

Variabilita slnečnej aktivity v časovom intervale od 2 do 60 dní.

V. Karlovský, Hvezdáreň a planetárium Hlohovec, astrokar@gmail.com

Abstrakt

Výsledok analýzy časovej premennosti slnečnej aktivity reprezentovanej Wolfovým relatívnym číslom slnečných škvŕn, koronálnym indexom a rádiovým tokom na 10,7 cm je prezentovaný na intervale 2 až 60 dní. Denné dáta týchto indexov boli použité za pomoci vlnkovej transformácie na určenie významnosti nájdených periód. Analýza bola sústredená na hľadanie vzájomných vzťahov medzi nájdenými periódami a na väzbu na priebeh cyklu slnečnej aktivity. V práci bola skúmaná variabilita slnečnej aktivity v rokoch 1993 a 1994. Krátke periódny nájdené vlnkovou analýzou pravdepodobne súvisia s prenesením aktivity medzi jednotlivými aktívnymi oblasťami. V príspevku je testovaných niekoľko modelových situácií presunu aktivity medzi aktívnymi oblasťami.

1. ÚVOD

Metóda vlnkovej transformácie umožňuje analyzovať podobne ako fourierovská transformácia časový rad hodnôt a zisťovať periódny. Na rozdiel od fourierovskej transformácie umožňuje zisťovať rôzne periódny pre každú okamih radu. Vlnková transformácia sa zakladá na hľadaní podobnosti rôzne dlhých častí celého súboru údajov s prekrývajúcimi sa, rôzne škálovanými funkciami (vlnami) potrebných vlastností. Na vlastné výpočty boli použité počítačové programy pre vlnkovú analýzu svetelných kriviek premenných hviezd ako aj program, ktorý je prístupný na internetovej adrese:

<http://paos.colorado.edu/research/wavelets>.

2. DÁTA

Na analýzu boli použité časové rady : Časový rad od roku 1993 po 1995 denných hodnôt koronálneho indexu uverejnený v prácach Rabanský et al. 1994a , Rybanský et al. 1994b , Rybanský 1995 a tiež na na adrese:

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_CORONA/

a tiež časový rad od roku 1993 po rok 1995 denných hodnôt Wolfovho relatívneho čísla uverejnený na stránke SIDC of Royal Observatory of Belgium <http://sidc.oma.be/DATA/dayssn.dat> a na stránke National Geophysical Data Center , Boulder, Colorado USA:

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSP

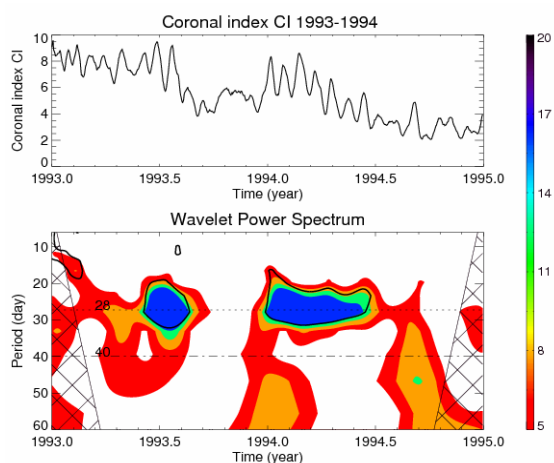
[T NUMBERS/RNRS/](http://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_RADIO/) a tiež časový rad od roku 1993 po rok 1995 denných hodnôt rádiového toku na 2800MHz (10,7 cm) zo stanice Ottawa (Kanada) na adrese:

