

Štatistická závislosť medzi jednotlivými typmi škvŕn a počtom škvŕn pozorovaných voľným okom

Mária Csatáryová, FHPV Prešovská Univerzita
Ladislav Kulčár, Ekonomická fakulta UMB Banská Bystrica, Inštitút manažérskych systémov so sídlom v Poprade

Abstrakt

Autori v článku prezentujú predbežné výsledky štatistického hľadania závislostí medzi časovým výskytom slnečných škvŕn a ich typom. Táto závislosť je aplikovaná na pozorovania slnečných škvŕn pozorovaných voľným okom v súčasnosti, a spätne aj pre niektoré historické obdobia. Na analýzu bola použitá databáza slnečných škvŕn pozorovaných voľným okom za obdobie 1988 - 2007, ktorá obsahovala okolo 5 000 pozorovaní a zákresy slnečnej fotosféry Krajskej hviezdárne a planetária (KHaP) v Prešove.

Úvod

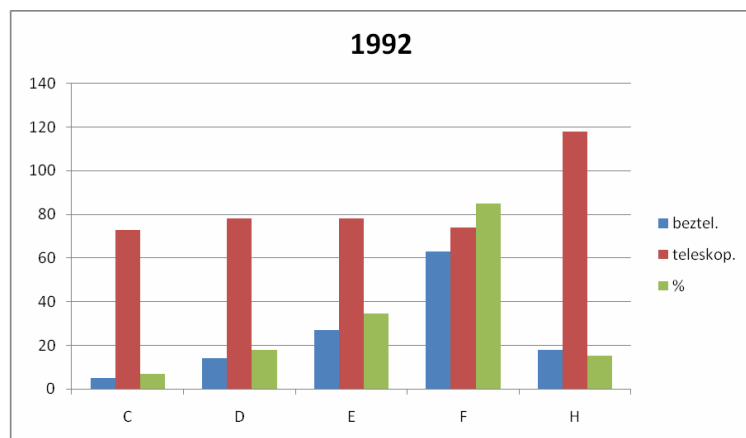
Pozorovaniu slnečnej aktivity reprezentovanej slnečnými škvŕnami a jej následnej analýze, ktorej cieľom je hlavne rekonštruovať úroveň slnečnej aktivity spätne v čase do historických dôb, sa venuje v posledných rokoch opäť značná pozornosť. Svedčí o tom množstvo vedeckých článkov venovaných tejto problematike, ktoré boli publikované v renomovaných vedeckých časopisoch, napr. Vaquero (1997), Li (1999), Nagovitsyn et al. (2004), Willis (2005) a i. Na túto oblasť výskumu sa zamierava v posledných rokoch aj neveľká skupina pozorovateľov a výskumníkov aj na Slovensku a v Čechách. Z výsledkov publikovaných v posledných rokoch touto skupinou možno uviesť napríklad nasledovné:

- Bezteleskopické pozorovania Slnka za obdobie 22. a 23. slnečného cyklu (r. 1988 – 2007) obsahujú v súčasnosti najväčšiu homogénnu databázu takýchto pozorovaní. Z tejto databázy bolo zdigitalizovaných 4973 archívnych pozorovaní.
 - Bola definovaná minimálna hodnota relatívneho čísla, pri ktorej sú ešte viditeľné slnečné škvŕny bez ďalekohľadu a definovaný index slnečnej aktivity určený na základe bezteleskopických pozorovaní Slnka.
 - Bolo vytvorených 163 synoptických máp a motýľový diagram z bezteleskopických pozorovaní Slnka.
 - Škvŕny viditeľné bez ďalekohľadu boli zidentifikované s katalógom plôch slnečných škvŕn a následne určená závislosť medzi intenzitou a veľkosťou škvŕny.
 - Bola podrobne určená závislosť viditeľnosti škvŕny bez ďalekohľadu na jej veľkosti a fáze slnečného cyklu.
- Vyššie uvedené výsledky boli prezentované na slnečných seminároch na Slovensku a v Čechách a publikované v rôznych odborných a vedeckých článkoch a publikáciách, napr. v [1], [2],[3], [7], [9].

