

# Variácie žiarenia počas 23. slnečného cyklu vo vybraných spektrálnych oblastiach a CME

M. Lorenc, I. Dorotovič, SÚH Hurbanovo, [lorenc@suh.sk](mailto:lorenc@suh.sk), [dorotovic@suh.sk](mailto:dorotovic@suh.sk)  
V. Karlovský, Hvezdáreň a planetárium Hlohovec, [astrokar@gmail.com](mailto:astrokar@gmail.com)

## Abstrakt

Dlhoročné pozorovania slnečného žiarenia dokazujú, že kým celkové žiarenie Slnka vykazuje iba malé variácie v priebehu slnečného cyklu, variácie vo vybraných oblastiach slnečného spektra sú oveľa väčšie (Lorenc, Dorotovič, 2002). Súvisí to zrejme so špecifickými zdrojmi tohto žiarenia v slnečnej atmosfére, ktorých premenlivosť je úzko spojená s variáciou aj pozadového magnetického poľa v slnečnej atmosfére. Koronálne výtrysky hmoty (CME) sú explozívnym prejavom slnečnej aktivity s významným dopadom na medziplanetárne prostredie a magnetosféru Zeme. Ich početnosť vyjadruje významnú kladnú koreláciu s 11-ročným cyklom slnečných škvŕn. Hľadajú sa súvislosti medzi variáciami žiarenia vo vybraných spektrálnych oblastiach slnečného cyklu, Wolfovým relatívnym číslom slnečných škvŕn a lineárnou rýchlosťou CME v období 23. slnečného cyklu.

## 1. ÚVOD

Slnečná atmosféra hlavne vo svojich vyšších vrstvách je mnohotvárne štrukturovaná v dôsledku existencie komplikovaných magnetických polí. Tieto chromosférické vrstvy sú zdrojom žiarenia špecifického spektrálneho zloženia pozorovateľného špeciálnymi úzkopásmovými filtermi naladenými na vybrané spektrálne čiary (Ca II 393,3nm, MgII 280 nm). Nárast slnečnej magnetickej aktivity priamoúmerne budí vytváranie jasných magnetických štruktúr v chromosfére, čiže toto žiarenie je modulované prítomnosťou magnetických štruktúr, ktoré sa prejavujú ako chromosférické flokulové polia a chromosférická sieťka (Solanki, 2007). Chromosférický žiarivý tok je závislý od mohutnosti výskytu chromosférických štruktúr a tie od prítomnosti magnetického poľa a ich krátkodobých alebo dlhodobých zmien. Tieto zmeny sa jednoznačne odzrkadľujú v hodnotách indexov Mg II Index a Ca II K line Index. CME sú veľkorozmerové oblaky zmagnetizovanej slnečnej plazmy, ktorých objavenie sa súvisí s náhlymi nestabilitami v aktívnych oblastiach, komplexoch aktivity (Gopalswamy, 2006). Ich frekvencia výskytu úzko závisí od fázy slnečného cyklu; kým v minime sa pozoruje priemerne 1 CME/deň, v maxime je počet priemerne až 6/deň.

V práci sú uvedené korelačné závislosti medzi mesačnými hodnotami vybraných indexov slnečnej aktivity a početnosťou pomalých (do 500km/s) a rýchlych ( $\geq 500$ km/s) koronálnych výtryskov hmoty (CME).

## 2. ÚDAJE A ICH PREDBEŽNÉ SPRACOVANIE

Boli zisťované korelačné závislosti medzi mesačnými hodnotami vybraných indexov slnečnej aktivity a mesačnou hodnotou početnosti CME pre CME s lineárnymi rýchlosťami  $< 500$  km/s (CME1) a CME s lineárnymi rýchlosťami  $\geq 500$ km/s (CME2). Namerané denné údaje skúmaných indexov a počtu CME boli spočítané pre daný mesiac a predelené počtom dní pozorovania v danom mesiaci. Takto získané mesačné hodnoty slnečných indexov a CME boli použité v ďalšom štatistickom spracovaní.

