

Fotometria slnečných škvŕn v závislosti od zmien magnetického poľa

M. Lorenc, I. Dorotovič, Slovenská ústredná hviezdáreň, 94701 Hurbanovo; ivan.dorotovic@suh.sk, marian.lorenc@suh.sk

M. Barandas, J. M. Fonseca, UNINOPVA-CA3, Campus FCT/UNL, Caparica, Portugal; m.barandas@campus.fct.unl.pt, jmf@ca3-uninova.org

Abstrakt

Pri prehliadke denných kresieb Slnka vo hviezdárni v Hurbanove sa zistilo, že boli pozorované malé škvŕny, ktoré neboli pozorované na iných observatóriách. Družica SDO (Solar Dynamic Observatory) okrem iného poskytuje jedinečnú možnosť sledovať vývoj aj drobných krátko žijúcich slnečných škvŕn s vysokým časovým a priestorovým rozlíšením. Možno študovať zmenu „sčernania“ najmenších slnečných škvŕn a jej súvis s konfiguráciou magnetického poľa v mieste výskytu slnečnej škvŕny. Na vybraných obrázkoch z SDO sa demonštrujú ciele pripravovanej analýzy v spolupráci s výskumnou skupinou počítačovej inteligencie UNINOVA – CA3, Caparica, Portugalsko.

Title: Photometry of sunspots depending on changes in the magnetic field

Abstract

It was found during the survey of daily sunspot drawings at the Astronomical Observatorium in Hurbanovo that several small spots were observed, which were not seen on other observatories. The satellite SDO (Solar Dynamic Observatory) provides a unique opportunity to follow the evolution of small and short-living sunspots with high temporal and spatial resolution. It is possible to study the change of "blackening" of the smallest sunspots and its relation to the configuration of the magnetic field at the location where the sunspot occurs. Aim of the forthcoming analysis in cooperation with UNINOVA-CA3 (Caparica, Portugal) is demonstrated using selected images from SDO.

1. ÚVOD

Dlhotrvalé minimum slnečných škvŕn medzi 23. a 24. slnečným cyklom s množstvom dní, keď medzinárodné relatívne číslo R_i malo nulovú hodnotu, vyvolalo množstvo úvah o kvalitatívnej zmene slnečnej činnosti. Relatívne číslo patrí k najrozšírenejším indexom slnečnej aktivity. Dáva veľmi rýchlu informáciu o slnečnej aktivite. Ukazuje sa však, že škvŕny na povrchu Slnka sú iba viditeľné „špičky povestných ľadovcov“, ktoré sú zviditeľnené na magnetogramoch slnečného povrchu vo forme rozsiahlych magnetických polí opačných polarít. Aj keď slnečné škvŕny sú prejavmi lokálneho magnetického poľa, po zhliadnutí magnetogramov vidno, že mnohé aj relatívne komplikované magnetické štruktúry v podfotosférických vrstvách nemajú vždy svoj prejav vo forme slnečných škvŕn viditeľných v slnečnej fotosfére.

Vo hviezdárni v Hurbanove pozorovanie slnečných škvŕn, ich zakresľovanie a vyhodnocovanie patrí k veľmi úspešným programom a udržuje si dlhodobo

vysoký štandard. Dlhotrvalé minimum slnečnej aktivity medzi 23. a 24. cyklom nás priviedlo k dôkladnej prehliadke našich kresieb s cieľom porovnať relatívne číslo vypočítané z našich kresieb s medzinárodným relatívnym číslom R_i popr. s pozorovaniami iných observatórií.