1. Použitý pozorovací materiál a jeho spracovanie

Projekt Pozorovania Slnka voľným okom 22. slnečného cyklu obsahoval aj zákresy Slnka. Celkovo sa ich zozbieralo 507 od 12 pozorovateľov. Chceli sme overiť predpoklad Wittmanna (1989), že veľké škvŕny môžeme pozorovať okolo maxima slnečného cyklu. Najväčšie a najviac rozvinuté skupiny škvŕn sú typy E a F, kde ide o zložitú štruktúru jadier škvŕn s rozsiahlymi penumbami. Typy skupín škvŕn E (dĺžka skupiny je 10° - 15°) a F (dĺžka skupiny presahuje 15°) sa líšia predovšetkým rozmerom. Naším cieľom bolo určiť, aké typy škvŕn boli pozorované jednotlivými pozorovateľmi. Málo pravdepodobné zákresy boli vyradené (spolu 19) a na ostatných zákresoch bolo urobené priradenie škvŕny pozorovanej voľným okom ku škvŕne pozorovanej teleskopicky. Pre každého pozorovateľa bola určená chyba, ktorej sa dopustil pri určení polohy (súradníc) škvŕny pozorovanej voľným okom vzhľadom k presnej polohe škvŕny určenej teleskopicky. Pre určenie typu škvŕny zakreslenej pozorovateľom sme použili teleskopické zákresy slnečnej fotosféry z KHaP v Prešove, pričom bola použitá McIntoshová klasifikácia. Pri nej sme vzali do úvahy len klasifikáciu typu škvŕny (t.j. prvé veľké písmeno z trojpísmenového kódu), ktorá je v podstate totožná s Zurišskou klasifikáciou. Bol zostrojený frekvenčný histogram jednotlivých typov škvŕn pozorovaných teleskopicky pre dni, v ktorých sme mali zákres od pozorovateľa. Vzhľadom na to, že výskyt jednotlivých typov škvŕn bol približne počtom v roku 1992 rovnaký, pre určenie viditeľnosti typov škvŕny sme použili tento rok. Z analýzy vyplynulo, že pozorovatelia videli všetky typy vývojových štádií škvŕn a že najčastejšie boli pozorované rozvinuté typy škvŕn E, F, ako môžeme vidieť na obrázku č. 1. Škvŕny vývojového typu E boli zachytené v 37 % prípadov, a škvŕny

vývojového typu F boli zachytené až na 83 %. Ak boli škvry rovnako veľké ale rôzneho vývojového typu, bola zachytená len škvry F, dokonca aj v prípade, keď sa nachádzali v približne rovnakej vzdialenosti od centra.

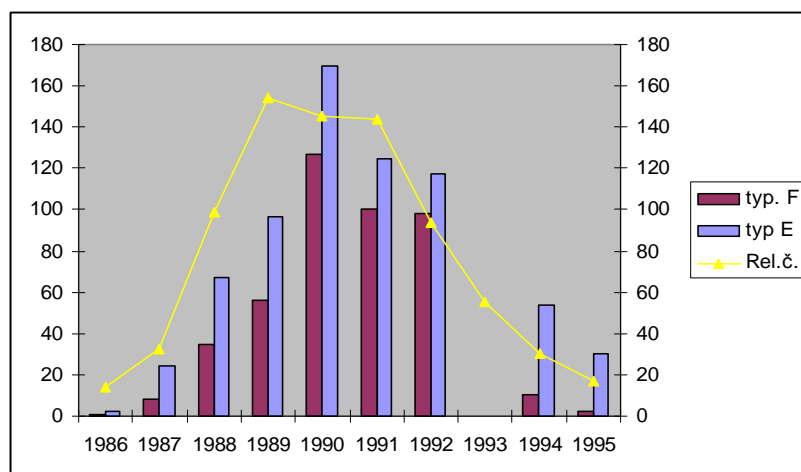


Obr. č. 1. Počet jednotlivých typov škvŕn videných v r. 1992 teleskopicky a vizuálne a percentuálne vyjadrenie.

