

Úplné zatmění Slunce 29.3.2006 – první výsledky

Miloslav Druckmüller, VUT Brno, druckmuller@fme.vutbr.cz
Hana Druckmüllerová, VUT Brno, druckmuller@fme.vutbr.cz
Eva Marková, Hvězdárna v Úpici, markova@obsupice.cz
Ladislav Krivský, Hvězdárna v Úpici, krivsky@obsupice.cz
Lubomír Klocok, AsÚ SAV, Tatranská Lomnica, lklocok@ta3.sk
Marcel Bělík, Hvězdárna v Úpici, belik@obsupice.cz
Richard Kotrba, Východočeská pobočka ČAS,
kotrba@obsupice.cz
Jaroslav Kareš

Abstrakt: V práci jsou prezentovány první výsledky z pozorování úplného zatmění Slunce 29. března 2006. Jsou zahrnuta pozorování zachycující jev na různých místech pásu totality tak, aby byla pokryta co nejdelší část pozorovatelného zatmění. Cílem pozorování z různých, geograficky a tím i časově odlišných pozorování, je zejména studium dynamiky sluneční koróny, změny struktury koronálních útvarů a jejich vztah ke koronálnímu magnetickému poli. V rámci prvních zpracování byly zjišťovány základní charakteristiky sluneční koróny – tvar, zploštění a struktura. V rámci práce byly vytipovány některé oblasti koróny, vykazující velkou dynamiku, které budou předmětem dalšího podrobného zkoumání a byl určen poloměr zdrojové plochy.

1. Úvod

Zatmění Slunce 29. března 2006 bylo pozorovatelné v poměrně přístupných oblastech Evropy, Asie i Afriky. To umožnilo pokrýt pozorováními velkou část pásu totality. Díky dobrému počasí, které se vyskytovalo téměř po celé oblasti viditelnosti úplného zatmění, a rozvoji použití digitální techniky při pozorování přivezly výpravy velmi velké množství dat. Jejich zpracování moderními numerickými metodami zpracování obrazu přináší velmi dokonalé snímky sluneční koróny, umožňující velmi detailně porovnávat nejen pozorování z různých míst pásu totality, ale díky velmi rychlé kadenci získávání individuálních snímků porovnávat i obrazy napozorované na jednom stanovišti. Je tak možno zachytit dynamiku koróny i ve velmi jemné časové škále několika desítek sekund (Marková a kol., 2003).

2. Experimenty jednotlivých expedic

V práci jsou popsána pozorovací stanoviště a experimenty Hvězdárny v Úpici, AsÚ SAV Tatranská Lomnica a Miloslava a Hany Druckmüllerových z VUT Brno a Richarda Kotrby z Východočeské pobočky ČAS.

2.1. Hvězdárna v Úpici

Hvězdárna v Úpici uspořádala dvě výpravy. První pozorovala za jasného počasí v obci Čolakli, 10 km od Manavgatu v Turecku. Souřadnice pozorovacího místa jsou N 36° 49', E 31° 19'. Bylo zde prováděno snímkování bílé koróny na klasický film i digitálně objektivy s ohnisky 300 až 1875 mm. Cílem je získání jemné struktury koróny pro studium její dynamiky a vztahu k magnetickým polím. Základním experimentem je fotografování bílé koróny dalekohledem 1875/100 mm (výrobce VOD Turnov) ve spojení se siderostatem v mimoosovém uložení. Snímkování bylo prováděno na negativní svitkový film Fujicolor Superia X-TRA 400 fotoaparátem Asahi Pentax 67II. Expoziční časy 1/1000 s až 2 s.



Obr. 1. Pohled na dalekohled 1875/100 mm ve spojení se siderostatem v mimoosovém uložení

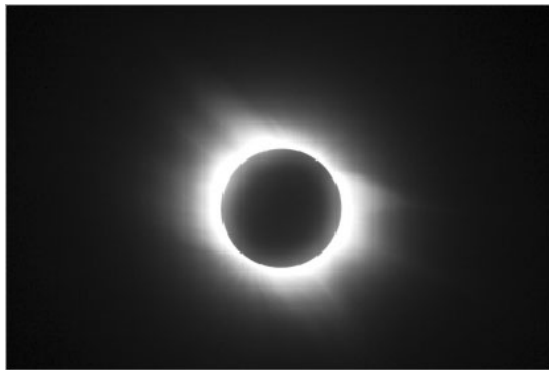


Obr. 2. Snímek koróny pořízený dalekohledem 1875/100 mm, expozice 1/2 s

Souběžně bylo prováděno snímkování koróny teleobjektivy Rubinnar 1000 a 500 (ohnisková délka 1000 a 500 mm) na paralaktické montáži. Byly použity filmy Fujicolor Superia X-TRA 400 a expoziční doby 1/1000 až 1 s.



