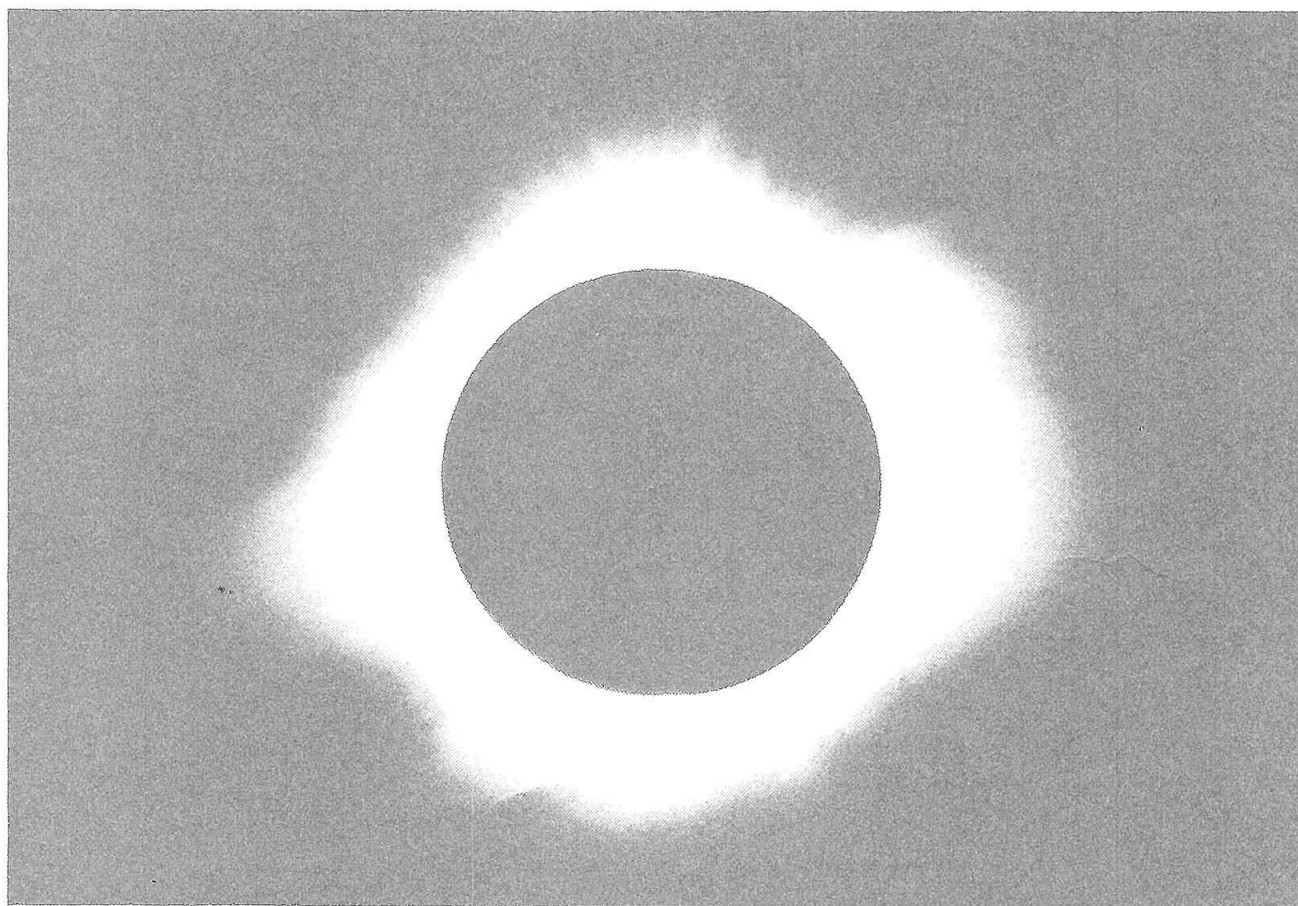


SLOVENSKÉ ÚSTREDIE AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE HURBANOVO



ZBORNÍK REFERÁTOV
z 10. celoštátneho slnečného seminára

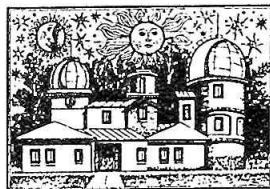
DONOVALY

P. Kusmány

SLOVENSKÉ ÚSTREDIE AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE HURBANOVO

ZBORNÍK REFERÁTOV

z 10. celoštátneho slnečného seminára



DONOVALY, 1990

PREDSLOV

Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove v spolupráci so slnečnými sekciami Československej astronomickej spoločnosti a Slovenskej astronomickej spoločnosti usporiadali 10. Celoštátny slnečný seminár, ktorý sa konal v dňoch 18. - 21. júna 1990 na Donovaloch, v rekreačnom stredisku závodov SNP Žiar nad Hronom.

Desiaty jubilejný seminár prebiehal v dobe, keď moderná slnečná fyzika prežíva svoju renesanciu a výsledky získané pozorovaním na Zemi a v kozme sú stále dôležitejšie pre astrofyziku a pochopenie vplyvu Slnka na medziplanetárny priestor a Zem.

Na seminári odznelo dvadsaťjeden pôvodných referátov, ktoré sú zahrnuté v tomto zborníku. Okrem pracovníkov hvezdární na Slovensku a v Čechách sa semináru zúčastnili aj vedeckí pracovníci z ústavov SAS a ČSAV.

Účastníci seminára na panelovej diskusii sa zhodli v tom, že seminár zameraný na fyziku Slnka a vzťahy Slnko - Zem treba aj naďalej organizovať každé dva roky, kde odborníci astronómie, geofyziky, meteorológie a ďalších vedných oborov môžu prezentovať svoje výsledky práce.

Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove spolu s organizačným výborom aj touto cestou ďakuje všetkým autorom za dobre pripravené referáty. Veríme, že predložená publikácia poslúži odborníkom i širokej astronomickej verejnosti.

T. Pintér
SÚAA Hurbanovo

ZOZNAM ÚČASTNÍKOV

1. Antalová, A., AÚ SAV T. Lomnica
2. Bartolomejová, M., Senica n/ Myjavou
3. Bieleková, M., GÚ SAV Bratislava
4. Blahák, F., GÚ ČSAV Praha
5. Boška, J., GÚ ČSAV Praha
6. Bumba, V., AÚ ČSAV Ondřejov
7. Csere, E., Sobrance
8. Dorotovič, I., SÚAA Hurbanovo
9. Fabrícius, J., KH B. Bystrica
10. Havriľák, M., OH Humenné
11. Heinzl, P., AÚ ČSAV Ondřejov
12. Ivan, P., KH Prešov
13. Jenišťová, T., GÚ ČSAV Praha
14. Karlovský V., KH Hlohovec
15. Kerekešová, K., OH R. Sobota
16. Knoška, Š., SÚAA Hurbanovo
17. Kopecký, M., AÚ ČSAV Ondřejov
18. Kotrč, P., AÚ ČSAV Ondřejov
19. Křivský, L., AÚ ČSAV Ondřejov
20. Korcová, T., PF Nitra
21. Křačka, J., MFF UK Bratislava
22. Litavský, M., ÚVT VŠT a SAV Košice
23. Lorenc, M., SÚAA Hurbanovo
24. Maník, K., AÚ SAV T. Lomnica
25. Marková, E., Hvezdáreň Úpice
26. Maštenová, K., PKO Bratislava
27. Mézes, T., AK Nové Zámky
28. Mäsiar, J., OH Žilina
29. Čech, J., Ostrava
30. Gallová, M., KH B. Bystrica
31. Očenáš, D., KH B. Bystrica
32. Orbán, Š., OH Rožňava
33. Pastorek, L., SÚAA Hurbanovo
34. Piffl, R., Kozmos Bratislava
35. Pintér, T., SÚAA Hurbanovo
36. Poliak, P., AK Nitra
37. Pósa, O., OH R. Sobota
38. Príhodová, M., OH Žiar nad Hronom
39. Rapavá, D., OH R. Sobota
40. Rapavý, P., OH R. Sobota
41. Róžová, A., OH Partizánske
42. Rybanský, M., AÚ SAV T. Lomnica
43. Sýkora, J., AÚ SAV T. Lomnica
44. Stolárik, J., MFF UK Bratislava
45. Šeševičková, Ľ., OH Žiar nad Hronom
46. Šrobár, V., Oravské Veselé
47. Vaculík, V., MFF UK Bratislava
48. Valkóová, Z., SÚAA Hurbanovo
49. Vanyová, V., SÚAA Hurbanovo
50. Vanya, M., SÚAA Hurbanovo
51. Váňa, J., OH Žiar nad Hronom
52. Viktorínová, B., VS SAV Bratislava
53. Wiessová, Ľ., OH Prievidza
54. Zloch, F., AÚ ČSAV Ondřejov
55. Znášik, M., OH Žilina

KOLIK A JAKÉ SKUPINY SLUNEČNÍCH SKVRN NEJSME SCHOPNI POZOROVAT V DŮSLEDKU EXISTENCE FUNKCE VIDITELNOSTI

M. Kopecký, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

ABSTRAKT

Pomocí diagramů podmínek pozorovatelnosti skupin skvrn je ukázáno, jaké procento ze skutečně existujících skupin skvrn a nových skupin skvrn na připravené polokouli Slunce nejsme schopni pozorovat při standartních pozorováních v důsledku existence funkce viditelnosti. Současně je ukázáno, že neexistence rekurentních skupin skvrn s životní dobou 15 až 20 dní v katalogích skupin skvrn je rovněž důsledkem funkce viditelnosti.

ÚVOD

Na předchozím celostátním slunečním semináři jsem hovořil o významu funkce viditelnosti pro statistiku slunečních skvrn a ukázal jsem, jak lze pro modelování různých problémů ze statistiky skvrn s výhodou použít t.zv. diagram podmínek pozorovatelnosti skupin skvrn, zkráceně nazývaný OC-diagram (diagram of observational conditions). Tento diagram bere v úvahu jak funkci viditelnosti a minimální pozorovatelnou plochu skvrn ve středu slunečního disku, tak i tu skutečnost, že při standartních pozorováních pozorujeme skupiny skvrn jedenkrát za 24 hodiny. Tento OC-diagram, respektive jeho vnější obalová křivka, udává závislost úhlové vzdálenosti λ_3 od CM (centrálního meridiánu), v níž skupina skvrn se stává pozorovatelnou, a úhlové vzdálenosti λ_4 od CM, kde je skupina skvrn naposledy pozorovatelná, na úhlové vzdálenosti λ_1 od CM, v níž daná skupina skutečně vznikla. Plocha OC-diagramu, uzavřená touto obalovou křivkou $\lambda_{3,4}$ (λ_1) je úměrná počtu v daný okamžik pozorovaných skupin skvrn na slunečním disku. Připomeňme ještě, že pro každou křivku vývoje plochy skupin skvrn je třeba konstruovat samostatný OC-diagram a výsledky z něj obdržené platí přesně pro tento použitý tvar křivky vývoje plochy skupiny. V dalších podrobnostech o OC-diagramech a jejich použití odkazuji čtenáře na článek ve Sborníku z 9. celostátního slunečního semináře (Kopecký 1988).

V této práci stručně shrneme výsledky, které jsme obdrželi pomocí OC-diagramů, při řešení otázky, jaké procento z počtu skupin skvrn skutečně existujících na připravené polokouli Slunce nejsme schopni pozorovat v důsledku existence funkce viditelnosti, a při řešení otázky, proč nepozorujeme rekurentní skupiny skvrn s životní dobou od 15 do 20 dnů.

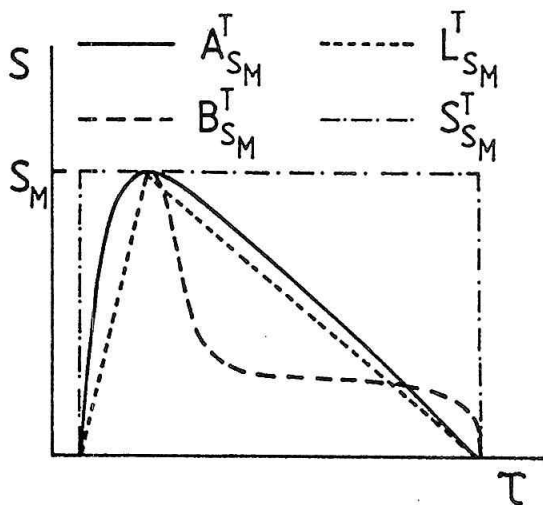
2. POČET NEPOZOROVANÝCH SKUPIN SKVRN EXISTUJÍCÍCH NA PŘIVRÁCENÉ POLOKOULI SLUNCE

Již v úvodu jsme řekli, že plocha OC-diagramu je úměrná počtu pozorovaných skupin skvrn na slunečním disku. Počet skutečně existujících skupin skvrn na přivrácené polokouli Slunce je tedy dán OC-diagramem pro případ, že by neexistovala ani funkce viditelnosti ani minimální pozorovatelná plocha skupin skvrn. Takovýto OC-diagram při neexistenci funkce viditelnosti má tvar kosodélníku (viz Obr. 2), jehož horní a dolní strany mají vždy $\lambda_{3,4} = +90^\circ$ a jeho celková šířka závisí pouze na skutečné životní době skupin a vůbec nezávisí na tvaru křivky vývoje plochy skupiny.

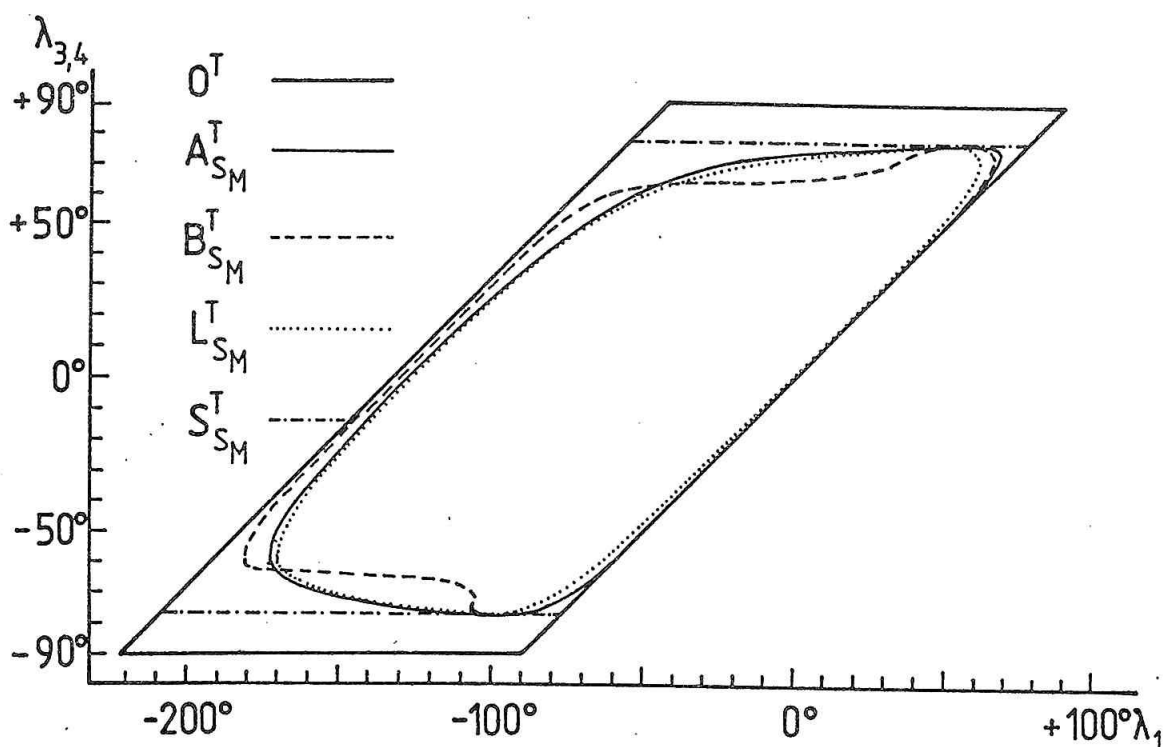
Uvažujme nyní skupinu skvrn s křivkou vývoje plochy $S(T, S_M, \tau)$, kde T je skutečná životní doba skupiny, S_M její maximální plocha a τ její okamžité stáří. Zkonstruuujme pro tuto skupinu OC-diagram a současně zkonstruuujme OC-diagram při neexistenci funkce viditelnosti pro stejnou životní dobu T . Rozdíl ploch těchto dvou OC-diagramů je úměrný počtu skupin skvrn, které nejsme schopni v důsledku existence funkce viditelnosti pozorovat. Položíme-li plochu OC-diagramu při neexistenci funkce viditelnosti rovnu 100%, potom rozdíl ploch dvou uvedených OC-diagramů nám udává, kolik % skupin skvrn ze skutečně na sluneční polokouli existujících skupin skvrn s daným $S(T, S_M, \tau)$ nejsme schopni pozorovat.

Konkrétní výpočty byly provedeny pro tyto podmínky:

- 1) Funkce viditelnosti $\phi(\lambda)$ byla položena rovnou $\sec^2 \lambda$
- 2) Minimální pozorovatelná plocha S_0 skupin ve středu slunečního disku byla položena rovnou 5 miliontinám plochy sluneční polokoule (dále jen miliontinám).
- 3) V tom případě křivka viditelnosti skupin skvrn $S_0 \phi(\lambda) = 5 \sec^2 \lambda$.
- 4) Pro křivku vývoje plochy $S(T, S_M, \tau)$ skupin skvrn jsme zvolili 4 její tvary: křivky typu $A_{S_M}^T$ a $B_{S_M}^T$, které jsou blíže popsány v předchozí práci (Kopecký 1988); lineární aproximaci $S(T, S_M, \tau)$ označenou $L_{S_M}^T$ (plocha vzrůstá lineárně s časem až do dosažení maximální plochy S_M a potom lineárně s časem klesá až do zániku skupiny); konečně tvar označený $S_{S_M}^T$, kdy předpokládáme, že skupina náhle vznikne ihned s maximální plochou S_M , s touto plochou existuje určitou dobu a pak náhle zanikne (tento tvar aproximuje skupiny s velmi malou změnou jejich plochy). Všechny tyto čtyři tvary křivek $S(T, S_M, \tau)$ jsou znázorněny v Obr. 1.



Poznamenejme, že OC-diagram pro tvar $S_{S_M}^T$ křivky vývoje plochy má rovněž tvar kosodélníku jako OC-diagram pro případ neexistence křivky viditelnosti (který si označíme O^T) pouze s tím rozdílem, že horní a dolní strany kosodélníku mají $\lambda_{3,4}$ dané vztahem $S_M = S_0 \phi(\lambda_{3,4})$.



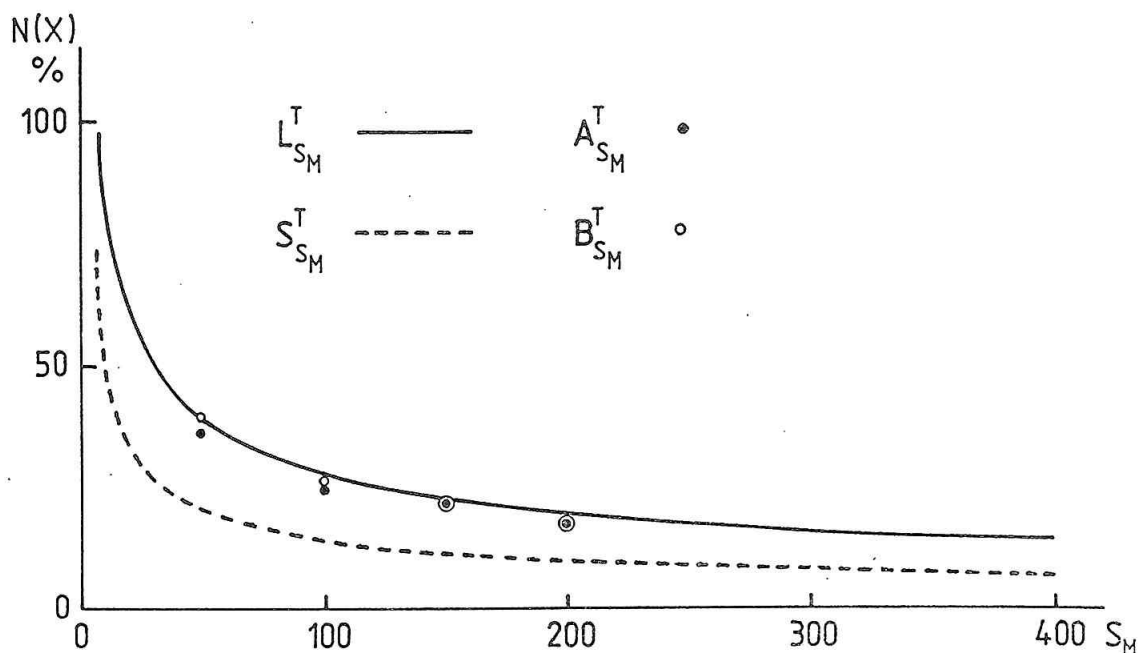
Obr. 2

V Obr. 2 jsou dány OC-diagramy pro všechny 4 výše uvedené tvary křivek vývoje plochy, t.j. pro A_{SM}^T , B_{SM}^T , L_{SM}^T a S_{SM}^T pro $T = 10$ dnům a $S_M = 100$ miliontin a současně OC-diagram O^T pro případ neexistence křivky viditelnosti pro $T=10$ dnům. Z porovnání tvaru OC-diagramů v Obr. 2 pro křivky A_{SM}^T a B_{SM}^T vývoje plochy skupin s tvarem OC-diagramu typu O^T je názorně patrné, že v blízkosti okrajů slunečního disku uniká našim pozorováním relativně značné množství skupin skvrn. Současně je však zřejmé, že i v centrálních částech slunečního disku není vliv křivky viditelnosti zcela zanedbatelný.

Určení, kolik % skupin skvrn nepozorujeme v důsledku funkce viditelnosti jsme provedli pro všechny 4 tvary křivek $S(T, S_M, \tau)$ při $T=0,1 S_M$ (Kopecký a Kopecká 1990), a to pro tvary L_{SM}^T a S_{SM}^T výpočtem a pro A_{SM}^T a B_{SM}^T grafickou metodou, pro $S_M = 50, 100, 150$ a 200 miliontin. Výsledek je dán v Obr. 3., kde $N(X)\%$ označuje, kolik % skupin skvrn ze skutečně existujících skupin na přivrácené polokouli Slunce (s křivkou vývoje plochy tvaru X) nepozorujeme v důsledku existence křivky viditelnosti $S(\lambda) = 5 \text{ sec}^2 \lambda$.

Z Obr. 3 vyplývá, že v důsledku křivky viditelnosti nepozorujeme 30 - 40% menších skupin skvrn s maximální plochou 50 - 100 miliontin, ale i větší skupiny s maximální plochou větší než 200 miliontin nepozorujeme, především na počátku a ke konci jejich vývoje, ve více jak 10% případů.

Počet nepozorovaných skupin skvrn s křivkou vývoje plochy S_{SM}^T je, jak plyne z Obr. 3 podstatně menší než v ostatních případech. To je způsobeno tím, že v tomto případě mají skupiny skvrn během celé doby své existence plochu S_M , zatím co v ostatních případech, s výjimkou okamžiku maxima, je plocha skupin $S < S_M$ a skupiny se tak stávají nepozorovatelnými dříve než je tomu u skupin s křivkou vývoje plochy S_{SM}^T .



Obr. 3

3. POČET NEPOZOROVANÝCH NOVÝCH SKUPIN SKVRN NA PŘIVRÁCENÉ POLOKOULI SLUNCE

Novými skupinami na přivrácené polokouli Slunce rozumíme skupiny, které zde buď skutečně vznikly nebo byly na přivrácenou polokouli Slunce přineseny sluneční rotací. Jinými slovy, každou skupinu skvrn bereme jako jednu jednotku bez ohledu na to, jak dlouho existovala a kolikrát jsme ji tedy pozorovali nebo mohli pozorovat.

Na počet nepozorovaných nových skupin, t.j. skupin, které sice na přivrácené polokouli Slunce skutečně existovaly, ale my jsme je ani jedenkrát nepozorovali, má kromě funkce viditelnosti vliv i ta skutečnost, že při standartních pozorováních provádíme pozorování jedenkrát na 24 hodin. To má za následek, že všechny skupiny skvrn, které skutečně vzniknou mezi dvěma po sobě následujícími pozorováními při západním okraji slunečního disku mezi úhlovými vzdálenostmi od CM $\lambda = 90^\circ - \omega$ a $\lambda = 90^\circ$ (kde $\omega = 13,2^\circ$ je úhlová rychlost rotace Slunce), nikdy nezaregistrujeme, a to bez ohledu na velikost jejich plochy. Tyto skupiny jsou totiž odneseny rotací Slunce na odvrácenou polokouli Slunce dříve, než provedeme nejbližší pozorování následující po jejich vzniku. Jejich počet je dán výrazem $\Delta f \omega$, kde Δf je počet skupin vzniklých v jednotce λ za jednotku času. Procentuálně to reprezentuje 2%-6% ze všech nových skupin skvrn na přivrácené polokouli Slunce (v závislosti na jejich skutečné životní době).

V důsledku existence funkce viditelnosti pak nepozorujeme 10% - 30% nových skupin skvrn na slunečním disku skutečně vzniklých nebo na něj sluneční rotací přinesených. Tyto hodnoty byly obdrženy grafickou metodou pomocí OC-diagramů

pro vývojové křivky plochy skupin tvaru $A_{S_M}^T$ a $B_{S_M}^T$, a to 30% pro $S_M=50$ miliontin a $T=5$ dnům a 10% pro $S_M=200$ miliontin a $T=20$ dnům (Kopecký a Kopecká 1990).

4. NEEXISTENCE REKURENTNÍCH SKUPIN SKVRN S ŽIVOTNÍ DOBOU 15 - 25 DNŮ

V jedné z předchozích prací (Kopecký a Kuklin 1981) jsme ukázali, že ani v Greenwichských ani v Pulkovských katalogích skvrn prakticky neexistuje rekurentní skupiny skvrn s životní dobou $T=15 - 25$ dnů. Jedná se v tomto případě o rekurentní skupiny, které vznikly na západ od CM a zanikly v následující rotaci Slunce na východ od CM. Jasně vysvětlení neexistence těchto rekurentních skupin skvrn v katalogích skvrn se nám tehdy nepodařilo najít, i když za nejpravděpodobnější příčinu jsme vytipovali funkci viditelnosti. Dokázat tuto hypotézu se podařilo až nyní.

