

Časovo-šírkové rozdelenie intenzít zelenej emisnej koróny 530.3 nm za obdobie 1939-2002.

M. Minarovjeh, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica, milanmin @ta3.sk

Abstrakt

V príspevku je prezentované časovo-šírkové rozdelenie intenzít zelenej emisnej koróny 530.3 nm za obdobie rokov 1939-2002. Poukazuje sa na podobnosť časovo-šírkového rozdelenia intenzít zelenej koróny a reziduálnych rýchlostí rotácie Slnka.

1. ÚVOD

Intenzita zelenej slnečnej emisnej koróny 530.3 nm (FeXIV) je jedným z dôležitých indikátorov slnečnej aktivity pre obdobie cyklov slnečnej aktivity 17-23 (od roku 1939 po súčasnosť). Pre tvorbu homogénneho radu intenzít zelenej koróny boli za toto obdobie zhromaždené všetky dostupné pozorovania intenzít zelenej slnečnej emisnej koróny, získané vo vyššie uvedenom období rôznymi koronálnymi observatóriami vo svete. Tieto intenzity boli prepočítané na jednotnú fotomerickú škálu, ktorej základom sú intenzity pozorovani koronálnej stanice Lomnický štít na základe metódy, ktorú navrhol Rybanský (1975) a vložené do homogénneho radu intenzít zelenej koróny (Homogenous Data Series, HDS). Na základe údajov z HDS bol vypočítaný (Rybanský, 1975) koronálny index slnečnej aktivity (Coronal Index, CI), vyjadrujúci globálne zmeny slnečnej aktivity ako zmeny priemerného denného žiarivého výkonu zelenej emisnej koróny, vyžiarený z viditeľnej hemisféry Slnka.

Keďže rozdelenie intenzít zelenej koronálnej čiary odráža rozdelenie magnetických polí v slnečnej koróne, cieľom tohto príspevku je použiť dáta zelenej koróny obsiahnuté v HDS pre popis vzťahu medzi časovo-šírkovým rozdelením lokálnych maxím intenzít zelenej koróny a rozdelením magnetických polí, resp. reziduálnych rýchlostí rotácie Slnka.

2. POUŽITÉ DÁTA A ICH SPRACOVANIE.

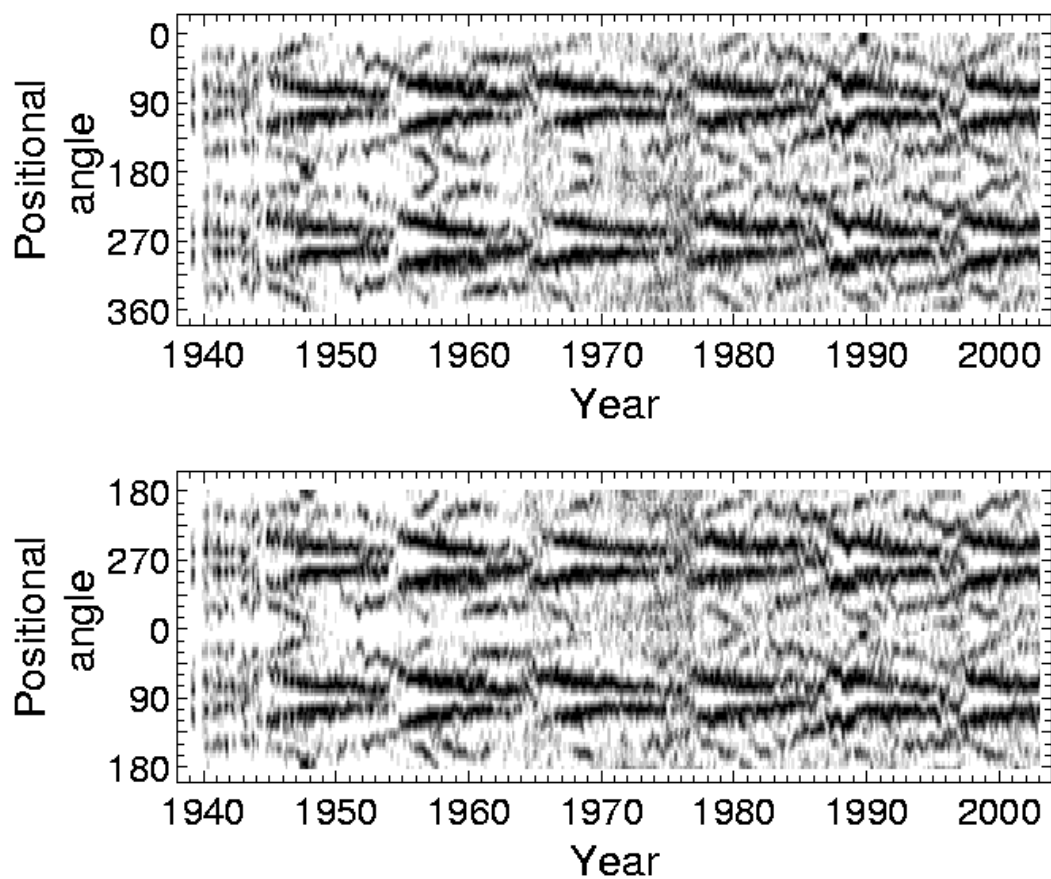
Lokálne maximá intenzít zelenej koróny boli vypočítané pre každý pozičný uhol použitím 27-denných kĺzavých priemerov intenzít uvedených v HDS. Získaná matica dát bola spracovaná metódou zvýraznenia kontrastu. Časovo-šírkové rozloženie lokálnych maxím zelenej koróny je znázornené na obrázku 1.

