

Amatérská astronomie s fotoaparátem

VÁCLAV PISKAČ

Gymnázium tř.Kpt.Jaroše, Brno

Cílem článku je ukázat některé z možností, které nabízí současná technika (tj. digitální fotoaparát v kombinaci s počítačem) při sledování jevů na obloze. Aktivita zde popsaná jsou voleny tak, aby sloužily jako podklad pro žákovské projekty a laboratorní práce na druhém stupni ZŠ a na SS.

Doprovodné fotografie byly pořízeny digitální zrcadlovkou Nikon D60 s dvojicí objektivů – širokoúhlým Nikkor 18-55mm a teleobjektivem Nikkor 55-200mm. Ve většině případů je možno použít i běžný kompaktní fotoaparát s větším „zoomem“.

1. Obzorový kalendář

Pro většinu žáků (a kupodivu i dospělých) je ohromným překvapením, že Slunce nevychází každý den na stejném místě obzoru (tj. na východě). Skvělým námětem na dlouhodobý projekt je proto dokumentace východů nebo západů Slunce. Fotoaparát zde slouží jako záznamník jednotlivých východů. V počítači lze snadno vytvořit panorama se zakreslenými pozicemi východů v jednotlivé dny. Takto sestavíme „obzorový kalendář“ - tj. přiřadíme jednotlivým místům horizontu data v kalendáři. Je to prakticky jediný způsob, jak ze Země poznáme, že uběhnul právě jeden rok – tj. Slunce opětovně vyšlo ve stejném místě jako na začátku pozorování.



Obrázek 1 – brněnský jihovýchodní horizont

Projekt má dvě významná omezení – většina lidí bydlí v místě, odkud nemají dobrý výhled na východní nebo západní horizont, navíc se doby východů během roku výrazně mění (v létě musí nadšenci vstávat před pátou, v zimě začíná vyučování ještě před východem Slunce).

Projekt lze zadat i jako týdenní pozorování v období jarní nebo podzimní rovnodennosti. Jednak východy probíhají těsně před odchodem do školy a hlavně zde dochází k nejvýraznějším mezidenním posunům východů – o více než průměr slunečního disku. V období slunovratů Slunce vychází delší dobu prakticky na stejném místě horizontu.

V návaznosti na tato pozorování lze s žáky rozebrat možnosti pravěkých kamenných observatoří. Doporučuji přečíst si knihu [1], která se touto problematikou podrobně zabývá.

2. Vliv zeměpisné délky

Aktivní žáci mohou během letních dovolených zpracovat další problematiku – jak výrazně se na době východu/západu Slunce podílí zeměpisná délka a zeměpisná šířka pozorovatele. Ve dvou místech, jejichž zeměpisné délky se liší o 15° ($= 360^\circ / 24$ hodinami), se východ Slunce liší o celou hodinu.

Každý z žáků si během dovolené vede záznamy o tom, v kolik hodin vyšlo a zapadlo Slunce (ideální podmínky jsou pro to na pobřeží, ze kterého lze sledovat východy a/nebo západy Slunce vůči ideálnímu horizontu mořské hladiny). Pečliví pozorovatelé dokážou rozlišit dobu západu Slunce pozorovaného z chorvatského pobřeží v oblasti Zadaru a Makarské – zeměpisná délka těchto dvou míst se liší o $1,77^\circ$ zeměpisné délky, což způsobuje časový posuv mezi 7- 10 minutami (závisí na datu měření).

Svůj vliv na posun doby východu a západu má i zeměpisná šířka místa pozorování. Tu je zapotřebí zahrnout do případných podrobnějších výpočtů vycházejících z naměřených hodnot.

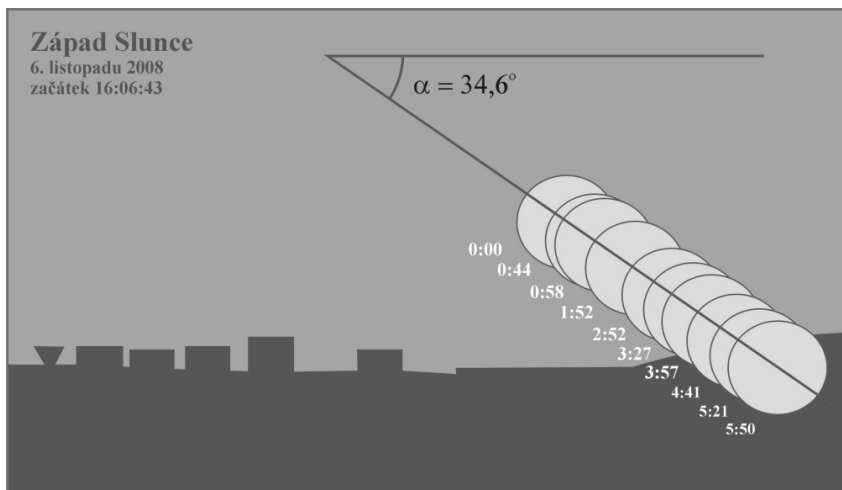
Po návratu do školy žáci srovnají své záznamy.