Údaje použité v práci boli čerpané z publikovaných zdrojov na internete:

- mesačné hodnoty Wolfovho čísla slnečných škvŕn pre severnú a južnú slnečnú pologuľu za obdobie jan. 1997 – dec. 2006:

[www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsunspotnumber.html](http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsunspotnumber.html)

- denné hodnoty indexu Ca II K index za obdobie jan 1997 – okt 2005 (prerušené pozorovanie)

[www.bbso.njit.edu/Research/Cak](http://www.bbso.njit.edu/Research/Cak) (Big Bear Observatory)

- denné hodnoty indexu Mg II daily Index za obdobie jan 1997 – dec 2006

[www.sel.noaa.gov/ftpdir/sbuv/NOAAMgII.dat](http://www.sel.noaa.gov/ftpdir/sbuv/NOAAMgII.dat)

- denné pozorovania CME uvedené v katalógu za obdobie jan1997 – dec 2006 (v mesiacoch júl, august, september 1998 a január 1999 bolo pozorovanie z technických príčin preušené).

[cdaw.gsfc.nasa.gov/CME\\_list](http://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list)

Použité hodnoty indexu Ca II K-Line Index v našej práci sú uvedené v tabuľkách na stránke Big Bear Observatory pre jednotlivé roky v stĺpci označenom

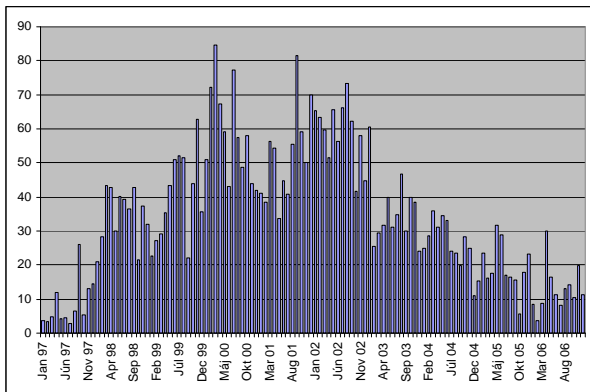
Index 03, ktorý je tak isto uvedený graficky na tejto stránke. Sú to hodnoty integrovanej jasnosti chromosférickej sieťky a flokulových polí.

V období jan 1997 – dec 2006 bolo identifikovaných v pozorovaniach koronografmi družice SOHO celkovo 11474 CME a z toho 3845 CME s rýchlosťami  $\geq 500$  km/s.

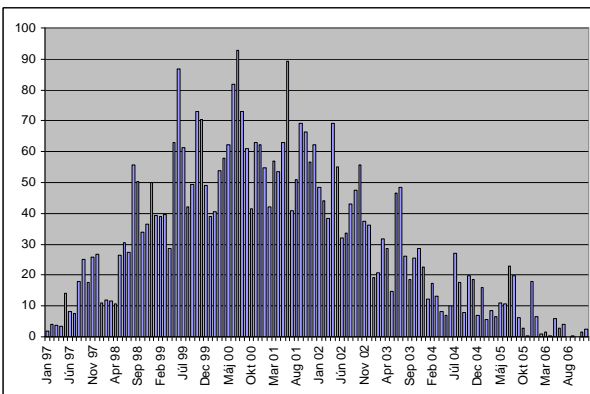
Rýchlosť CME sa získala zo sekvencie obrázkov z koronografu umiestneného na družici SOHO, kde CME vidno ako dobre definovaný oblak alebo výtrysk, ktorého čelo je postupne v čase vyššie a vyššie nad diskom umelého mesačička koronografu. Jedná sa o priemet CME na zornú rovinu koronografu. Publikovaná lineárna rýchlosť v katalógu je lineárny fit heliocentrických výšok čela CME v radiálnom smere nad diskom.

Získané hodnoty rýchlosti sú priemernou hodnotou rýchlostí, nakoľko väčšina CME vykazovala počas pozorovania častokrát nerovnomerné zrýchľovanie alebo spomaľovanie. Namerané hodnoty lineárnych rýchlostí uvedené v katalógu sú v rozsahu od niekoľkých km/s do cca 3000 km/s. Priemerná lineárna rýchlosť zistená z pozorovaní CME je 483 km/s (Gopalswamy, 2006). Lineárne rýchlosti CME majú log-normálne rozdelenie (Yurchyshyn et al, 2005).