Vzhľadom na skutočnosť, že intenzita zelenej koróny nezávisí na polarite magnetického póla (Rušin a

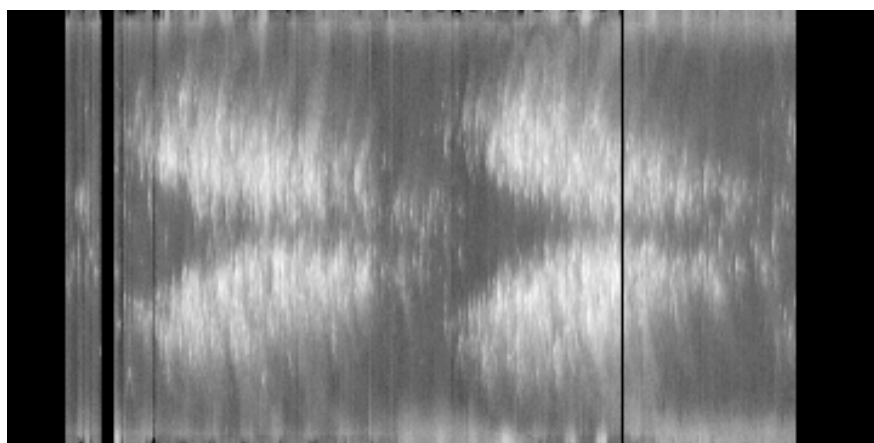
Rybanský, 2002), bolo pre porovnanie použité rozloženie absolútnych hodnôt intenzít fotosférických magnetických polí Slnka meraných počas cyklov slnečnej aktivity 21-22. Údaje veľkostí a rozloženia magnetických polí namerané pomocou magnetografu získané z webových stránok observatória Kitt Peak (USA) sú prezentované na obrázku 2. Zvislá os znázorňuje hodnoty sínusu heliografickej šírky. Vodorovná os znázorňuje čas počínajúc Carringtonovou rotáciou 1601.

Reziduálne rýchlosti rotácie Slnka boli pozorované už pred niekoľkými desaťročiami. Zistenie, že rotačné rýchlosti Slnka obsahujú aj torznú osciláciu s 11-ročnou periódou publikoval Howard a LaBonte (1980). Obrázok 3. (dolný panel, ľavá časť) ukazuje vrstevnicové znázornenie zonálnych odchýlok rotačnej rýchlosti počas Carringtonových rotácií 1541-1689. Zonálna odchýlka rotačnej rýchlosti je daná ako rozdiel zonálnych rýchlostí a priemerovaných zonálnych rotačných rýchlostí. Plné čiary reprezentujú rýchlejšiu rotáciu, čiarkované pomalšiu rotáciu. Oblasti rýchlejšej rotácie sú vyšrafované a ukazujú zreteľný šírkový posuv behom skúmaného časného intervalu. Hrubá čiarkovaná čiara vyznačuje maximá intenzít magnetického póla meraného súčasne s meraním rýchlostných polí.

