

Zatmění Slunce 2010 – plánované experimenty Hvězdárny v Úpici

L. Krivský, Hvězdárna v Úpici, krivsky@obsupice.cz

E. Marková, Hvězdárna v Úpici, markova@obsupice.cz

M. Bělík, Hvězdárna v Úpici, belik@obsupice.cz

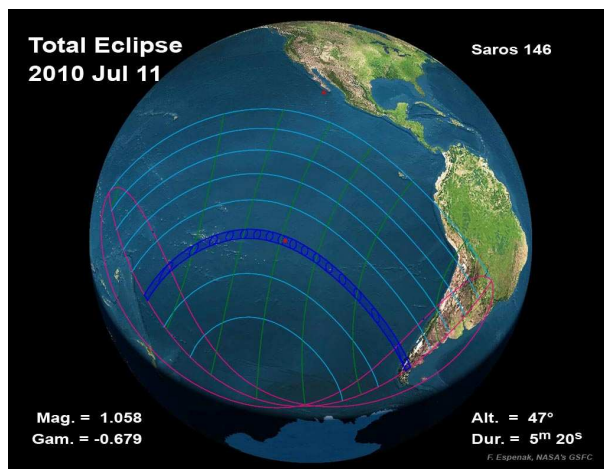
M. Druckmüller, VUT Brno, druckmuller@fme.vutbr.cz

Abstrakt

V práci jsou popsány experimenty pro pozorování úplného zatmění Slunce expedicí Hvězdárny v Úpici. V rámci projektu vícestaničního pozorování zatmění Slunce „Shadow-tracking expedition“ bylo zvoleno pozorovatelsky poněkud netradiční místo na konci pásu totality, těsně před západem Slunce. Podmínky tohoto pozorování by měly umožnit jedinečné pozorování širokého okolí části sluneční koróny na velmi tmém pozadí večerní oblohy. To by mělo umožnit nejen pozorování koróny nad severním a západním okrajem do velkých vzdáleností od Slunce, ale zejména bude možné pozorovat přechod F-koróny do zodiakálního světla. Díky zachycení hvězd do předpokládané jasnosti minimálně 9^m by též bylo možno tímto pozorováním detekovat případná tělesa obíhající uvnitř dráhy planety Merkur, tzv. „Vulkanoidy“.

1. ÚVOD

Úplné zatmění Slunce je jev nejen poměrně vzácný, ale zejména vědecky stále ještě velmi významný. Z tohoto důvodu se pořádají vědecké expedice do míst, kde bude tento úkaz dobře pozorovatelný. Někdy však je nutno, vzhledem k charakteru a dosažitelnosti míst, odkud je zatmění pozorovatelné pojem „dobře pozorovatelné“ poněkud upravit.



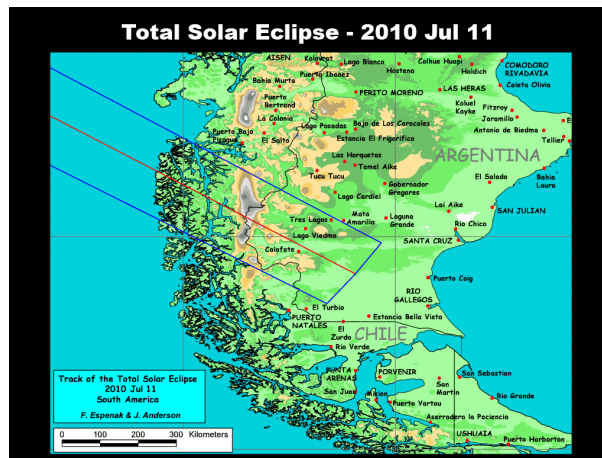
Obr. č. 1. Průběh pásu pozorovatelnosti úplného zatmění Slunce 11. července 2010 (Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA/GSFC).

Úplné zatmění Slunce 11. června 2010 je pozorovatelné v pásu pokrývajícím jižní část Tichého oceánu, končícím na jižním cípu Jižní Ameriky (obr.1). Expedice pozorující v rámci projektu „Shadow tracking expedition“ budou rozmístěny na všech dostupných místech podél tohoto pásu viditelnosti tak, aby bylo zajištěno co nejdelší časové rozpětí pozorování zatmění. Expedice Hvězdárny v Úpici bude pozorovat na konci pásu totality, v oblasti Jižní Ameriky.

2. POZOROVACÍ MÍSTO

Pro pozorování výpravou Hvězdárny v Úpici bylo zvoleno městečko El Calafate v Argentině (obr.2). Toto místo bylo nejbližší možné dostupné po vstupu pásu totality na jihoamerickou pevninu. V okolí městečka byly na základě dostupných informací vytipovány místa, odkud bude zatmění pozorovatelné v dostatečné výšce nad místním horizontem tak, aby ve výhledu nepřekážely vrcholky horského masivu And. Druhým kritériem pro výběr byla dostatečná vzdálenost od rušivého světla vzhledem k plánovaným experimentům. Tato místa budou

několik dní před vlastním zatměním prověřena a vybráno nejvhodnější pozorovací stanoviště. Není ani vyloučeno vybrání místa jiného, pokud se ukáže, že by místní geografické či meteorologické podmínky, zejména nízká oblačnost nad horami, neumožnily realizaci pozorování zatmění a dalších plánovaných experimentů.



