

CCD pozorovania Slnka v Rimavskej Sobote

*P. Rapavý, D. Rapavá,
KHaP MH, Hvezdáreň v Rimavskej Sobote,
Slovenský zväz astronómov amatérov,
Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV*

Úvod

Slnčná fotosféra sa pozoruje vo hvezdárni Rimavská Sobota od roku 1977. V archíve je vyše 6400 zákresov, stovky negatívov disku (platne ORWO DU2/DU3, 9x12 cm) a fotografických detailov slnečných škvŕn na kinofilmových materiáloch.

Pri čiastočnom zatmení Slnka 31. 5. 2003 bola otestovaná CCD kamera SHT 1.3 a v nasledujúcich mesiacoch fotosférická aktivita celého disku sporadicky dokumentovaná objektívom 4/300 a detaily slnečných škvŕn refraktorom coudé 150/2250.

V roku 2004, po čiastočných úpravách ovládacieho programu kamery, sa začali pravidelné pozorovania slnečnej aktivity v samostatne stojacej, brigádnicky postavenej, kupole.



Kupola určená na odborné pozorovania



Okulárová časť ďalekohľadov

Prístrojové vybavenie

Na pozorovanie Slnka je v kupole na paralaktickej montáži s pohonom AWR Technology:

- refraktor 160/2450 (Gajdušek, Kozelský)
- protuberančný ďalekohľad 100/1200 (Gajdušek, Otavský, Kozelský)
- refraktor Zeiss 50/540
- fotografický objektív Sonnar 4/300.

Na snímkovanie sa používa starší typ CCD kamery SHT 1.3 (SoftHard Technology):

- 1280 x 1024 pixelov 6,7 x 6,7 μm (8,6 x 6,9 mm)
- čip Sony ICX085AL (8/12/16 bit), framegrabber Shark (PCI karta)
- live režim max. 12,5 obr/s.

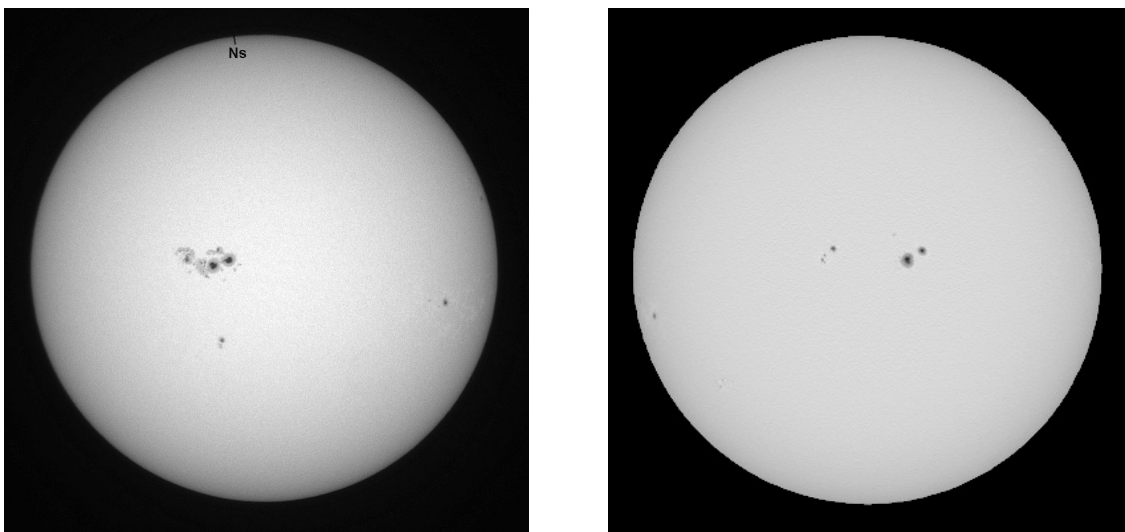
Teplotná stabilizácia kamery (+10°C) je v prípade nižších vonkajších teplôt problematická, je nutné externé ohrievanie. Výhodou CCD kamery je relatívne rýchle vyčítanie (do pamäte počítača ~ 0,2 s), čo s vhodnou voľbou expozície zvyšuje šancu pozorovateľa získať kvalitné snímky aj pri značnom neklúde vzduchu.