Z analýzy rekurentních skupin skvrn pomocí OC-diagramů plyne (Kopecký a Kopecká 1991), že skupina skvrn s danou křivkou vývoje plochy $s(T, S_M, \tau)$ může být pozorována (alespoň v některých případech) jako rekurentní jen tehdy, jestliže celková vodorovná šířka OC-diagramu pro skupinu s touto $S(T, S_M, \tau)$, t.j. šířka OC-diagramu ve směru osy λ_1 , kteroužto šířku si označíme λ_0 , je větší než 360° , jestliže tedy

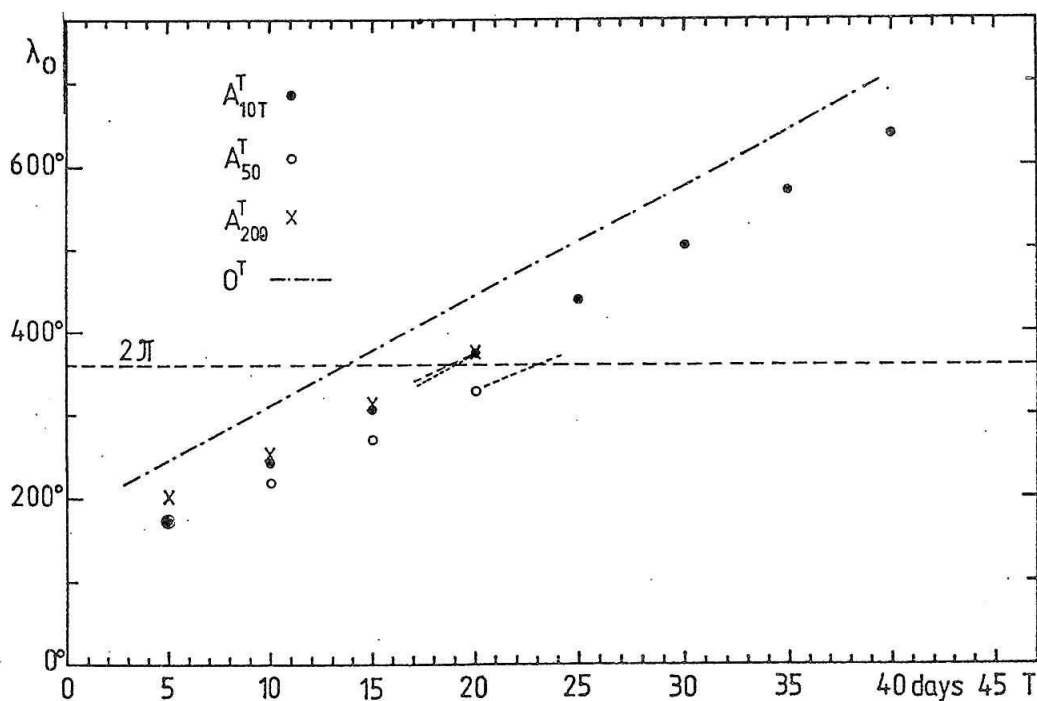
$$\lambda_0 = 2\pi.$$

V předchozích pracech o funkci viditelnosti jsme zkonstruovali řadu OC-diagramů pro křivku $S(T, S_M, \tau)$ vývoje plochy tvaru $A_{S_M}^T$, u nichž jsme nyní mohli stanovit jejich šířku λ_0 . Ty jsme pak použili v Obr. 4. Zde na ose x je dána skutečná doba T skupin skvrn, na ose y šířka λ_0 OC-diagramů. Čárkovanou vodorovnou přímkou je zde dána kritická hodnota $\lambda_0 = 2\pi$. Dále jsou v tomto grafu dány závislosti λ_0 na T pro tyto sekvence křivek vývoje plochy tvaru $A_{S_M}^T$: plnými kroužky je dána závislost λ_0 na T pro sekvenci A_{10T}^T , prázdnými kroužky pro sekvenci A_{50}^T a křížky pro sekvenci A_{200}^T . Současně pro srovnání je čerchovanou přímkou dána závislost $\lambda_0 = \pi + \omega T$ platná pro OC-diagramy v případě neexistence funkce viditelnosti.

Z Obr. 4 vidíme, že závislost λ_0 na T pro sekvence A_{10T}^T a A_{200}^T protínají přímkou $\lambda_0 = 2\pi$ přibližně u $T=19$ dnům. To teda znamená, že skupiny skvrn s vývojem plochy typu A_{10T}^T a A_{200}^T mohou být pozorovány jako rekurentní, jestliže jejich životní doba $T > 19$ dnů a nemohou být pozorovány jako rekurentní, jestliže jejich $T < 19$ dnům. Z Obr. 4 dále plyne, že skupiny skvrn s vývojem plochy typu A_{50}^T , t.j. skupiny s maximální plochou 50 miliontin, musí mít dokonce skutečnou dobu $T > 23$ dnů, aby mohly být pozorovány jako rekurentní.

Z toho tedy vyplývá, že skupiny skvrn se skutečnou životní dobou $T < 20$ dnů nemůžeme vůbec pozorovat jako rekurentní. Skupiny skvrn se skutečnou životní dobou $T=20-25$ dnů můžeme pozorovat jen v relativně malém počtu případů, a to ještě bezprostředně po jejich vzniku na úhlových vzdálenostech asi $60^\circ - 80^\circ$ od CM na západní polovině disku a v následující otočce bezprostředně před jejich zánikem ve vzdálenosti $40^\circ - 70^\circ$ na východní polovině slunečního disku. Je velmi nepravděpodobné, že pozorovatel nebo zpracovatel fotografických snímků sluneční fotosféry bude malou skupinu skvrn v trvání 1-2 dnů při západním okraji sluneční-

ho disku ztotožňovat s rovněž malou skupinou s trváním 1-3 dnů, která se po 16-17 dnech objeví při výchovním okraji a že bude uvažovat o možnosti, že tyto dvě drobné zdánlivě krátkožijící skupiny jsou totožné, že jsou ve skutečnosti jednou rekurentní skupinou.



Obr. 4

Dospívám tak tedy k závěru, že skupiny skvrn se skutečnou životní dobou 15 až 25 dnů buď jako rekurentní vůbec nemůžeme pozorovat v důsledku existence viditelnosti nebo jen ve velmi vyjíměčných případech, kdy jejich identifikace jako rekurentních skupin si vyžaduje velmi pečlivé zpracování pozorovacího materiálu.

Tím je současně potvrzena správnost hypotézy vyslovené v naší dřívější práci (Kopecký a Kuklin 1981), že neexistence rekurentních skupin s životní dobou 15 až 25 dnů je zdánlivá a je způsobena vlivem funkce viditelnosti.

LITERATURA

- Kopecký, M.: 1988, Zborník referátov z 9. celoštátneho slnečného seminára (Považská Bystrica), SÚAA Hurbanovo, v tisku
- Kopecký, M.; Kopecká, F.: 1990, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 41, v tisku
- Kopecký, M.; Kopecká, F.: 1991, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 42, v tisku
- Kopecký, M.; Kuklin, G.V.: 1981, Physica Solariterrestris. 16, 83.

EXTRÉMNI SLUNEČNÍ AKTIVITA V ROCE 1989

L. Křivský, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

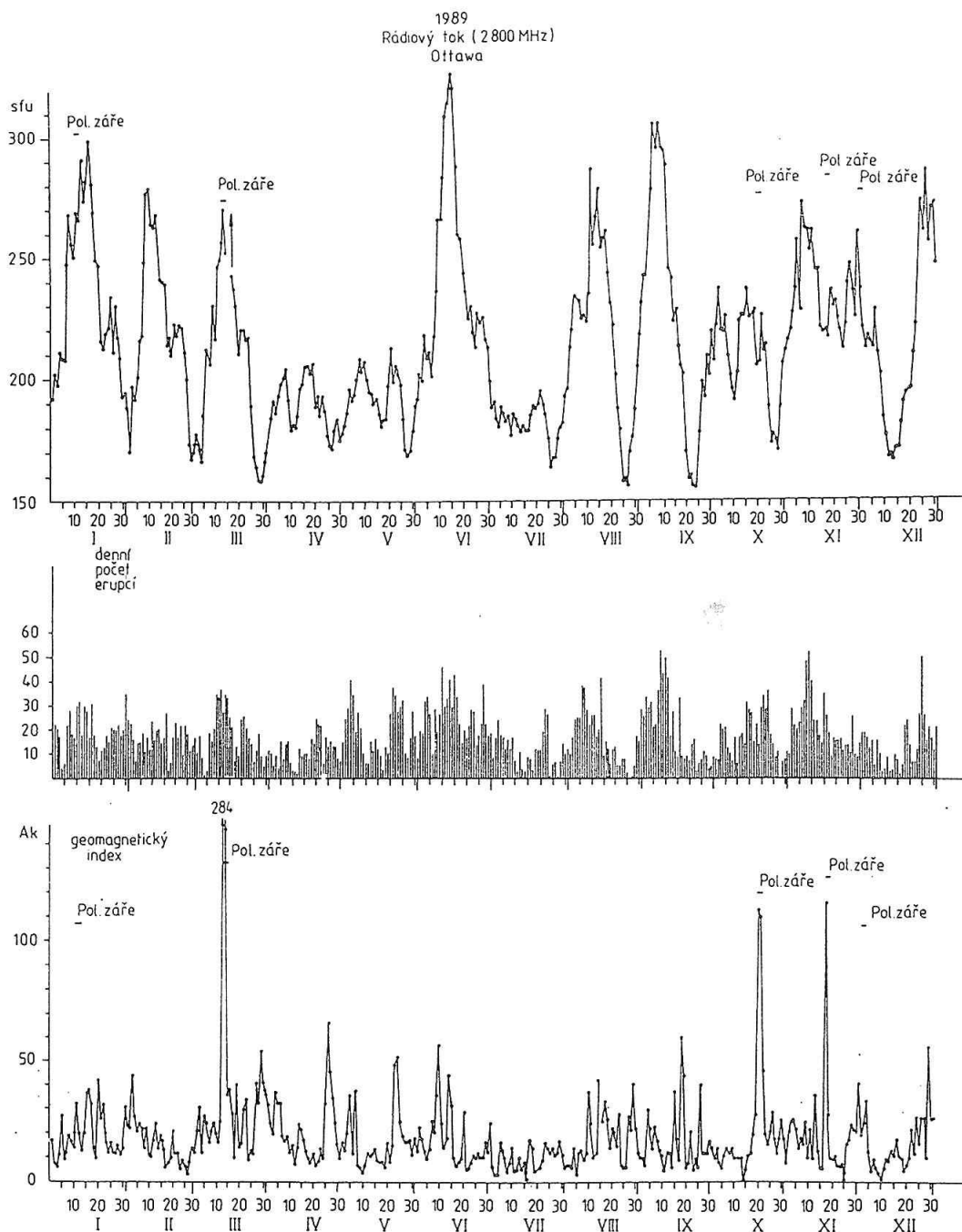
Je velmi pravděpodobné, že maximální relativní číslo skvrn v probíhajícímu cyklu č. 22 bylo v minulém roce 1989, a to roční průměrná hodnota 157,6 a nejvyšší měsíční průměr byl v červnu 196,2. Spíše se očekávalo o něco nižší cyklus, i když předpovědi na tuto výši též existovaly (např. V. Letfus).

V roce 1989 bylo pozorováno nad Československem, tedy v mírných šířkách, 5 polárních září, což dokumentuje vysokou úroveň sluneční aktivity a geoaktivity. Na grafu OBR. 1 jsou označeny výskyty těchto polárních září a při porovnání s chodem radiové emise 10,7 cm, erupční činnosti (denní sumy erupcí) a s geomagnetickým indexem Ak lze vyvodit tyto poznatky: Polární záře se nemusí vždy vyskytovat v době při vrcholu quasiperiodického kolísání 10,7 cm a tedy i skvrnové úrovně, polární záře nemusí vždy souhlasit s vrcholem indexu Ak, a nemusí být v době vrcholů s velkým výskytem erupcí. Potvrzuje to známé poznatky, že polární záře ve středních a nižších šířkách vyvolávají předcházející diskretní jevy erupční povahy na Slunci generující magnetoplasmové oblaky, které při střetnutí s magnetosférou Země (a podle jejího stavu) vyvolávají takové její narušení respektive procesy, ženucí částice z chvostu magnetosféry proti pólům. Samotný jev na Slunci nedostačuje, záleží na směru pohybu oblaku od erupce v meziplanetárním prostoru, zda-li zasáhne Zemi. Záleží již na směrovosti výronu od erupce, na usměrňujících podmínkách v prostoru a na stavu samotné magnetosféry, která je více či méně odolná k jejímu anomálnímu deformování. Je zde tedy řada faktorů a podmínek, které v komplexu pak rozhodují o tom, zda-li částice jsou vrhány kolem pólů hluboko do vysoké atmosféry, kde při srážkách s atmosferickými elementy dochází k emisi, k polární záři.

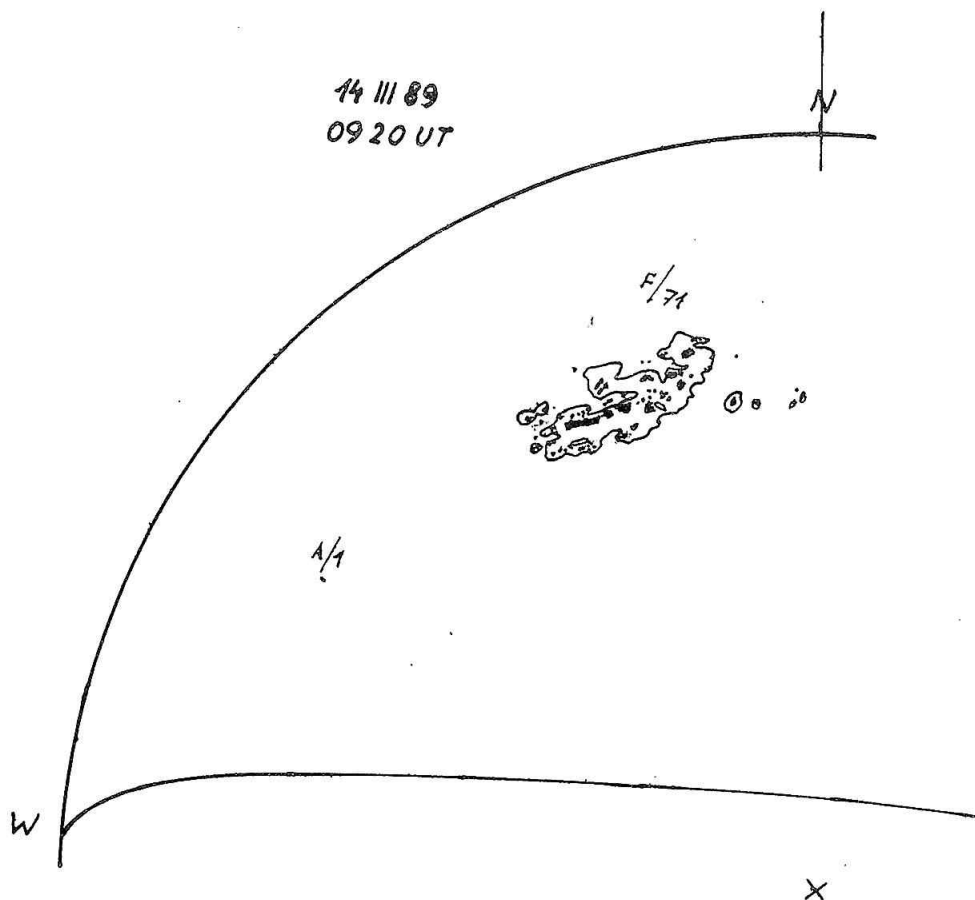
Sama polární záře je jeden z nejkrásnějších přírodních jevů. Ty velké jsou doprovázeny velkými geomagnetickými bouřemi, které v důsledku indukovaných proudů ve vodičích na zemském povrchu způsobují havárie rozvodných a napájecích systémů. Je to zvláště výrazné u velmi dlouhých vodičů, jako jsou telefonní kabely na dnech moří a oceánů, vysokonapěťová vedení, ropovody a plynovody.

Zastavme se krátkým popisem u případné aktivity před 13. III. 1989, kdy byly polární záře pozorovány dokonce v malých zeměpisných šířkách (Kuba, Florida). Na Slunci došlo k vývoji rozsáhlé skupiny skvrn bohaté na velké erupce. Skupina byla nejrozsáhlejší v tomto cyklu (OBR. 2). K mohutným výronům rychlých částic i magnetoplasmových oblaků došlo 10. a 11. III. Srážku těchto oblaků se Zemí dokumentuje obzvláště velká porucha zemského magnetického pole se začátkem 13. III. 01 28 UT. Již při formulování týdenní předpovědi byl takovýto vývoj

i jev očekáván, včetně polární záře. Naše předpověď vydaná 9. III. 1989 zněla: Předpověď sluneční aktivity 10 - 16 března 1989: Skutečná aktivita je vysoká, číslo skvrn bude v rozmezí 170 - 200. Očekává se velké množství erupcí, některé větší budou spojeny s výrony rychlých částic. Je pravděpodobný výskyt polárních září. Poslední byla u nás pozorována 11. ledna letošního roku.



OBR. 1 Kolísání slunečního radiového toku 10,7 cm - Ottawa (je zhruba v úzké korelaci s číslem R), kolísání denního počtu erupcí, kolísání geomagnetického indexu Ak. Výskyt pěti polárních září nad Československem je vyznačen.

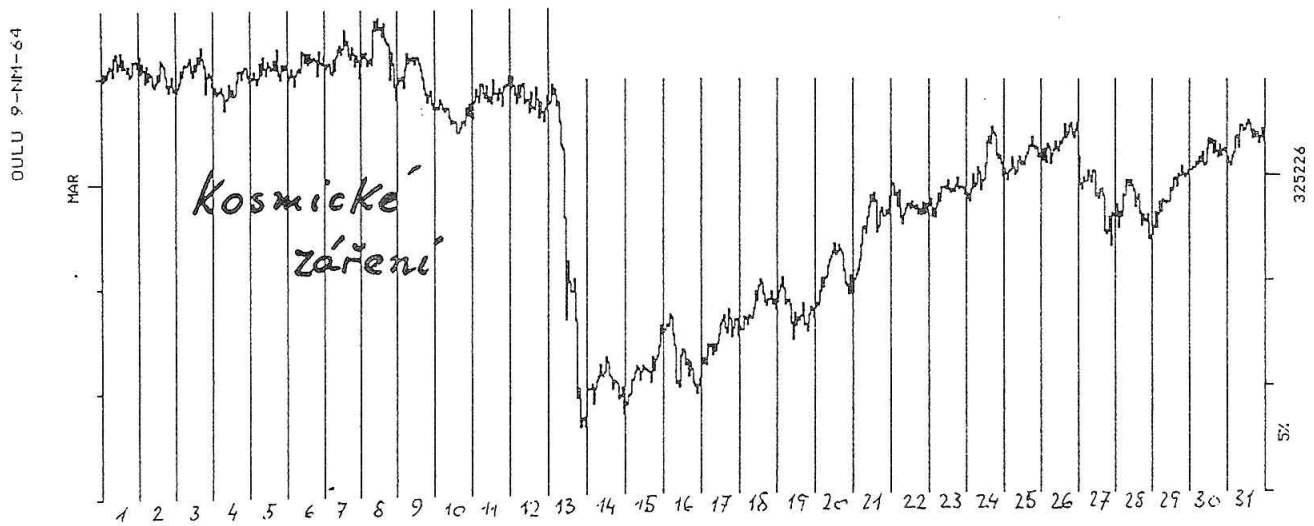


OBR. 2 Rozsáhlá skupina skvrn 14. III. 1989 podle kresby z Hvězdárny Sezimovo Ústí (Feik) v které byly v předcházejících dnech erupce s výronem magnetoplasmových oblaků.

K této předpovědi nás vedla rozsáhlost a členitost skupiny skvrn, což implikuje velké nahromadění magnetické energie a překrývání protikladných magnetických polí. Jsou to podmínky pro vznik magnetoplasmových nestabilit, t.j. erupcí velkých rozměrů. Dalším "obrazovým" znakem podmíněným fyzikálně byl rozvoj skupiny do heliografické šířky a odchýlení její osy od rovnoběžkového směru (stáčení skupiny). Pravděpodobnost výskytu velkých erupcí byla zvyšována existencí blízké satelitní skupiny skvrn. Skupina, jak je patrné na OBR. 2 neobsahovala velkou skvrnu, jak tomu často bývá.

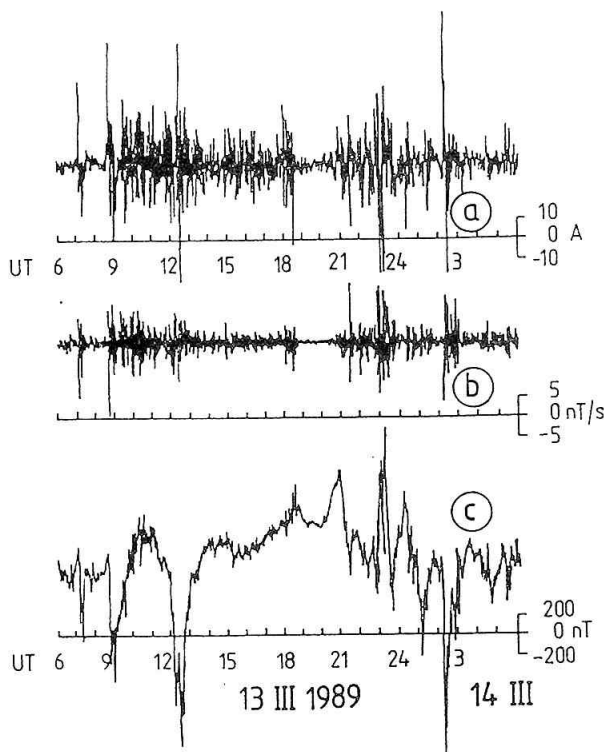
Magnetoplasmový oblak - plasmoid putující meziplanetárním prostorem od zdrojových erupcí způsoboval též mohutné odstínění kosmického záření z vesmíru, t.j. Forbushův pokles se začátkem po 9 hod UT 13. III. a trvajícím na velmi nízké úrovni do konce měsíce (OBR. 3). Před tímto byl již menší efekt poklesu od 9. III. Vlastní emise kosmického záření od erupcí nebyla na pozemských stanicích zaznamenána, protonové toky podle měření na satelitech byly značné (3000 s energiemi většími než 10 MeV 13. III. 07 45 UT).

Na OBR. 4 jsou záznamy indukovaných proudů, proměnnosti geomagnetického pole a záznam geomagnetické bouře z Kanady z 13. a 14. III. 1989. Je patrné, že indukované proudy jsou v úzkém příčinném vztahu ke kolísavosti magnetického po-



OBR. 3 Kopie záznamu hladiny kosmického záření z finské stanice Oulu. Hlavní pokles (Forbushův efekt) činil 13. III. 1989 kolem 15%. Menší poklesové efekty byly po 9. a po 26. III. 1989.

pole. Tehdy byly indukovány na vysokonapěťovém systému Hydro Quebec, od James Bay (v sev. Quebecu) do jižního Quebecu, mimořádně velké proudy. Mělo to za následek v koncové síti kolísání proudu, snížení napětí a velké proudové výkyvy (80 - 150 ampér), což vedlo k haváriím různých zařízení na řadě míst systému a k výpadu. Přímé či nepřímé škody v důsledku tohoto výpadku postihujícího 6 milionů obyvatel byly velké.



OBR. 4 a - záznam geomagneticky indukovaných proudů při transformační stanici Wawa (Kanada),
 b - záznam hodnoty proměnlivosti severní složky geomagnetického pole z 10 sec intervalů (Ottawa):
 c - záznam severní složky geomagnetického pole charakterisující průběh bouře (Ottawa)

Narušen byl i provoz i na novém podmořském telekomunikačním kabelu složeného z optických vláken vzhledem k tomu, že byly velké výkyvy napětí na napájecím zařízení (300 - 700 V). Uvedené důsledky popisuje práce kanadského kolektivu, z které byly převzaty i grafy (Hruska a kol. 1989).

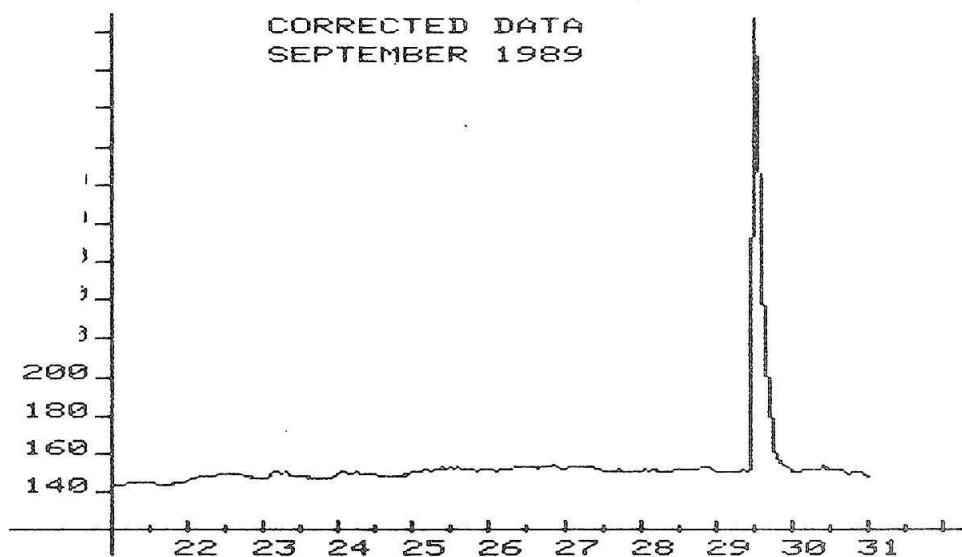
Obdobné efekty byly zaznamenány na ropovodech a plynovodech, což vede ke zvětšení elektrolytické koroze a narušování svárů.

Analogické jevy na dálkových sítích byly zaznamenány i v severní Evropě, ve Švédsku a Finsku.

Stručně poukážeme ještě na extrémní jev sluneční aktivity spojený s dosud největším registrovaným výronem kosmického záření zaznamenaného na zemi a to 29. IX. 1989. Tehdy zapadla 28. IX. velká skupina skvrn (posice S 25⁰).