Obr. 3. Objektiv Rubinnar 1000 na paralaktické montáži



Obr. 4. Snímek koróny pořízený teleobjektivem Rubinnar 1000, expozice 1/2 s

Dalším experimentem bylo snímkování digitálními fotoaparáty Canon 350D s objektivem MTO500 (ohnisko 500 mm) a Nikon 50D s objektivem ohniskové délky 300 mm. Oba přístroje byly umístěny na společné paralaktické montáži a byly jimi provedeny expozice 1/1000 s až 2s. Po zatmění byly pořízeny „flat field“ snímky pro zjištění přístrojových vad.

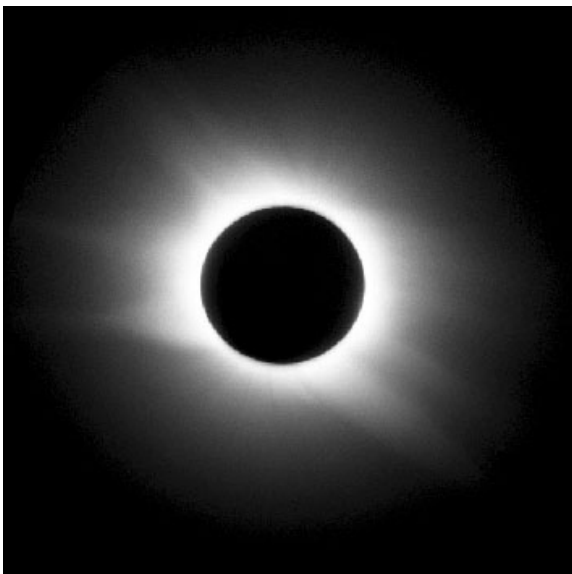


Obr. 5. Digitální experiment expedice Hvězdárny v Úpici



Obr. 6. Snímek pořízený fotoaparátem Canon 350D a objektivem MTO500 (1/4 s)

Druhá část výpravy Hvězdárny v Úpici pozorovala v Egyptě v osadě As Saloum (N 31° 34', E 25° 08'). Byly realizovány dva experimenty. Zkušebně byl testován nový dalekohled 550/100 mm (VOD Turnov) ve spojení s digitálním fotoaparátem Canon EOS 20D na pevném stativu. Výsledky budou analyzovány a využity při dalším vývoji a konstrukci připravovaného výkonného fotografického dalekohledu. Druhým experimentem bylo pořízení snímků bílé koróny objektivem Rubinar 500 s ohniskem 500 mm na film Fujicolor Superia X-TRA 800. Vyšší citlivost filmu byla použita s ohledem na umístění přístroje na pevném stativu. Byla pořízena řada expozice 1/1000 s až 1 s.



Obr. 7. Snímek pořízené objektivem MTO500 (1 s) v Egyptě

2.2. AsÚ SAV Tatranská Lomnica

Expedice AsÚ SAV Tatranská Lomnica pozorovala zatmění také z obce Čolakli, 10 km od Manavgatu v Turecku. (N 36° 49', E 31° 19'). Experimenty byly zaměřeny na fotometrii K + F koróny

Byly použity následující experimenty:

- teleobjektiv 80/300-500 na stativu, s časovým pohonem, digitální fotoaparát Canon EOS 300D
- teleobjektiv Nikon 300/4 s časovým pohonem, digitální fotoaparát Nikon F90X
- dalekohled 100/1000 na montáži, s časovým pohonem, fotoaparát na kinofilm
- teleobjektiv Nikon 300/48, 2x telekonvertor na pevném stativu, fotoaparát Nikon F5, film Kodak chrome
- teleobjektiv Tokina 70 400, 2x telekonvertor, na pevném stativu, fotoaparát Nikon D200, film Kodak chrome