Obrázky (16 bit) sa ukladajú vo formáte súboru YYMMDD_HHMMSS_sss.tif (YY- posledné dvojčíslenie roka, MM – mesiac, DD – deň, HH – hodina, MM – minúta, SS_sss – sekunda). Časový údaj (systémový čas PC) je v UT, pravidelne synchronizovaný s časovým signálom.

Disk Slnka

Aktivita celého slnečného disku je snímaná štandardným fotografickým objektívom Sonnar 4/300 s telekonvertorom Zeiss 2x (výsledné ohnisko 600 mm). Zorné pole sústavy je 0,82 x 0,66°, rozlišovacia schopnosť 1,52'' (2,3''/px). Pred objektívom, čiastočne cloneným, je fólia Baader Astrosolar viz., typická expozícia 10 – 15 ms.

Snímky disku sú orientované k severnému svetovému pólu, pre ďalšie spracovanie je nutné ich pootočiť podľa aktuálneho pozíčného uhla. Exponovaných je vždy niekoľko sérií po 10 obrázkov, archivujú sa 2 - 3 najlepšie. Programovo je možné pri spracovaní odčítať flatfield a masku okrajového stmernenia disku.

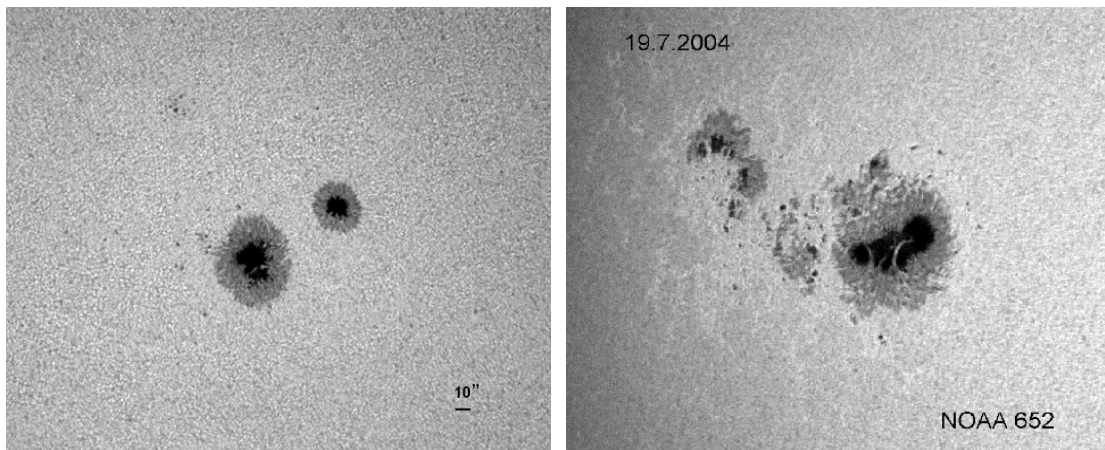


Disk Slnka po odčítaní flatfieldu a okrajového stmernenia

Detaily fotosféry

Detaily fotosféry sú exponované v ohnisku refraktora 160/2450 s telekonvertorom Zeiss 2x. Výsledné ohnisko sústavy je 4900 mm, zorné pole 4,8 x 6,0', rozlišovacia schopnosť 0,7'' (0,28''/px). Pred objektívom je fólia Baader Astrosolar fot. a objektívový determálny oranžový filter. Kombináciou fólie a filtra sa dosahuje krátka expozičná doba (3 – 5 ms). Filter eliminuje farebnú chybu objektívu a hlavne zabraňuje zaprášeniu fólie (zníženie kontrastu). Fólia je na znečistenie veľmi citlivá a prakticky je nemožné ju čistiť.

Orientácia snímok detailov fotosféry je k severnému svetovému pólu. Pre rýchlejšiu orientáciu na disku je pozorovateľovi k dispozícii web kamera v ohnisku objektívu 50/540, zjustovaná s refraktorom, určeným na pozorovanie detailov, kde je na obrazovke monitora takmer celý slnečný disk. Z každej aktívnej oblasti je exponovaných niekoľko sérií detailov, archivuje sa niekoľko najlepších. Jednotlivé snímky aktívnych oblastí sa ukladajú do samostatných adresárov s príslušným označením aktívnej oblasti NOAA. Archivovanie je na CD/DVD, výpisy pozorovaní sú na <http://www.astrors.sk/Slnko.html>.