Kolem 11 30 UT 29. IX. byla pozorována i u nás na Ondřejově mezi oblaky erupce, vlastně jen její vrcholy erupčních arkád (obloučků), základna byla skryta za okrajem. Vzplanutí X-emise bylo mimořádně mdhutné, erupce trvala kolem 4 hodiny. Protony byly na satelitech zaznamenány od 12 05 UT, maximální tok dosáhl maxima 30. IX. 02 10 UT a to 4800 částic, energie částic převyšovaly 100 MeV.

Plasmoid erupce, který byl pravděpodobně generován (svědčí o tom zaregistrované radiové emise) se nestřetl se Zemí, pohyboval se daleko od ní, nezpůsobil ani geomagnetickou bouři, ani poruchu magnetického pole v prostoru kolem Země. Zato některé stanice zaznamenávající kosmické záření na zemském povrchu zaregistrovaly značné vzplanutí (t.zv. increase). Grónská stanice Thule zaznamenala vzrůst přes 300%, stanice na Lomnickém Štíte zaznamenala dosud nejmohutnější vzrůst vůbec (viz OBR. 5, K. Kudela 1990).



OBR. 5 Záznam kosmického záření na monitorech z lomnického Štítu s neobvyklým vzrůstem 29. III. 1989 od erupce na W-okrajem slunečního disku (Kudela 1990).

Celý tento systém jevů je po mnohých stránkách velmi pozoruhodný. Dokazuje opět, že za a) X-emise pochází též z vrchních částí erupčních arkád, za b) intenzivní zdroj kosmického záření může pocházet z erupce se základnou na odvrácené straně slunečního kotouče, za c) i když jde o tak intenzivní zdroj v uvedených fotonových i částicových emisích, nemusí dojít v prostoru Země ke geomagnetické bouři a ani k poklesu hladiny záření v následných desítkách hodin po erupci.

Rozboru komplexu jevů na Slunci, v prostoru a na Zemi, který završil svůj projev mohutnou polární září nad našim územím 17. - 18. IX. 1989 je věnovaná práce, která bude publikována ve Sborníku semináře 1989 Hvězdárny v Úpici (Křivský 1990). Serie barevných snímků této polární záře jsou pravděpodobně první tohoto druhu získané v Československu (Ambróz a Lenža 1989, Kamenistý a Vnuček 1990).

LITERATURA

- Ambróz R., Lenža L.: 1989, Serie barevných snímků polární záře z Beskyd.
- Hruska J., Coles R., Hing-Lan Lam, van Beek G. J.: 1989, The major magnetic storm of 13-14 March, 1989: Its character in Canada and some effects. Geophys. Div. - Geological Survey of Canada, Ottawa, GSC Contr. 32389.
- Kamenistý J., Vnuček.: 1990, Polárne súvislosti. Kozmos 21, 73
- Křivský L.: 1990 Aktivita kolem 17. XI. 1989 a polární záře, Sbor. sem. Úpice 18. - 20. IV. 1990.
- Kudela K.: 1990, předběžné sdělení.

FLOKULOVÉ Ca II-K MAKROŠTRUKTÚRY NA SLNKU (1969–1998)

A. Antalová, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica
N. N. Stepanyan, Krymské Astrofyzikálne observatórium

ABSTRAKT

V práci sú analyzované kvantitatívne charakteristiky výskytu flokulových Ca II-K makroštruktúr (klasterov) na Slnku. Spracované je obdobie 150 Carringtonových rotácií (roky 1969 - 1980). Z distribučných funkcií boli zistené dva odlišné typy Ca II-K klasterov:

- a) klastery polárnych flokúl
- b) klastery z flokulových polí aktívnych oblastí.

Tieto dve populácie Ca II-K klasterov majú rozdielne rozmery (OBR. 1), rozdielne hodnoty priemernej hustoty toku (OBR. 2) a rozdielny časový profil výskytu v priebehu 11-ročného cyklu aktivity Slnka. Klastery pozorované počas minima slnečného cyklu majú nižšiu hodnotu hustoty Ca II-K toku v porovnaní s klastermi, pozorovanými počas maxima cyklu. Tento výsledok platí pre klastery všetkých rozmerov (OBR. 3).

ÚVOD

Termín Ca II-K klaster, označuje makroštruktúru, zloženú z individuálnych Ca II-K flokulových polí, za podmienky, že vzájomná vzdialenosť centier susedných polí nie je väčšia ako 15° . V medzinárodnej literatúre je pre flokulové pole ustálený termín plage.

Denné údaje o Ca II-K poliach boli prevzaté zo Solar Geophysical Data tzn. údaje boli získané spracovaním spektroheliogramov spektrálnej čiary K ióna Ca^+ .

V tejto práci sú spracované všetky flokulové polia, ktoré boli pozorované na Slnku v čase od januára 1969 do mája 1980. Analyzované obdobie reprezentuje 150 Carringtonových rotácií. Z denných údajov boli zostavené synoptické mapy pre každú rotáciu Slnka.

Synoptická mapa pozostáva z 36 stĺpcov (od $L=0^{\circ}$ do $L=360^{\circ}$) a 14 riadkov (od $B=-70^{\circ}$ do $B=+70^{\circ}$). Desaťstupňové zóny v heliografickej dĺžke a šírke vytvárajú základné delenie synoptickej mapy. Pre každý element mapy ($10^{\circ} \times 10^{\circ}$) je vypočítaná hodnota žiarivého toku M v spektrálnej čiare K Ca II. Veličina M je suma denných žiarivých tokov $M_i = I \times A_i$, kde A_i je plocha Ca II-K flokule a I je intenzita flokule v daný deň. Intenzitná stupnica má škálu od stupňa 1 (slabá Ca II-K intenzita) po stupeň 5 (veľmi silná Ca II-K intenzita).

2. VYTVÁRANIE Ca II-K KLASTEROV

Základným pozorovacím údajom pre výpočet väčších flokulových štruktúr, t.j. klasterov sú zaplnené (neprázdne) elementy synoptických máp s hodnotou M. Ako bolo vyššie uvedené, vzájomná vzdialenosť susedných neprázdnych elementov klastera musí byť menšia ako 15^0 . Cez tieto vzájomne blízke zaplnené elementy synoptickéj mapy boli preložené elipsy rôznych rozmerov a orientácií.

V tomto článku analyzujeme iba vybrané charakteristiky klasterov. Sú to:

- heliografické súradnice klastera L, B; t.j. súradnice ťažiska zaplnených elementov synoptickéj mapy,
- rozmery pozorovaných klasterov, t.j. veličina $S=(a.b)^{1/2}$, rovná polomeru kružnice, ktorej plocha je rovná ploche klasterovej elipsy s polosami a, b,
- hustota Ca II-K toku m, v klasteri, t.j. tok prislúchajúci jednotkovej ploche klastera $m=\sum M_i/S^2$.

3. ZMENA KLASTEROVÝCH CHARAKTERISTÍK V PRIEBEHU SLNEČNÉHO CYKLA

Študovaný interval (január 1969 - máj 1980) spadá zčásti do maxima 20. a zčásti do maxima 21. cykla. Analyzovali sme priemerné charakteristiky klasterov pre 10 za sebou idúcich rotácií.

3.1 Rozmery klasterov S

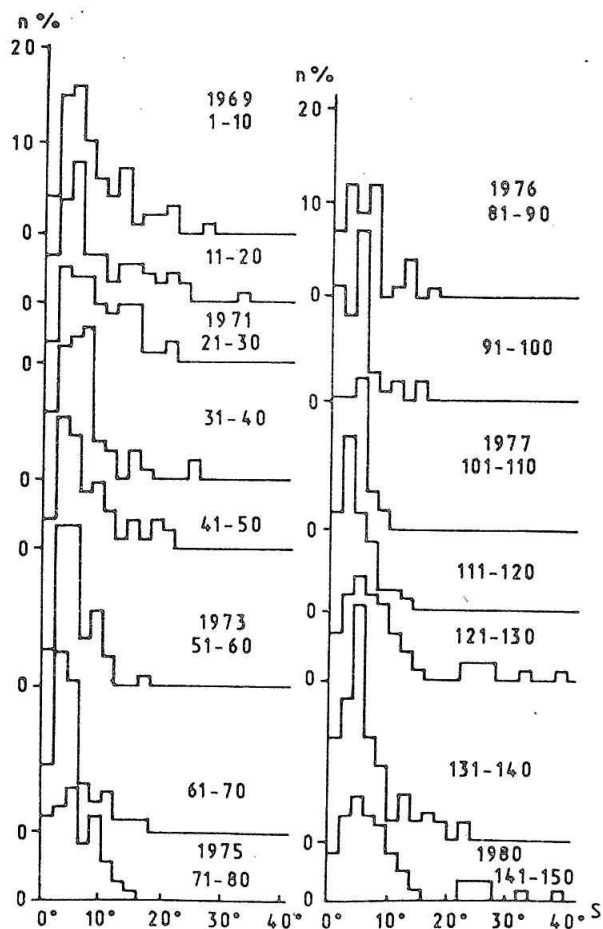
Distribučné funkcie rozmerov klasterov, konkrétne polomeru S (viď odstavec 2) ako funkcie času sú uvedené na OBR. 1. Pre 15 podintervalov (každý podinterval pre 10 rotácií Slnka) sú uvedené stredné polomery S klasterov. Rozsiahle klastery s polormi od $S=30^0$ až $S=40^0$ sú pozorované na vzostupnej vetve 21. cykla (rotácie 121-130) a v čase maxím (rotácie 1 - 20 a 141 - 150). Nepretržitá existencia polárnych flokúl s malým polomerom S (do 10^0) je zistená pre celý študovaný interval.

3.2 Hustota Ca II-K toku klasterov

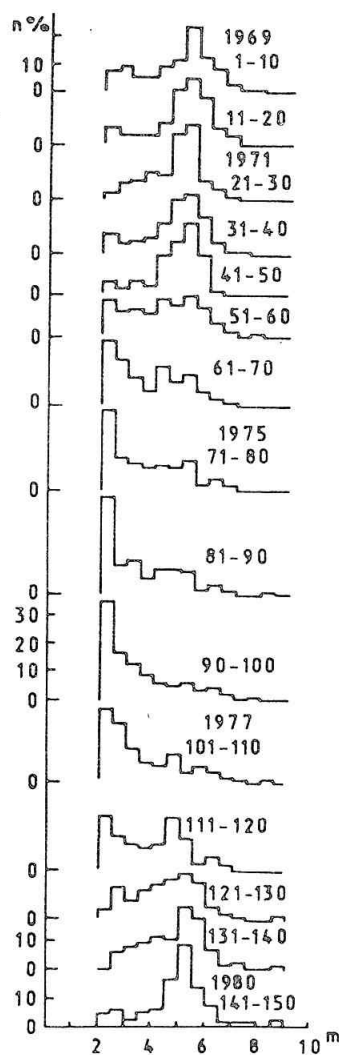
Zmena hustoty Ca II-K toku klasterov v priebehu 20. a 21. cykla je ilustrovaná na OBR. 2. Počas minima 20. cykla (rotácie 81-110) sa vyskytovali klastery iba s nízkou hustotou toku ($m=10^2-10^4$). Naopak v období maxím 20. a 21. cykla hodnota hustoty toku m bola približne o tri rády vyššia.

Cyklické zmeny v existencii klasterov s rôznou priemernou hustotou toku m (nízkou v čase minima a vysokou v čase maxima slnečného cykla) vyvoláva otázku, či táto zmena nie je dôsledkom zmeny priemerných rozmerov klasterov (viď OBR. 1). Z tohto dôvodu na OBR. 3 je uvedená zmena hustoty Ca II-K toku m ako funkcia obidvoch premenných, t.j. polomeru S' klastera (definícia S je uvedená v odstavci 2; $S'=\frac{S}{10}$) a času (vybrané sú štyri desať-rotačné podintervaly).

Z priebehu m ako funkcie S' a t (OBR. 3) je zrejmé, že pozorované flokulové klastery je možné rozdeliť na dva rôzne typy:



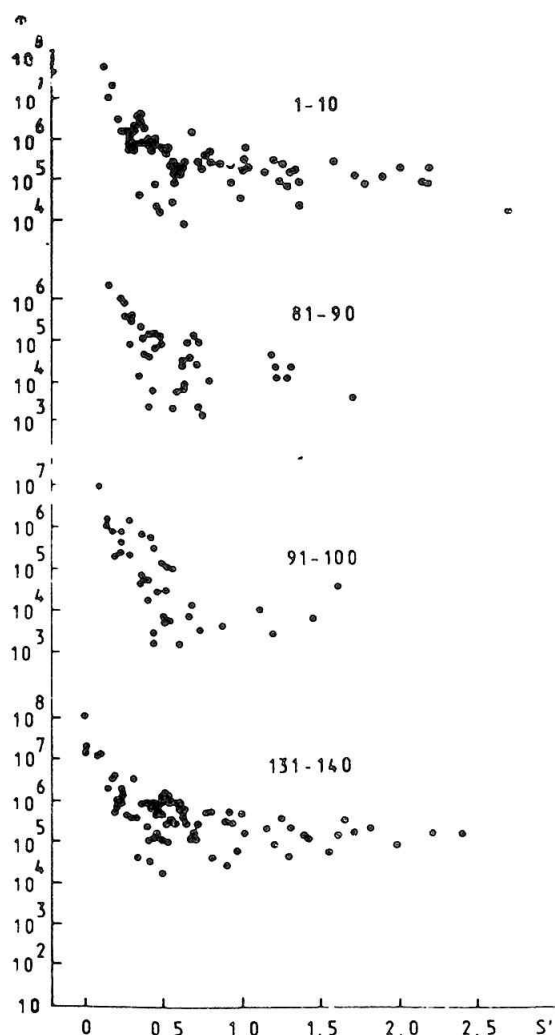
OBR. 1 Distribučné funkcie polomerov S Ca II-K klasterov pre 15 časových podintervalov. Každá distribučná funkcia bola vypočítaná z 10-tich za sebou nasledujúcich rotácií Slnka. V období slnečného minima (rok 1976) sa vyskytovali malé klasterov o polomeroch $S=6 - 8$ heliografických stupňov (polárne fakule).



OBR. 2 Časová zmena hustoty Ca II-K toku v klasteroch. Počas minima 20. cykla (rotácie 81 - 110), klasterov s veľkou hodnotou hustoty toku - m sa nevyskytujú. V rokoch maxima 20. cykla (rotácie 1 - 50) a 21. cykla (rotácie 121 - 150) distribučné funkcie majú maximum posunuté k hodnotám hustoty toku $m=5$.

- a) existujú klasterov malých rozmerov (S do 0,5) a pritom s veľkou amplitúdou hustoty toku m ,
- b) existujú klasterov všetkých rozmerov S , ktorých hustota toku m pre danú fázu 11-ročného cykla je konštanta. Tieto klasterov vytvárajú horizontálnu vetvu na OBR. 3.

Najvýznamnejším výsledkom plynúcim z tejto dvojrozmernej analýzy je skutočnosť, že hodnota hustoty toku klasterov m je funkciou fázy 11-ročného cykla a nie rozmerov klasterov.



OBR. 3 Dvojrozmerná klasifikácia hustoty toku klasterov m ako funkcia polomeru klastera S' a fázy 11-ročného cykla. Stupnica polomeru klastera S' má 10^0 krok, t.j. napr. $2.5=25^0$. Distribučné funkcie pre hustotu toku Ca II-K klasterov majú vertikálnu a horizontálnu vetvu (dva rôzne typy klasterov). Hodnota m , príslušajúca príslušnej horizontálnej vetve, osciluje v priebehu 11-ročného cykla: $m=10^3$ pre rotácie 81 - 100 (minimum 20. cykla) a $m=10^6$ pre rotácie 1 - 10 a 131 - 140 (obdobie maxím 20. a 21. cykla). Znamená to, že klaster podobných rozmerov je v Ca II-K menej jasný počas minima 11-ročného cykla, v porovnaní s obdobím maxima 11-ročného cykla.

Z OBR. 3 plynie, že priemerná hodnota hustoty toku klasterov m , odpovedajúca horizontálnej vetve má rôzne hodnoty pre rôzne časové intervaly. V čase minima (rotácie 81 - 100) m klesá na $10^3 - 10^4$, naopak v čase maxím má hodnoty $10^5 - 10^6$.

Z toho plynie, že pokles hustoty toku klasterov m v čase okolo minima 11-ročného cykla je reálny a platí pre klastery všetkých dimenzií.

Poďakovanie: Ďakujem P. Bendíkovi za prípravu ilustrácií.

LOKÁLNE OSCILÁCIE V SLNEČNEJ FOTOSFÉRE

I. Dorotovič, SÚAA Hurbanovo

B. Lukáč, SÚAA Hurbanovo

ABSTRAKT

Oscilácie, ktoré možno pozorovať v slnečnej atmosfére, sú rezonančné akustické alebo gravitačné módy jeho vnútra. Ich skúmanie umožňuje zdokonaľovať naše predstavy o vnútornej stavbe Slnka i hviezd. Určilo sa rýchlostné pole vybranej oblasti v strede slnečného disku za účelom preukázania 5 minútových oscilácií a zistila sa priemerná perióda 299 ± 11 s.

ÚVOD

Vzhľadom na to, že Slnko sa nachádza relatívne blízko, máme možnosť študovať vlastnosti a štruktúru jeho atmosféry a množstvo javov, ktoré v nej vznikajú. Bol objavený celý rad kvaziperiodických procesov, medzi inými aj oscilácie v slnečnej fotosfére, prvýkrát pozorované Leightonom et al. (1962). Zistilo sa, že vo fotosfére a dolnej chromosfére existujú oblasti, ktoré vo vertikálnom smere oscilujú s periódou okolo 5 min. Howard (1962) detekoval aj oscilácie magnetického poľa s podobnou periódou a amplitúdou 1 - 2 Gs. Korelácia oscilácií magnetického poľa a radiálnych rýchlostí súvisí so "zmrazením" magnetických indukčných čiar v slnečnej plazme. Pozorovali sa periodické zmeny jasnosti oscilujúcej oblasti (Noyes, Leighton, 1963; Severnyj, 1971), ktoré predstavujú 1% periodické zmeny v priemernej úrovni jasnosti. Maximum intenzity žiarenia je posunuté vo fáze o $\pi/2$ voči maximu radiálnych rýchlostí.

Zistila sa aj závislosť periódy a amplitúdy oscilácií od výšky nad dolnou hranicou fotosféry (τ_{500}^{-1}). Prvý túto závislosť študoval Noyes (1963). Daubner (1971) skúmal časové a priestorové vlastnosti oscilácií a zistil, že rýchlosť v dolnej fotosfére je okolo 150 ms^{-1} a vzrastá na 600 ms^{-1} vo vrstvách dolnej chromosféry a periódy sa skracujú so vzrastajúcou výškou. Pôvodne sa predpokladalo, že rozmery oscilačných oblastí sú 30 - 40 tisíc km, neskôr sa ukázalo, že tieto rozmery sú podstatne menšie 5 - 10 tisíc km (Laynch, Chapman, 1975). Amplitúdy rýchlosti dosahujú 100 - 600 ms^{-1} , pričom priemerná rýchlosť je 400 ms^{-1} . Interval periódy je od 150 do 400 sekúnd, no najvýznamnejšie sa prejavujú oscilácie s periódou 300 s. Tomuto intervalu periódy zodpovedá interval frekvencií 2,5 až 6,7 Hz.

Evans a Richard (1962) oscilácie vysvetľujú granulačnou teóriou, predpokladali, že oscilačné pohyby sú excitované lokálne jasnými granulami. Skutočne boli pozorované vysokofrekvenčné vlnové vzruchy (s periódou ~ 200 s) vyvolané jasnými granulami, avšak vo väčšine prípadov neexistuje korelácia medzi časom vzniku granuly a začiatkom oscilácie. Pravdepodobnejšie vysvetlenie vzniku oscilácie spočíva v tom, že sa zvukové alebo alfvenové vlny zachytávajú v určitej rezonančnej vrstve pod úrovňou teplotného minima, vo vnútri ktorej sa môžu šíriť, avšak zhora i zdola sú ohraničené vrstvami, v ktorých sa vlny nemôžu šíriť. Dochádza potom k odrazu vln a ku vzniku stojatých vln.

V tejto práci sa vyšetrujú lokálne časové a priestorové oscilácie v strede slnečného disku merané na slnečnom horizontálnom spektrografe v Hurbanove.

2. POZOROVACÍ MATERIÁL

Lokálne oscilácie v slnečnej fotosfére sa zisťovali fotografickou metódou pomocou horizontálneho slnečného spektrografu v Hurbanove. Fotografovalo sa slnečné spektrum v strede slnečného disku dňa 29. 10. 1986 od $11^{\text{h}}42^{\text{m}}$ do $12^{\text{h}}57^{\text{m}}$ UT v časových intervaloch 20s. Bolo vybrané okolie spektrálnej čiary neutrálneho železa FeI (λ 628,06 nm). Použil sa fotografický film Kodak TriX Pan 27 DIN s expozičnou dobou 1,5 s.

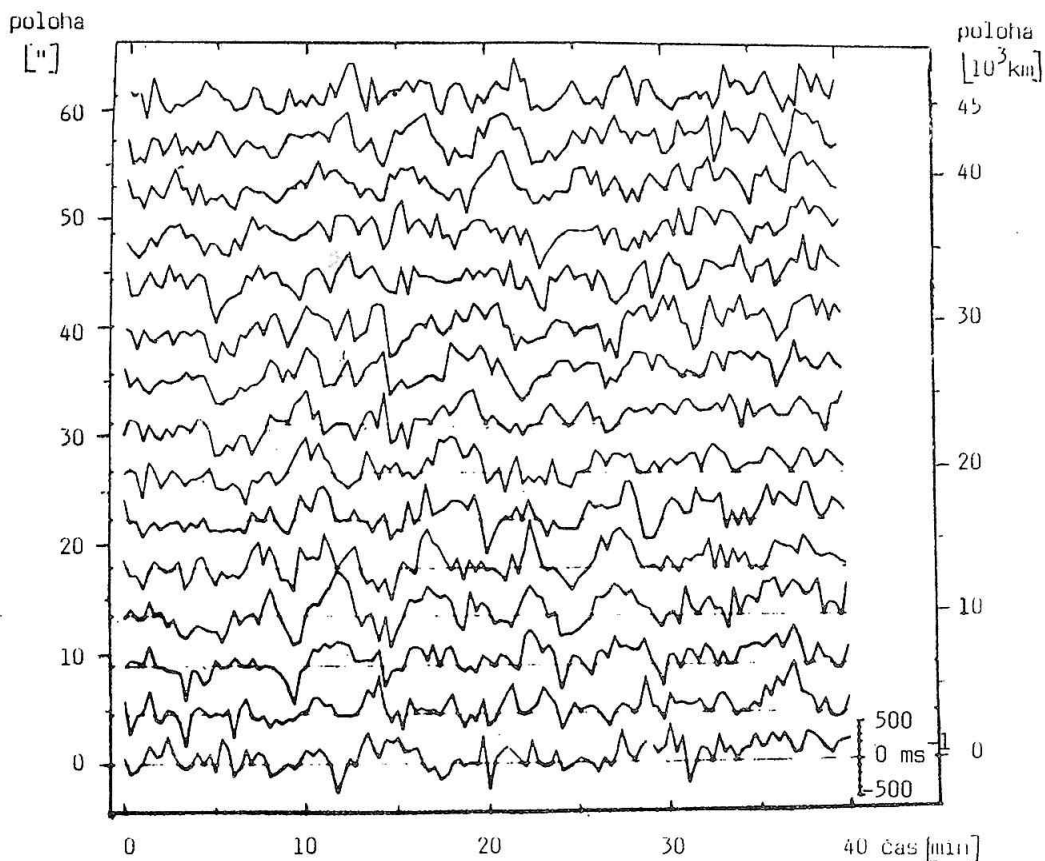
3. SPRACOVANIE ÚDAJOV

Na určenie radiálnych rýchlostí sa využíval Dopplerov efekt, t.j. posun slnečnej spektrálnej čiary voči laboratórnej hodnote vlnovej dĺžky. Zmeny vlnovej dĺžky slnečnej spektrálnej čiary voči telurických spektrálnym čiaram kyslíka O_2 (ktoré boli použité ako štandardné) sa určovali pomocou Abbe komparátora. Pre každý snímok sa meranie uskutočnilo v 15 výškových rezoch, ktoré odpovedajú vzájomnej vzdialenosti na disku Slnka 3300 km. Takto sa spracovalo 120 fotografických snímok, čím sa získalo 15 časových radov radiálnych rýchlostí. Zmerané radiálne rýchlosti boli opravené o korekcie na rotáciu Zeme okolo Slnka. Oprava na rotáciu Slnka sa neuvažovala, nakoľko pozorovaná oblasť bola v strede slnečného disku. Perióda oscilácií sa určovala časovou autokorelačnou metódou.

4. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priebeh skutočných radiálnych rýchlostí je znázornený na Obr. 1, kde jednotlivé krivky odpovedajú priestorovým rezom na Slnku. Z obrázku je vidieť, že v pozorovanej oblasti boli zóny, v ktorých sa slnečná plazma pohybovala v istom čase rovnakým smerom. Tieto oscilačné bunky nadobúdajú v danom prípade rozmery od 10 do 16 tisíc km. Rýchlosti pohybu plazmy boli v rozmedzí -500 ms^{-1} až 500 ms^{-1} . Autokorelačnou metódou sa zistila priemerná doba oscilácií 299 ± 11 s.