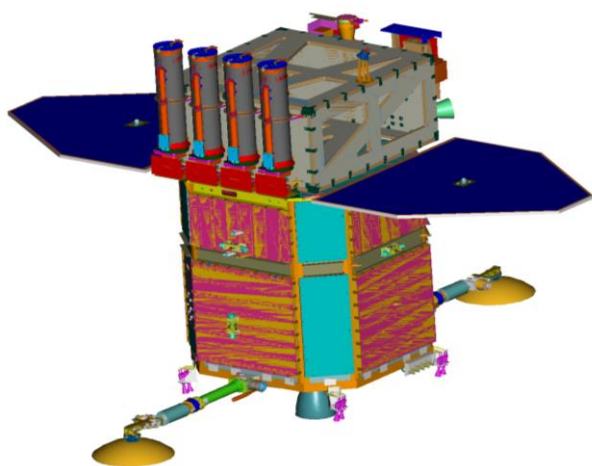
Našli sa viaceré prípady, keď medzinárodné číslo slnečných škvŕn pre severnú alebo južnú slnečnú poldeguľu má hodnotu 0 ($R_n = 0$ resp. $R_s = 0$), pričom na našich kresbách vidno pre daný deň významne veľkú škvŕnu obyčajne v blízkosti slnečného limbu.

Našli sa aj dni, keď pre daný deň bolo uverejnené číslo $R_i = 0$, ale na našich kresbách bola zaznačená pozorovaná malá slnečná škvŕna (škvŕny). Naše pozorovanie sme porovnali aj s pozorovaniami na observatóriu Mt. Wilson s cieľom overiť si, či daná nami pozorované škvŕny medzitým nezanikli. Boli podrobne preskúmané kresby získané v rokoch 2010 a 2011 a výsledky sú uvedené v Tab. č. 1.

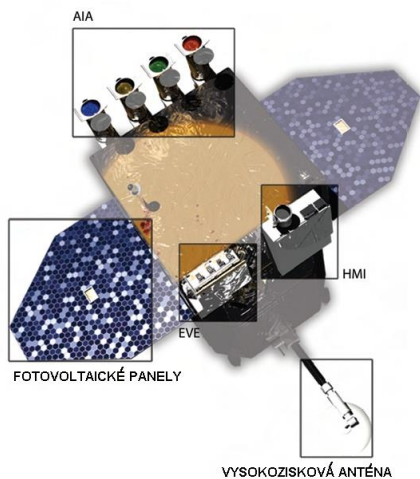
Ukázalo sa, že relatívne číslo Mt Wilsonu v r. 2010 bolo totožné s medzinárodným relatívnym číslom $R_i = 0$, čo by mohlo naznačovať aspoň v 2 prípadoch (august

Tabuľka 1. Zoznam dní, pre ktoré bolo zverejnené medzinárodné relatívne číslo $R_i = 0$, ale v observatóriách v Hurbanove alebo na Mt Wilsone boli pozorované slnečné škvrny.

Dátum	Brussel R_i	Hurbanovo	Mt Wilson
20100309	0	11 (07:50 UT)	-
20100821	0	12 (14:10 UT)	0 (14:30 UT)
20100823	0	12 (07:30 UT)	0 (14:45 UT)
20101008	0	13 (06:25 UT)	0 (15:15 UT)
20110114	0	-	12 (16:00 UT)



Obrázok 1. Solar Dynamics Observatory (SDO) – náčrt.



Obrázok 2. Rozmiestnenie experimentov na SDO.

a október), že škvrny pozorované v Hurbanove boli krátko žijúce a do okamihu pozorovania na observatóriu Mt Wilson zanikli. Zaujímavé je pozorovanie v roku 2011, keď Hurbanove nebolo pre nepriazeň počasia pozorovanie, na observatóriu Mt Wilson boli pozorované škvrny ale napriek tomu je medzinárodné relatívne číslo $R_i = 0$.

Pre zaujímavosť možno uviesť, že v r.2010 bolo $R_i = 0$ pre 44 dní a v r. 2011 bolo $R_i = 0$ pre 2 dni.

Po veľmi úspešných slnečných kozmických observatóriách (napr. SOHO) bola 11. 2. 2010 vypustená družica Solar Dynamics Observatory (SDO), ktorá začala regulárne pozorovať koncom mája toho istého roku (obr. 1).