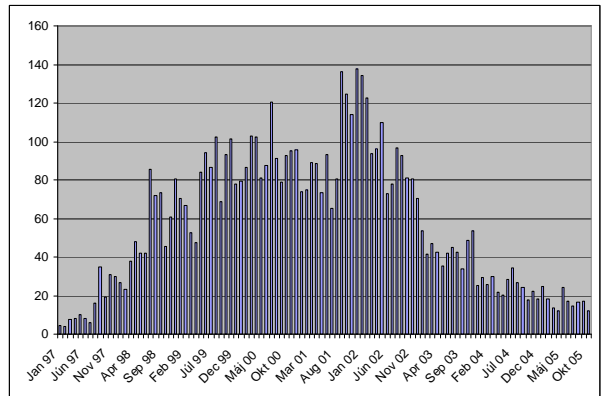
Mesačné hodnoty indexov sú na nasledujúcich grafoch:



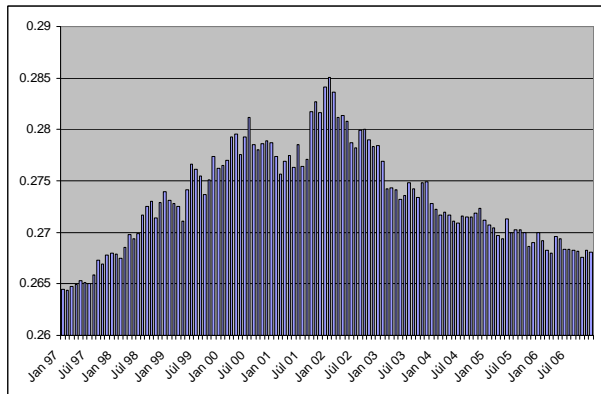
Obr. 1: Mesačné hodnoty Wolfvho čísla slnečných škvŕn pre severnú slnečnú pologuľu za jan. 1997 – dec. 2006.



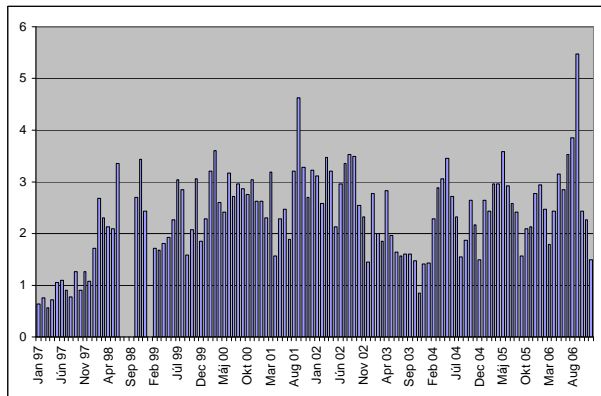
Obr. 2: Mesačné hodnoty Wolfvho čísla slnečných škvŕn pre južnú slnečnú pologuľu za jan. 1997 – dec. 2006



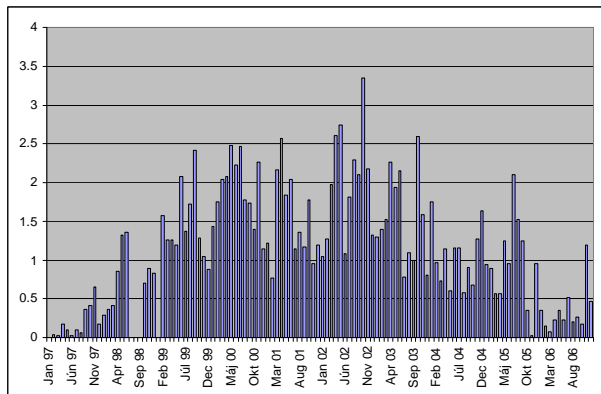
Obr. 3: Mesačné hodnoty indexu Ca II K index za obdobie jan. 1997- okt. 2005 (prerušené pozorovanie).



Obr.4: Mesačné hodnoty indexu Mg II za obdobie jan. 1997 – dec. 2006.