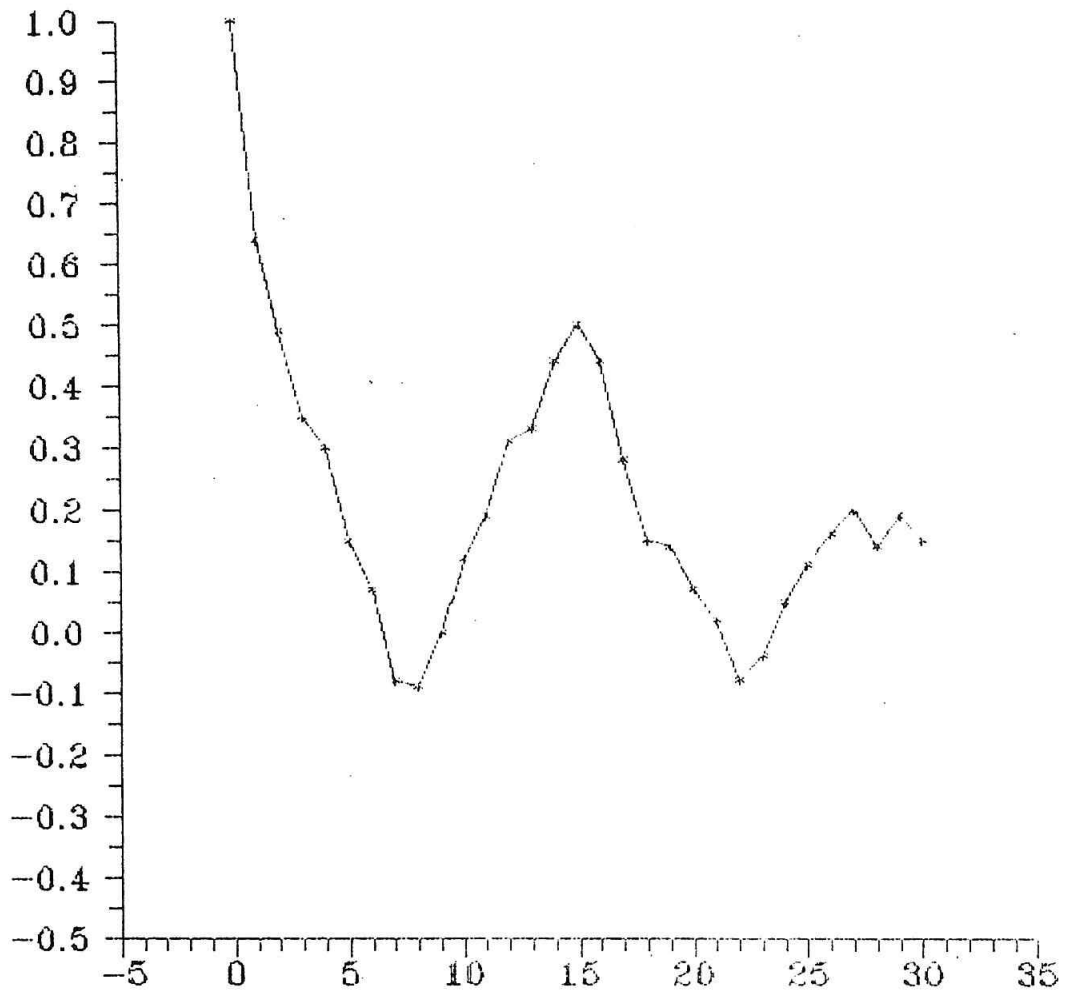
Ukážka priebehu autokorelačnej funkcie pre 13. rez zdola je na Obr. 2. Funkcia bola vypočítaná pre 30 krokov (1 krok = 20 s) posunu krivky radiálnych rýchlostí voči sebe. Periódu oscilácií naznačuje 1. maximum funkcie (v tomto prípade 300 s).



OBR. 1 Rýchlostné pole pozorovanej oblasti v centre disku Slnka. Jednotlivé krivky predstavujú priebeh radiálnej rýchlosti pohybov v slnečnej v bodoch vzdialených od seba $4''/4$, čo je približne 3300 km.

TAB. 1 Porovnanie periódy oscilácií od niekoľkých autorov.

Periódá [s]	Autor
296 ± 3 (niekoľko fotosferických čiar)	Leighton a spol. (1962)
296 (Fe I λ 525 nm)	Howard (1962)
273 (Fe I λ 393,1 nm a Fe I λ 393,7 nm)	Jensen a Orrall (1963)
300 ± 54	Orrall (1965)
298 ± 1 (Fe I λ 528 nm)	Tanenbaum (1969)
280 ± 11 (Mg I λ 517,3 nm)	Tanenbaum (1969)
300	Musman a Rust (1970)



ÓBR. 2 Priebeh autokorelačnej funkcie pre 13. rez (na OBR. 1 13. krivka radiálnej rýchlosti zdola).

Predložené výsledky získané uvedenou metódou na horizontálnom slnečnom spektrografe sa zhodujú s výsledkami iných autorov, ako naznačuje TAB. 1.

Na preukázanie oscilácií s dlhšou periódou je potrebná dlhšia doba pozorovania, čo umožňuje uplatniť aj fourierovskú analýzu, kde by sa mohli prejaviť aj dlhšie oscilačné periódy.

Výsledky tejto práce ukazujú, že sa horizontálny slnečný spektrograf dá využiť na určovanie slnečných oscilácií aj fotografickou metódou.

Autori ďakujú RNDr. M. Lorencovi a Z. Valkóovej za pomoc pri získaní a spracovaní pozorovacieho materiálu.

LITERATÚRA

- Deubner, F. L.: 1971, Solar Phys. 17, 6
Evans, J; Richard, R.: 1962, Astrophys. J. 136, 493
Howard, R.: 1962, Astrophys. J. 138, 252

- Lynch, D. K.; Chapman, G. A.: 1975, *Astrophys. J.* 197, 241
Musman, S.; Rust, D. M.: 1970, *Solar Phys.* 13, 261
Noyes, R. W.; Leighton, R. B.: 1963, *Astrophys. J.* 138, 631
Orral, F. Q.: 1965, *Astrophys. J.* 141, 1131
Severnyj, A. B.: 1971, *IAU Symp. No.* 43, 340
Tanenbaum, A. S.; Wilcox, J. M.; Frazier, E. N.; Howard, R.: 1969, *Solar Phys.*
9, 328.

SPEKTRA SLUNEČNÍ PROTUBERANCE z 10. 1. 1987

P. Kotrč, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

ABSTRAKT

Fotografická spektra pořízena na vakuovém věžovém dalekohledu observatoře Sacramento Peak v čarách H-alfa, H-beta, He D₃, CaII H a CaII 8542Å byla digitalizována plošně skanujícím mikrodenzitometrem. Popisují se možnosti a některé zvláštnosti redukce těchto spekter na PC/AT. Jsou uvedeny postupy a první výsledky zpracování redukovaných profilů.

K nejzajímavějším a z hlediska vědeckého poznávání stále aktuálním objektům sluneční aktivity náleží klidné protuberance. Ačkoliv jednotlivé protuberance mají rozmanité tvary a rozměry, je pro všechny protuberance společné, že jde o relativně chladnou hmotu s teplotou 6 - 10 000 K a elektronovou hustotou 10^{10} - 10^{11} cm⁻³. Tato látka je vnořena do koronální plazmy, jejíž teplota je alespoň o řád vyšší a hustota alespoň o řád nižší než je tomu u protuberance. Skutečnost, že klidné protuberance bývají po dobu i několika měsíců poměrně stabilními útvary se vysvětluje dosaženou rovnováhou mezi gravitační silou a horizontálním magnetickým polem.

Protuberance jsou vytvořeny z obrovského množství svazků dlouhých vláken. Ukazuje se, že příčný průřez vláken je zřejmě menší než hranice dosahovaného rozlišení současných pozemských slunečních dalekohledů. Jemná struktura těchto vláken se spojitě vyvíjí na časové škále přibližně 10 minut. Jednou z dosavadních záhad klidné protuberance je její tepelná stabilita.

Existuje několik modelů rozložení teploty ve vláknech. Snad nejjednodušší představou jsou teplotně stejnorodá vlákna. Přitom vlákna v centru protuberance mohou být chladnější než vlákna na okrajích. Další model uvažuje chladné jádro vlákna obklopené horkým obalem. Používají se i modely vláken majících teplotní gradient podél osy vlákna a tedy i magnetického pole. U těchto modelů se zářivé ztráty kompenzují vedením tepla. Tyto a další nevyjasněné problémy studia protuberancí vyžadují spektrální pozorování s dobrým prostorovým i časovým rozlišením, pořizované v několika čarách současně. Tento přístup umožní detailnější a dokonalejší modelování fyzikální podstaty problému, zvláště pokud se výhledově podaří doplnit pozorování o přímá měření magnetického pole v protuberancích.

Spektra, která mají požadované vlastnosti a jejichž redukce je hlavním předmětem této práce, pořídil 10. 1. 1987 Dr. B. Rompolt na vakuovém věžovém dalekohledu observatoře Sacramento Peak v americkém státě New Mexico. Věž dale-

kohledu je dlouhá 108,8 m, z toho je 67,4 m ukryto pod povrchem zemským. Na věži je coelostat s azimutální montáží, svazek světla prochází křemíkovým oknem o průměru 76,2 cm na hlavní zrcadlo 162,6 cm/54,9 m. Ve vakuové části přístroje jsou ve válcích o délce 20 m a průměru 1,5 m umístěny dva spektrografy. Na jednom z nich (typ Echellet) byla pořízena zpracovávaná spektra. Hodnoty disperze ($\text{\AA}/\text{mm}$) v oblastech pozorovaných čar jsou uvedeny v následující tabulce:

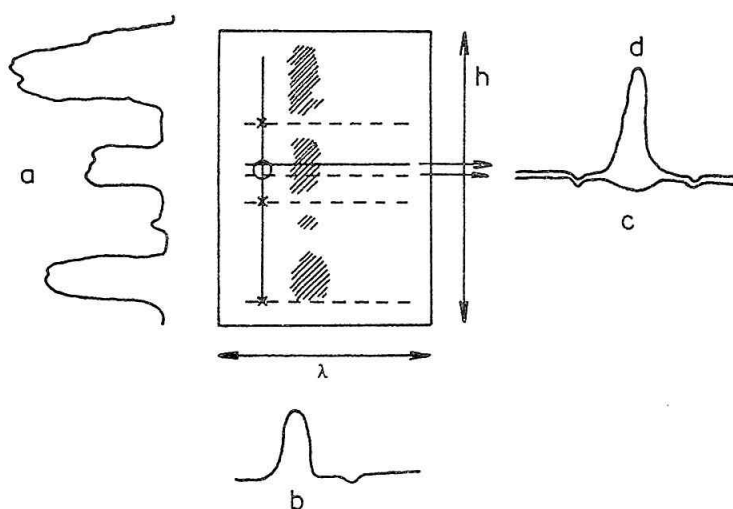
H-alfa	H-beta	He D3	CaII-H	CaII 8542
0.145	0.105	0.128	0.089	0.196

Dále byl pro každou expozici spektra pořízen filtrogram ze štěrbin spektrografu v čáře H-alfa. Pro účely kalibrace byla ke každé sérii čar zhotovena spektra rozostřeného středu disku přes stupňovité klíny, mající známou propustnost. Čas jednotlivých expozic byl 40 s, šířka štěrbin spektrografu 560 μm činila 1530 km na Slunci. Digitalizace spekter byla provedena ve spolupráci s francouzskými kolegy na plošně skanujícím mikrodensitometru systému MAMA. Mikrodensitometr užívá pravítka sestávající z 1024 prvků CCD. Výška pravítka je 10 mm, na 1 pixel připadá 10 μm . Po digitalizaci byla provedena komprese osmi řádek souboru napříč disperze, což odpovídá výšce štěrbin mikrodensitometru 80 μm . Soubory byly zapsány na diskety, poté na tvrdý disk a zpracovány na personálním počítači PC/AT systémem programů vytvořeným autorem článku v jazyku FORTRAN 77.

Cílem popisované redukce dat je mj. dosažení dokonalé absolutní kalibrace, odečtení úrovně rozptýleného světla. Z každého redukovaného profilu pak už lehce vyčíslíme jeho základní charakteristiky: pološířku FWHM, maximální a integrální intenzity dané čáry, případně též dopplerovskou rychlost a to vše v závislosti na poloze v protuberanci. Získané hodnoty budou sloužit jako vstupní parametry protuberančních modelů.

Zpracování spektrálních souborů na PC/AT má oproti dosud u nás používaným postupům určitá specifika. K výhodám patří snadná a rychlá manipulace s rozsáhlými datovými soubory, možnost využít některých standartních programů a výstupních zařízení pro rychlé získání grafických výstupů. Interaktivně sestavené redukční programy umožňují řešení jednotlivých úloh variantou postupu, nejlépe vyhovující konkrétním datům. Na druhé straně je nutno překonávat obtíže plynoucí z nevelkého rozsahu paměti PC a řešit problém ukládání a archivace vstupních, pracovních a výsledných datových souborů tak, aby nedošlo k zaplnění paměťové kapacity. Uvážíme-li, že běžný soubor má pro každou z 1024 poloh na štěrbině 512 dvoubytových hodnot, pak vidíme, že je toto nebezpečí zcela reálné i při paměťové kapacitě tvrdého disku čítající desítky Mbytů. Značnou výhodou se jeví možnost použití magnetopáskové kazetové jednotky (PC-STREAMER).

Vlastní zpracování datových souborů začíná tvorbou procedur umožňujících jednoduché manipulace se soubory a s jejich částmi. Základem je výběr žádaného řezu spektra nebo kalibračního souboru a jeho úpravy včetně ošetření náhodných hrubých chyb. Ke každému spektru je žádoucí si pořídit skicu rozložení fotografické hustoty v obou dimenzích souboru, t.j. v disperzi a pozici na štěrbině. Osvědčilo se schéma sestávající ze sítě křivek a a b, jak je vidíme na OBR. 1. Velmi důležitý je výběr několika řezů, které poslouží ke stanovení úrovně rozptýleného světla v každé pozici spektra. Tyto řezy jsou na OBR. 1 znázorněny



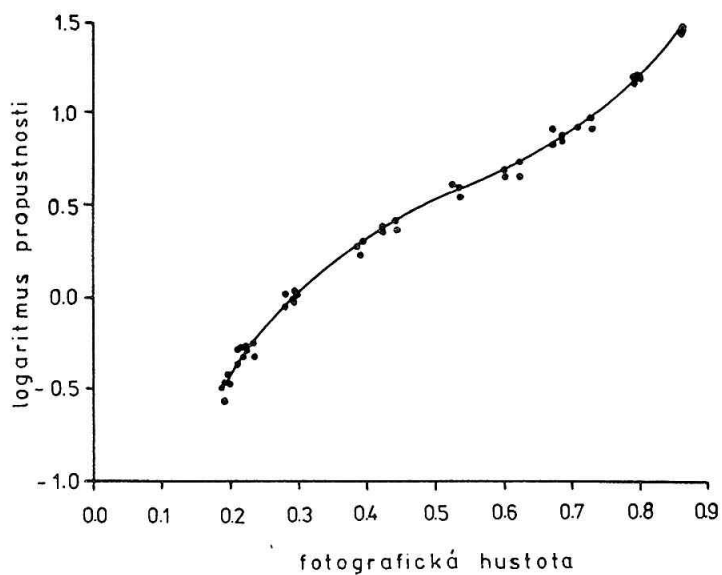
OBR. 1 Schéma používaných operačních postupů při zpracování matice spektrálních dat v PC. Matice o dimenzích h znázorněna obdelníkovým výřezem spektra. a - denzitní řez místem emise ve vybrané vlnové délce λ_0 v závislosti na poloze h na štěrbině. b - denzitní řez v místě emise pro pevnou pozici h_0 na štěrbině v závislosti na vlnové délce, c - vypočtený intenzitní profil rozptýleného světla, který je nutno odečíst od intenzitního profilu čáry d.

čárkovaně. Z jejich hodnot ve stejné poloze v disperzi stanovíme lineární závislost a odvodíme patřičnou úroveň rozptýleného světla ve všech pozicích na štěrbině a postupně i ve všech vlnových délkách. Odečtení úrovně rozptýleného světla můžeme provést až po převedení fotografických hustot na intenzity.

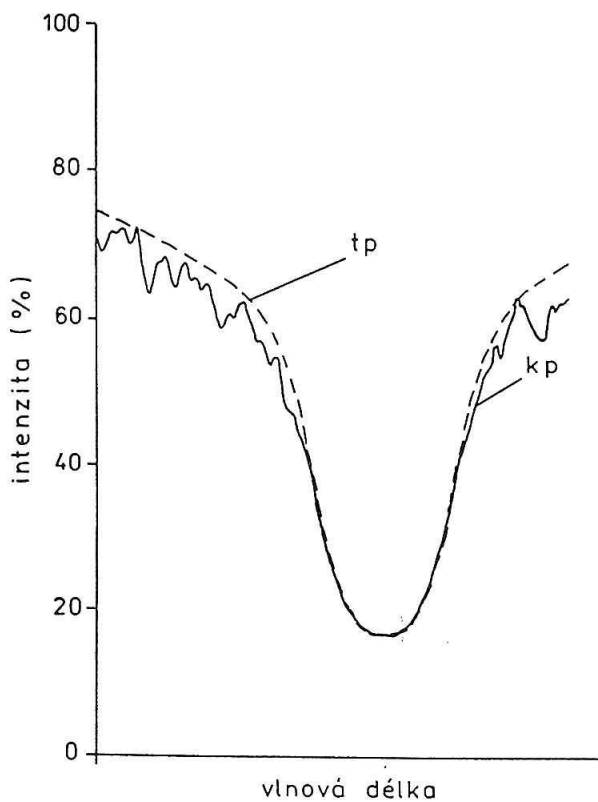
Důležitou součástí zpracování spekter sluneční protuberance je též identifikace stejných řezů ve všech datových souborech. Vodítkem k rozpoznání stejných řezů v různých spektrálních čarách nám poslouží poloha orientačních vláken umístěných před expozicí na štěrbinu spektrografu.

Při sestavení charakteristické křivky fotomateriálu buď vybíráme řezy fotometrickou škálou ve stejné pozici vzhledem k rozložení intenzity ve spektru, nebo musíme různost intenzit v jednotlivých řezech započítat spolu s propustností jednotlivých neutrálních filtrů. Typický tvar charakteristické křivky fotomateriálu vidíme na OBR. 2. Křivka je sestavena z měření čtyř řezů kalibrační škálou a pro další výpočty používáme její analytické vyjádření ve formě polynomu třetího stupně. Chceme-li docílit absolutní kalibrace, tzn. vyjádřit intenzitu v jednotkách některé z běžně užívaných soustav, např. $\text{erg/cm}^2/\text{sr}/\text{\AA}$, pak musíme nalézt převodní vztah mezi hodnotami fotografické hustoty a intenzitou ve fyzikálních jednotkách. Tuto závislost odvodíme z porovnání profilu středu slunečního disku kalibrovaného změřenou relativní charakteristickou křivkou s tabelovanými hodnotami fotoelektricky měřeného profilu. Graf obou profilů užitých v takovém porovnání vidíme na OBR. 3.

Získání absolutní charakteristické křivky je předpokladem pro odvození maximální a integrální intenzity čáry, resp. její pološířky v kalibrovaných veličinách. Převod hustot na intenzity, redukci rozptýleného světla, filtraci šumu a



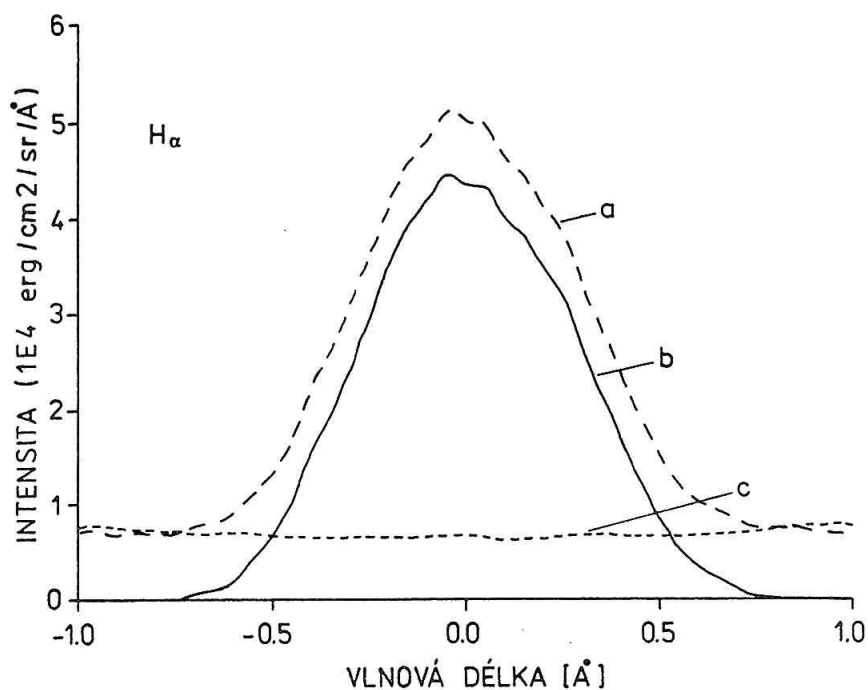
OBR. 2 Charakteristická křivka fotomateriálu je synteticky sestavena z měřených hodnot fotografické denzity a relativní propustnosti jednotlivých stupňů kalibrační škály.



OBR. 3 Porovnáním kalibrovaného profilu k_p středu slunečního disku s tabelovanými hodnotami fotoelektricky přesně změřeného profilu t_p dostaneme charakteristickou křivku pro absolutní kalibraci.

výpočet všech uvedených parametrů profilu je již možno provádět rutinním způsobem. Pro kontrolu je vždy žádoucí prověřovat na konkrétních datech reálnost výsledků některých operací, nejlépe pomocí grafického znázornění na monitoru. Na OBR. 4 vidíme vliv odečtení úrovně rozptýleného světla na změnu profilu spektrální čáry. Výpočet dopplerovské rychlosti je lépe provádět před odečtením rozptýleného světla, neboť ke stanovení posunu čáry slunečního původu se využívají slabší čáry telurické, které po redukci mizí. Zvláštní kapitolou redukce je pak filtrace dat a započtení vlivu instrumentálního profilu, kde je nutno používat metody méně náročné na paměťovou kapacitu a rychlost počítače.

Domnívám se, že některé úlohy redukce spektálních dat na personálních počítačích by se už při současném personálním obsazení a technickém vybavení lidových hvězdáren mohli stát vhodnou součástí odborné činnosti pracovníků těchto pracovišť. Jistě by se tím pomohlo dalšímu růstu jejich úrovně. Přispělo by to i k hlubšímu propojení základního astrofyzikálního výzkumu s prací lidových hvězdáren a amatérských kroužků kolem nich sdružených.



OBR. 4 Odečtení kalibrovaného profilu rozptýleného světla **c** od kalibrovaného profilu spektrálních čar **a** se na výsledném profilu **b** nejlépe projeví ve zvýšení intenzity v křídlech emisních čar.

21. CYKLUS – VÝSKYT LDE ERUPCIÍ

A. Antalová, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica
B. Viktorínová, Výpočtové stredisko SAV, Bratislava

ABSTRAKT

Z analýzy homogénnych časových radov boli zistené nasledovné erupčné charakteristiky 21. cykla:

- a) Erupcie s dlhotrvajúcim poklesom SXR (označené ako erupcie typu LDE) tvoria iba 1,5 - 2,0% z celkovej populácie H-alfa erupcií, ale sú najvýznamnejším zdrojom urýchlených medziplanetárnych protónov.
- b) Po roku 1980 počet H-alfa erupcií klesal. Pokles nebol exponenciálny, ako možno očakávať z priebehu funkcie Stewarta-Panofského (OBR. 1, funkcia SP je vyznačená čiarkovane).
- c) Základnou distribučnou funkciou výskytu LDE (M-X) erupcií v 21. cykle je parabola. Vrcholová časť paraboly pripadá na roky 1979 - 1982 (OBR. 5).
- d) Výskyt LDE (M-X) erupcií má v 21. cykle dve rovnocenné maximá: prvé maximum bolo dosiahnuté v r. 1980 a druhé v r. 1982 (OBR. 5).
V roku 1980 vzniklo najviac LDE (M-X) erupcií v 21. cykle (168 prípadov). Významnými epizodami tohto prvého pulzu sú november 1980 - - 38 prípadov (viď. OBR. 6) a apríl 1981 (36 prípadov).
V roku 1982 vzniklo menej (135), ale mohutnejších erupcií; prajavuje sa to v excese FI (1982) nad krivkou (SP) - OBR. 2.
- e) Pomaximálny pokles výskytu LDE (M-X) erupcií nastal až v roku 1983 (OBR. 1 a 3).
- f) Severo-južná asymetria výskytu LDE (M-X) erupcií ilustrovaná priebehom kriviek na OBR. 3 a 4) svedčí o tom, že v prvej časti cykla väčší počet LDE (M-X) erupcií vznikol na severnej hemisfére. Počas pomaximálnej fázy cykla mala prevahu južná hemisféra.

1. ZÁKLADNÉ POZOROVACIE ÚDAJE

V TAB. 1 sú uvedené priemerné ročné hodnoty nasledovných veličín: relatívne čísla škvŕn R, rádiového toku na frekvencii 2800 MHz ako aj počty dlhotrvajúcich 10.7 cm zábleskov; výskyt H-alfa erupcií a výskyt LDE erupcií rôznych SXR tried. Pre LDE erupcie bol vypočítaný erupčný index FI podľa vzorca:

$$FI = N_C + 10 \cdot N_M + 100 \cdot N_X \quad (1)$$

kde N_C , N_M a N_X sú počty erupcií príslušnej SXR triedy.

Mesačné, polročné a ročné hodnoty analyzovaných veličín sú uvedené v práci Antalová (1990).

2. DISKUSIA VÝSLEDKOV

K bodu d) abstraktu vzniká paradoxná situácia, lebo diskusia sa nebude týkať vysokej erupčnej úrovne v r. 1982, ktorá je nesporná, ale naopak erupcií z roku 1980, o ktorých môžu vznikáť pochybnosti z hľadiska produkcie medziplanetárnych protónov.

K celkovej preferencii LDE erupcií z roku 1982 nad LDE erupciami z novembra 1980 až apríla 1981 (tzv. 1. pulz aktivity) prispievajú rovnakou mierou dve okolnosti:

1. V roku 1982, prenos urýchlených častíc z LDE erupcií do oblasti Zeme bol optimálny (úlohu zohrávali súradnice erupcie na slnečnom disku, mohutnosť javu a stav heliosféry). Táto skutočnosť spôsobila, že úroveň geomagnetickej aktivity bola najvyššia v roku 1982. Naproti tomu, počas 1. pulzu, podmienky na prenos častíc z erupcií do oblasti Zeme boli nevýhodné, čo spôsobilo nízky počet protónových javov v roku 1980 (Shea a Smart 1990, Wilson 1987).

2. V roku 1982 vznikli na Slnku najmohutnejšie aktívne oblasti i LDE erupcie (viď TAB. 1 a hodnoty LDE erupčného indexu - OBR. 2).