Na observatóriu sú inštalované 3 skupiny experimentov (AIA - The Atmospheric Imaging Assembly, EVE - The Extreme ultraviolet Variability Experiment, HMI - The Helioseismic and Magnetic Imager), ktorých cieľom je získať informácie o atmosfére Slnka a jeho žiarení s vysokým priestorovým, časovým a spektrálnym rozlíšením (obr. 2).

Pre ciele tohto príspevku sa využili dáta z The Helioseismic and Magnetic Imager (HMI). HMI pozoruje celý slnečný disk v okolí spektrálnej absorpčnej čiary FeI 617,3 nm s rozlíšením 1" a kadenciou 45 s. Poskytuje dopplergramy, magnetogramy fotosférického vertikálneho magnetického poľa, vektorové magnetogramy fotosférického magnetického poľa a širokopásmové filtergramy fotosféry.

Nakoľko SDO začala regulárne pracovať v druhej polovici roku 2010, bolo možné overiť si, či naše pozorovania z Tab. č. 1 potvrdzujú aj družicové pozorovania od augusta 2010. Denné kresby Slnka Hurbanova a Mt. Wilsonu sú porovnávané s filtergramami a magnetogramami z SDO (viď. príloha).

2. METÓDA FOTOMETRIE ŠKVRN

V spolupráci s výskumnou skupinou počítačovej inteligencie UNINOVA-CA3 (Caparica, Portugalsko) bol vyvinutý interaktívny program na fotometriu škvŕn a určenie rozloženia polarít magnetického poľa v oblasti škvŕny, na vytvorení ktorého sa zúčastnili M. Barandas a J. M. Fonseca. Popis programu:

1. Užívateľ otvorí v prvom okne obrázok Slnka, intenzitogram resp. magnetogram (vo formáte JPEG alebo FITS), a v druhom okne sa automaticky načíta magnetogram resp. intenzitogram.

2. Pri zmene rozmeru obrázku v jednom okne sa v druhom okne prispôbi obrázok intenzitogramu, resp. magnetogramu aktuálnemu rozmeru.

3. V ďalom kroku zvolí užívateľ v intenzitograme kruhovú oblasť pre výpočet priemernej intenzity kľudného Slnka (QSI – Quiet Sun Intensity). Automaticky sa zobrazí príslušná oblasť QSI v okne magnetogramu ako oblasť pre výpočet priemernej magnetickej polarity (QSM – Quiet Sun Magnetic Polarity).

4. Nasleduje voľba oblasti, kde sa nachádza malá škvrna (ROI – Region of Interest). Rozmery všetkých kruhov možno zmeniť.

5. Program identifikuje plochu škvrny a vypočíta nasledovné parametre: SII, SIC, ASI, ASC, MII, MIC, TP, NP, NN, PP, PN;

SII – minimálna intenzita v škvrne, SIC – kalibrovaná minimálna intenzita ($SIC = SII - OSI$), ASI – priemerná intenzita v škvrne, ASC – kalibrovaná priemerná intenzita v škvrne ($ASC = ASI - QSI$), MII – magnetic-

ká polarita v mieste najnižšej jasnosti škvorny, MIC – kalibrovaná magnetická intenzita ($MIC = MII - QSM$), TP – počet pixelov vo vnútri škvorny, NP – počet pixelov s kladnou polaritou, NN – počet pixelov so zápornou polaritou, PP – percentuálna časť pixelov s kladnou polaritou, PN – percentuálna časť pixelov so zápornou polaritou.