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_RADIO/

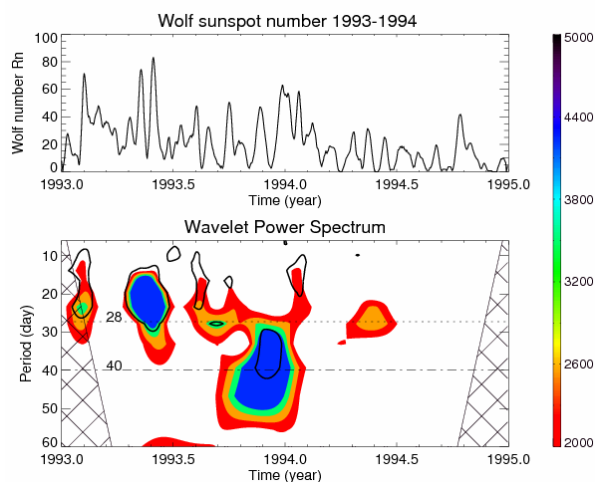
Na analýzu radov bola použitá spojená vlnková transformácia s tzv. Morletovou materskou vlnkou, kde sínusová vlnka je modulovaná v čase Gaussovou funkciou. Na súbory dát bol aplikovaný výpočtový algoritmus Torrenca a Compa (1998). Na určenie významnosti lokálnych maxim výkonového spektra bol použitý červený šum (red noise). Použitie červeného šumu je opodstatnené na krátkych periódach (okolo rotačnej periódny), pretože napríklad Wolfove čísla nie sú nezávislé na sebe, ale sú korelované s typickým korelačným časom približne 7 dní Oliver a Ballester, 1995 , Rybák a Karlovský 2003. Lokálne maximá boli určené na hladine spoľahlivosti 99 %

3. VÝSLEDKY

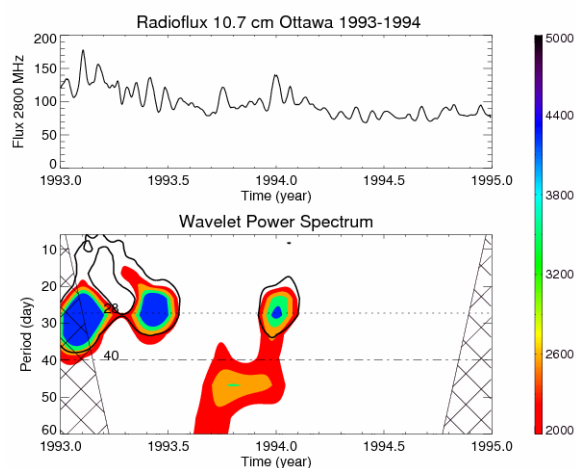
Vlnková analýza slnečnej aktivity pri Wolfovom relatívnom čísle, koronálnom indexe a rádiovom toku na 10,7 cm ukazuje niektoré periodicity, ktoré sú blízke rotačnej perióde, ale sú väčšie. alebo menšie. Vidíme to na obrázkoch 1 až 4. Situáciu pri Wolfovom relatívnom čísle na severnej hemisfére Slnka vidíme na obrázku 5. Jednotlivé mapy magnetického toku zodpovedajú rotáciám (zdola nahor) 1872, 1873, 1874, 1875, 1876.



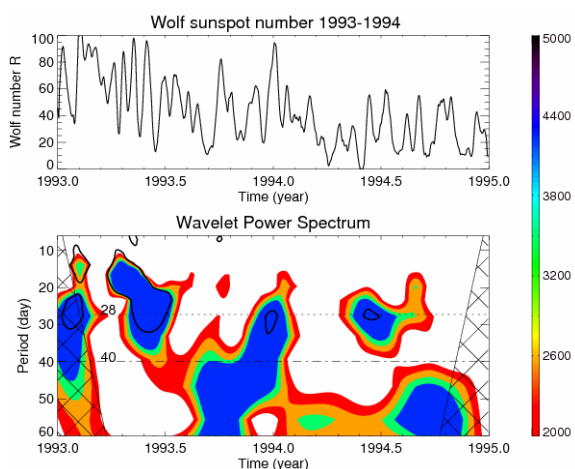
Obr.1 Vlnkové výkonové spektrum koronálneho indexu v rokoch 1993 a1994.