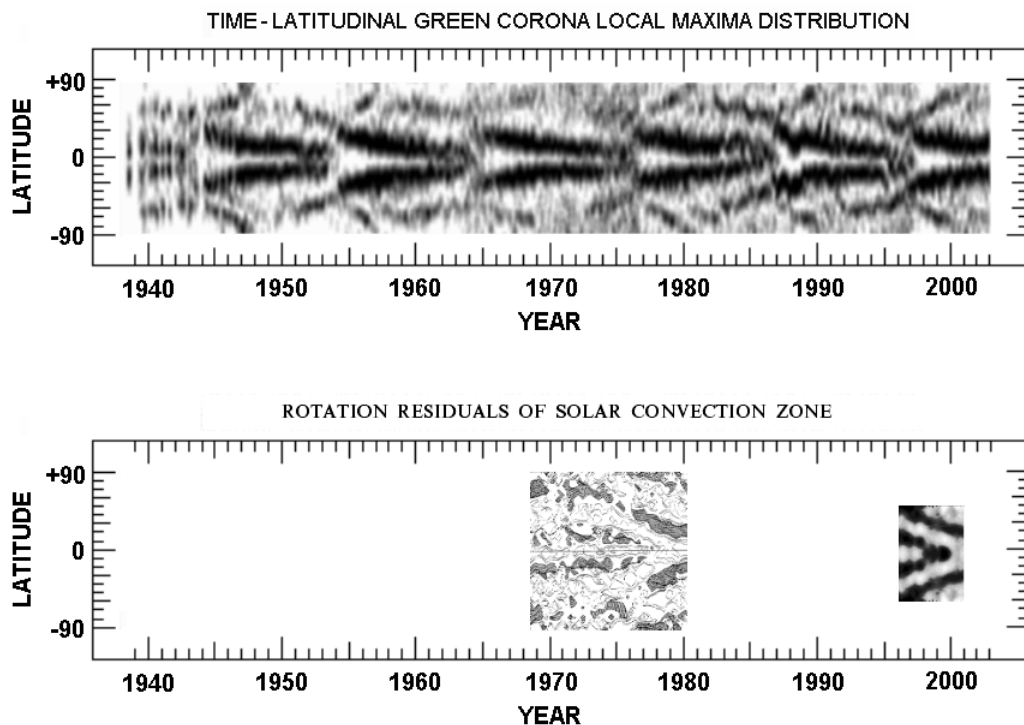
Obrázok 3. (dolný panel, pravá časť) znázorňuje rotačné rezídua ako funkciu a heliografickej šírky v hĺbke 0.988 slnečného polomeru. Dáta boli získané na základe helioseizmických pozorovaní skupiny Global Oscillation Network Group (GONG) a projektu výskumu slnečných oscilácií s použitím prístroja pod názvom Michelson Doppler Imager (MDI) na palube vesmírneho Slnečného heliosférického observatória (SOHO). Dáta získané počas piatich rokov pozorovania umožňujú študovať slnečnú rotáciu v rôznych hĺbkach s bezpríkladnou presnosťou a rozlišovacou schopnosťou (Komm a kol., 2001).



Obr. 1. Časovo-širokové rozdelenie lokálnych maxím intenzít zelenej korónálnej emisnej čiary v období 1939-2002. Horný panel zobrazuje škálu pozičných uhlov os severného pólu (južný pól je v strede grafu), dolný panel zobrazuje škálu pozičných uhlov os južného pólu (severný pól je v strede grafu).



Obr. 2. Časovo-širokové rozdelenie absolútnych hodnôt intenzít slnečného magnetického poľa počas cyklov slnečnej aktivity 21-22 počínajúc Carringtonovou rotáciou 1601.



Obr. 3. Priemerné časovo-širokové rozloženie lokálnych maxím zelenej koróny (horný panel). Zobrazenie zonálnych odchýlok rotačnej rýchlosti počas Carringtonových rotácií 1541-1689 (dolný panel, ľavá časť) a rotačné rezídua ako funkcia a heliografickej šírky v hĺbke 0.988 slnečného polomeru počas rokov 1996-2001 (dolný panel, pravá časť).