Obr. č. 1. Průběh pásu pozorovatelnosti úplného zatmění Slunce 11. července 2010 v Argentině (Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA/GSFC).

3. PLÁNOVANÉ EXPERIMENTY

Úplná fáze zatmění nastane krátce před západem Slunce a odehraje se tak velmi nízko nad obzorem. Této skutečnosti je uzpůsoben též pozorovací program expedice Hvězdárny v Úpici.

3.1. Pozorování bílé koróny

K pozorování bílé koróny s cílem získat snímky s jemnou strukturou bude použit zrcadlový objektiv MTO 500 ve spojení s klasickým barevným filmem FUJI Superia 800. Toto zařízení bude umístěno na patalaktické montáži GS10. Během úplné fáze budou pořízeny 2 sady expozice od 1/1000 do 2 s. Klasický film je zvolen z důvodu snadnější a přesnější opravy deformace obrazu způsobené nízkou výškou nad obzorem, než by bylo v případě použití snímání digitálním fotoaparátem. Získané snímky budou po zpracování numerickými metodami (např. Bělík a kol., 2009; Druckmuller, 2009) využity spolu se snímky ze vzdálených pozorovacích míst ke studiu dynamiky struktur ve sluneční atmosféře (např. Pasachoff a kol., 2008). Zpracované snímky budou též využity k proměření odklonů jednotlivých struktur od radiálního směru s cílem určit tzv. „poloměr zdrojové plochy“, což je jedna z okrajových podmínek pro modelování magnetického pole ve sluneční koróně (např. Bělík a kol., 2006). Matematicky nezpracované snímky budou též využity ke konstrukci izofot a k určení zploštění koróny. Všechna tato získaná data budou též využita v doplnění pozorovacích dat získaných při předchozích zatměních (např. Marková a kol., 2009), stejně jako při studiu chování sluneční koróny a dalších projevů sluneční aktivity během slunečních cyklů (např. Bělík a kol., 2004).

3.2. Pozorování zodiakálního světla

Dalším z cílů expedice Hvězdárny v Úpici bude ověření možnosti pozorování velmi vzdálené sluneční koróny ($>10 R_{\odot}$) při velmi nízké poloze Slunce na obloze. Cílem bude též pokusit se zachytit přechod této vzdálené koróny do zodiakálního světla a přispět tak k poznání této dosud málo probádané oblasti.

Předpokládáme, že nízká intenzita Slunce těsně nad obzorem, snížená navíc úplným a pak částečným zatměním po západu, umožní pořídit snímky širokého okolí Slunce, z nichž bude možno po matematickém zpracování a získat potřebná data.

Realizace tohoto experimentu předpokládá pořizování snímků oblohy nad západním obzorem ještě alespoň 60 minut po západu Slunce.

Domníváme se, že se nám podaří zaznamenat F-korónu, která je dominantní ve vzdálenosti větší než $5 R_{\odot}$ a představuje záření fotosféry rozptylované na prachových částicích kolem Slunce. Předpokládáme též, že se nám podaří zachytit její přechod do zodiakálního světla, které je též viditelné díky rozptylu slunečního záření na prachových částicích v okolí Slunce. Vzhledem k tomu, že tato oblast je pro svou relativně malou úhlovou vzdálenost od Slunce velmi problematicky pozorovatelná doufáme, že by úspěšná realizace experimentu přinesla další vhodnou pozorovací techniku (např. Baumbach, 1937; Elvey a Roach, 1937; Gillett a kol., 1964).

K realizaci tohoto experimentu bude použito jednak digitálního fotoaparátu Canon EOS 5D s velikostí čipu 24 x 36 mm ve spojení se širokoúhlým objektivem s ohniskem 20 mm. Druhý digitální fotoaparát Canon EOS 20D (čip 22,5 x 15 mm) bude osazen rybím okem Peleng (f=8 mm). Třetí fotoaparát Canon EOS 350D (čip 22,5 x 15 mm) bude osazen objektivem s ohniskovou délkou 18 mm. Tento fotoaparát bude mít originální blokující IR filtr nahrazen filtrem Baader ACF2, který umožní pozorování ve vzdálenější infračervené oblasti.