Obr. 8. Pozorovací stanoviště AsÚ SAV Tatranská Lomnica



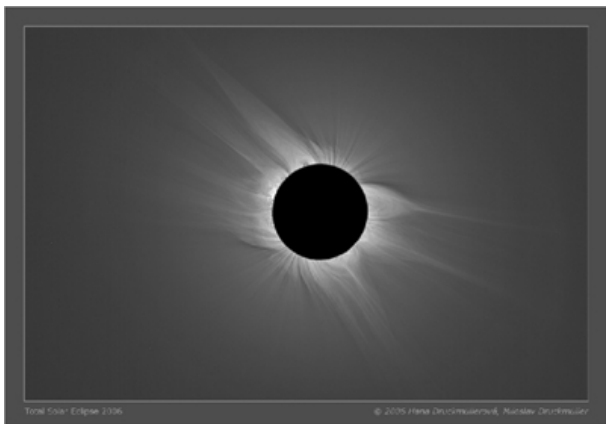
Obr. 9. Snímek koróny pořízený expedicí AsÚ SAV Tatranská Lomnica

2.3. Miloslav a Hana Druckmüllerovi

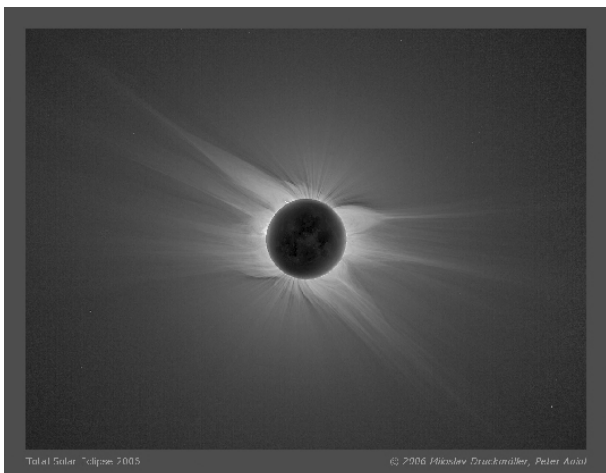
Tato expedice pozorovala na dvou místech – v Turecku a v Lybii.

Hana Druckmüllerová pozorovala v turecké Cappadocii (N 34° 52' 09", E 38° 39' 23"). Sluneční koróna byla snímkována fotoaparátem Canon EOS 1D Mark II s objektivem Maksutov-Cassegrain 8/500mm. Tyto snímky se již podařilo zpracovat metodou numerického zpracování obrazu.

Miloslav Druckmüller fotografoval zatmění spolu s *Peterem Aniolem* objektivem ohniskové délky 400 mm ve spojení s digitálním fotoaparátem Canon EOS 5D a ohniskem 1640 mm, opět s fotoaparátem Canon EOS 5D. I tyto snímky se již také podařilo zpracovat metodou numerického zpracování obrazu.



Obr. 10. Kompozice sluneční koróny pořízeny ze snímků Hany Druckmüllerové z turecké Cappadocie



Obr. 11. Obrázek koróny pořízený Miloslavem Druckmüllerem a Peterem Aniolem dalekohledem ohniskové délky 400 mm. Je složen z 51 individuálních snímků.



Obr. 12. Obrázek koróny pořízený Miloslavem Druckmüllerem a Peterem Aniolem dalekohledem ohniskové délky 1640 mm. Je složen z 62 individuálních snímků.

2.4. Richard Kotrba

Pozoroval v Side v Turecku (36:46:55N, 31:23:28E). Byly provedeny následující experimenty:

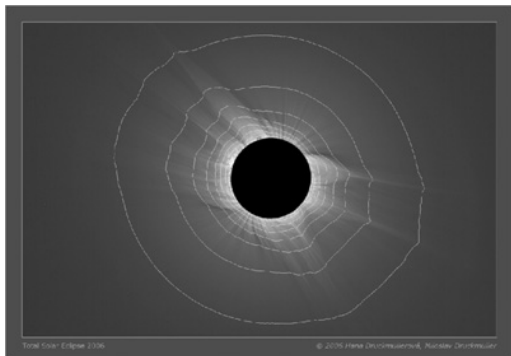
1. Snímkování korony při úplné fázi prvním objektivem Prakticar 500mm na negativní film Fuji Superia Xtra 400 v rozsahu expozičních 1/60 – 4 sec při konstantní cloně 11
2. Snímkování korony při úplné fázi druhým objektivem Prakticar 500mm na negativní film Fuji Superia Xtra 400 v rozsahu expozičních 1/125 – 1/30 sec
3. Snímkování částečné a úplné fáze digitálním fotoaparátem CANON EOS 350D s objektivem TAMRON 300
4. Filmování částečné a úplné fáze kamerou DV
5. Příležitostně vizuální sledování dalekohledy 125/1000 a 70/500