3. Trajektorie Slunce

Dalším z témat je sledování trajektorie, po které Slunce vychází nebo zapadá. Podkladem je soubor fotografií Slunce těsně nad horizontem fotografovaných s co největším přiblížením. Fotografování Slunce v poloze těsně nad horizontem se nemusíte obávat – dokud lze sluneční disk bez problémů pozorovat okem, nemůže jeho fotografování vašemu fotoaparátu ublížit. Ideálním řešením je použití stativu a dálkového ovládače. Pokud soubor fotografií pořizujete „z ruky“, je možné je dodatečně počítačově upravit podle detailů na horizontu tak, aby vznikla sada s pevně zafixovaným horizontem. Z ní lze zkonstruovat trajektorii Slunce. Přiznám se, že mě samotného překvapilo, jak „placaté“ zapadá Slunce za obzor – nikdy dříve jsem si toho nevšimnul.

Pro pozorovatele na rovníku Slunce zapadá kolmo k obzoru, pro pozorovatele na pólu krouží ve vodorovné rovině, pro ostatní má jeho trajektorie sklon přibližně odpovídá-

jící zeměpisné šířce místa pozorování. Pro Brno (49 ° s.š.) se úhel, který svírá trajektorie Slunce se svislicí, pohybuje kolem 47 ° (během roku se tento úhel mírně mění).

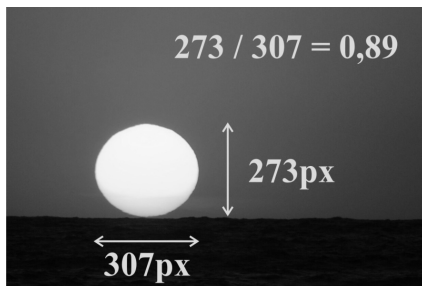


Obrázek 2 – západ Slunce v Brně nad Kohoutovicemi

4. Refrakce světla

Další z dlouhů moderní civilizace je fakt, že jen malý zlomek žáků ví o tom, že sluneční disk je poblíž horizontu zploštělý. Jev způsobený lomem světla na zemské atmosféře je přitom velmi dobře pozorovatelný pouhým okem.

Zde je vhodné použít fotoaparát s co největší ohniskovou délkou (co největším „zoomem“). V počítači si změříme šířku a výšku slunečního kotouče a srovnáme. Zploštění dosahuje až 13%.



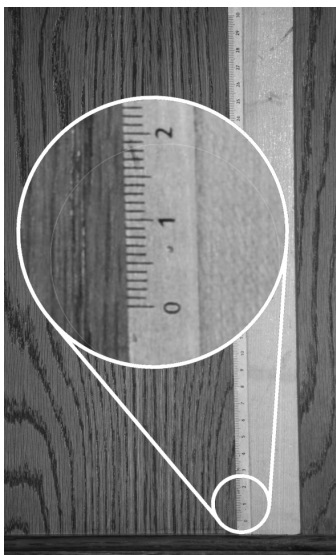
Obrázek 3 – západ Slunce nad mořem

S použitím serie fotografií zachycujících východ Slunce lze zachytit postupné zmenšování deformace Slunce s rostoucí výškou nad horizontem.

5. Úhlový průměr Slunce

Pokud chceme použít fotoaparát k měření velikosti, musíme ho napřed řádně „ocejchovat“. Jednou z možných variant je nafocení předmětu o známé velikosti ve známé vzdálenosti od objektivu. Osobně jsem použil pravítko ve vzdálenosti 360cm. Fotografoval jsem ho při ohniskové délce objektivu 200mm (s touto ohniskovou délkou jsem fotografoval detaily slunečního disku). Na fotografii má centimetr stupnice pravítka velikost 96 pixelů. Jedné 96-tině centimetru ve vzdálenosti 360cm odpovídá úhel 0,099 úhlových minut.

Sluneční disk má na fotografii šířku 312 pixelů, čemuž odpovídá úhlový průměr 31,04 úhlové minuty. Od udávané hodnoty (32,03') se vypočítaný údaj liší o 3%.



Obrázek 4 - pravítko

6. Metodické poznámky

V současnosti patří počítač mezi běžné vybavení rodin. Výše uvedené úkoly můžeme žákům zadat jako domácí úkol s tím, že potřebné fotografie mají ke stažení na internetu.

Pokud nemáte k dispozici potřebné fotografické vybavení a/nebo štěstí na pěkné počasí a vhodný výhled na horizont, použijte mé fotografie, které jsou ke stažení na [2] – odkaz „Podklady“.

Děkuji Dr. Poláčkovi z ÚFE MU za cenné připomínky ke článku.

Literatura

- [1] **Ministr Z.: Géniové dávnověku. Praha: Mladá fronta, 2007.**
ISBN 978-80-204-1454-0
- [2] <http://www.fyzikapricni.websnadno.cz>
- [3] <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyz/veletrh/polacek.doc> - Poláček L.: Poloha Slunce na zemské obloze, příspěvek na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 2003, České Budějovice