3.3. Pozorování planetek rodiny Vulkanoidů

Pozorování popsaná v paragrafu 3.2. přinesou snímky širokého okolí Slunce na poměrně temné soumrakové obloze. Na základě zpracování snímků z předchozích zatmění Slunce předpokládáme, že bude možno po jejich matematickém zpracování získat hvězdné pozadí s předpokládanou mezní hvězdnou velikostí alespoň 9^m (např. Pasachoff, 2009). Tato pozorování by umožnila zaznamenat nejen hvězdy této jasnosti, ale též případné další objekty nacházející se v této oblasti. Naším cílem bude zejména hledání případných těles rodiny asteroidů Vulkanoidy. Tato tělesa jsou zajímavá zejména pro studium počátečních fází vzniku Sluneční soustavy, neboť se předpokládá, že představují její prvotní stavební materiál. Jejich hledáním se zabývalo několik pozorovacích programů, ať již během úplných zatmění Slunce, pozorování z letadel nebo využívajících snímků z koronografu C2 družice SOHO (např. Schumacher a Gay, 2001). Všechna tato pozorování byla zatím neúspěšná, případně nebyly pozitivní výsledky potvrzeny nezávislým pozorováním. Domníváme se tedy

3.4. Meteorologické měření

Dalším experimentem bude měření teploty vzduch ve výšce 180 cm nad zemí během zatmění. Cílem bude sledovat chování vzduchové hmoty během částečné a úplné fáze a její tepelnou reakci na pokles intenzity slunečního záření. Pro srovnání budou prováděna kontrolní měření i ve dnech mimo sluneční zatmění, aby bylo možno provést korekci na „standardní“ chování atmosféry. Získané výsledky budou srovnány s výsledky získanými při předchozích zatměních, zejména v Číně v roce 2009 Pintér a kol., 2010). Toto měření bude realizováno ve spolupráci a za technické podpory Slovenské ústřední hvězdárny Hurbanovo a Savaria University Centre of the University of West Hungary, Szombathely.

4. ZÁVĚR

Experimenty Hvězdárny v Úpici pro pozorování úplného zatmění Slunce v roce 2010 byly modifikovány s ohledem na specifické podmínky pozorování tohoto jevu nízko nad obzorem. Nové, praxí ještě neověřené experimenty digitálního pozorování zodiakálního světla, F-koróny a Vulkanoidů, jsou doplněny „klasickým“ experimentem fotografování koróny v bílém světle. Oproti již zažitě praxi snímání zatmění digitální technikou je v tomto případě použito záznamu na klasický film z důvodu lepších možností zpracování zemskou atmosférou „deformovaného“ obrazu Slunce.

Poděkování

Práce byla částečně realizována za finanční podpory grantu 205/09/1469 Grantové Agentury České Republiky.

LITERATURA

- Baumbach, S.: A.N., 263, 121, 1937
- Bělík, M., Marková, E., Rušin, V., Minarovjeh, M.: 2004, Time-latitude Development of the White-light Coronal Structures over a Solar Cycles; *Solar Phys.*, 224, 269
- Bělík, M., Ambrož, P., Eva Marková, E.: 2006, Contribution to modeling of coronal magnetic field; Proc. of the 11th European Solar Physics Meeting: The Dynamic Challenges for Theory and Observations, Leuven, 11 - 16 September 2005, ESA, SP-600
- Bělík, M., Marková, E., Křivský, L., Druckmüllerová, H., Druckmüller, M.: Total Solar Eclipses in Mathematical Processing Epoch, presented on The Dynamic Solar Corona, CAS-IAU Joint Solar Eclipse Meeting, July 23-26, 2009, Suzhou, China. . Ed. FANG, C., DING M. D., CHEN, P. F., Nanjing University, Nanjing, China.
<http://solar.nju.edu.cn/Posters/belik.pdf>
- Druckmüller, M.: 2009, Phase Correlation Method for the Alignment of Total Solar Eclipse Images, *ApJ*, Vol.2009(706), No.2, pp.1605-1608, ISSN 0004-637X
- Elvey, C.T. and Roach, F.E: 1937, *Apod.J.*, 85, 231
- Gillett, F. C.; Stein, W. A.; Ney, E. P. : 1964 *Astroph. Journal*, vol. 140, p.292

- Marková, E., Bělík, M., Křivský, L., Druckmüllerová, H., Druckmüller, M.: Total solar eclipses through nineteen years, presented on The Dynamic Solar Corona, CAS-IAU Joint Solar Eclipse Meeting, July 23-26, 2009, Suzhou, China. . Ed. FANG, C., DING M. D., CHEN, P. F., Nanjing University, Nanjing, China. <http://solar.nju.edu.cn/Proceedings/markova.pdf>
- Pasachoff, J. M., Rušin, V., Druckmüller, M., Druckmüllerová, H., Bělík, M., Saniga, M., Minarovjech, M., Marková, E., Babcock, B. A., Souza, S. P., Levitt, J.S.: 2008, Polar Plume Brightening During the 29 March 2006 Total Eclipse; *ApJ*, Volume 682, Issue 1, pp. 638-643
- Pasachoff, J.; Rušin, V.; Druckmüller, M.; Aniol, P.; Saniga, M.; Minarovjech, M.: 2009, The 2008 August 1 Eclipse Solar-Minimum Corona Unraveled, *ApJ*, Vol.2009(702), No.2, pp.1297-130812, ISSN 0004-637X
- Pintér, T., Péntek, K., Mitre, Z.: Mathematical analysis of temperature results of the total solar eclipse in China on the 22nd July, 2009, this issue
- Schumacher, G. and J. Gay, J., 2001, An attempt to detect Vulcanoids with SOHO/LASCO images, *A&A* 368, 1108-1114