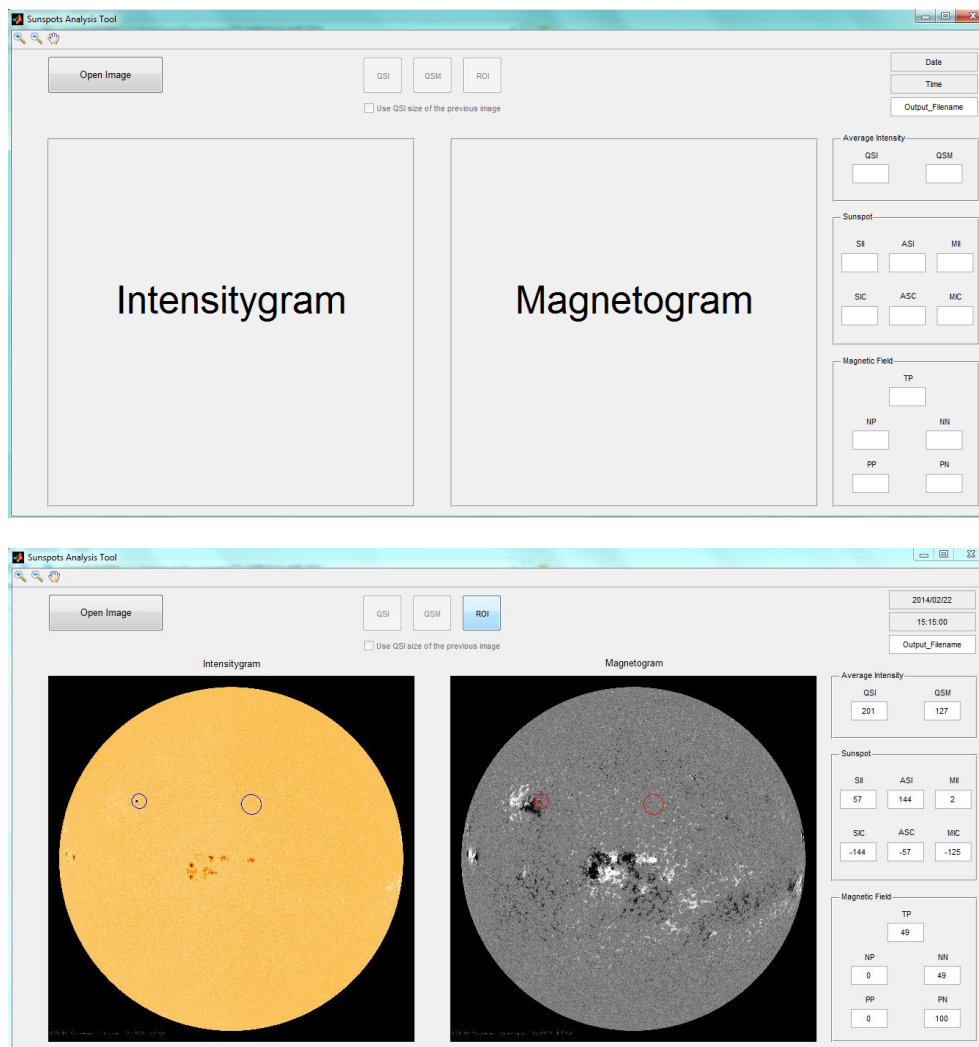
Ukážka práce s počítačovým programom je na obr. 3.

3. ZÁVER

V práci sme prezentovali predbežné výsledky spracovania obrázkov malých slnečných škvŕn (fotometria a rozloženie polarity magnetickeho poľa).

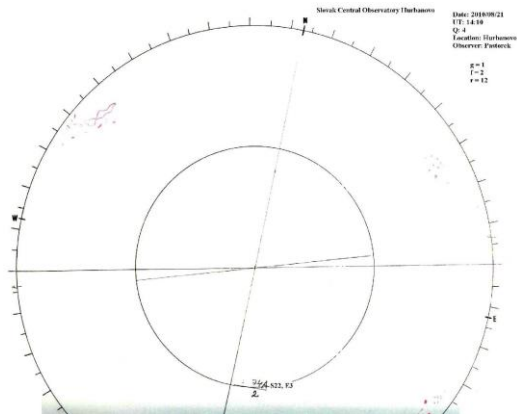
Pod'akovanie

Autori sú vďační vedeckému tímu SDO/HMI (NASA) za poskytnutie pozorovacieho material.