Ukážka detailov slnečných škvŕn NOAA 10661 a NOAA 10625

Detaily fotosféry – použitie filtrov

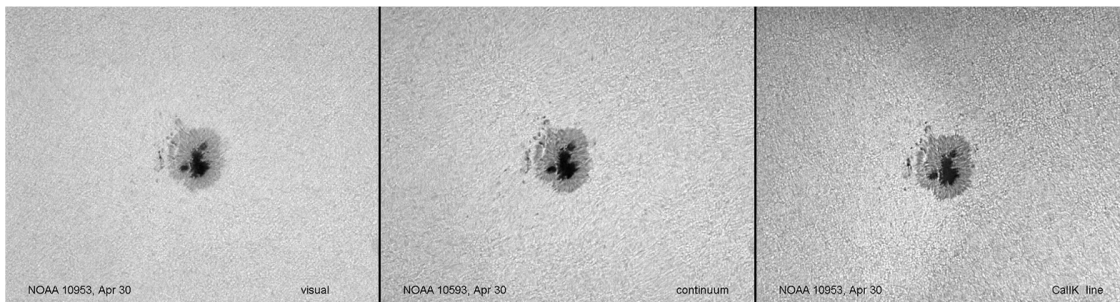
Na zoslabenie intenzity slnečného svetla pri pozorovaní je možné použiť chrómové filtre, ktoré sú však pomerne finančne náročné. Riešením je použitie relatívne lacnej fólie Astrosolar (Baader Planetarium GmbH) s hustotou $D=5,0$ (vizuálna) alebo $D=3,8$ (fotografická). Hrúbka fólie je $12\ \mu\text{m}$, presnosť povrchu $1/20\ \lambda$. Čistenie fólie je prakticky nemožné, pri znečistení je vhodnejšie fóliu vymeniť za novú.

Filter Baader continuum (540 nm) má pološírku priepustnosti asi 10 nm, je veľmi vhodný na vizuálne aj fotografické pozorovanie. Obraz je kontrastný s množstvom detailov.

Filter Baader CaII K line (393 a 396 nm) umožňuje pozorovanie vo vápnikovej čiare. Jeho použitie je komplikované použitím šošovkového objektívu s neznámou priepustnosťou v danej spektrálnej oblasti a malou citlivosťou kamery, ktorú pre dané vlnové dĺžky výrobca neudáva. Aby expozičné časy boli čo najkratšie (2 – 4 ms) pred objektívom nie je filter a vysoká teplota v ohnisku je eliminovaná použitím determálneho filtra umiestneného pred kamerou.

Aby bolo možné snímky exponované cez rôzne filtre porovnávať, bol zhotovený prípravok, ktorý umožňuje výmenu filtrov pri zachovaní orientácie kamery.

Snímanie celého disku cez CaII K filter sa bude v budúcnosti riešiť použitím zrkadlového objektívu.