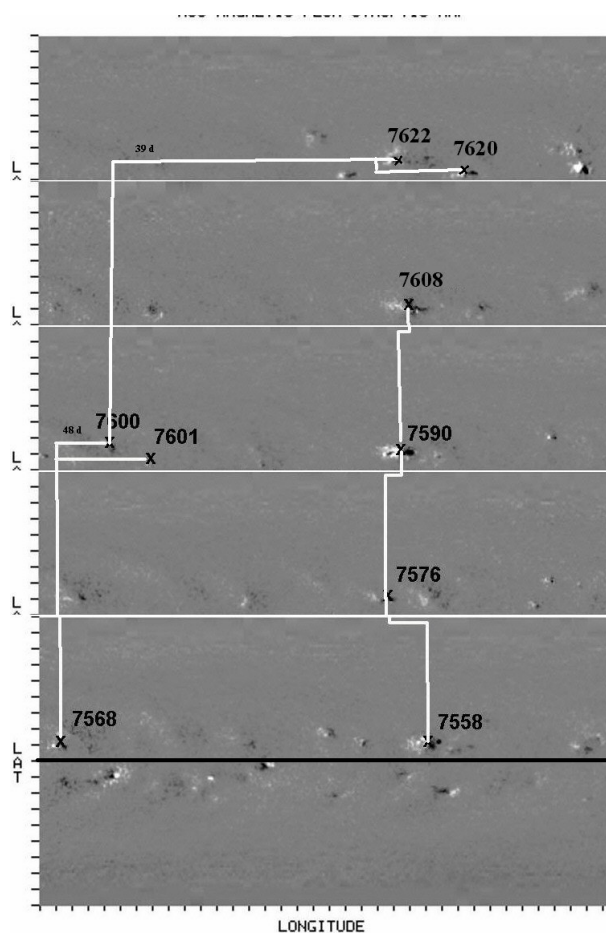
Obr.4 Vlnkové výkonové spektrum Wolfovho rel.čísla slnečných škvrn na severnej pologuli 1993-1994



Obr.2 Vlnkové výkonové spektrum rádiového toku na 2800 MHz v roku 1993 a 1994.



Obr.3 Vlnkové výkonové spektrum Wolfovho relatívneho čísla slnečných škvrn 1993-1994



Obr.5 Synoptická mapa NSO magnetického toku Carringtonových rotácií 1872 – 1876 .Čísla zodpovedajú numerácii NOAA skupín slnečných škvrn. Malé čísla zodpovedajú periódam medzi skupinami:48 dní 7568 a 7600, 39 dní 7600 a 7622,7620. Tieto periódy vidíme na obrázku č.4. Rotačná perióda zodpovedá miestam skupín 7558,7576,7590,7608, ktoré prakticky nemenia polohu v heliografickej dĺžke (k nim môžeme pridať ešte aj 7622 a 7620)

4. DISKUSIA

Už skôr sa objavili informácie, že presunom aktivity medzi aktívnymi oblasťami, alebo v aktívnej oblasti, sa mení periodičita na odlišnú od rotačnej Temmer 2004a ,79 a tiež Temmer et al.2004b. Stojí za zmienku, že v práci Temmer 2004a je diskutovaná aj otázka vzniku 155 dňovej periódy superpozíciou 24 dňovej a rotačnej periódy. Skúmali sme, ako sa bude meniť rotačná perioda na simulovaných scenároch, kde 2, prípadne 3 skupiny slnečných škvŕn presúvajú svoju aktivitu v heliografickej dĺžke. Výsledky simulácií aj so scenárom vidíme na obrázkoch 6 až 9. Skupiny slnečných škvŕn predstavovala vždy iba jedna jednoduchá škvŕna , pričom heliografická šírka škvŕny bola nulová, teda pohybovala sa po slnečnom rovníku.

Aj takéto jednoduché simulácie ukazujú, že presunom aktivity sa mení hodnota periódy, ktorú pozorujeme a ktorá je prezentovaná pomocou vlnkového výkonového spektra, kde vidíme výsledné periódy.

