní astronómie a astrofyziky. Niektoré programy sú voľne širiteľné (freeware, GNU licencia) a je možné ich zadarmo stiahnuť a používať, iné sú spoplatnené. Voľne širiteľné programy sú vo väčšine prípadov jednoduchšie, avšak často môžu byť veľmi užitočné.

Programy, ktoré sa vo vyučovaní astronómie a astrofyziky veľmi často využívajú sú *aplety*. Vo vyučovaní je nimi možné obohatiť najmä prezentácie, pretože pomocou nich je možné veľmi dobre vysvetľovať konkrétny fyzikálny alebo astronomicky problém, jav alebo proces. Na podporu učiteľov, ktorí chcú vo vyučovaní aktívne používať aplety a simulácie, bol vytvorený server *NatSim* (*Natural science Simulations*) (<http://www.nat-sim.net>). Umožňuje vyhľadávať a sťahovať prírodovedné (fyzikálne, astronomické) aplety a simulácie.

Ďalšie astronomické aplety je možné nájsť pomocou internetových vyhľadávačov alebo na internetových stránkach astronomických inštitúcií a oddelení astronómie, astrofyziky a kozmológie na jednotlivých školách a univerzitách. Internetovou stránkou, na ktorej sa nachádzajú kvalitné astronomické aplety a simulácie, je stránka *Web Sites for College Astronomy Instructors* (<http://www.astrosociety.org/education/resources/educsites-print.html>). Na stránke *Ancient Planetary Model Animations* (<http://people.scs.fsu.edu/~dduke/models.htm>) je možné nájsť animácie a modely pohybov planét založené na *Ptolemaiovom Almageste* a modely založené na poznatkoch arabských astronómov.

Z programov, ktoré je možné využívať priamo pri vyučovaní astronómie a astrofyziky sú najmä počítačové planetária. Ich zoznam je možné nájsť napríklad na stránkach časopisu *Sky and Telescope* (<http://skyandtelescope.com/resources/software/>).

Dôležitou súčasťou vyučovania astronómie a astrofyziky sú fyzikálne merania a pozorovania. Aj pre priame pozorovania a merania je v súčasnosti už možné využiť internet, aj keď obmedzene, pretože prevádzka tzv. vzdialených laboratórií, ktoré umožňujú ovládanie experimentov cez internet, a priame meranie jeho výsledkov je náročné. Prvé laboratórium vzdialených experimentov na Slovensku je v prevádzke na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity (<http://kf.truni.sk/remotelab/remotelab-sk.html>) [1]. Na prvý pohľad sa môže zdať, že webkamery vo vyučovaní astronómie a astrofyziky nemajú uplatnenie. Záleží však na tom, čo daná webkamera sleduje. V prípade vzdialene riadených experimentov webkamery umožňujú sledovať ich priebeh a pozrieť sa na miesta, na ktoré sa osobne nie je možné dostať. Množstvo vzdialených laboratórií je však súčasťou výukových kurzov a sú k dispozícii len ich účastníkom. ([2], s. 111)

Pri vyučovaní astronómie a astrofyziky sú vhodné najmä vzdialené pozorovania experimentov z astronómie a astrofyziky a modernej fyziky, ktoré je možné v podmienkach základnej školy alebo gymnázia len veľmi

ťažko realizovať, ale ich reálne zaradenie do vyučovania pre ich názornosť je veľmi vhodné. Na univerzite v Berkeley je v prevádzke internetový projekt *Hands-On Universe* (<http://www.handsonuniverse.org>), kde žiaci a študenti môžu využívať profesionálne astronomické dáta, sami ich spracovávať, prevádzať analýzy a robiť vedecké závery. ([2], s. 113)

Dôležité astronomické objavy v súčasnosti nemusia vznikať len v astronomických observatóriách s veľkými ďalekohľadmi, ale s rozvojom informačných a komunikačných technológií sa na nich môžu podieľať aj malé vedecké pracoviská alebo jednotlivci s prístupom na internet. Prostredníctvom internetu je v súčasnosti možné pripojiť sa na jeden z verejnosti prístupných *robotických ďalekohľadov* so CCD kamerami *Micro Observatory Robotic Telescope Network* na internetovej stránke *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* (<http://mo-www.cfa.harvard.edu/Micro-Observatory/> alebo <http://mo-www.harvard.edu/OWN/index.html>).

Organizácia *SETI* (*Searching for Extra-Terrestrial Intelligence*) (<http://www.seti.org>), ktorá sa zaoberá hľadaním mimozemskej inteligencie, ponúka na svojej stránke (<http://setiathome.berkeley.edu/>) možnosť stiahnuť si program, pomocou ktorého je možné vstúpiť a spolupracovať na vedeckom experimente *SETI@home*. Na experiment sa používa rádioteleskop v Arecibe v Portoriku. Do projektu sa môže zapojiť každý, kto má k dispozícii internet, a tak vyhodnocovať dáta z rádioteleskopu a priamo spolupracovať na vedeckom výskume. Na podobnom princípe vznikli a pracujú aj iné, podobné celosvetové experimenty. Experiment *Climateprediction.net* (<http://climateprediction.net>) na modelovanie atmosféry a predpovede vývoja počasia a klímy alebo projekt *Einstein@home* (<http://www.einsteinathome.org/>), ktorý slúži na analýzu dát gravitačných vln. Myšlienka týchto projektov je podobná, t.j. využiť výkon osobných počítačov v čase, keď sa na nich aktívne nepracuje. Pre žiakov a študentov môže byť zapojenie sa do podobných projektov významným motivačným prvkom vo vzdelávaní.