Napriek tomu, 1. pulz LDE erupcií sa plne vyrovnal 2. pulzu v produkcii vysokoenergetických protónov smerovaných zo Slnka do heliosféry. Plynie to z merania modulácie protónov kozmického žiarenia. Existencia dvoch rovnako energetických období bola presvedčivo nameraná na satelite ISEE 3. ISEE 3 je umiestnený v Lagrangeovom bode na spojnici Slnko-Zem, čo zabezpečuje menej rušené meranie v porovnaní s meraniami na satelitoch s geocentrickými dráhami. Merania na ISEE 3 sú kontinuálnejšie, lebo nie sú rušené geomagnetickým poľom, južne-atlantickou anomáliou a zatmeniami (Dröge a i. 1990, Evenson a Meyer 1984).

Ak porovnáme 20. a 21. cyklus, potom zistíme, že napriek výraznému rozdielu relatívneho čísla v prospech 21. cyklu ($\bar{R}_{1968}=106$; $\bar{R}_{1979}=155$) erupčné charakteristiky obidvoch cyklov sú porovnateľné. Počet erupcií s importanciou väčšou ako 1F bol v 20. cykle - 4488 a v 21. cykle - 4521 (Pittini 1977). Podobne v období maxima obidvoch porovnávaných cyklov na 1000 H-alfa erupcií pripadá 20-30 LDE (M-X) erupcií za jeden mesiac. Výnimkou je január 1989 zo začiatku 22. cyklu, kedy zo 689 H-alfa erupcií bolo až 68 LDE (M-X) erupcií.

Pri porovnávaní hodnôt erupčného indexu FI, na posledné miesto z posledných troch cyklov klesá práve 21. cyklus:

20. cyklus	$FI_{1970-1} = 2988$
21. cyklus	$FI_{1982-2} = 1912$
22. cyklus	$FI_{1989-1} = 5217$

Ďakovanie: Za prípravu obrázkov ďakujem P. Bendíkovi a R. Mačurovi.

Tabulka 1

21. cyklus - napozorované ročné zmeny veličín, popisujúcich skupín škvrn, erupcie a rádiový tok.

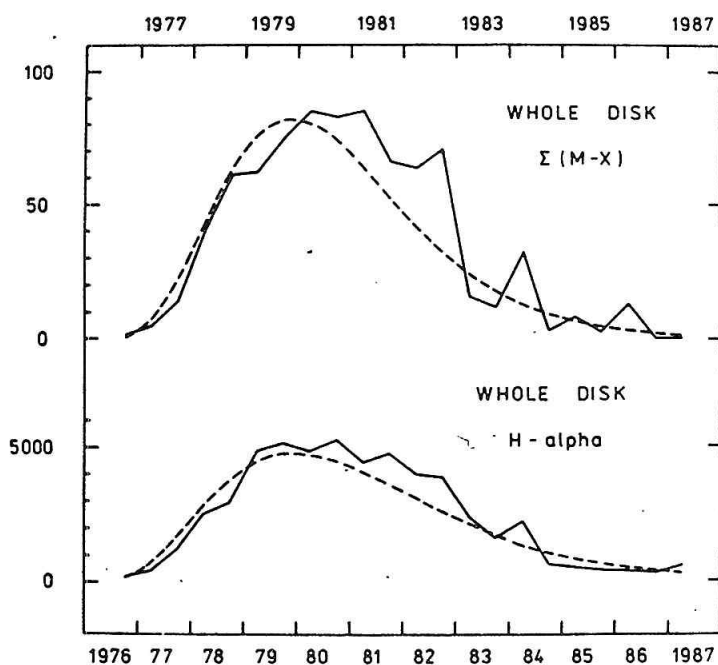
Year	\bar{R}	Tok 2800 MHz	Erupcie		LDE erupcie		Skupiny škvrn			10.7 cm	
			H-alfa	(C-X)	(M-X)	X	FI	500	2000	5sfu	40sfu
1977	27.5	86.9	1724	62	19	4	593	x	x	1	0
1978	92.5	92.7	5514	193	102	16	2551	x	x	43	5
1979	155.4	192.0	10012	277	137	14	2770	34	0	48	3
1980	154.6	198.5	10132	347	168	11	2849	42	0	69	2
1981	140.4	202.6	9218	266	151	14	2885	39	1	75	9
1982	115.9	175.3	7890	172	135	24	3547	34	3	67	12
1983	66.6	119.6	4054	81	43	4	828	13	0	28	0
1984	45.9	101.1	2901	63	35	6	918	12	0	19	0
1985	17.9	74.7	950	28	11	3	397	3	0	5	0
1986	13.4	74.1	730	30	14	2	336	x	x	x	x

Ročné hodnoty priemerného relatívneho čísla \bar{R} (SGD No. 532, part II); rádiového toku 2800 MHz; počtu H-alfa erupcií (SGD No. 531, part II); počtu LDE erupcií SXR tried (C-X), (M-X) a X; LDE erupčného indexu FI (Antalová 1990); veľkých skupín slnečných škvrn (Gnevysheva 1987); dlhotrvajúcich 10.7 cm rádiových zábleskov (Kahler a Cliver 1988).

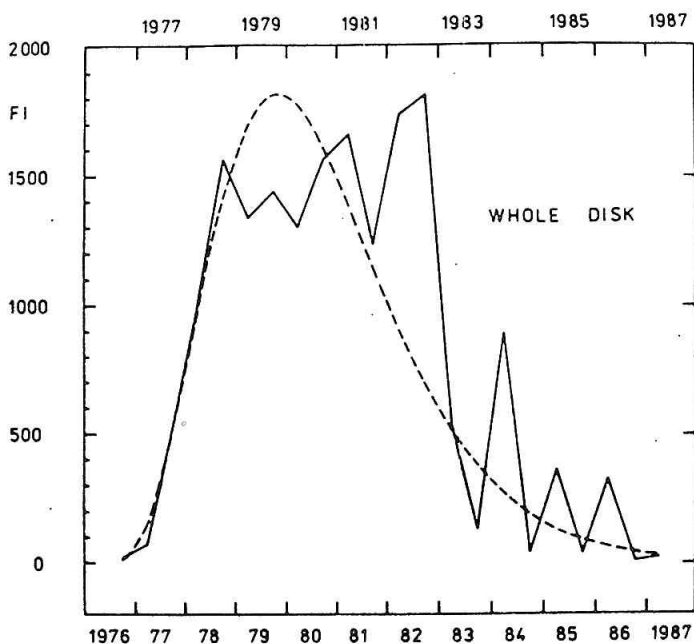
LITERATÚRA

Antalová, A.: 1990, Contr. Astron. Obs. Skalnaté Pleso 19, 145
 Dröge, W.; Gibbs, K.; Grunsfeld, J. M.; Meyer, P.; Newport, B. J.: 1990 Astrophys. J. Suppl. Series 73, 279
 Evenson, P.; Meyer, P.: 1984, J. Geophys. Res. 89, 2647
 Gnevysheva, R. S.: 1987, Solnechnye Dannye 5, 70
 Kahler, S.; Cliver, E. W.: 1988, Solar Phys. 115, 385

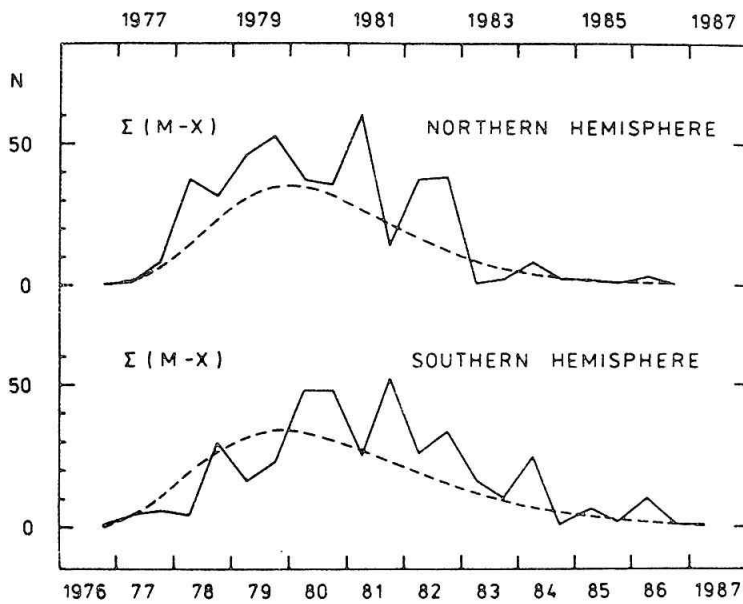
- Pittini, A.: 1977, Astron. Mitt. Eidg. Sternwarte Zürich Nr. 357
 Shea, M. A.; Smart, D. F.: 1990 Solar Phys. 127, 297
 Stewart, J. O.; Panofsky, A. A.: 1938, Astrophys. J. 88, 385
 Wilson, R. M.: 1987, Solar Phys. 112, 1.



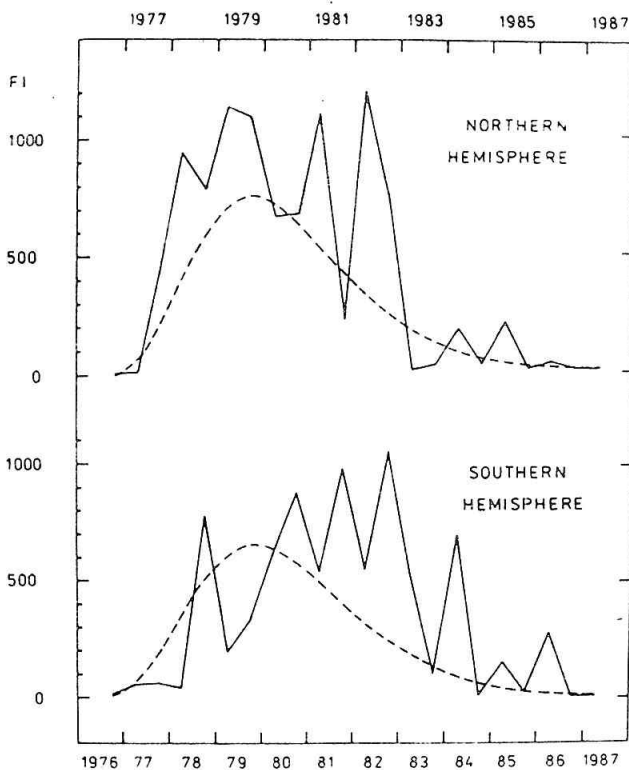
OBR. 1 Polročné hodnoty výskytu LDE (M-X) erupcií a H-alfa erupcií (plné čiary) počas 21. cykla. Metódou najmenších štvorcov boli cez napozorované hodnoty preložené funkcie Stewarta-Panofského (čiarkované krivky). Maximálne odchýlky (exces) napozorovaných hodnôt vzhľadom na krivky (SP) pripadá na roky 1980 - 1982 a 1984.



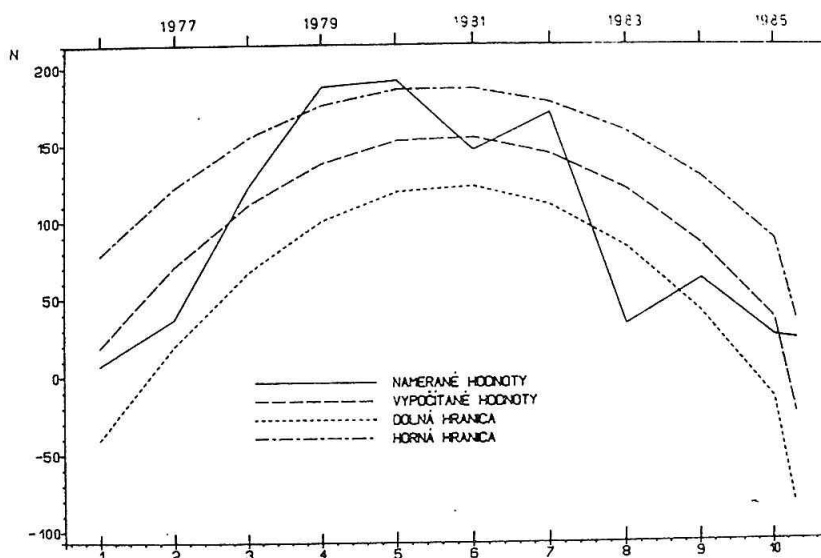
OBR. 2 Polročné hodnoty LDE erupčného indexu FI počas 21. cykla. Maximálna polročná hodnota FI bola pozorovaná v 2. polroku 1982 (FI=1812). Čiarkovaná krivka reprezentuje funkciu Stewarta-Panofského, vypočítanú metódou najmenších štvorcov. Výrazná odchýlka (nadbytok FI) v roku 1982 dokazuje existenciu 2. pulzu vo výskyte LDE erupcií.



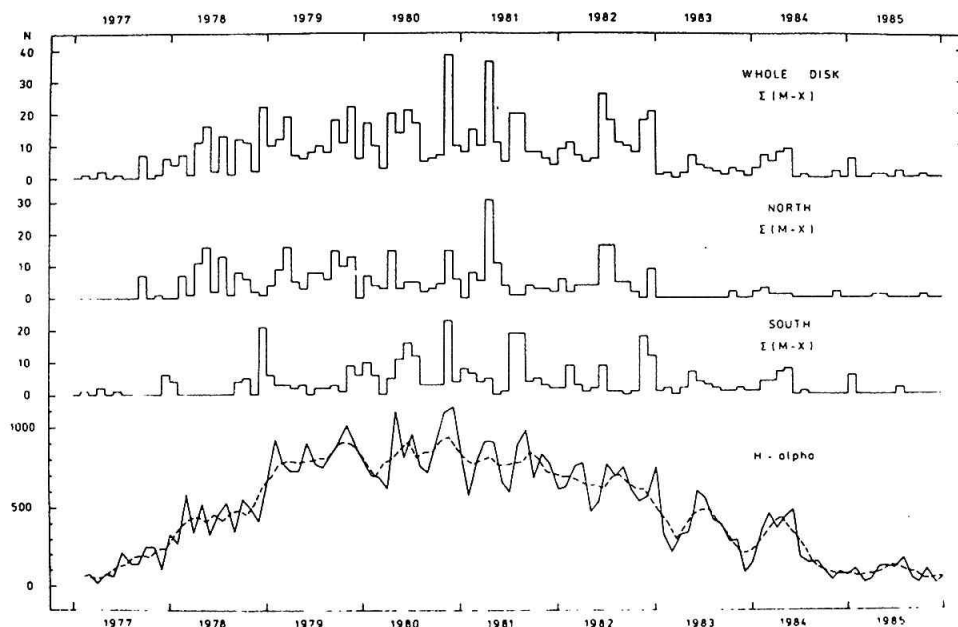
OBR. 3 Severo-južná asymetria prejavujúca sa v napozorovaných polročných hodnotách výskytu LDE (M-X) erupcií počas 21. cykla (plné krivky). Na severnej hemisfére maximálny polročný počet LDE (M-X) erupcií bol pozorovaný v 1. polroku 1981 (60 prípadov); na južnej hemisfére v 2. polroku 1981 (52 prípadov). Metódou najmenších štvorcov sú cez napozorovaný výskyt LDE (M-X) erupcií preložené funkcie Stewarta-Panofského (čiarkované krivky).



Obr. 4 Severo-južná asymetria výskytu polročných hodnôt LDE erupčného indexu FI. Maximum polročnej hodnoty FI bolo pozorované v 1. polroku 1982 na severnej hemisfére (1189); na južnej hemisfére v 2. polroku 1982 (1066). Metódou najmenších štvorcov sú cez napozorované hodnoty FI preložené funkcie Stewarta-Panofského (čiarkovane).



OBR. 5 Priebeh ročných hodnôt výskytu LDE (M-X) erupcií je analyticky vyjadrený parabolou. 95% hladina signifikancie paraboly je vyznačená dolnou medzou (bodkovaná čiara) a hornou medzou (bodkočiarkovaná čiara). Erupcie typu LDE (M-X) tvoria 1,7 - 2,0 % z celkového počtu H-alfa erupcií.



OBR. 6 Horná krivka: Mesačné hodnoty napozorovaného výskytu LDE erupcií tried (M-X) počas 21. cyklu. K prvému pulzu vo výskytu LDE erupcií patria prípady od novembra 1980 (38 LDE (M-X) erupcií) až paráila 1981 (36 LDE (M-X) erupcií). Druhý LDE erupčný pulz bol pozorovaný v roku 1982. Celkove počas 21. cyklu bolo pozorovaných 815 LDE (M-X) erupcií. Stredné krivky: Priebeh mesačných hodnôt výskytu LDE (M-X) erupcií, oddelene pre severnú a južnú hemisféru Slnka. Dolná krivka: Časový priebeh reprezentujúci mesačný výskyt H-alfa erupcií počas 21. cyklu. Maximálne mesačné hodnoty výskytu H-alfa erupcií sú podobné v 20. cykle (december 1967 - 1109 prípadov) a v 21. cykle (apríl 1980 - 1092 prípadov).

PRAVIDELNOSTI V DÉLKOVÉM ROZLOŽENÍ SLUNEČNÍ ČINNOSTI A JEJICH ČASOVÉ ZMĚNY

V. Bumba, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

L. Hejna, Katedra výpočetní techniky MFF UK Praha

ABSTRAKT

Je diskutována existence čtyř skupin slunečních aktivních délek podle doby jejich rekurence. Je studována dynamika změn délkového rozložení slunečních magnetických polí a jeho pravidelností i jejich vzájemný vztah s aktivními délkami a s velkostrukturálními elementy v rozložení pole.

1. DOPOSUD ZNÁMÉ AKTIVNÍ DÉLKY

Nedávno, když jsme se snažili zpracovat data o slunečních aktivních délkách z řady prací různých autorů, podařilo se nám ukázat, že sedmadvacetidenní rekurence sluneční činnosti má v rovníkovém pásu ($\pm 20^\circ$) jemnou strukturu, co znamená, že existují nejméně dvě aktivní délky rotující o málo rychleji nežli je Carringtonova rotace. Synodická doba jejich rotace je blízká 27 dnům, přesněji, je rovna 26,77 a 27,16 dnům (Bumba a Hejna 1990). Jestliže nakreslíme všechna data ve stejném časovém a délkovém měřítku a přeložíme-li tyto grafy přes sebe vidíme, že i když studované aktivní délky byly nalezeny různými autory a týkají se délkového rozložení různých projevů sluneční aktivity, do značné míry se překrývají. Kromě toho je možno je pozorovat nepřetržitě po dobu nejméně tří posledních jedenáctiletých cyklů. Jak dokazuje řada autorů (na př. Vitinskij 1969), je třeba k těmto dvěma A.D. přidat ještě A.D. rotující stejně jako Carringtonův souřadnicový systém, t.j. zhruba na 27,3 dne.

Existuje ovšem ještě další aktivní délka, která působí různě v nízkých ($\pm 20^\circ$) a vyšších ($\pm(20^\circ-40^\circ)$) heliografických šířkách, jejíž synodická doba rotace, pomalejší nežli Carringtonova rotace, je značně proměnná. Činí 28-29 dní (na př. Bumba a Hejna 1981).

Tři z uvedených slunečních aktivních délek mají svůj odraz v rozložení meziplanetárních magnetických polí, jak ukázali Svalgaard a Wilcox (1975).

Přesto, že řada autorů studovala otázku reality aktivních délek, stále je k jejich existenci značná nedůvěra a proto je třeba hledat další fakta, která by dále svědčila o tom, že skutečně existují a která by dávala více informací i o fyzikální podstatě tohoto jevu.

2. DÉLKOVÉ ROZLOŽENÍ VYSOCE INTEGROVANÝCH MAGNETICKÝCH POLÍ

Jako součást tohoto úsilí jsme přetransformovali do stejného měřítka jako v předchozí naší práci všechny dosud existující synoptické mapy slunečních magnetických polí Wilcoxovy observatoře, měřené s malým rozlišením (Hoeksema a Scherrer 1986), a to tak, že jsme jejich magnetická pole ještě více zintegrovali. Ve třech šířkových ($\pm 20^{\circ}$, $\pm(20^{\circ}-40^{\circ})$), 20° širokých pásích jsme v heliografické délce nanášeli znak polarit pole, která v dané délce pásu převládala. Tuto proceduru jsme provedli pro všechna, tedy slabá pole a pro silnější pole, jichž intenzita byla $\geq \pm 200$ MicroTesla. Kromě toho jsme stejnou integraci provedli počítačově na starším materiálu vzniklém digitalizací McIntoshových synoptických map (Bumba a Hejna 1986). Tím jsme získali magnetická, vysoce integrovaná data rozlišující pouze polaritu pole, a to ve dvou intenzivních úrovních, pro poslední dva jedenáctileté cykly sluneční činnosti, dvacátý a jednadvacátý.

Dosud jsme nestačili plně vyhodnotit všechny získané grafy. Ale už předběžné výsledky dovolují konstatovat: na příklad, že délkové rozložení slabých polí v rovníkovém pásu vůbec neodráží fázi probíhajícího jedenáctiletého cyklu, a to ani v jedné polaritě. Obě polaritě se koncentrují do překvapivě pravidelných, dlouhodobě žijících délkových pásů, jichž sklon odpovídá synodické rotaci v intervalu 26,7 - 26,8 dne s malými odchylkami. Pásky kladné polaritě jsou velmi dlouhé, některé z nich prakticky bez přerušování, zatím co pásky záporného pole jsou kratší, více přerušované. Ani v jedné polaritě nelze pouze z délkového rozložení pole určit, který z pásů je totožný s aktivní délkou.

V rozdělení silnějších polí je tato identifikace možná díky tomu, že některé z pásů jsou velmi výrazné. Kladná polarita opět běží nepřetržitě, zatím co negativní pole tvoří diskontinuální pásy. Jestliže zkombinujeme grafy rozložení slabých a silných polí, vidíme, že se vzájemně dobře doplňují.

Ve vyšších heliografických šířkách ($\pm(20^{\circ}-40^{\circ})$) je rozdělení slabých polí velmi podobné rozdělení v rovníkové zóně, pouze sklon pásů je opačný. Statisticky byly nalezeny pro střední sklony následující dvě synodické rotační periody: 27,456 a 28,242 dne.

Jestliže srovnáme délkové rozložení polí v rovníkových a vyšších šířkách, a to jak pro slabá, tak i silná pole, vidíme, že mezi oběma šířkovými pásy existuje poměrně silná vazba.

Srovnali jsme rovněž s nalezeným délkovým rozdělením polí heliografické délky velkostrukturálních morfologických útvarů, o kterých jsme před několika roky na tomto semináři hovořili (Bumba 1986), a to pro časová období kolem dvou posledních minim aktivity. Ukázalo se, že tyto útvary jsou těsně spojeny s hlavními pásy silných polí, to znamená, že jsou vázány na aktivní délky.

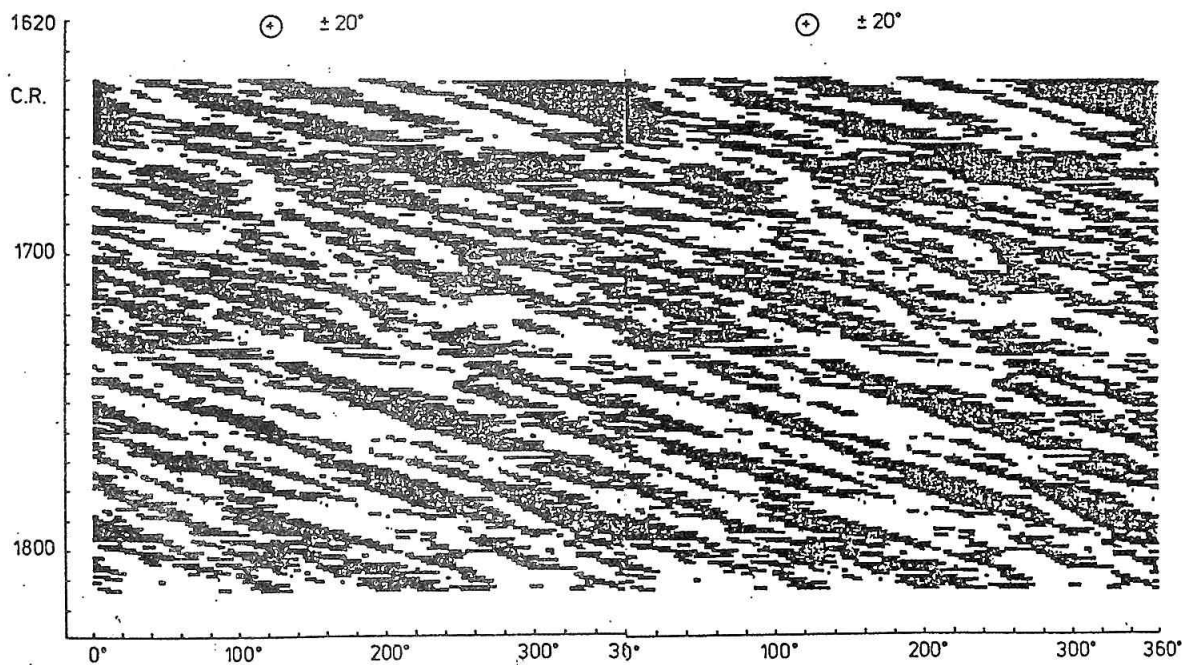
3. ZÁVĚR

Očekávali jsem, že grafy silně integrovaného magnetického pole nám poskytnou více informací o aktivních délkách. Ale bohužel použitá metodika vedla k tomu, že grafy jsou příliš schematické a že se ztrácejí všechny detaily normálně viditelné na synoptických mapách, které zřejmě jsou rozhodující pro určení aktivních délek. Ovšem nové grafy také ukázaly, že aktivní délky jsou vázány na silná

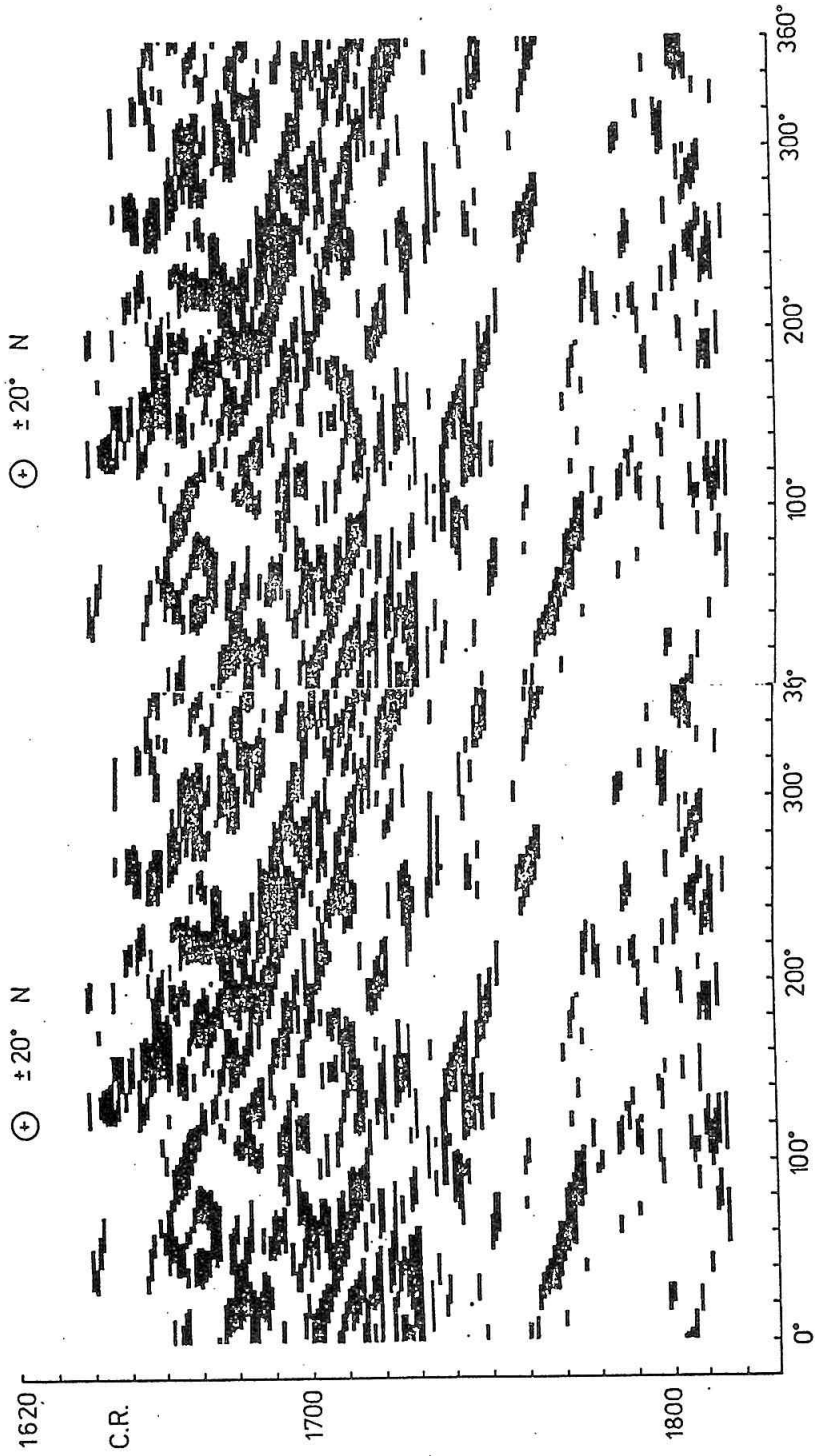
pole a že úzce souvisí s morfológickými útvary, které pokládáme za produkt konvekce. Překvapující pravidelnost v délkovém rozlišení slabých polí nás nabádá k dalšímu studiu pravidelností rozložení a zákonitostí jejich změn všech projevů sluneční aktivity v heliografické délce.