Ukázalo sa, že pri niektorých škvŕnách pozorovatelia označovali škvŕnu ako plochu, vždy však išlo o typ škvŕny F. Na určenie plochy takýchto škvŕn sme použili údaje z [17]. Pozorovatelia označili škvŕnu ako plochu iba pri škvŕnách typu F a to pri veľkosti aspoň 320 miliónitín slnečného povrchu. Tento výsledok by mohol byť zaujímavý z hľadiska historických pozorovaní Slnka, kde sú popisované útvary škvŕn porovnateľné s plochami škvŕn – veľkosť slivky, vtáka a pod. Pri škvŕne typu F veľkosti 15^0 (a väčšej) boli často zakreslené dve škvŕny.

2. Rozdelenie typov škvŕn E a F pre 22. cyklus

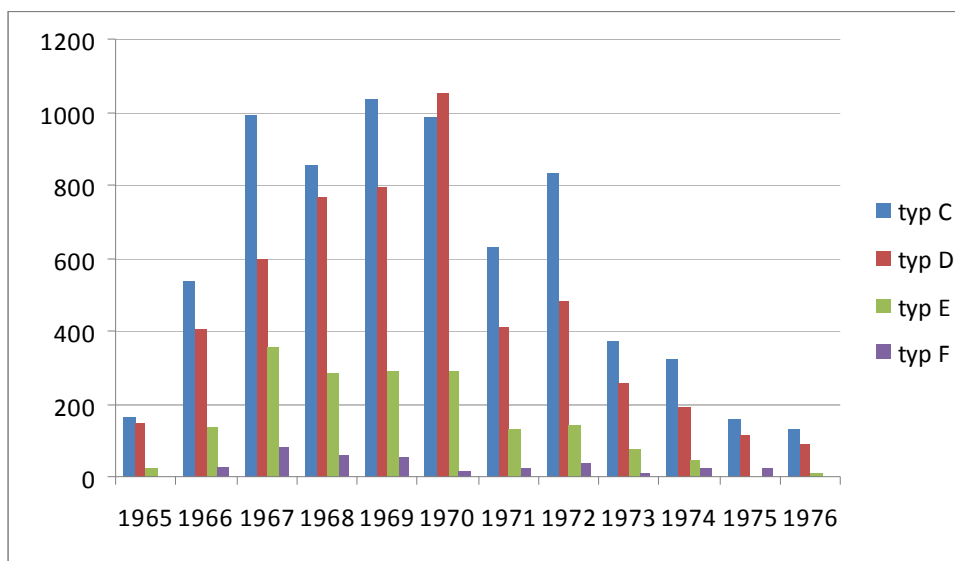
Ak pozorovateľ, ktorý vidí škvŕnu bezteleskopicky, vidí väčšinou škvŕnu vývojového typu E a F. Zaujímalo nás, ako bol tento vývojový typ škvŕny zastúpený v 22. slnečnom cykle.



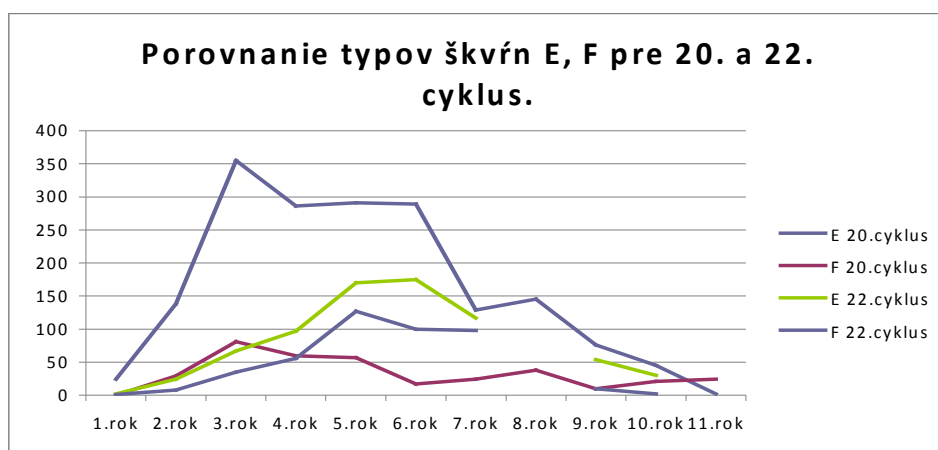
Obr.č. 2. Frekvenčný histogram rozdelenia typov škvŕny E, F pre 22. slnečný cyklus