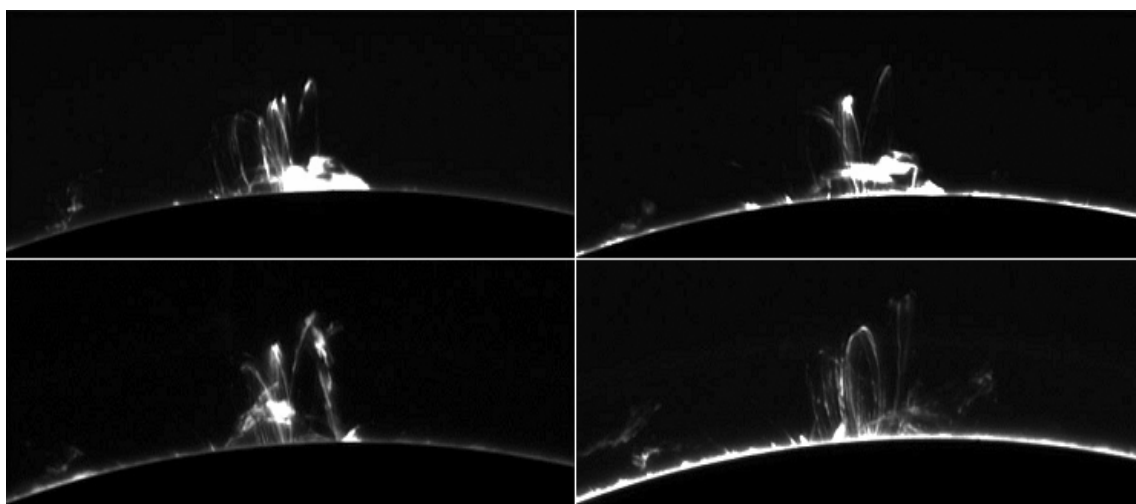


Porovnanie AR 10953 v rôznych filtroch

Protuberancie

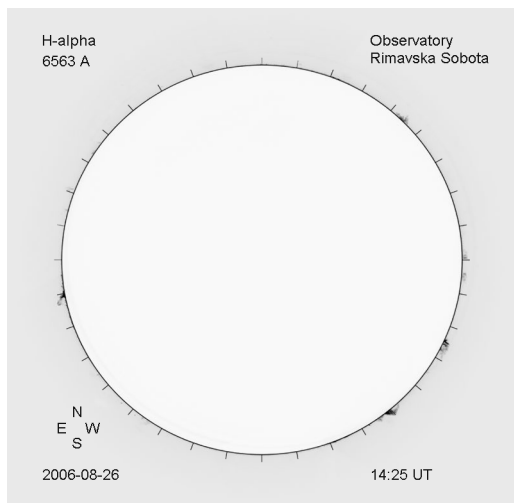
Protuberancie sú exponované protuberančným ďalekohľadom 100/1200. Efektívne ohnisko je 1800 mm, rozlišovacia schopnosť $1''$ ($0,8''/\text{px}$), zorné pole je $13 \times 16'$, typická expozícia 13 ms. Používaný je Baader H α filter (656,3 nm, 0,4 nm).

Pred pozorovaním sa kamera zorientuje podľa aktuálneho pozičného uhla, celý okraj Slnka sa exponuje v 9 sériách po 40° . Obrázok celého limbu sa získa zložením vo vhodnom grafickom programe.

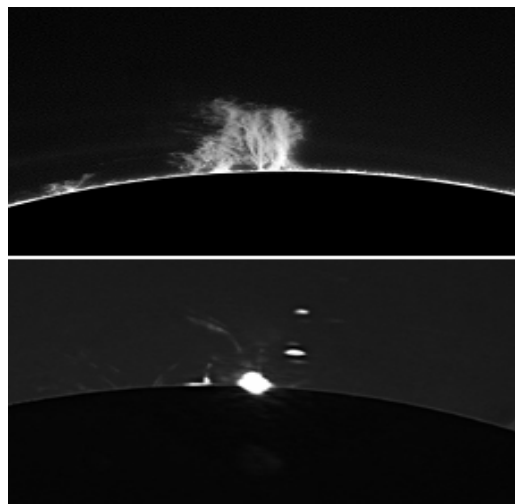


Ukážka erupzívnej protuberancie 27.7.2005

Jednotlivé exponované série sa ukladajú do samostatných adresárov (PA0 – PA320). V prípade výraznejších a aktívnych protuberancií sa zhotovujú snímky v pravidelných intervaloch, čo umožňuje sledovať ich časový vývoj. Orientácia kamery v tomto prípade zodpovedá skutočnému pozičnému uhlu protuberancie v čase pozorovania.



Spracované pozorovanie protuberancií



*Pokojná protuberancia 29.7.2005
Okrajová erupcia 5.11.2003*

Záver

CCD pozorovania Slnka sú k dispozícii všetkým záujemcom. Okrem využitia pri popularizácii je možné aj ich ďalšie využitie, napríklad:

- disk – dokumentácia aktivity, v obmedzenej miere (vzhľadom na rozlíšenie) polohy škvŕn,

- details – vývoj slnečných škvŕn/aktívnych oblastí, vlastné pohyby, rotácia...

- protuberancie – dokumentácia aktivity, vývoj protuberancií, relatívna fotometria, doplnenie katalógu protuberancií AsÚ SAV (pozičný uhol, intenzita, plocha).

Pozorovacia technika sa v rámci finančných možností bude zlepšovať. Plánované je zautomatizovanie pozorovaní a uverejňovanie v CESAR (Central European Solar ARchives).