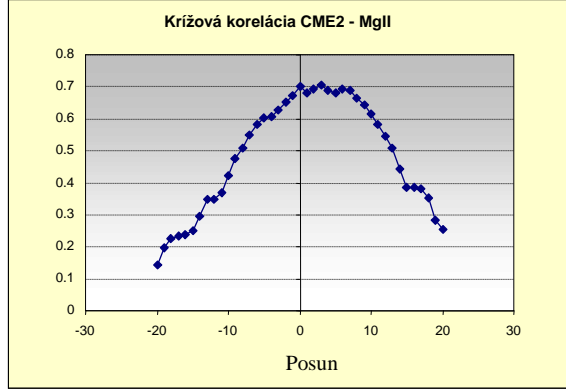
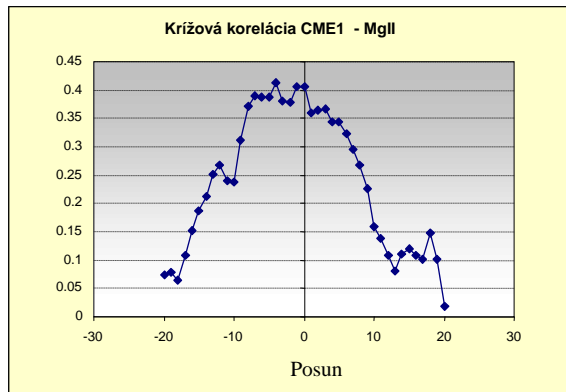
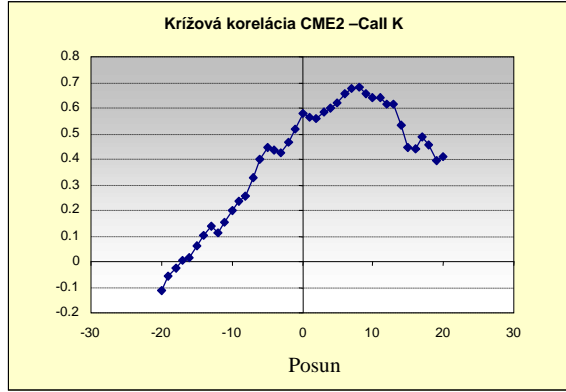
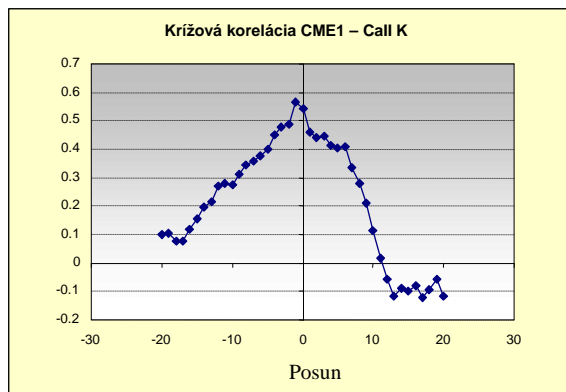
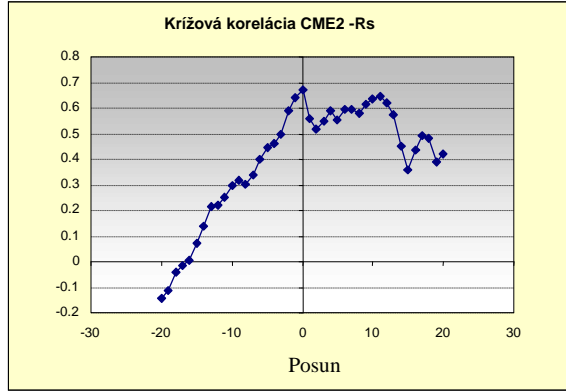
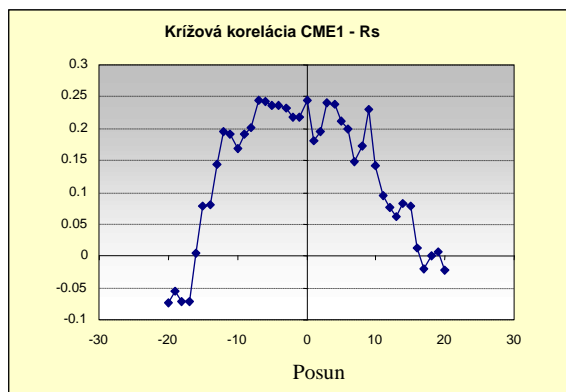
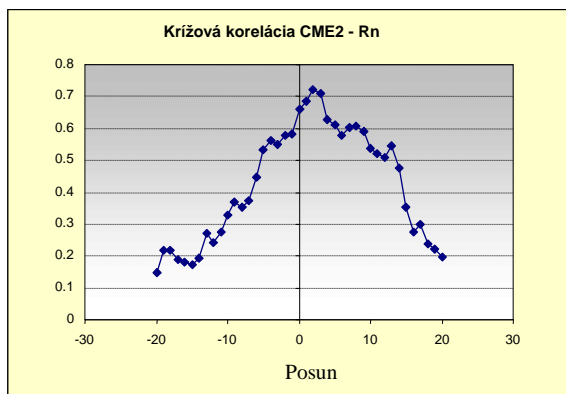
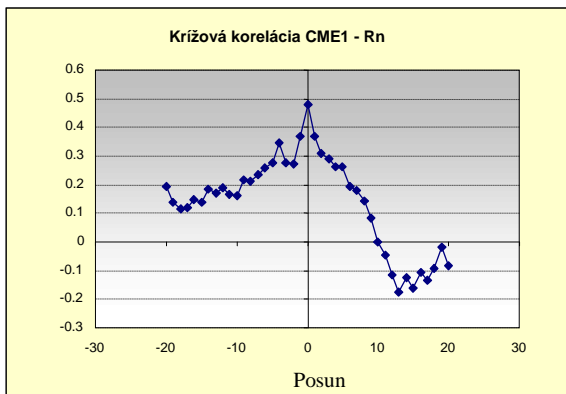