Z analýzy zákresov teleskopických pozorovaní slnečnej fotosféry KHaP v Prešove, kde bolo k dispozícii 1432 zákresov za tento cyklus, sme dostali frekvenčný histogram pre najväčšie typy škvŕn - obr. č. 2 (údaje pre rok 1993 neboli k dispozícii). Môžeme vidieť, že výskyt škvŕn typu F a aj typu E má podobný priebeh ako priebeh slnečného cyklu. Vzhľadom na to, že 22. slnečný cyklus bol význačný výskytom veľkých škvŕn, zaujímalo nás, či rozdelenie veľkých typov škvŕn je pre každý cyklus rovnaké. Na porovnanie sme vzali 20. slnečný cyklus – hodnoty uvádzané v článku Knoška, Krivský (1984). Na obr. č.3 môžeme vidieť, že priebeh výskytu škvŕn typu F a E je úplne iný, ako pre 22. slnečný cyklus. Typ škvŕny F sa vyskytuje v malom počte oproti ostatným typom

škvŕn a jeho priebeh nie je v zhode s priebehom relatívneho čísla. Ukazuje sa, že z hľadiska rozdelenia početnosti výskytu veľkých rozvinutých škvŕn F ide o dva cykly rôzneho charakteru.



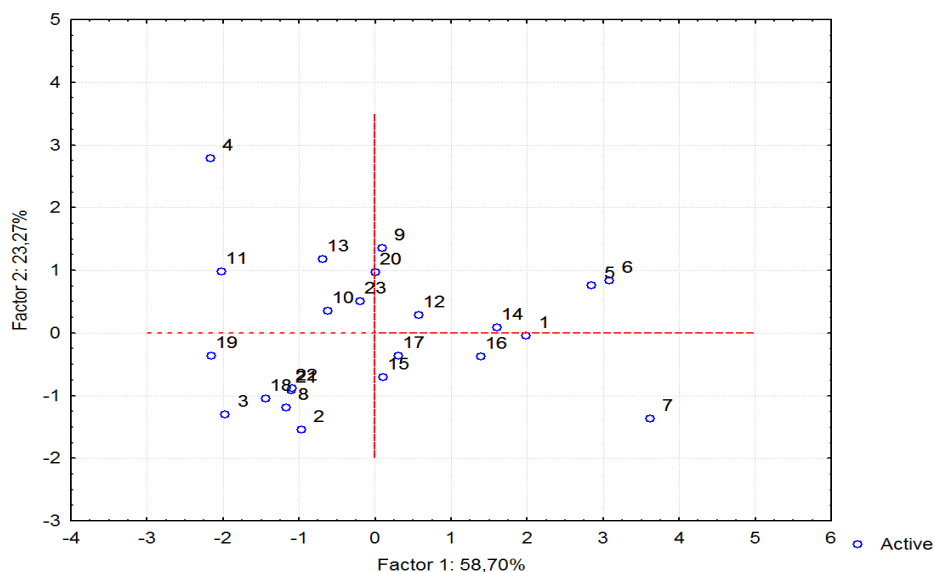
Obr. č. 3. Rozdelenie jednotlivých typov škvŕn pre 20. slnečný cyklus