Pre priame využitie vo vyučovaní a zvýšení efektívnosti vyučovania, podporovanie samostatnej práce žiakov a študentov, je na teoretické riešenie astronomických a astrofyzikálnych problémov, úloh a príkladov ideálne používať *astronomické učebnice a zbierky úloh*. Pre budúcich učiteľov fyziky na základných a stredných školách je na Masarykovej univerzite v Brne možné nájsť zbierku príkladov a úloh z astronómie a astrofyziky *Úlohy z astrofyziky* (<http://www.physics.muni.cz/astroulohy/>). Ne-

beskou mechanikou sa zaoberá stránka *Nebeská mechanika* (<http://neb-mech.astronomy.cz>), ktorá obsahuje popis základných pojmov nebeskej mechaniky a vzorové výpočty. Budúci učitelia astronómie a astrofyziky môžu pri svojom štúdiu využiť učebnice *Didaktika astrofyziky* (<http://www.physics.muni.cz/astrodidaktika/index.html>) a *Historie astronomie* (<http://www.physics.muni.cz/astrohistorie>).

Projekt *CLEA (Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy)* (<http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html>) ponúka úlohy a cvičenia z astronómie, astrofyziky a kozmológie, ktoré pokrývajú veľkú časť modernej astronómie, astrofyziky a kozmológie a sú vhodné pre študentov gymnázia a vysokých škôl.

Pomocou programu *Earth Impact Effects Program* je možné vytvoriť si predstavu o impaktnom procese, veľkosti vytvoreného impaktného krátera a následných efektoch po impakte. Program je voľne dostupný na internete na stránke *University of Arizona* (<http://www.lpl.arizona.edu/ImpactEffects>).

Európska astronómická organizácia ESO na stránke *The ESA/ESO Astronomy Exercise Series* (<http://www.astroex.org/english/exercises.php>) priebežne pripravuje a aktualizuje materiály a úlohy pre vyučovanie astronómie a astrofyziky. Tento súbor úloh a cvičení je vhodný najmä kvôli tomu, že ukazuje, ako je možné vedecké výskumné metódy využiť aj pri vyučovaní na úrovni základnej školy a gymnázia.

V Rusku je na internete k dispozícii dobre spracovaná virtuálna učebnica základov astronómie a astrofyziky pre stredné školy *Открытая Астрономия* (<http://www.gomulina.orc.ru/> alebo <http://college.ru/astronomy/>), kde je možné stiahnuť niektoré modely astronomických javov a procesov. Taktiež v Rusku na stránke *math.ru* (<http://www.math.ru/lib/cat/phys>) je možné nájsť množstvo učebníc z rôznych oblastí fyziky. V Poľsku existuje zaujímavá stránka *Interkl@sa – Polski Portal Edukacyjny* (<http://www.interklasa.pl/portal/index/strony>), ktorá obsahuje aj články s astronomickými úlohami, vrátane rozboru ich podstaty.

Záver

Súčasný trendy vo vyučovaní poukazujú na neustále sa zvyšujúce nároky nielen na učiteľa, ale aj na jednotlivé školy, ktoré môžu vo veľkej miere ovplyvniť to, čo bude dostupné a bežne vyžívané vo vzdelávacej činnosti. Informačné a komunikačné technológie sa používajú na zefektívnenie vzdelávania už takmer v každom vyučovacom predmete, veľmi dôležité sú

však najmä v prírodovedných predmetoch (fyzika, astronómia, chémia, biológia).

Pri vyučovaní astronómie a astrofyziky je vhodná aj spolupráca medzi jednotlivými školami nielen na Slovensku, ale prostredníctvom internetu aj so školami z iných štátov Európskej únie v rámci programu *eTwinning*. Program *eTwinning* umožňuje školám bezplatne si nájsť partnerov pre spoločné školské projekty prostredníctvom internetu, v rámci ktorých si školy môžu vymieňať poznatky a zúčastňovať sa diskusných fór, čo je pri vyučovaní astronómie a astrofyziky veľmi dôležité. ([6], s. 51)

Partnerstva založené na programe *eTwinning* v rámci astronómie a astrofyziky poskytujú platformu umožňujúcu žiakom a študentom integrovať sa do jazykového a kultúrneho bohatstva Európy, vymieňať si skúsenosti pri vyučovaní astronómie a astrofyziky, spolupracovať na spoločných projektoch a v neposlednom rade aj zvyšovať efektívnosť vzdelávania sa v danej oblasti. Na vysokú aktuálnosť a opodstatnenosť programu *eTwinning* vo vyučovaní nielen astronómie a astrofyziky, ale aj iných prírodných vied poukazuje aj zahrnutie problematiky *eTwinning* (aj keď nie priamo pod týmto pojmom) do *Štátneho vzdelávacieho programu pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie* vo vzdelávacích oblastiach *Matematika a práca s informáciami* a *Človek a príroda*.