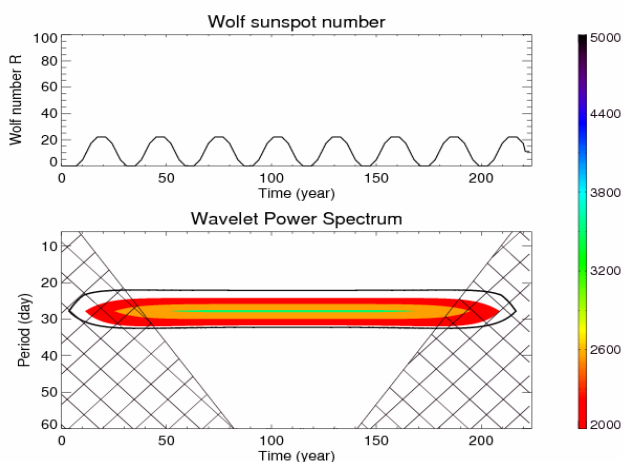
Scenáre k obrázkom 6 až 9.

Obrázok 6 : Dve skupiny slnečných škvŕn sa objavujú na Slnku, najprv jedna, na 4 deň druhá. Skutočná aktivita sa nemení, ale zisťujeme periodičitu približne 28 dní, teda rotačnú synodickú periódu.

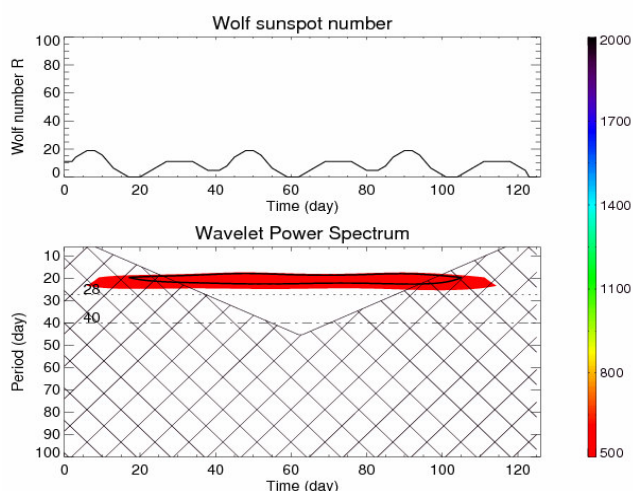
Obrázok 7: Prvá skupina vyjde na východnom okraji Slnka a po 5 dňoch sa objaví druhá skupina na západe v heliografickej dĺžke pred prvou skupinou. Prvá skupina na odvrátenej strane zaniká. Druhá skupina vyjde a zapadne. Opakuje sa to tri krát.

Obrázok 8: Najprv vyjde prvá skupina, po nej sa objavuje druhá o 5 dní a preberá aktivitu, následne prvá skupina zaniká.

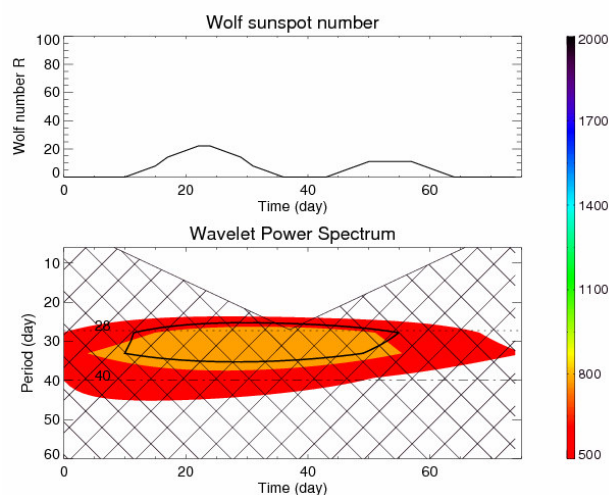
Obrázok 9: Po prvej skupine vzniká o 5 dní druhá (na východ od prvej) preberá aktivitu, prvá skupina zapadá a zaniká, druhá skupina zapadá a zaniká, objavuje sa tretia skupina, zapadá, objavuje sa opäť prvá skupina, o 5 dní sa objavuje opäť druhá skupina, preberá aktivitu, druhá skupina zaniká atď...