Obr.č. 4. Porovnanie typov škvŕn E, F pre 20. a 22. slnečný cyklus

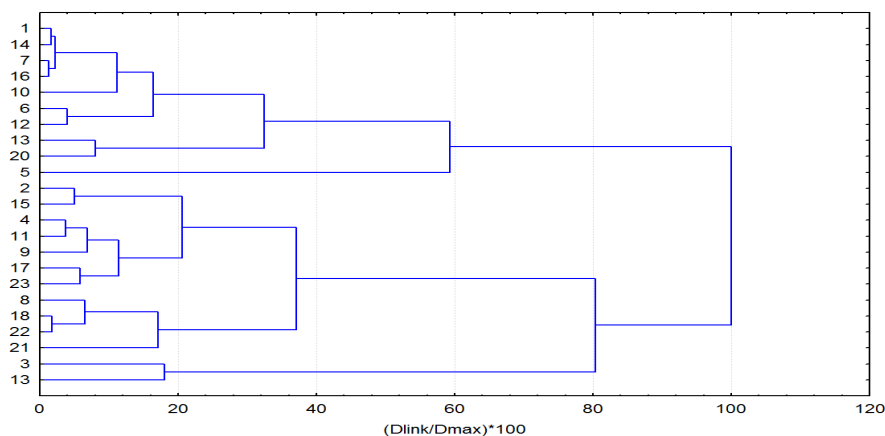
3. Zhluková analýza

Zo štatistického hľadiska jednotlivé slnečné cykly môžeme popísať viacerými parametrami, napr. dĺžkou vzostupnej vetvy cyklu, dĺžkou celého cyklu, výškou cyklu v maxime vyjadrenou relatívnym číslom a pod. Aby sme určili skupiny cyklov, ktoré majú najväčšiu vzájomnú podobnosť zo štatistického hľadiska, použili sme metódu zhlukovej analýzy. Ako vstupné dáta sme použili dĺžku cyklu, dĺžka vetvy od minima k maximu, výšku maxima cyklu, strmosť krivky a rozptyl pre 23 slnečných cyklov. Dáta sme čerpali z publikácie Schmieda (1997) a Kulčára (2008b). Na spracovanie sme použili štatistický program SPSS 18. Ako metódu zhlukovania sme použili skupinový priemer. Na určenie tejto metódy sme použili kofenetický korelačný koeficient – teda vzťah medzi skutočnou vzdialenosťou a dendrogramom predikovanou vzdialenosťou.



Obr.č. 5. Graf komponentného skóre slnečných cyklov (označené poradovým číslom cyklu).

Podľa grafu komponentného skóre (obr. č. 5) môžeme ľahko nájsť zhluk podobných objektov, objekty odľahlé a silne odlišné od ostatných. Z obr.č. 5 vidieť, že slnečný cyklus 22 a slnečný cyklus 20 patria do odlišných skupín a teda sú si nepodobné. Dobre oddelené zhluky prezrádzajú, že skupiny cyklov patriacich do nej, možno charakterizovať približne rovnakými hodnotami vybraných parametrov a možno nájsť model pre samotný zhluk jednotlivých cyklov. V tomto prípade by mohlo ísť o slnečné cykly č. 2, 3, 8, 18, 22 (obr. č. 5).



Obr.č. 6. Dendrogram objektov vytvorený metódou skupinového priemeru matice dát

3. ZÁVER

Spracovanie historických dát pozorovania Slnka sa sčasti zameriava na určenie vzťahu veľkých slnečných škvrín a slnečného cyklu. Ako predpokladá Wittmann (1989), veľké slnečné škvrny sa vyskytujú v niektorých slnečných cykloch v okolí maxima cyklu. Wittmann a Xu (1987) určili fázu výskytu veľkých škvrín v rokoch 1872 – 1985. Zo spracovania záznamov Projektu pozorovania Slnka bez ďalekohľadu sa ukázalo, že najlepšie zachytený typ škvrny je typ F (až na 83 %), ktorý patrí medzi najväčšie a najviac rozvinuté. Priebeh rozdelenia výskytu skupiny škvrín typu F počas 22. slnečného cyklu bol porovnateľný s priebehom relatívneho čísla daného cyklu, čo však nie je pravidlom pre každý slnečný cyklus. Frekvenčný histogram jednotlivých typov škvrín môžeme urobiť len pre niektoré slnečné cykly. Avšak určenie podobných cyklov by nám mohlo umožniť spracovať aj historické pozorovania. Určenie podobných cyklov pomocou zhlukovej analýzy je