Jedinečnú príležitosť ako využiť nové astronomické objavy ako nástroj pre zlepšenie vyučovania astronómie a astrofyziky v školách nielen v Európskej únii, ako je to pri projekte *eTwinning*, ale na celom svete, poskytuje *Galileiho program tréningu učiteľov astronómie (Galileo Teacher Training Program) (GTTP)* (<http://www.site.galileoteachers.org/>). Vo svete je k dispozícii veľké množstvo astronomických zdrojov, najmä v digitálnej forme, ktoré sú voľne prístupné cez internet. Väčšine učiteľov však chýbajú skúsenosti pre efektívne využívanie týchto zdrojov vo vyučovaní. Z tohto dôvodu *Medzinárodná astronomická únia (IAU)* (<http://www.iau.org>) v spolupráci s jej národnými pobočkami, projektom *Globálna príručka vesmíru (Global Hands-On Universe)* (<http://www.globalhou.net/>), *National Optical Astronomy Observatory (NOAO)* (<http://www.noao.edu/>) a *Astronomical Society of the Pacific (ASP)* (<http://www.astrosociety.org/>) spojili svoje úsilie a vytvorili *Galileiho program tréningu učiteľov astronómie a astrofyziky*. Cieľom programu je vytvoriť do roku 2012 celosvetovú sieť „*Galileiho vyslancov*“, ktorí budú efektívne školiť „*Galileiho vedúcich učiteľov*“, ktorí potom budú školiť ďalších učiteľov. Produkty a techniky vytvorené týmto programom budú dostupné kdekoľvek a ke-

dykovek na svete. Taktiež pomocou počítačového prepojenia a internetu bude možnosť prístupu k optickým a rádiovým robotickým ďalekohľadom, webkamerám, astronomickým a astrofyzikálnym úlohám a cvičeniam, interdisciplinárnym zdrojom a k „*digitálnemu vesmíru*“, t.j. k *web a desktop planetáriám*. [3]

Literatúra

- [1] Čerňanský, P.: Vyučovanie fyziky v ére multimédií. In: Moderné trendy vo fyzike a ich aplikácia do vyučovania fyziky. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Ružomberok 4. 12. 2009. Pedagogická fakulta Katolíckej univerzity v Ružomberku, Ružomberok, 2010. s. 15 – 27. ISBN 978-80-8084-576-6.
- [2] Duhaňský, J. – Houfková, J. – Burešová, J.: Využití Internetu ve výuce – Fyzika. 1. vydanie. CP Books, Brno, 2005. Strán 116. ISBN 80-251-0613-6.
- [3] Galileo Teacher Training Program: bringing astronomy into the classroom. 2009. [online]. [citované 16. november, 2010]. Dostupné na: <http://www.astronomy2009.org/globalprojects/cornerstones/galileoteachertraining/>.
- [4] Ondříšová, M.: Internet vo vyučovaní astronómie a astrofyziky. [Diplomová práca]. Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky. Školiteľ: Mgr. Karol Petrík. Rok obhajoby: 2005. [citované 25. máj 2009]. Dostupné na: <http://diplomovka.sme.sk/praca/2654/internet-vo-vyucovani-astronomie-a-astrofyziky.php>.
- [5] Pokorný Z.: Astronomické vzdělávání. 1. vydanie. Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Brno, 2001. Strán 56.
- [6] Popracová, B.: eTwinning a projekty podporujúce využívanie IKT na 1. stupni ZŠ Liptovská Štiavnica. In: DidInfo 2010. 1. vydanie. Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied v Banskej Bystrici, Banská Bystrica, 2010. s. 50 – 52. ISBN 978-80-8083-952-9.
- [7] Popracová, B. – Siváková, G.: Zvýšenie efektivity vzdelávania pomocou informačných a komunikačných technológií. In: Tradície a inovácie vo výchove a vzdelávaní modernej generácie učiteľov. Časť I. : Predškolská a elementárna pedagogika. Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie, Levoča 26. – 27. 11. 2009. [zborník na CD]. Pedagogická fakulta Katolíckej univerzity v Ružomberku, Inštitút Juraja Paleša v Levoči, Levoča, 2009. s. 300 – 304. ISBN 978-80-8084-514-8.
- [8] Randa, M.: Jak začlenit nejnovější poznatky z astronomie do výuky fyziky na základní škole? In: DIDFYZ 2008 : Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov vedy. 14. – 18. október, 2008, Račková dolina. Pobočka JSMF v Nitre, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, 2009. Strán 552. s. 387 – 391. ISBN 978-80-8094-496-4.
- [9] Štefl, V., Krtička, J.: Didaktika astrofyziky. 1. vydanie. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 2003. 122 strán.