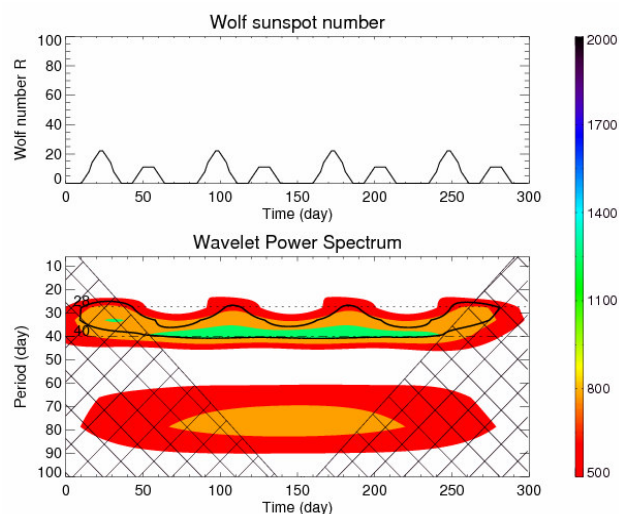
Obr.6 Simulácia periodicity – vysvetlenie v texte



Obr.7 Simulácia periodicity – vysvetlenie v texte



Obr.8 Simulácia periodicity – vysvetlenie v texte



Obr.9 Simulácia periodicity – vysvetlenie v texte

5. ZÁVER

Záverom môžeme konštatovať, že presunom aktivity v heliografickej dĺžke sa zväčšuje, alebo znižuje perioda škvrnovej aktivity, ktorú zaznamenávame pre celé Slnko, alebo pre celú hemisféru. Je pravdepodobné, že podobné zmeny periodicity blízke rotačnej perióde sa vyskytujú aj v iných indexoch slnečnej aktivity, ako je koronálny index, či rádiový tok na 2800 MHz.

Pod'akovanie

Wolfovo relatívne číslo je vzaté z SIDC World Data Center pre slnečné indexy Observatory of Belgium, Brusel. Výpočty boli urobené za použitia modifikovaných programov algoritmov vlnkovej transformácie, originál ktorých bol vyvinutý C.Torrence a G.Compo(<http://paos.colorado.edu/research/wavelets/>) Pod'akovanie patrí aj Astronomickému ústavu SAV v Starej Lesnej za poskytnutie dát koronálneho indexu a tiež RNDr. Jánovi Rybákovi CSc. za cenné rady ohľadne vlnkovej transformácie.

LITERATÚRA

- Oliver R., Ballester J.L., 1995 Solar Phys. 156, 145
Rybák J., Karlovský V., 2003 In: Proc. ISCS 2003 Symposium, 145-148, 'Solar Variability as an Input to the Earth Environment', Tatranská Lomnica, Slovakia, 23-28 June 2003 (ESA SP-535 September 2003)
Rybanský M., Rušíň V., Gašpar P., Altröck R., 1994a Solar Phys. 152, 487
Rybanský M., Rušíň V., Minarovjech M., Gašpar P., 1994b, Solar Phys. 152, 153
Rybanský M., Rušíň V., Minarovjech M., Gašpar P., 1995, in Zborník referátov z 12.celoštátneho slnečného seminára Teplý Vrch 1994, ed.B.Lukáč, SÚH, Hurbanovo 1995
Torrence C., Compo G.P., 1998 Bulletin of the American Meteorological Society, 79, 61
Temmer M., 2004a Solar activity patterns-hemisphere related studies, Dissertation, Karl-Franzens univ., Graz, Graz 2004, 85-88
Temmer M et al, 2004b Temmer M., Veronig A., Rybák J., Brajša R., Hanslmeier A., Solar Phys., 221, 325-335