v súlade s pozorovaniami voľným okom uvedených vo Wittmannovom katalógu veľkých škvŕn (Wittmann, 1992).

LITERATÚRA

- [1] Csatáryová, M., Begeni, P.: On the possibility of the Sun activity determination. In: 16th conference of Czech and Slovak physicists proceedings – Hradec Králové: MAFY 2009, ISBN 80-861148-93-9, p.419 – 427, 2009
- [2] Csatáryová, M., Begeni, P.: Slnčná aktivita a bezteleskopické pozorovania Slnka. In: 19. celoštátny slnečný seminár, Papradno 2008, SÚH Hurbanovo, ISBN 978-80-85221-60-2 str.174 – 178, 2008
- [3] Csatáryová, M., Begeni, P.: Catalog of Naked-Eye Observations of Sunspots from 1988 to 2007, Prešovská univerzita v Prešove, 2009.
- [5] Knoška, Š., Křivský, L.: 1984. *Types of sunspot groups occurring in the course of solar cycle No. 20*. Bull. Astron. Inst. Czechosl. 35, No. 5, 271-272, 1984.
- [7] Kulčár, L. 2008a. *Štatistická závislosť výskytu slnečných škvŕn pozorovaných voľným okom a fázou slnečného cyklu*. In: Človek ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Hvězdárna Úpice, str. 24-29, 2008, ISBN 978-80-86303-14-7.
- [8] Kulčár, L. 2008b. *Aplikácia formalizmu lognormálneho rozdelenia na model slnečného cyklu*. In: 19. celoštátny slnečný seminár, Papradno 2008, Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanovo, str. 61-66, 2008. ISBN 978-80-85221-60-2.
- [9] Letfus, V., Kulčár, L. 2007. *Slnečný cyklus určený na základe dlhodobých pozorovaní slnečných škvŕn voľným okom*. In: Človek ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Hvězdárna Úpice, str. 15-19, 2007. ISBN 978-80-86303-11-6.
- [10] Li, K.: 1999. *The shape of the sunspot cycle described by sunspot areas*. Astron. Astrophys. 345, 1006–1010, 1999.
- [11] Nagovitsyn, Yu. A., Ivanov, V. G., Miletsky, E. V., Volobuev, D. M.: 2004. *ESAI database and some properties of solar activity in the past*. Solar Phys. 224, 103 – 112, 2004.
- [12] Schmied, L.: 1997. *Štatistické a grafické prehľady slnečnej činnosti od roku 1610*, SÚH Hurbanovo, 127 s., ISBN 80-85221-30-6.
- [13] Vaquero, J. M., Gallego, M. C., García, J. A.: 1997. *A 250-year cycle in naked-eye observations of sunspot*. Geophys. Research Letters 29, 20, 1997.
- [14] Willis, D. M., Armstrong, G. M., Ault, C. E., Stephenson, F. R.: 2005. *Identification of possible intense historical geomagnetic storms using combined sunspot and auroral observations from East Asia*. Ann. Geophys. 23, 945, 2005.
- [15] Wittmann, A.D.: 1992, *Catalog of Large Sunspots (165 B.C. - 1992)*, Solar Physics Department, University Observatory Göttingen
- [16] Wittmann, A. D. and Xu, Z. T. A catalogue of sunspot observations from 165 BC to AD 1684. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 70:83–94, 1987.
- [17] www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsunspotregions.html : *USAF SOON sites and Mt. Wilson Sunspot Region Data* , Solar Sunspot Regions, National Geophysical Data Center (NGDC), Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)