LITERATURA

- Bumba, V.: 1986, Zborník referátov z 8. celoštátneho slnečného seminára, 39
Bumba, V.: 1987, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 38, 92
Bumba, V.; Hejna, L.: 1981, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 32, 349
Bumba, V.; Hejna, L.: 1986, Studia Geoph. et geod. 30, 158
Bumba, V.; Hejna, L.: 1990, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 41 (in press)
Hoeksema, J. T.; Scherrer, P. H.: 1986, World Data Center A for Solar-Terr. Physics, Report UAG-94
Svalgaard, L.; Wilcox, J. M.: 1975, Solar Phys. 41, 461
Vitinskij, J. I.: 1969a, Solar Phys. 7, 210.



-OBR. 1 Pravidelnosti v délkovém rozložení slabých kladných polí v rovníkovém pásu (dvakrát opakováno).



OBŘ. 2 Pravidelnosti v délkovém rozložení silných kladných polí v rovníkovém pásu (dvakrát opakováno).

PRAVIDELNOSTI V ŠÍŘKOVÉM ROZLOŽENÍ SLUNEČNÍ ČINNOSTI A JEJICH ČASOVÉ ZMĚNY

V. Bumba, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov
L. Hejna, Katedra výpočetní techniky MFF UK, Praha
V. Rušíň, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica
M. Rybanský, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

ABSTRAKT

Provedli jsme srovnání šířkového rozložení a jeho časových změn pro polární fakule, maxima zelené koronální emise, ploch a četnosti protuberancí a nového indexu vysoké geomagnetické aktivity s šířkovým rozdělením slunečních magnetických polí, a to během posledních dvou jedenáctiletých cyklů č. 20 a 21.

Nenašli jsme žádné příznaky počáteční, t.zv. vysokošířkové fáze "prodlouženého cyklu". Naopak naše grafy ukazují, že polární fakule a s nimi svázaná pole chvostové polarity představují poslední fázi předchozího cyklu, který je jimi prodloužen na 15 - 17 let. Také pravidelné rekurence vysoké geomagnetické činnosti během sestupné fáze cyklu se zdají být spojeny s magnetickými poli starého cyklu. Všechny studované jevy ukazují na existenci dvou typů šířkového rozložení sluneční aktivity: polárního - kam byla transportována chvostová pole z ekvatoreální oblasti a rovníkového, kde se magnetická pole obou polarit vyvíjela společně, ale kde zůstala pouze vedoucí pole, která dokonce mohou překročit rovník, ale byla opět poli vedoucí polarity na opačné polokouli Slunce během nového cyklu aktivity.

1. ÚVOD

Během loňského roku jsme mnoho času věnovali studiu šířkového rozložení těch projevů sluneční činnosti, které bývají spojovány s první, vysokošířkovou fází t.zv. "rozšířeného" cyklu sluneční aktivity (Wilson et al. 1988, Makarov et al. 1987; Howard a LaBonte 1981; Snodgrass 1987 a pod.). Srovnávali jsme nedávno publikované grafy šířkového chodu polárních fakulí (Makarov a Makarova 1986; Khusainov 1988), časových změn rozložení poloh emisných maxim zelené korony z homogenizovaných dat (Rybanský 1975) i maximálních ploch a počtu protuberancí (Rušíň et al. 1988) a průběhu námi nedávno sestrojeného indexu rekurence vysoké geomagnetické aktivity (Bumba a Hejna 1990a) se šířkovým rozložením slunečních magnetických polí (Howard a LaBonte 1981; Snodgrass 1987; Topka et al. 1982), a to pro poslední dva jedenáctileté cykly sluneční činnosti (dvacátý a dvacátý první).

2. CHOD ŠÍŘKOVÉHO ROZLOŽENÍ RŮZNÝCH PROJEVŮ SLUNEČNÍ ČINNOSTI

Polární magnetická pole jsou pole chvostové polarity, vytlačovaná postupně z ekvatoreálního tělesa pozařových polí v oblastech aktivních délek (Bumba a Růžičková-Topolová 1969); Topka et al. 1982). Jestliže srovnáme s jejich rozložením detailní rozložení polárních fakulí (Makarov a Makarova 1986); Khusianov 1988) vidíme, že polární fakule vyplňují v polární fotosféře právě ta místa, ve kterých jsou soustředěna zmíněná unipolární magnetická pole chvostové polarity (Bumba 1990). Tento fakt je ještě zdůrazněn šířkových rozložením maximálních ploch protuberancí, koincidujících s hranicemi magnetických polí.

To všechno znamená, že polární magnetická pole a polární fakule představují poslední fázi magnetické aktivity cyklu, který začal vytvářením aktivních oblastí kolem šířek $\pm 40^\circ$ před 15 - 17 roky. Tento cykl magnetické aktivity končí změnou polarity polárních polí.

Homogenizovaná koronální data ukazují dobře definované hlavní šířkové pásy emisních maxim zelené korony směřující k rovníku, vybíhající kolem šířky $\pm 45^\circ$ z rozsáhlé polární oblasti rovnoměrně rozložených poloh těchto maxim kolem pólů během minima aktivity. Jedna hrana této oblasti se posouvá z vysokých heliografických šířek až k rovníku, zatím co druhá hrana se rozdvouje. Jedna její větev míří od šířek $\pm 45^\circ$ k pólům, druhá k rovníku (Bumba et al. 1989, 1990).

Všechny šířkové pásy rozložení emisních maxim zelené korony lemují magnetické pole vedoucí polarity v ekvatoreální oblasti na jejích okrajích bližších pólů. Avšak v polárních oblastech jsme nenašli žádný vyhraněný vztah poloh těchto maxim k polárním magnetickým polím.

Naše grafy šířkového rozložení maximálních ploch a počtů protuberancí během let 1967 - 1986 (Bumba et al. 1989, 1990) ukazují rovněž dvě hlavní šířkové oblasti: polární zónu, vytvářející se jako prodloužení jedné ze sekundárních rovníkových větví maximální frekvence protuberancí, mířících k pólům, která současně přemostňuje období nízké aktivity skvrn trvajících několik let a tím i spojuje hlavní rovníkovou protuberanční zónu se zónou polární. Její plné trvání je 9 (bez) nebo 15 let (připočteme-li hlavní zónu). Zdá se, že rovníková zóna protuberancí nového jedenáctiletého cyklu se odděluje na začátku cyklu od dlouhé polární zóny starého cyklu opět kolem heliografických šířek $\pm 45^\circ$.

Tyto pásy maximální koncentrace protuberancí vydělují dvě hlavní šířkové pásma bez protuberancí, a tedy i bez podstatné magnetické aktivity. První takové pásmo - polární - zahrnuje oblast vyplněnou magnetickými poli starého cyklu, mající znak chvostové polarity a s nimi spojenými polárními fakulemi. V rovníkovém pásmu bez protuberancí se zdá, že magnetická pole vedoucí polarity, posouvající se k rovníku, překračují rovník v době minima, aby působila opět jako pole vedoucí polarity, tentokrát nového cyklu a na opačné polokouli Slunce.

Nedávno jsme definovali nový index rekurence vysoké geomagnetické aktivity (Bumba a Hejna 1990b) a srovnávali jsme jej s rozložením pozařových polí a protuberancí (Bumba a Hejna 1990a). Viděli jsme, že známé dlouhodobé rekurence vysoké geomagnetické aktivity na větvi spádu jedenáctiletého cyklu aktivity začínají tehdy, jakmile se podstatně zjednoduší šířkové zonální rozložení slunečních magnetických polí; t.j. 1 až 3 roky po změně polarity polárních polí. K největší rekurentní geomagnetické aktivitě dochází v době, kdy pozařová magnetická

pole v širokém pásu kolem rovníku ($\pm 40^{\circ}$) rotují téměř tvrdotělně v Carringtonových souřadnicích (Bumba a Gesztelyi 1988). Vytváří se tím také zvláštní situace pro rozdělení koronálních děr: polární a rovníkové díry mohou tehdy působit společně (Bohlin a Sheeley 1978; Legrand a Simon 1981). Toto rozdělení magnetických polí je opět zdůrazněno rozložením protuberancí.

To všechno znamená, že zmíněná silná geomagnetická aktivita je velmi pravděpodobně vyvolávána proudy slunečního větru, zakotvenými v systému magnetických polí souvisejících se starým cyklem aktivity (Bumba a Gesztelyi 1988). Magnetická pole nového cyklu jsou v této době stále ještě nepozorovatelná.

3. ZÁVĚR

Ze všeho, co bylo řečeno vidíme, že všechny diskutované projevy sluneční činnosti mají dynamiku svého vývoje a rozdělení odlišnou v rovníkové ($\gamma = \pm 45^{\circ}$) a v polárních ($\gamma = \pm(45^{\circ}-90^{\circ})$) oblastech.

Polární oblasti jsou reprezentovány zónami starých magnetických polí, vytlačených tam z hlavního rovníkového pásu aktivity, kde převládají pole vedoucí polarity, posouvající se k rovníku. V rovníkovém pásu se tato vedoucí pole nejdříve značně zintenzivňují, pak postupně slábnou, a jak už bylo řečeno, překračují rovník, aby na opačné polokouli s novým cyklem sehrála stejnou úlohu.

Maximální výskyt protuberancí zdůrazňuje toto jasné rozdělení polárních a rovníkových pásů stejně jako oddělení nového cyklu od starého. Dvě rozdílné kvality související s heliografickou šířkou vykazují i rozdělení maxim zelené emise korony.

I polární fakule se liší od fakulí hlavního pásu aktivity (Bumba 1990), oba typy se posouvají s časem v šířce opačně, ovšem s určitým fázovým rozdílem. Polární fakule posouvající se k polům souvisí se starým cyklem, zatím co k rovníku putující fakule patří k cyklu novému.

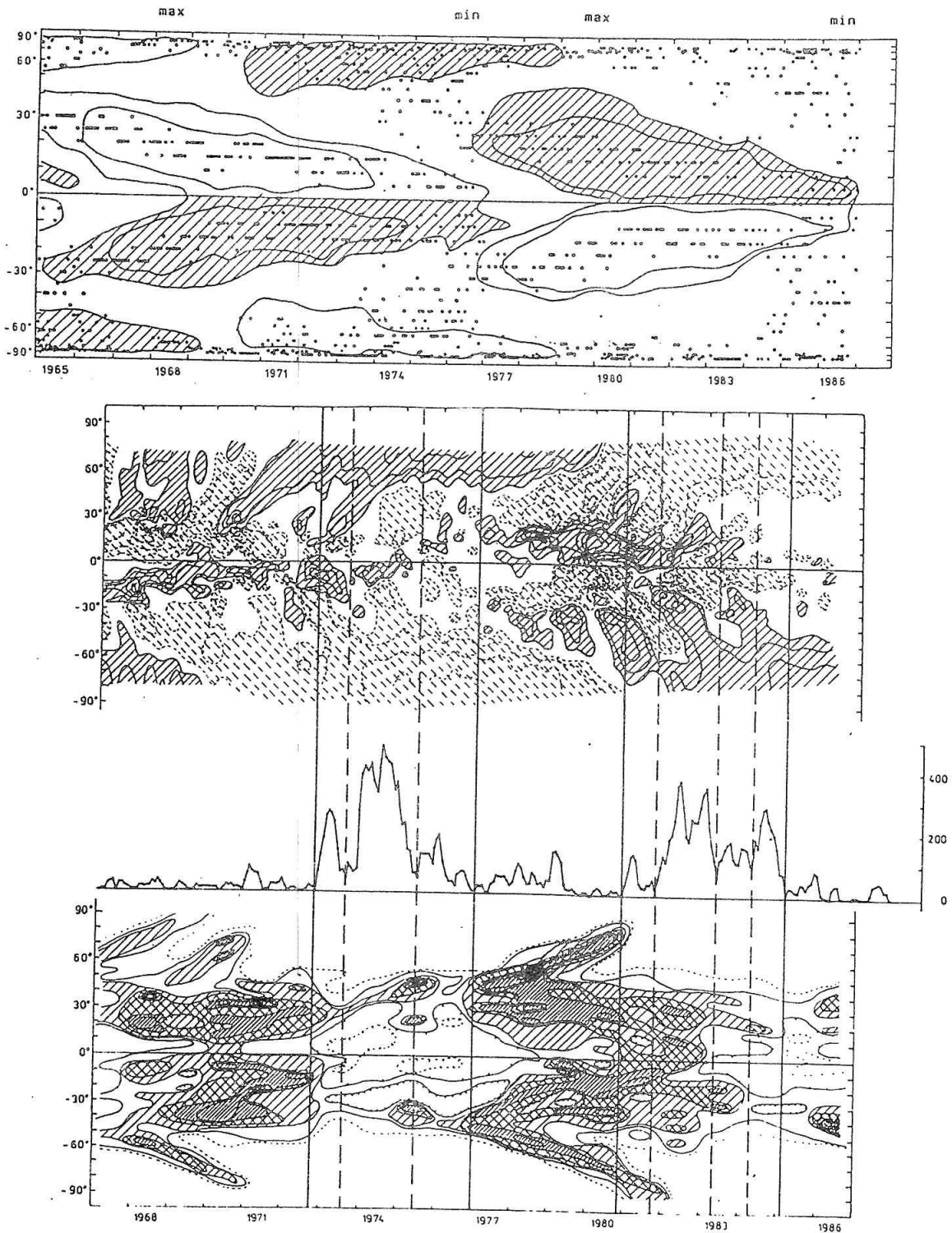
Pokud jde o t.zv. rozšířený cykl aktivity, trvající 18 až 22 roků, naše koronální data neukazují zřetelnou vysokošířkovou fázi posouvající se pouze k rovníku a polární fakule jasně souvisí se starým cyklem. Kromě toho jsou zřetelně odděleny od nového cyklu polární větvi protuberancí. Také zvýšená rekurentní geomagnetická aktivita během přechodné fáze mezi jedenáctiletými cykly aktivity slunečních skvrn se zdá být spojená s magnetickými poli náležejícími starému cyklu.

Jestli tedy "rozšířený" cykl skutečně existuje, pak bychom museli připustit, že jeho první a poslední vývojová fáze jsou identické. Nám se zdá přijatelnější koncepce cyklu magnetické činnosti rozděleného podle heliografických šířek. Jeho hlavní fáze probíhá v rovníkovém pásu, jeho sekundární nebo indukovaná, ovšem s ním těsně spřažená fáze se odehrává v obou polárních oblastech.

LITERATURA

- Bohlin, J. D.; Sheeley, N. R., Jr.: 1978, Solar Phys. 56, 125
Bumba, V.: 1990, Bull. Astron. Inst Czechosl. 41 (in press)
Bumba, V.; Gesztelyi, L.: 1988, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 39, 86

- Bumba, V.; Hejna, L.: 1990a, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 41, (in press)
Bumba, V.; Hejna, L.: 1990b, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 41, (in press)
Bumba, V.; Růžičková-Topolová, B.: 1969, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 20, 63
Bumba, V.; Rušín, V.; Rybanský, M.: 1989, Poster PP-V-09 IAU Symp. 138, Kiev
Bumba, V.; Rušín, V.; Rybanský, M.: 1990, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 41,
(in press)
Howard, R.; LaBonte, B. J.: 1981, Solar Phys, 74, 131
Khusainov, E. I.: 1988, Issledovania aktivnykh processov na Solnce, Vladivostok,
p. 55
Legrand, J. P.; Simon, P. A.: 1981, Solar Phys. 70, 173
Makarov, V. I.; Makarova, V. V.: 1986, J. Astrophys. Astron. 7, 113
Makarov, V. I.; Makarova, V. V.; Koutchny, S.; Sivaraman, K. R.: 1987, National
Optical Astronomy Observatories Prepr. Series, No. 138
Rušín, V.; Rybanský, M.; Dermendjiev, V.; Stavrev, K. Ya.: 1988, Contr. Astron.
Obs. Skalnaté Pleso 17, 63
Rybanský, M.: 1975, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 26, 367
Snodgrass, H. B.: 1987, Solar Phys. 110, 35
Topka, K.; Moore, R.; LaBonte, B. J.; Howard, R.: 1982, Solar Phys. 79, 231
Wilson, P. R.; Altrock, R. C.; Harvey, K. L.; Martin, S. F.; Snodgrass, H, B.:
1988, Nature, 333, 748.



ØBR. 1 Srovnání šířkového rozložení zelené korony (body v horním obrázku), fakulových polí (horní obrázek) s šířkovým rozložením magnetických polí (prostřední obrázek) a časovým chodem indexu rekurence silné geomagnetické aktivity (křivka v dolní části obrázku) i šířkovým rozložením maximálních ploch protuberancí (spodní obrázek).

ÚPLNÉ ZATMENIE SLNKA V ROKOCH 1990–1991, PODMIENKY POZOROVANIA A VEDECKÝ PROGRAM ASÚ SAV

J. Sýkora, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

ABSTRAKT

Uvedené sú podrobnosti o astronomických a meteorologických podmienkach zatmení 22. júla 1990 a 11. júla 1991, s dôrazom hlavne na výnimočnosť druhého zatmenia (USA, Mexiko, Brazília). Pojednáva sa o programe a cieľoch pripravenej expedície Astronomického ústavu SAV.

Pozorovania slnečnej koróny počas úplných zatmení Slnka sú aj dnes veľmi aktuálne a vysoko efektívne. Nižšie neustrácajú na význame, napriek pravidelným pozorovaniam tejto najvyššej vrstvy slnečnej atmosféry z vysokohorských koronálnych observatórií, i napriek jej kampaňovitým pozorovaniam z družíc.

Na riešení problémov fyziky slnečnej koróny sa významnou mierou podieľa aj Astronomický ústav SAV. Koronálne observatórium na Lomnickom štíte pracuje od r. 1962 a je platným článkom riedkej celosvetovej siete podobných náročných observatórií. Na družici FOBOS (1988) bol umiestnený náš "družicový koronograf" a v zlepšenej verzii by mal letieť na družici KORONAS (1991). Ústav vyslal veľké a dobre vybavené expedície za zatmeniami Slnka do Republiky Niger (1973), Indie (1980), ZSSR (1981) a Indonézie (1983).

Počet pôvodných vedeckých prác našich pracovníkov, venovaných štúdiu koróny Slnka, presiahol stovku a nemožno sa na tomto mieste pokúsiť ani len o ich najstručnejší komentár. Isté však je, že atakujú slnečnú korónu ako prostredie, z ktorého sú emitované prúdy vysokoenergetického žiarenia a oblaky plazmatických častíc do medziplanetárneho priestoru, s evidentnými dôsledkami na stav tzv. heliosféry, vrátane zemskej atmosféry. Pokiaľ sa jedná o naše zatmeňové pozorovania, postupne sa technicky zdokonaľovali, pričom samotný vedecký program bol pomerne stály. Bol popísaný napríklad v časopise Kozmos 4/1980. Vedecké výsledky zo všetkých našich expedícií sú súhrnne a podrobne uvedené v Prácah Astronomického observatória na Skalnatom Plese XV (1986), str. 393 - 407 a kolektív pracovníkov ASÚ SAV pbdržal za ne v r. 1989 Cenu Slovenskej akadémie vied.

Z uvedeného je vidieť, že Astronomický ústav SAV má všetky dôvody zaujímať sa aj naďalej o možnosti pozorovať slnečnú korónu počas úplných zatmení Slnka a významne tak dopĺňať jej vysokohorský a družicový výskum. Najbližšie vhodné zatmenia Slnka nastanú 22. júla 1990 a 11. júla 1991. Najmä druhé bude dĺžkou trvania (skoro 7 minút) celkom výnimočné a do roku 2132 ho v tomto ohľade žiadne iné zatmenie Slnka neprekona. Mesačný tieň počas takmer 4 hodín prejde územím

USA, Mexika a Brazílie a, čo je obrovská zhoda okolností, stred tohoto pásu totality bude prechádzať jedným z najvýznamnejších astronomických observatórií na svete, nachádzajúcom sa na vrchole vyhasnutej sopky Mauna Kea (4200 m) na Havajských ostrovoch (USA).

Tu je vhodné, možno i s nádychom určitého zadostučinenia a hrdosti, odciťovať z nedávneho listu prezidenta 10. komisie Medzinárodnej astronomickej únie E. Priestu (Veľká Británia) viac ako 200 členom svojej komisie: Serge Koutchmy z Institut d'Astrophysique, Paris, ma informoval, že sa dosiahla dohoda medzi tímami niekoľkých krajín pozorovať korónu v rôznych lokalit "veľkého" zatmenia 1991. Rovnaký prístroj - ďalekohľad s ohniskom 3 m, achromatickým objektívom o priemere 20 cm, vybavený radiálnym neutrálnym filtrom o priemere 15 cm bude testovaný v r. 1990. Pre "ostré" pozorovanie v r. 1991 sú vybrané miesta pre jednotlivé tímy na Havajských ostrovoch, v Kalifornii a Brazílii. Hlavným cieľom projektu je získať veľmi dobre kalibrované a vysoko kvalitné obrazy slnečnej koróny do vzdialenosti 6 a pol slnečného polomeru. Predpokladá sa použitie čierneho-bieleho a farebného fotografického materiálu. Experiment dovolí študovať dynamické procesy v slnečnej koróne počas takmer 4 hodín. Použitie rovnakého prístroja vysokej kvality rôznymi tímami západného a východného bloku krajín bude mať svoje premiéru. Vedci z Francúzska, NSR, USA, ZSSR a ČSFR sa aktívne zúčastnia tohoto projektu na báze úhrady vlastných nákladov".

Predpokladá sa, že naša skupina bude pozorovať z Kalifornie. Než však k tomu dôjde, je potrebné previesť spomenuté testovanie nášho prístroje v r. 1990 (samozrejme popri prevedení iných našich experimentov). Tak sa dostávame k popisu "testovacieho" zatmenia Slnka, ktoré nastane 22. júla tohoto roku.

Nebude to žiadna prechádzka. Pásmo úplného zatmenia začne vo Fínsku, tu však budú podmienky pre pozorovanie nepriaznivé. Bude včasné ráno a napríklad v Helsinkách bude počas zatmenia Slnka iba 1° nad horizontom. Aj na polostrove Kola (ZSSR) to ešte nebude omnoho lepšie - Slnko 7° nad horizontom. Ďalej pás zatmenia bude prechádzať nehostinnými oblasťami ostrova Novaja Zamlja, zasiahne polostrov Tajmyr, Nižnekolymskú oblasť Jakutskej ASSR, prejde na Kamčatku a skončí v Tichom oceáne na zemepisnej dĺžke asi 140° a zemepisnej šírke asi $+29^{\circ}$. Pásmo totality bude prechádzať takmer iba neobývanými oblasťami, oplývajúcimi bažinami, večne zamrznutou pôdou a miliónmi komárov. Pokiaľ ide o dĺžku zatmenia, výšku Slnka nad horizontom a meteorologické podmienky, najvýhodnejšou sa javí jakutská oblasť. K zatmeniu tu dôjde medzi 15. a 16. hodinou miestneho času (samozrejme pre dané geografické miesto vieme začiatok zatmenia a ostatné jeho parametre vypočítať na zlomok sekundy presne, a to aj na niekoľko desaťročí dopredu) pri výške Slnka nad horizontom 40° . Dĺžka úplného zatmenia na danom mieste dosiahne viac ako 2 a pol minúty pri šírke pásu totality 120 - 130 km. V súčasnosti sa nám ako najvýhodnejšie miesto javí oblasť osád Čerskij a Nižnekolymsk pri rieke Kolyme. Pretože sa jedná o blatistú tundru, posiatu drobnými pahorkami, predpokladajú naši sovietski priatelia, že sa spolu s nimi do tejto lokality prepravíme helikoptérou. V početne menšom zložení (4 účastníci expedície oproti 7 - 8 členom našich minulých výprav) zvládneme popri "veľkom" experimente ešte polarizáciu koróny v bielom svetle a fotometrické snímky bielej koróny.