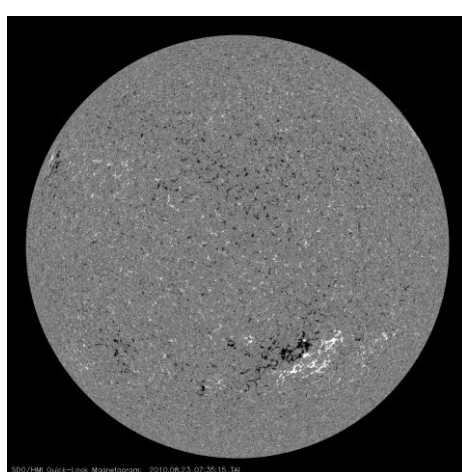
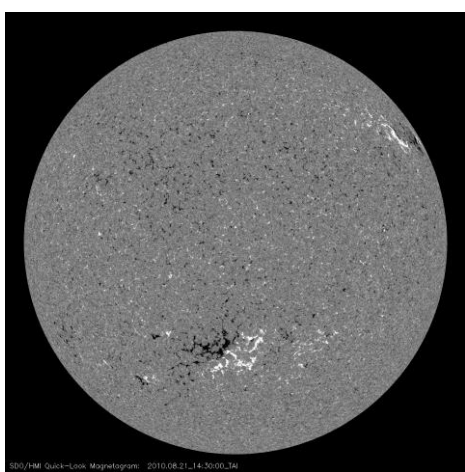
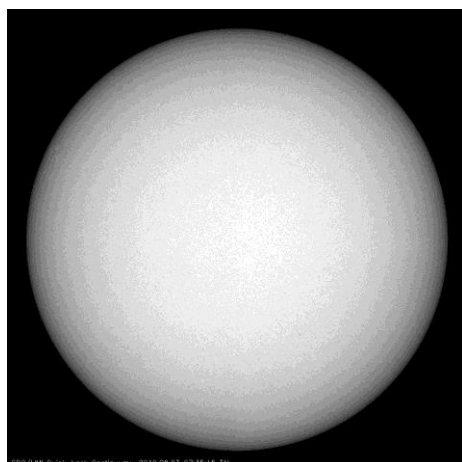
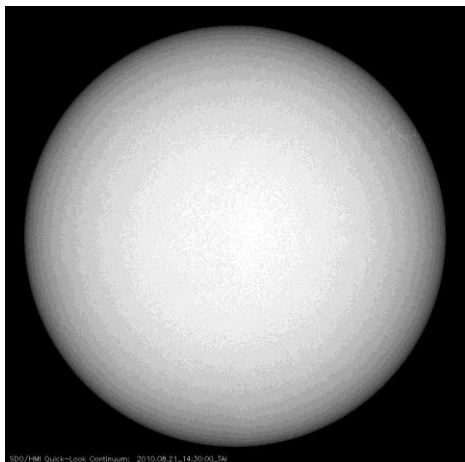
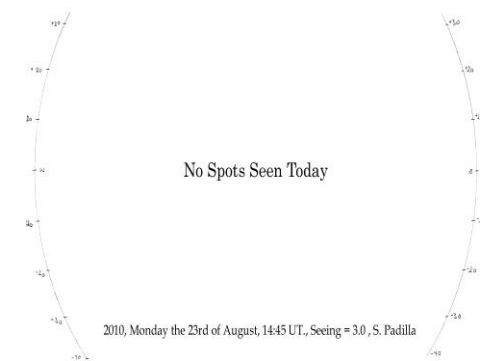
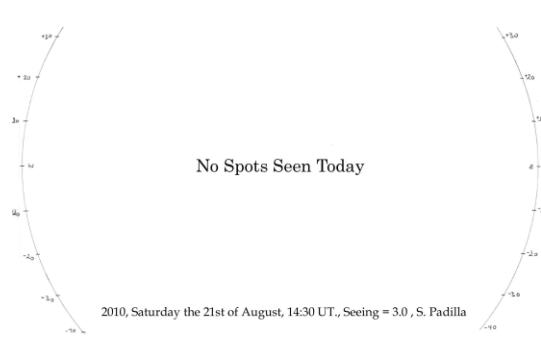
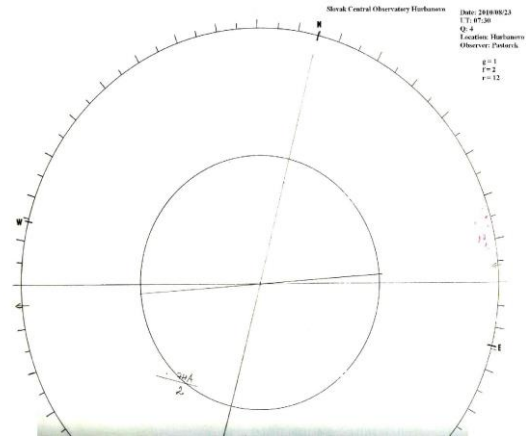