Obr.5: Mesačné hodnoty indexu CME s lineárnou rýchlosťou do 500km/s za obdobie jan. 1997 – dec. 2006



Obr.6: Mesačné hodnoty indexu CME s lineárnou rýchlosťou nad 500km/s za obdobie jan. 1997 – dec. 2006

### 3. VÝSLEDKY



#### 4. DISKUSIA A ZÁVER

Křížové korelácie ukazujú, že závislosť medzi CME1 a  $R_n$  a  $R_s$  je slabá, medzi CME1 a MgII a CaII K je stredná a medzi CME2 a  $R_n$ ,  $R_s$ , CaII K, MgII je stredne silná. Vzhľadom na log-normálne rozdelenie CME rýchlostí (Yurchyshyn et al., 2005) je potrebné skúmať aj ďalšie súvislosti s inými zdrojmi slnečnej aktivity, lebo CME rýchlosti sú výsledkom vplyvu mnohých nezávislých faktorov. Významná korelácia medzi CME2 a  $R_n$ ,  $R_s$ , CaII K, MgII naznačuje, že rýchlosti CME2 závisia od relatívne malého počtu parametrov.

#### *Pod'akovanie*

N. Hodálovej za pozornú prípravu grafov;  
NSO/Kitt Peak data used here are produced cooperatively by NSF/NOAO, NASA/GSFC and NOAO/SEC;  
SOHO je spoločný projekt NASA a ESA.

#### LITERATÚRA

- Lorenc, M., Dorotovič, I.: 2002, in 'Solar variability: from core to outer frontiers', *Proc. 10th European Solar Physics Meeting*, A. Wilson (ed.), ESA SP-506, Vol. 1, 165
- Solanki, S.K.: 2007, in 'The Physics of Chromospheric Plasmas', *Proc. Coimbra Solar Physics Meeting 2006*, P. Heinzel, I. Dorotovič and R.J. Rutten (eds.), ASP Conference Series, Vol. 368, 481
- Gopalswamy, N.: 2006, *J. Astrophys. Astr.*, **27**, 243
- Yurchyshyn, V., Yashiro, S., Abramenko, V., Wang, H., Gopalswamy, N.: 2005, *Astrophys. J.*, **619**, 599