Parametre zatmenia v niekoľkých obývaných miestach ZSSR nachádzajúcich sa v pásme totality udáva Tab. 1, kde λ a φ sú zemepisné súradnice, T_1, T_2, T_3, T_4 sú momenty (vo svetovom čase) prvého, druhého, tretieho a štvrtého kontaktu, T je okamih stredu úplného zatmenia, F je najväčšia fáza, t trvanie úplného zatmenia, H výška miesta nad morom v metroch a l je vzdialenosť od stredu pásma totality v km.

Popri hlavnom experimente - štúdiu štruktúry a dynamiky koróny, v rámci vyššie spomenutej medzinárodnej spolupráce, budeme počas zatmenia Slnka 11. júla 1991 merať stupeň a smer polarizácie koróny, menovite v jej emisnej čiare FeXIV 530.3 nm. Je to jedna z mála priamych metód na štúdium magnetického poľa koronálnej vrstvy slnečnej atmosféry. Tieto dva experimenty, doplnené fotometrickými snímkami a polarizáciou spojitého spektra koróny, dovoľia získať pomerne komplexný observačný materiál, ktorým ako veríme, sa expedícia Astronomického ústavu SAV do Kalifornie (asi 5 ľudí) zaradí medzi vedecky najvýznamnejšie skupiny, ktoré výnimočné zatmenie na americkom kontinente budú v r. 1991 pozorovať.

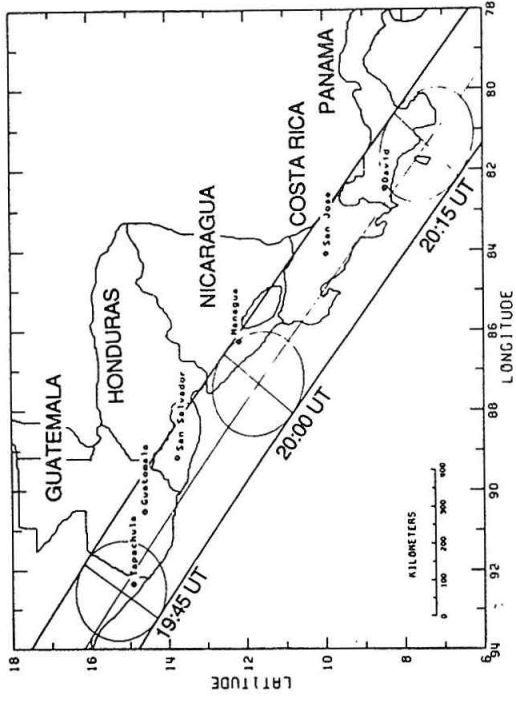
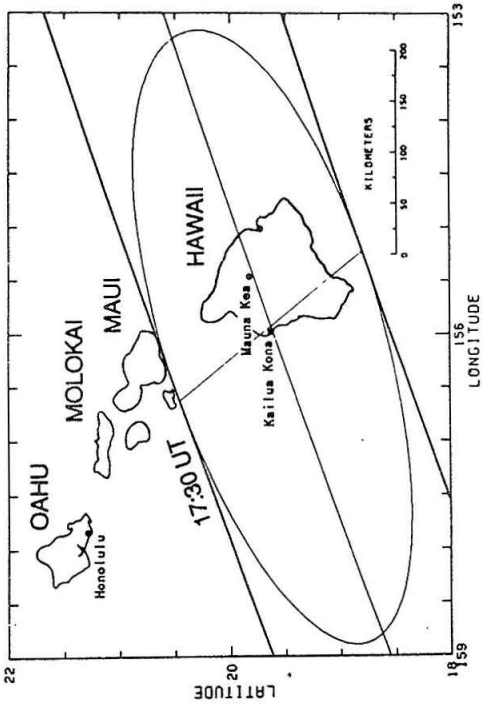
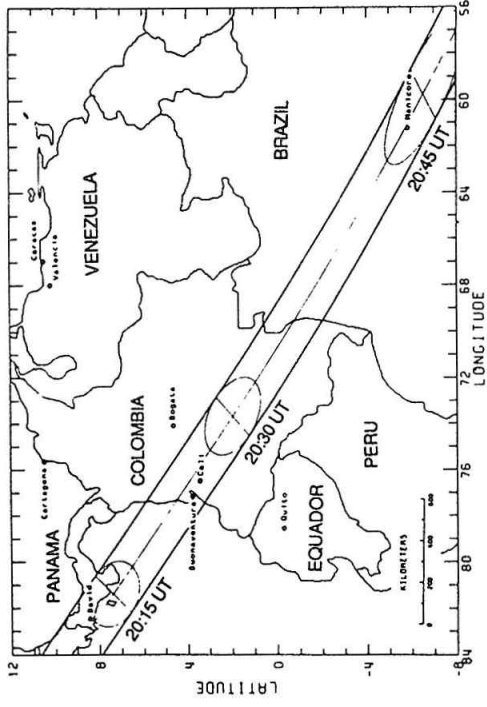
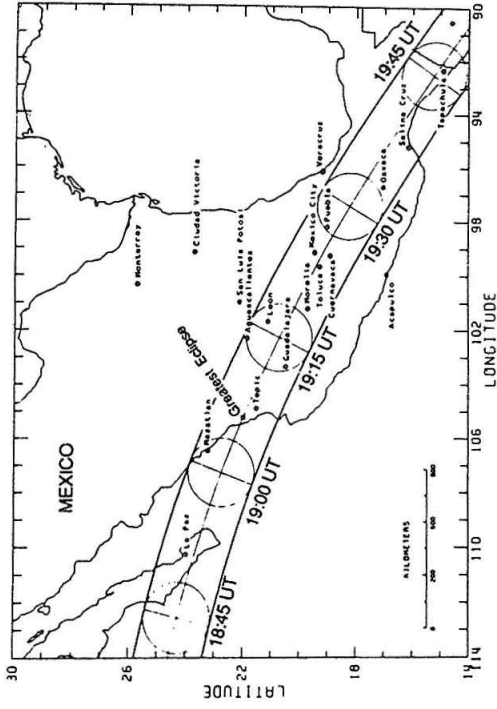
Je zrejmé, že viac než mnoho slov o priebehu a parametroch zatmenia 11. júla 1991 povie súbor štyroch obrázkov a jednej tabuľky, ktoré sme prevzali z článku Freda Espenaka: Predictions for the total solar eclipse of 1991, opublikovaného v J. Roy. Astron. Soc. Can., Vol. 38, No. 3, 1989. Za poznámku stojí prognóza veľmi nepriaznivých meteorologických podmienok v Mexiku v období mesiaca júl, na rozdiel napríklad od skvelého zatmenia Slnka na tom istom teritóriu v r. 1970, ale v relatívne bezoblačnom marcovom období na mexických náhorných plošinách.

Tabuľka 1

Názov miesta	λ	φ	T_1	T_2	T	T_3	T_4	F	t	H	l
Logaškino	70°52'	153°54'	1 ^h 39 ^m 05 ^s	2 ^h 44 ^m 07 ^s	2 ^h 45 ^m 25 ^s	2 ^h 46 ^m 42 ^s	3 ^h 50 ^m 41 ^s	1.019	2 ^m 34 ^s	0	8
Nižnekolymsk	68 33	160 57	1 45 23	2 51 06	2 52 24	2 53 42	3 57 44	1.018	2 35	10	8
Čerskij	68 46	161 25	1 45 33	2 51 07	2 52 25	2 53 40	3 57 35	1.015	2 31	15	22
Anjujsk	68 21	161 34	1 45 59	2 51 44	2 53 02	2 54 20	3 58 20	1.019	2 36	19	6
Angarka	66 59	164 14	1 49 18	2 55 34	2 56 46	2 57 59	4 02 08	1.012	2 26	75	40
Vesennij	66 25	164 45	1 50 46	2 56 34	2 57 41	2 58 49	4 04 06	1.010	2 15	75	50
Baimka	66 29	164 36	1 49 55	2 56 22	2 57 29	2 58 37	4 02 55	1.010	2 15	75	5
Markovo	64 41	170 25	1 56 28	3 02 39	3 03 56	3 05 12	4 08 44	1 016	2 33	23	20
Čuvanskoe	65 10	167 57	1 53 55	3 00 22	3 01 36	3 02 50	4 06 47	1.013	2 28	196	35
Lamutskoe	65 33	168 50	1 54 12	3 00 19	3 01 35	3 02 50	4 06 30	1.015	2 31	160	25
Vaegi	64 11	171 04	1 58 00	3 03 50	3 05 07	3 06 26	4 09 56	1.018	2 35	200	9

Table V
TOTAL SOLAR ECLIPSE - LOCAL CIRCUMSTANCES FOR 11 JULY 1991

Geographic Location	Lat.	Long.	First Contact	Second Contact	Third Contact	Fourth Contact	Maximum Eclipse	Sun Alt.	Sun Az.	Central Duration (m:s)	Path Width (Km)
Kailua Kona, HI	19.63	155.98	16:30:39	17:27:53	17:31:00	18:36:00	17:29:50	20.8	73.0	4:7	223.0
Mauna Kea, HI	19.83	155.47	16:30:43	17:28:12	17:32:20	18:37:40	17:30:15	21.4	73.2	4:8	223.4
Hilo, HI	19.73	155.02	16:30:47	17:28:31	17:32:30	18:38:10	17:30:33	21.8	73.3	4:4	223.8
La Paz, Mex.	24.17	110.28	17:23:18	18:47:42	18:54:5	20:18:47	18:50:53	81.5	102.4	6:22	267.5
Mazatlan, Mex.	23.23	106.45	17:32:36	18:58:48	19:4:15	20:28:10	19:1:32	87.5	110.4	5:27	258.0
Tepic, Mex.	21.53	104.88	17:37:24	19:4:5	19:10:44	20:33:50	19:7:25	89.2	315.2	6:38	268.0
Guadalajara, Mex.	20.68	103.33	17:41:57	19:9:15	19:15:30	20:38:15	19:12:22	80.5	294.7	6:14	267.9
Aguascalientes, Mex.	21.87	102.28	17:43:49	19:11:46	19:15:10	20:38:22	19:13:29	85.6	273.9	3:24	267.8
Leon, Mex.	21.13	101.68	17:46:53	19:12:57	19:18:47	20:40:37	19:15:53	84.4	281.0	5:49	267.7
Morelia, Mex.	19.72	101.20	17:48:20	19:15:48	19:22:4	20:43:40	19:18:50	82.9	290.8	6:15	267.5
Toluca, Mex.	19.28	99.67	17:52:49	19:19:53	19:26:34	20:47:0	19:23:14	80.4	288.8	6:41	267.2
Cuernavaca, Mex.	18.92	99.25	17:54:17	19:21:28	19:27:00	20:48:10	19:24:44	79.6	289.6	6:31	267.1
Mexico City, Mex.	19.47	99.15	17:54:0	19:20:55	19:27:29	20:47:35	19:24:12	79.8	286.8	6:34	267.1
Puebla, Mex.	19.03	98.18	17:57:1	19:23:51	19:30:10	20:49:50	19:27:4	78.2	287.1	6:25	256.9
Oaxaca, Mex.	17.05	96.70	18:3:12	19:30:37	19:36:3	20:55:11	19:33:20	74.8	291.8	5:25	256.2
Salina Cruz, Mex.	16.17	95.20	18:8:19	19:35:10	19:40:40	20:58:44	19:37:59	72.1	292.1	5:23	255.5
Tapachula, Mex.	14.92	92.33	18:17:35	19:42:44	19:48:59	21:4:28	19:45:52	67.3	291.8	6:15	254.3
Guatemala, Guatemala	14.62	90.53	18:22:42	19:47:9	19:52:31	21:7:4	19:49:51	64.7	290.9	5:21	253.5
San Salvador, S. Sal.	13.75	89.18	18:27:21	19:51:6	19:56:13	21:9:50	19:53:40	62.3	291.5	5:6	252.8
Managua, Nicaragua	12.17	86.27	18:36:50	19:59:40	20:2:28	21:14:58	20:1:4	57.4	292.1	2:47	250.9
San Jose, Costa Rica	9.95	84.08	18:45:9	20:5:7	20:10:15	21:19:49	20:7:42	53.0	293.7	5:7	249.0
David, Panama	8.45	82.45	18:50:58	20:9:20	20:14:50	21:22:57	20:12:8	49.9	294.5	5:23	247.4
Buenaventura, Col.	3.77	77.15	19:8:9	20:22:21	20:26:48	21:31:18	20:24:35	40.4	296.0	4:27	241.4
Cali, Col.	3.43	76.50	19:9:45	20:23:20	20:27:57	21:31:50	20:25:39	39.4	296.0	4:37	240.8
Manicore, Braz.	-5.88	61.22	19:39:48	20:42:12	20:46:4	21:41:33	20:44:8	17.5	295.4	3:52	221.4



NĚKOLIK POZNÁMEK K SOUČASNÉ A BUDOUCÍ ÚROVNI SLUNEČNÍ AKTIVITY

M. Kopecký, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

ABSTRAKT

Je ukázáno, že současný 11-letý cyklus se nachází již na vzestupné větvi 80-letého cyklu mohutností skupin skvrn. Z tohoto důvodu, jakož i ze střídání vysokých a nízkých 11-letých cyklů (lichý cyklus vyšší než předchozí sudý), lze očekávat, že příští 11-letý cyklus č. 23 bude podstatně vyšší než cyklus současný.

ÚVOD

Mnozí sluneční fyzici, mezi nimi i autor tohoto článku (1983), předpokládali, že současný 11-letý cyklus č. 22 bude poměrně nízký. Ve skutečnosti je tomu naopak. Současný cyklus patří k 5 nejmohutnějším cyklům z posledních 22, jejichž maximální roční relativní číslo $R_M > 150$.

Vzniká tedy otázka, proč tomu tak je, především pak, na jaké fázi 80-leté periody skupin skvrn se tento cyklus nachází. Současně vzniká i otázka, jak mohutný lze očekávat příští 11-letý cyklus č. 23.

Pokusíme se v této práci nalézt alespoň částečné odpovědi na tyto otázky.

2. KDY NASTALO POSLEDNÍ MINIMUM 80-LETÉ PERIODY SLUNEČNÍCH SKVRN

Jak jsme ukázali již dříve (Kopecký 1983), 80-letá perioda skvrn je především 80-letou periodou mohutnosti skupin skvrn. Velmi výrazně ji jeví průměrná životní doba skvrn T_0 . To je dobře patrné v Obr. 1, kde body v horní křivce udávají průměrnou životní dobu T_0 skupin skvrn vzniklých za celý ten který 11-letý cyklus, a to od 11-letého cyklu č. 15 do 11-letého cyklu č. 20. Předchozí minimum 80-leté periody T_0 nastalo v cyklu č. 15 (Kopecký 1983), poslední maximum v cyklu č. 18, jak patrné z Obr. 1, a 11-leté cykly č. 19 a 20 vykazují výrazný pokles průměrné životní doby T_0 .

Stanovit, jaké bylo T_0 v 11-letém cyklu č. 21, však nemáme možnost. Pro stanovení T_0 je třeba vhodných katalogů skvrn. Dosud byly T_0 , včetně T_0 v Obr. 1, určovány z Greenwich photoheliographic results, které však od r. 1978 již nevycházejí. Druhým vhodným katalogem pro tento účel jsou Pulkovské katalogy slunečních skvrn. Jejich poslední svazek byl však publikován za rok 1979 a další

jsou teprve v tisku.

80-letou periodou mohutnosti skupin skvrn však jeví i jiné indexy mohutnosti skupin skvrn, jako např. průměrná maximální plocha velkých skupin skvrn a pod., kde velkými skupinami se rozumí skupiny, jejichž průměrná plocha \bar{S} za dobu jejich přechodu přes sluneční disk je větší než 500 miliontin povrchu sluneční polokoule (dále jen miliontin). A právě tyto dva posledně jmenované indexy mohutnosti skupin, které si označíme \bar{P} a \bar{P}_{S_M} , je možné pro 11-letý cyklus č. 21 stanovit, protože autorka Pulkovských katalogů skvrn R.S. Gněvyševa publikovala katalogy velkých skupin skvrn pro r. 1980 - 1985, pro něž katalogy skvrn dosud nevyšly.

Hodnoty \bar{P} a \bar{P}_{S_M} byly tedy stanoveny pro 11-leté cykly č. 19, 20 a 21 na základě katalogů velkých skvrn sestavených z Pulkovských katalogů slunečních skvrn (Gněvyševa 1972, 1976, 1981, 1982, 1987). Pro srovnání byly \bar{P} a \bar{P}_{S_M} rovněž stanoveny pro 11-leté cykly č. 15 - 20 na základě katalogů velkých skupin skvrn sestavených z Greenwich photoheliographic results (Greenwich Observatory 1955; Kopecký a Kotrč 1974; Kopecký 1982). V těchto katalogích je u každé velké skupiny skvrn uvedena její průměrná plocha \bar{S} a maximální plochy S_M za dobu jejího přechodu přes sluneční disk. Při tom u rekurentních skupin skvrn je každý přechod rekurentní skupiny přes sluneční disk uvažován jako samostatná skupina. Jestliže v daném 11-letém cyklu pozorujeme celkem n velkých skupin skvrn (t.j. skupin s $\bar{S} > 500$ miliontin), potom indexy \bar{P} a \bar{P}_{S_M} jsou dány vztahy

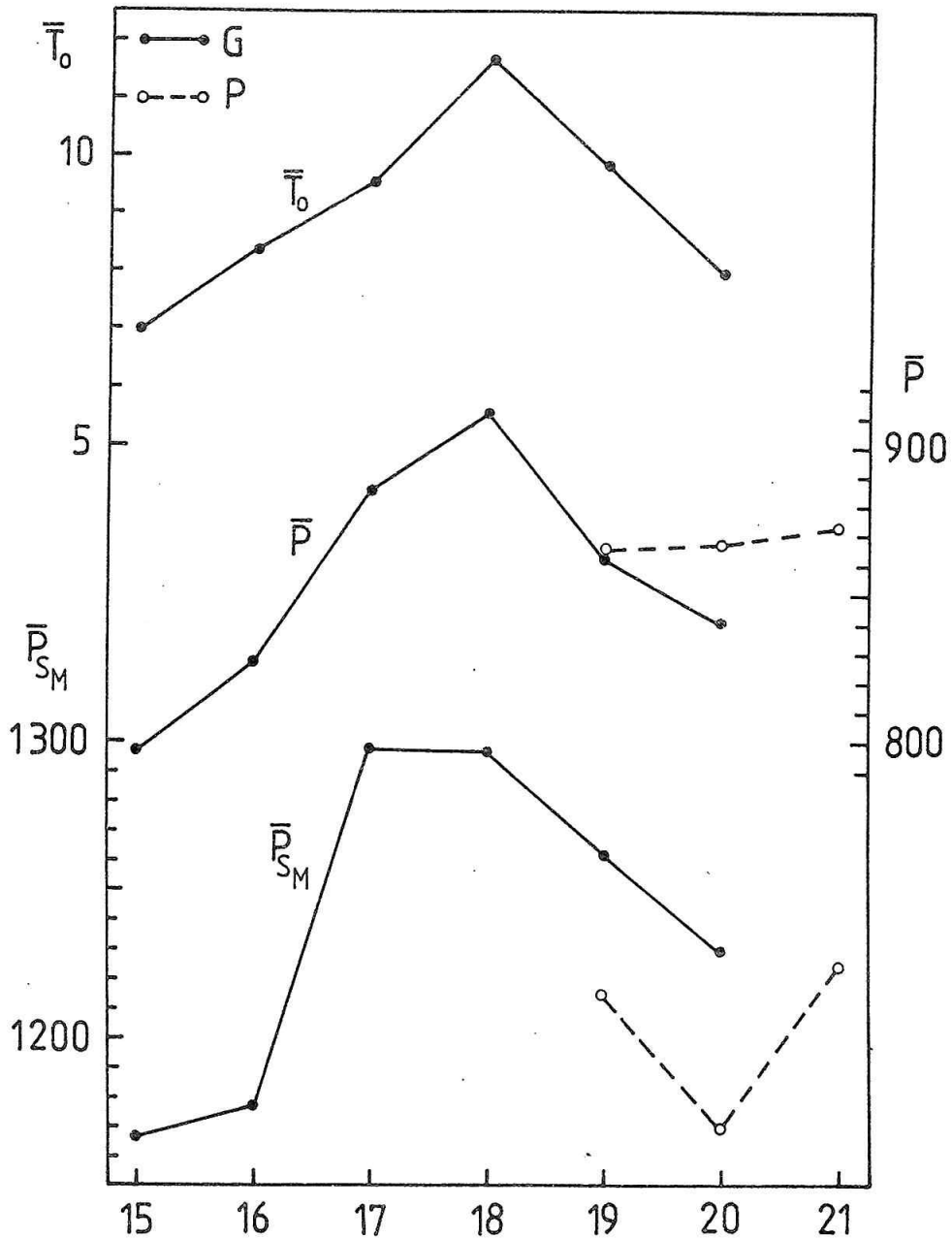
$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum \bar{S} \quad (1)$$

$$\bar{P}_{S_M} = \frac{1}{n} \sum S_M \quad (2)$$

Takto obdržené hodnoty \bar{P} a \bar{P}_{S_M} jsou dány v Obr. 1, a to podle Greenwichských katalogů plnými kroužky a plnými čarami, podle Pulkovských katalogů prázdnými kroužky a čárkovaně.

Z Obr. 1 je především patrné, že \bar{P} a \bar{P}_{S_M} mají shodný průběh s \bar{T}_0 a jsou tedy vhodným indexem průměrné mohutnosti skupin skvrn. Absolutní hodnoty \bar{P} a \bar{P}_{S_M} z Greenwichských a Pulkovských katalogů se sice poněkud liší, přesto z jejich průběhu lze soudit, že poslední minimum 80-leté periody mohutnosti skupin skvrn již minulo, že nejpravděpodobněji bylo již v 11-letém cyklu č. 20.

Z průběhu \bar{T}_0 , \bar{P} a \bar{P}_{S_M} můžeme tedy vyvodit závěr, že současný 11-letý cyklus č. 22 se nachází již na vzestupné větvi 80-leté periody mohutnosti skupin slunečních skvrn.



Øbr. 1

3. DØSLEDKY VZESTUPNÉ VØTVE 80-LETÉ PERIODY

Relativní Øíslo skvrn R , vyjadřující celkovou okamžitou úroveň skvrnotvorné Øinnosti Slunce, je výrazně ovlivňováno mohutností skupin skvrn, jak plyne ze vztahu (Kopecký 1983)

$$R = K f_0 T_0^2 \quad (3)$$

kde K je konstanta, T_0 průměrná životní doba skupin skvrn a f_0 počet vzniklých skupin skvrn za jednotku času na celém Slunci.

Počet vzniklých skupin skvrn f_0 v průběhu posledních 100 let neustále vzrůstá (Kopecký 1983) a nacházíme-li se na vzestupné větvi 80-leté periody T_0 , potom R roste ještě výrazněji, protože R závisí na T_0 kvadraticky, jak plyne ze vztahu

(3). A právě v tom je třeba především vidět příčinu toho, že současný 11-letý cyklus je tak mohutný. To však může mít též za následek, že i příští 11-letý cyklus bude velmi vysoký.

To, že jsme v dřívější prognose (Kopecký 1983) obdrželi současný 11-letý cyklus č. 22 poměrně velmi nízký, souviselo s tím, že jsme vycházeli z předpokladu, že minimum 80-leté periody \overline{T}_0 nastane v 11-letém cyklu č. 21 nebo dokonce č. 22. Jak jsme v této práci ukázali, tento náš dřívější předpoklad nebyl správný, minimum 80-leté periody \overline{T}_0 nastalo dříve a cyklus č. 22 patří již k vzestupné větvi 80-leté periody \overline{T}_0 .

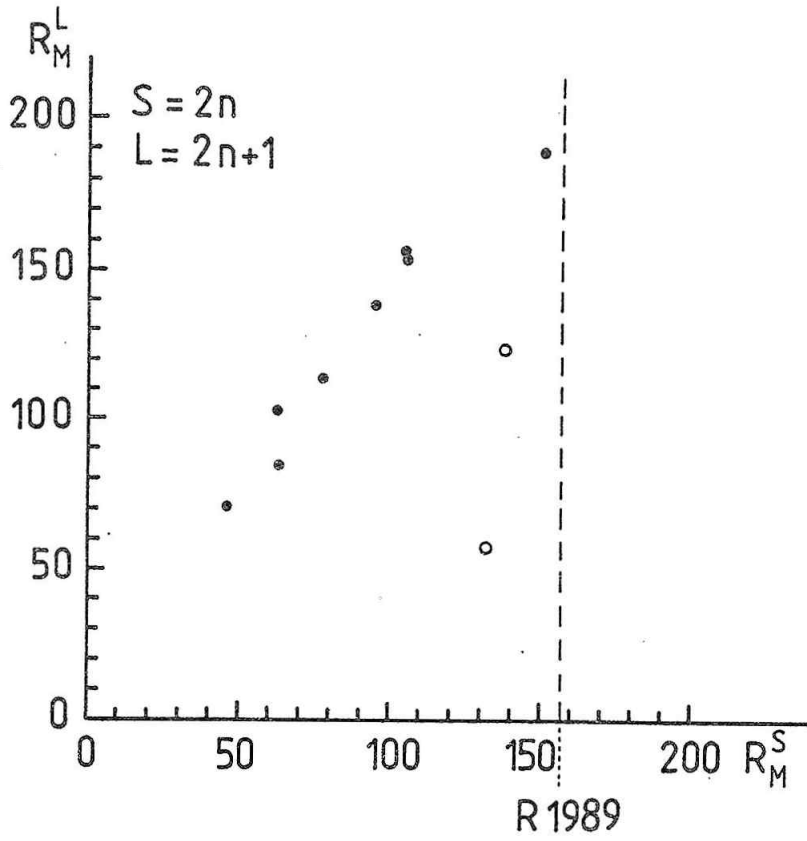
Z toho však plyne ještě jeden závěr, a to, že absolutní maximum několikasetleté periody s abnormálněvysokými 11-letými cykly, tedy protipól Maunderovského minima, jehož nástup jsme dříve (Kopecký 1983) předpovídali ke konci první poloviny příštího století, nastane tedy pravděpodobně dříve.