Obrázok 3. Interaktívne okno počítačového programu na fotometriu malých slnečných škvŕn.

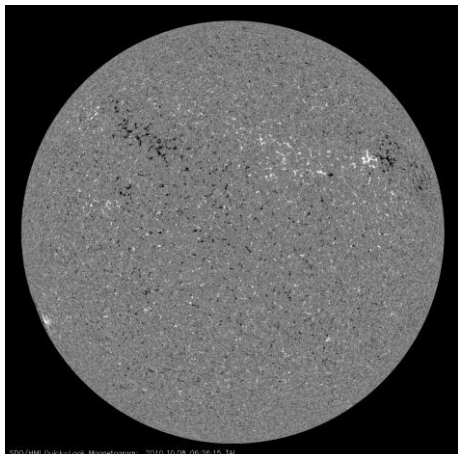
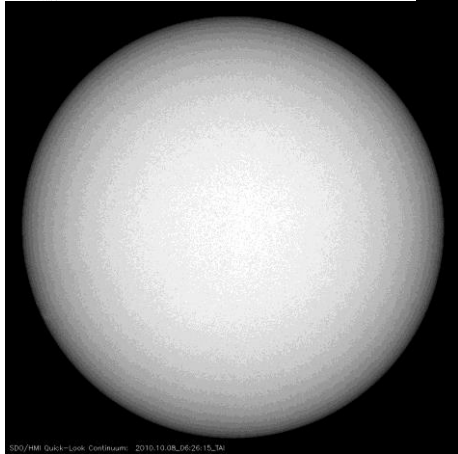
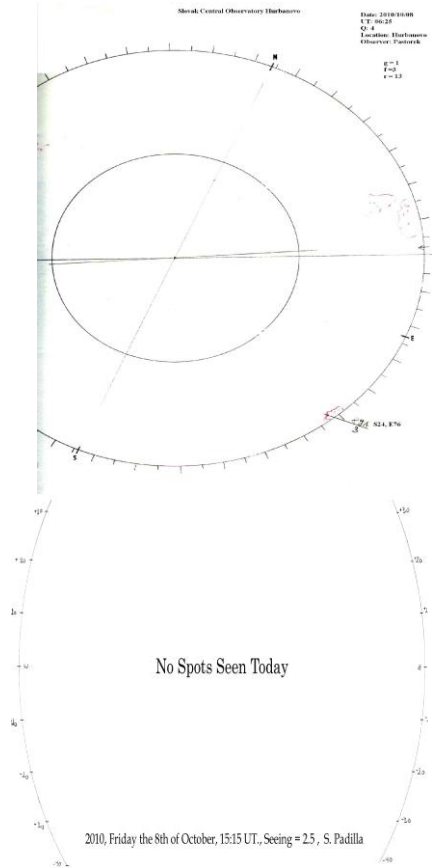
2010 August 21



2010 August 23



2010 October 08



2011 January 14