Obr. 13. Snímek koróny pořízený Richardem Kotrbou

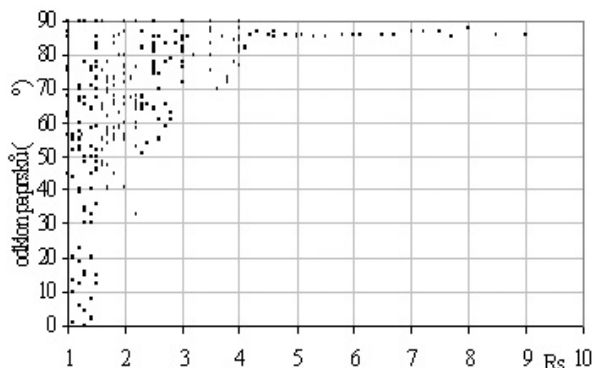
3. První výsledky

Ze snímků zatmění byl zjištěn průběh izofot, charakterizujících tvar sluneční koróny, z něhož byl určen index zploštění koróny dne 29.3.2006 $e = 0,17$. Tato hodnota ukazuje, že tvar koróny vykazuje tzv. přechodový typ mezi korónou maximálního a minimálního typu.



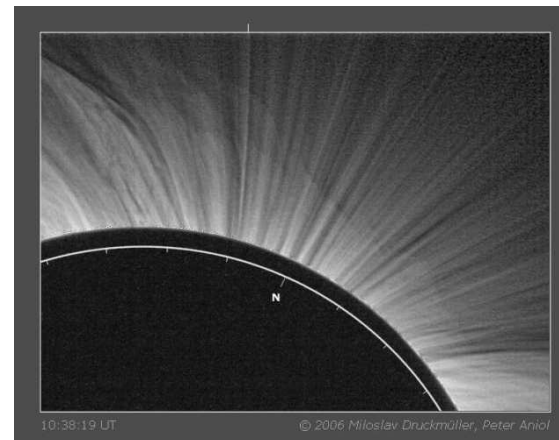
Obr. 14. Průběh izofot v koróně 29.3.2006

Dalším cílem prvotního zpracování obrazu sluneční koróny bylo určení tzv. poloměru zdrojové plochy, který je jedním z parametrů výpočtu magnetického pole v koróně (Ambrož, 1999). Byly určeny odklony koronálních struktur od radiálního směru až do vzdálenosti $9R_s$ od slunečního limbu. Hodnota poloměru zdrojové plochy, tedy vzdálenosti od které jsou struktury v koróně již pouze radiálního směru, byla určena $R_{ss} = 4 R_s$.



Obr. 15. Odklony koronálních struktur od radiálního směru

V rámci prvotního zpracování byly vytipovány oblasti koróny vykazující velkou dynamiku, které budou jako první podrobně studovány s cílem zjistit rychlosti a směr pohybů hmoty či rázových vln v koróně a jejich vztah k dějům v níže položených vrstvách Slunce i ke slunečnímu a koronálnímu magnetickému poli. Velmi dynamickou oblastí je systém polárních paprsků. Například paprsek s pozičním úhlem 350° vykazuje velmi dynamický rotační pohyb, jejichž perioda je podle předběžných studií řádově 4 minuty.



Obr. 16. Polární oblast s vyznačeným paprskem v P.A.350°

4. Závěr

V práci prezentované výsledky předběžného zpracování dat získaných několika pozorovacími skupinami během úplného zatmění Slunce 29.3.2006 ukazují, že po jejich úplném a důkladném zpracování získáme velké množství přesných dat, která nám budou sloužit ke studiu dynamiky koróny, vztahům k dalším dějům na Slunci i výzkumu kosmického počasí. Tyto informace, zejména o pohybech koronálních struktur, bude možno ještě dále upřesnit a zjemnit po doplnění o data získaná na geograficky a časově ještě vzdálenějších pozorovacích stanovištích.

LITERATURA

- Ambrož, P.: 1999, Manetická struktura a tvar sluneční koróny během úplného zatmění 26. února 1998; 14. Celostátní sluneční seminář, Stará Lesná, Slovenská ústředná hvězdárň Hurbanovo, 162
- Marková, E., Ambrož, P., Druckmüller, M., Křivský, L., Bělík, M.: Jemné struktury ve sluneční koróně během úplného zatmění Slunce – problémy vizualizace a využití; Bulletin konference "Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí", Úpice, květen 2003, Hvězdárna v Úpici