3. DISKUSIA.

Časovo-širokové rozloženie lokálnych maxím zelenej koróny (obrázok 1., resp. obrázok 3., horný panel) znázorňuje štruktúry s 22-ročnou periódou, preložené na seba s 11-ročným odstupom, zodpovedajúcim jednotlivým slnečným cyklom. Každý priebeh má v detailoch individuálny charakter, ale základný priebeh je pravidelný. Táto vlastnosť sa dá použiť pre predpovedanie období miním a maxím slnečného cyklu v zelenej koróne pre najbližšie cykly slnečnej aktivity (Mínarovjeh a kol., 2003) a súčasne môžu slúžiť ako nástroj k určeniu začiatku (alebo minima) slnečného cyklu na základe vývoja štruktúr časovo-širokého rozloženia lokálnych maxím zelenej koróny.

Porovnanie absolútnych hodnôt intenzít magnetického poľa Slnka a štruktúr časovo-širokého rozloženia lokálnych maxím zelenej koróny dáva informáciu o korelácii distribúcie magnetických polí a zelenej koróny do heliografických šírok $\pm 45^\circ$ a vo vyšších heliografických šírkach je táto korelácia zanedbateľná. V tomto prípade sa však nedá vylúčiť vplyv metodiky meraní magnetických polí Slnka vo vysokých heliografických šírkach na dosiahnutý výsledok.

Na druhej strane je zaujímavá korelácia s rezíduami zonálnych rotačných rýchlostí a časovo-širokého rozloženia lokálnych maxím zelenej koróny. Táto korelácia umožňuje nám predpokladať súvislosť medzi

distribúciou reziduí rotačných rýchlostí a lokálnych maxím intenzít zelenej koróny platnú na rozdiel od distribúcie magnetických polí pre všetky heliografické šírky.

Navyše časovo-široková distribúcia lokálnych maxím intenzít zelenej koróny súvisí pre všetky heliografické šírky s gradientami intenzít štruktúr bielej koróny, formovaných koronálnymi magnetickými poľami Slnka (Mínarovjeh, 2000). Výskyt lokálnych maxím zelenej koróny je v tých oblastiach, kde je maximálny gradient štruktúr bielej koróny, uchytených v blízkosti okraja Slnka. Inými slovami, každému lokálnemu maximu zelenej koróny zodpovedá nejaká štruktúra bielej koróny prichytená blízko okraja slnečného disku.

V lokálnych maximách zelenej korónalnej čiary zodpovedajúcich otvoreným štruktúram bielej koróny je možné pozorovať periodické oscilácie v intenzite čiary s periódou približne 5 minút (Mínarovjeh, 2000a).

Dáta intenzít zelenej korónalnej čiary obsiahnuté v HDS nám umožňujú hľadať súvislosti nielen v časovej škále, ak napr. Wolfovo číslo, ale aj v škále heliografických šírok, čo je predmetom ďalšieho skúmania.

3. POĎAKOVANIE.

Autor príspevku ďakuje organizátorom Celoštátneho slnečného seminára a za čiastočnú podporu grantu SAV 2/4001.

LITERATÚRA

- Howard, R. and Barry, J.L.: The Sun Is Observed to be a Torsional Oscillator With a Period of 11 Years. *ApJ*, **239**, L33-36, (1980).
- Komm, R.W., Hill, F. and Howe. R.: Empirical Mode Decomposition and Hilbert Analysis Applied to Rotation Residuals of the Solar Convection Zone. *ApJ*, **558**, 428-441, (2001).
- Minarovjech, M.: Comparison Between the White-Light and Green Emission Coronae. In *Last Total Solar Eclipse of the Millennium*, ASP Conference Series, Vol. 205. Edited by W. Livingston and A. Özgüç. ISBN: 1-58381-032-3 (2000), p. 32.
- Minarovjech, M., Rybanský, M., Rušin, V.: Periodic variations in the green coronal line intensity and their connection with the white-light coronal structures. *Journal of Astrophysics and Astronomy*, **21**, p. 197-200, (2000a).
- Minarovjech, M., Rybanský, M., Rušin, V. Method to determine the solar cycle length from the 530.3 nm green line corona. In *Solar variability as an input to the Earth's environment. International Solar Cycle Studies (ISCS) Symposium, 23 - 28 June 2003*, Tatranská Lomnica, Slovak Republic. Ed.: A. Wilson. ESA SP-535, Noordwijk: ESA Publications Division, ISBN 92-9092-845-X, p.133-136, (2003).
- Rybanský, M.: Coronal index of solar activity. I - Line 5303Å Year 1971. *Bull. Astron. Inst. Czechosl.*, **26**, 367, (1975).
- Rušin, V. and Rybanský, M.: The Green Corona and Magnetic Fields. *Solar Physics*, **207**, 47, (2002).