4. PŘEDPOVĚĎ VÝŠKY PŘÍŠTÍHO 11-LETÉHO CYKLU Č. 23

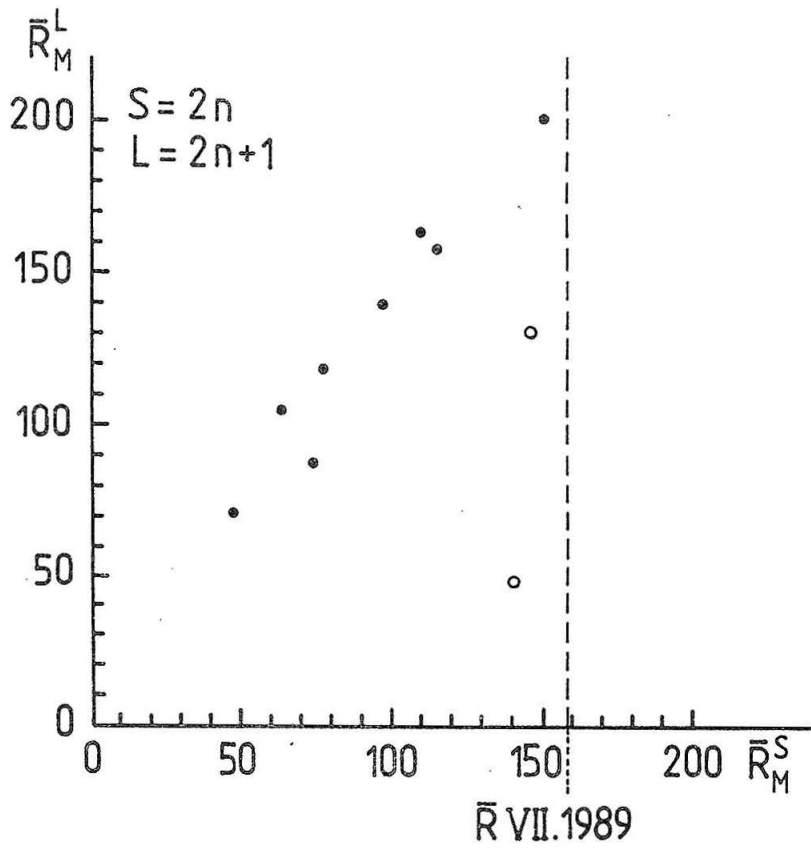
Již v předchozí kapitole jsme uvedli, že v důsledku toho, že se nacházíme na vzestupné větvi 80-leté periody mohutnosti skupin skvrn, lze očekávat, že i příští 11-letý cyklus č. 23 bude velmi vysoký. Lze dokonce soudit, že příští cyklus bude podstatně vyšší než současný, a to na základě zákonitosti nalezené Gněvyševem a Olem (1948), podle níž je vždy lichý 11-letý cyklus celkově mohutnější než předchozí cyklus sudý. Tuto zákonitost jmenovaní autoři našli pomocí součtu $\sum R$ ročních hodnot relativních čísel za celý cyklus a ukázali, že existuje lineární závislost $\sum R$ cyklu lichého na $\sum R$ předchozího cyklu sudého, zatím co takováto závislost neexistuje mezi $\sum R$ cyklu sudého a $\sum R$ předchozího cyklu lichého. V návaznosti na tento výsledek Gněvyševa a Ola jsem ukázal (Kopecký 1950a), že stejná zákonitost platí i pro roční relativní čísla v letech v okolí maxima cyklu i pro maximální relativní čísla R_M . Současně jsem tyto nalezené zákonitosti využil pro předpověď R_M v lichých cyklech č. 19. a 21 na základě R_M jim předcházejícího cyklu sudého (Kopecký 1950b, Ambrož 1979), a to ne se špatným výsledkem: pro 11-letý cyklus č. 19 jsem předpověděl $R_M = 208,5$ (skutečnost 190,2), pro cyklus č. 21 předpověď $R_M = 137,7$ (skutečnost 155,4). Využijme tedy této zákonitosti i pro předpověď maximálního relativního čísla R_M v příštím 11-letém cyklu č. 23.

V Obr. 2 je dána závislost maximálního ročního relativního čísla R_M v 11-letých cyklech lichých ($2n + 1$) na R_M v předcházejících cyklech sudých ($2n$). Vidíme, že tato závislost má skutečně lineární charakter; nepodřizují se jí však dvojice cyklů č. 4 - 5 a č. 8 - 9, které se však i v jiných případech chovají anomálně. Stejnou závislost obdržíme pro maximální vyrovnaná měsíční relativní čísla \overline{R}_M ; tato závislost je dána v Obr. 3. Že neexistuje žádná závislost R_M v cyklech sudých ($2n$) na R_M v jim předcházejících cyklech lichých ($2n - 1$) je dobře vidět v Obr. 4.

V současném 11-letém cyklu bylo dosud nejvyšší roční relativní číslo v r. 1989, a to 157,6. Tato jeho hodnota je v grafu v Obr. 2 vyznačena čárkovanou svislou přímkou, která protíná závislost $R_M(2n + 1)$ na $R_M(2n)$ u hodnoty přibližně 200. Z toho lze soudit, že v příštím 11-letém cyklu č. 23 by maximální roční



0br. 2

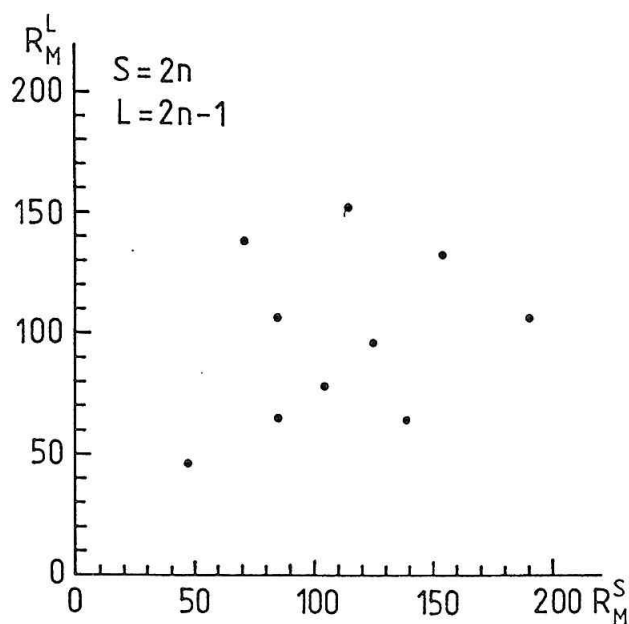


0br. 3

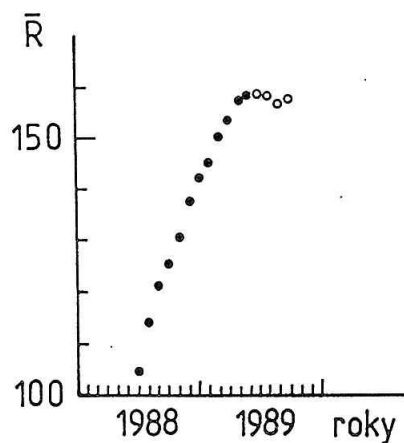
relativní číslo mělo dosáhnout minimální hodnoty okolo 200.

Obdobný výsledek obdržíme i pro vyrovnaná měsíční relativní čísla R . Jejich průběh v posledních letech je dán v Obr. 5, při čemž plnými kroužky jsou dány hodnoty \bar{R} počítané z definitivních měsíčních hodnot \bar{R} a prázdnými kroužky hodnoty R , pro jejichž výpočet byly z části použity prozatímní měsíční hodnoty R z počátku tohoto roku 1990. Z Obr. 5 je především patrné, že maximum současného cyklu č. 22 bylo s největší pravděpodobností již v červenci minulého roku 1989, kdy \bar{R}_M dosáhlo hodnoty 158,6. Tato hodnota \bar{R}_M je dána v grafu v Obr. 3 rovněž svíslou čárkovanou čarou. I zde dostáváme, že v příštím cyklu č. 23 by mělo být $\bar{R}_M \geq 200$.

Celkově tak docházíme k závěru, že příští 11-letý cyklus č. 23 by měl být abnormálně mohutný, minimálně stejně vysoký jako cyklus č. 19, případně i vyšší.



Obr. 4



Obr. 5

LITERATURA

- Ambrož, P.: 1979, Hvězdářská ročenka 1979, svazek 2 "Přehled pokroků v astronomii", Academia, Praha
- Gněvyšev, M. N.; Ol, A. I.: 1948, *Astronomičeskij žurnal* 25, 18
- Kopecký, M.: 1950a, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.*, 2, 14
- Kopecký, M.: 1950b, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* 2, 30
- Kopecký, M.: 1982, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* 33, 65
- Kopecký, M.: 1983, *Vztahy Slunce-Země*, str. 37, VK AG ČSAV, Praha
- Kopecký, M.; Kotrč, P.: 1974, *Bull. Astron. Inst. Czechosl.* 25, 171
- Gněvyševa, R. S.: 1972, *Solněčnye dannye* 1972, No. 7, str. 76
- Gněvyševa, R. S.: 1976, *Solněčnye dannye* 1976, No. 3, str. 91
- Gněvyševa, R. S.: 1981, *Katalog solnečnoj dějatelnosti za 1977 god.* Nauka; Leningrad

Gněvyševa, R. S.: 1982, Katalog solněčnoj dějatělnosti za 1978 god., Nauka
Leningrad

Gněvyševa, R. S.: 1987, Solněčnye dannye 1987, No 5, str. 70

Greenwich Observatory, 1955, Sunspot and Geomagnetic-Storm Data Derived from
Greenwich Observations 1874 - 1954.

SLNEČNÁ AKTIVITA A CHAOTICKÉ ATRAKTORY

V. Karlovský, hvezdáreň Hlohovec

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá súvislosťami medzi slnečnou aktivitou a chaotickými atraktormi.

V prírode sú javy, ktoré je možné predpovedať na tisícky rokov vopred, ako napríklad zatmenie Slnka a iné, hoci na ne vplývajú tie isté fyzikálne zákony, nie je možné takto predvídať; ako počasie na Zemi. Príčinou nepredvídateľnosti je ten fakt, že aj niektoré determinované systémy s malým počtom komponent môžu vytvárať náhodné chovanie, pričom táto náhodnosť má principiálny charakter, nemôžeme sa jej zbaviť, keď získame viac informácií o systéme. Takto vytvorená náhodnosť sa nazýva chaos.

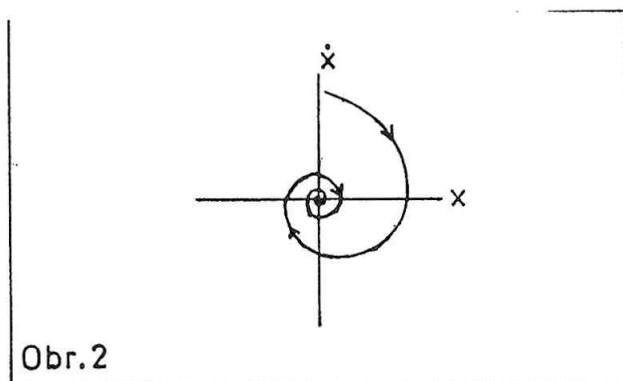
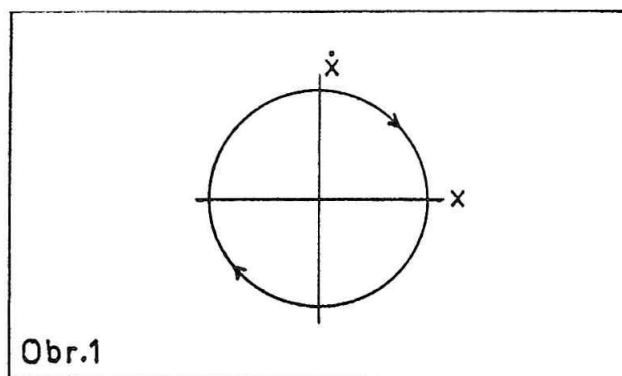
Istý paradox je v tom, že chaos je determinovaný, vytvorený určitými pravidlami, ktoré neobsahujú nijaké prvky náhodnosti, je to voľne povedané organizovaný neporiadok. V praxi malé nepresnosti vo vývoji systému rastú a preto, hoci je možná krátkodobá prognóza, dlhodobá predpoveď je fakticky nemožná.

Na druhej strane determinizmus v chaose ukázal, že mnohé javy sú ľahšie predvídateľné, než sa pôvodne predpokladalo.

Atraktory, veľmi všeobecne povedané, sú geometrické štruktúry, ktoré charakterizujú chovanie systému vo fázovom priestore počas dlhého času. V konkrétnych prípadoch sú to vlastne geometrické štruktúry, ktoré k sebe priťahujú riešenia diferenciálnych, transcendentných či algebraických rovníc a ich sústav.

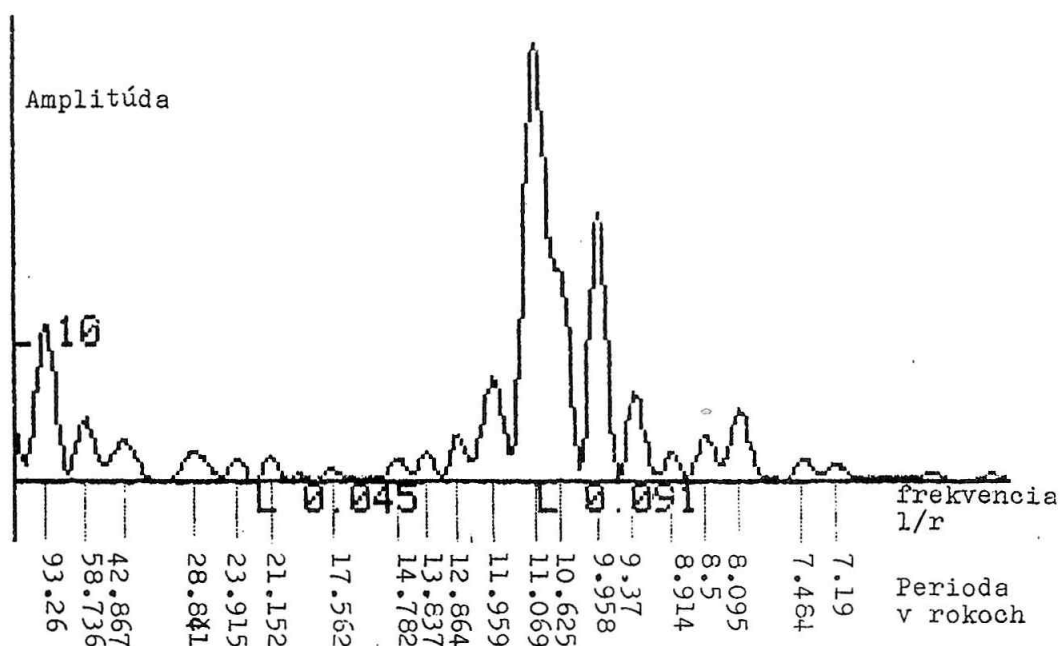
Obraz o vývoji dynamického systému si najlepšie vytvoríme, ak si ho znázorníme vo fázovom priestore. Je to priestor, v ktorom súradnicami sú stupne voľnosti systému. Ako príklad môžu slúžiť pohyb kyvadla - OBR. 1. Stav kyvadla zodpovedá bod v rovine, súradnicami ktorého sú poloha (x) a rýchlosť kyvadla (\dot{x}). Keď sa kyvadlo kýve, bod opisuje dráhu vo fázovom priestore. Pre ideálne kyvadlo bez trenia je to uzavretá krivka. V prípade, že na kyvadlo pôsobí trenie, dráha sa zbieha po špirále k bodu - OBR. 2. Na OBR. 2 je vlastne veľmi jednoduchý typ atraktora - nepohyblivý bod. Zložitejším typom atraktora je hraničný cyklus. Hraničný cyklus opisuje napríklad pohyb kyvadla v hodinách. Ešte zložitejšiemu pohybu - kvaziperiodickému zodpovedá atraktor v tvare toroidu. Tieto všetky atraktory sú predvídateľné, ich vývoj je možné presne predpovedať. Chaotické atraktory majú zložitejší geometrický tvar a zodpovedajú nepredvídateľnému pohybu. Ako príklad môžeme uviesť Lorenzov, Rösslerov, Henonov. Vzhľadom na svoje vlast-

nosti sa nazývajú niekedy podivnými atraktormi.



V slnečnej aktivite, napríklad vo vývoji škvrnovej aktivity existujú prvky náhodnosti. Ako ukázala Kandaurova pri analýze slnečnej cykličnosti existuje tu okrem regulárnej časti, tvorenej tromi periódami, šumová komponenta, ktorá tvorí 20% a ktorá charakterizuje nestacionárny proces s normálnym rozdelením.

Fourierovská analýza slnečných relatívnych čísel ukazuje, že existuje pri najmenšom 20 frekvencií (periód), ktoré sa vyskytujú v období rokov 1749 - 1987 (OBR. 3).



OBR. 3 Fourierovská analýza slnečných relatívnych čísel (r. 1749 až 1987).

Škvrnová aktivita zasluhuje väčšiu pozornosť. Z rôznych pokusov aproximovať krivku 11-ročného cyklu Wolfových relatívnych čísel je zaujímavý pokus Stewarta a Panofského. Vychádzali z predpokladu o erupтивности slnečného cyklu. Potom krivku cyklu relatívnych čísel môžeme vyjadriť:

$$W(t) = C \cdot t^a \cdot e^{-bt} \quad (1)$$

kde t je čas v rokoch od minima; C , a , b sú parametre; a , t^a opisuje erupzívnu fázu; b , e^{-bt} útlm.

Z rovnice (1) plynie:

$$\frac{-dW}{dt} = \left(W \frac{-a}{t} - b \right)$$

z ktorej po úprave máme:

$$\frac{-dW}{dt} = -bW + \frac{-aW}{t} \quad (2)$$

Táto rovnica je veľmi podobná inej:

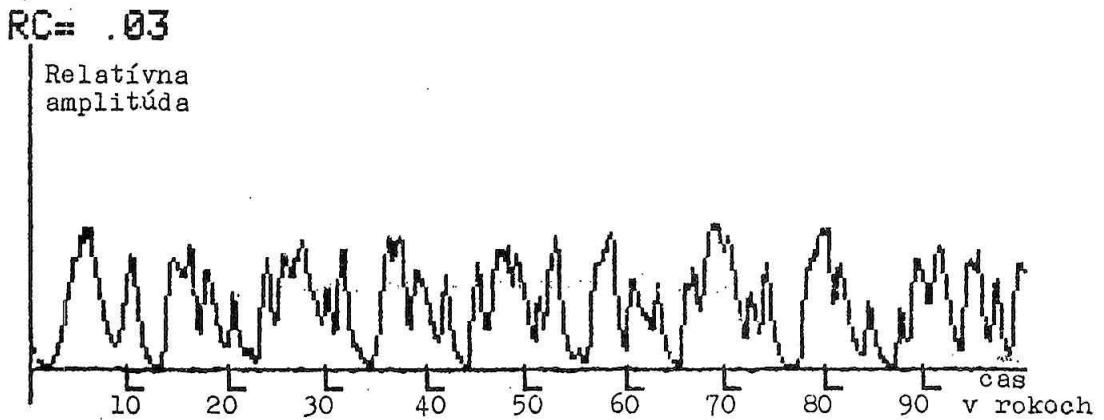
$$\frac{-dx(t)}{dt} = -bx(t) + f(x(t-t_a)) \quad (3)$$

a konkrétnejšie

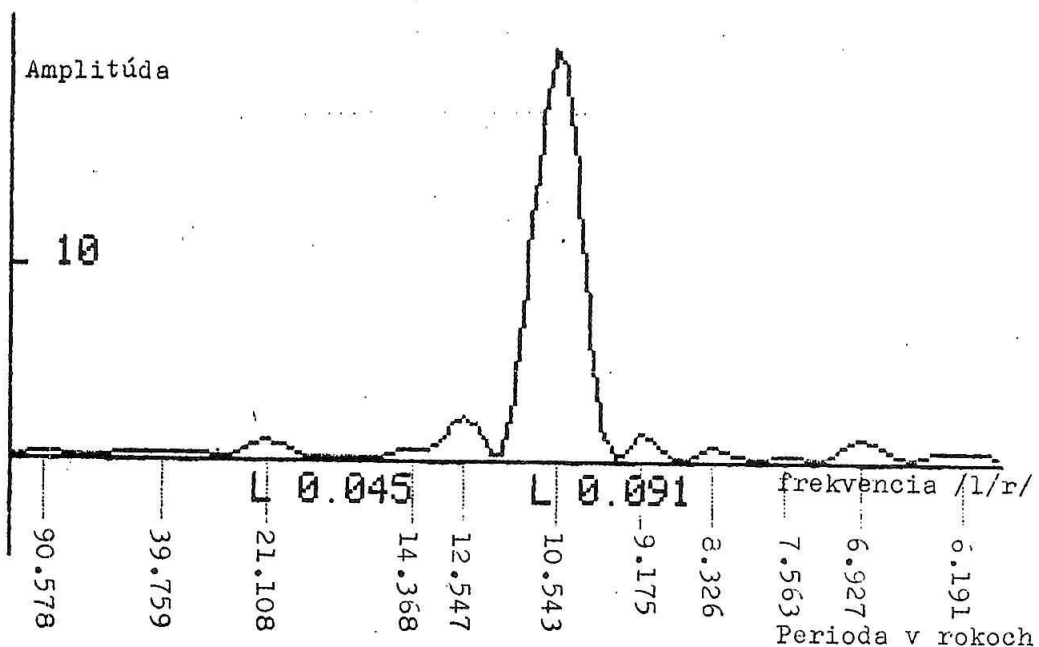
$$\frac{-dx(t)}{dt} = -bx(t) + \frac{ax(t-t_a)}{1 + [x(t-t_a)]^{nn}} \quad (4)$$

kde $x(t)$ je relatívna amplitúda procesu, t je čas, t_a čas charakterizujúci spätnú väzbu, nn exponent, a -parameter charakterizujúci rast, b -parameter charakterizujúci útlm.

Rovnica (4) charakterizuje atraktor so spätnou väzbu. Tento atraktor prechádza na chaotický atraktor pri určitých hodnotách a , b , t_a a nn . Priebeh relatívnych amplitúd s časom vykazuje periodicitu, ktorá však prechádza na chaotické chovanie pri väčších hodnotách t_a . Ak zvolíme za $a=0.2/0.1$ roka, $b=0.1/0.1$ roka, $nn=10$ $x(t)$ sa mení periodicky v intervale $0.46 < t_a < 1.33$ roka, pri $t_a > 1.33$ roka nastávajú bifurkácie zdvojenia, ktoré sa končia pri $t_a=1.68$, teda atraktor prechádza na chaotický režim. Ak použijeme rovnicu (4) na charakterizáciu priebehu relatívnych čísel s parametrami $a=0.4/0.1$ roka a $b=0.13/0.1$ roka, $t_a=6.4$ roka a $nn=10$, vidíme (OBR. 4), že priebeh relatívnych amplitúd s časom napodobuje chod relatívnych čísel na Slnku. Períody zistené fourierovskou analýzou sú na Obr. (5). Hlavná perioda je tu 10.543 roka. Táto perioda zodpovedá periode ~ 10.5 roka, ktorú má slnečný cyklus v tomto storočí. Atraktor s týmito parametrami má chaotický charakter. Zachováva sa určitá periodicita, pričom skutočná hlavná perioda je 21.1 roka a skutočný cyklus je zložený z dvoch veľkých cyklov, ktoré sú ešte delené na viacero malých impulzov. Pri koeficiente spätnej väzby 6.4 roka je ich 3 až 5. Každý druhý cyklus o dĺžke približne 10.5 roka sa podobá, ale má vlastnú individualitu, t.j. párne cykly sa podobajú, ale každý je trochu iný, aj nepárne cykly sa podobajú, ale každý je iný. Hlavná skutočná perioda 21.1 roka nie je stála, ale sa v dlhom časovom slede chaoticky mení okolo strednej hodnoty. Celý cyklus sa teda skladá z dvoch odlišných cyklov o dĺžke ~ 10.5 roka. V rovnici (4) môžeme parameter b chápať ako koeficient rozpadu škvrnovej aktivity, parameter a ako koeficient vzniku, pričom rast aktivity ešte závisí na



· OBR. 4 Priebeg relatívnej amplitúdy s časom pri modeli slnečnej aktivity s chaotickým atraktorom s $t_a=6.4$ roka.



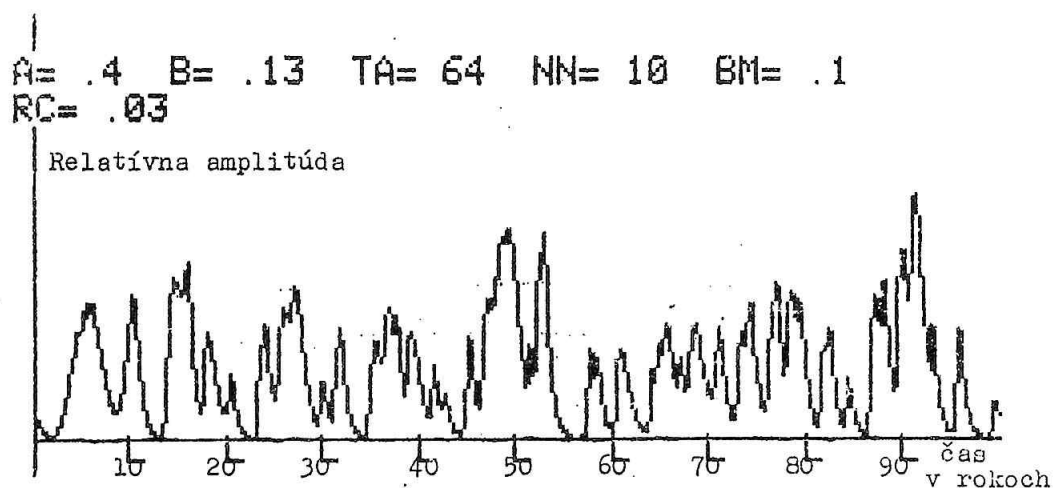
· OBR. 5 Fourierovská analýza relatívnych amplitúd chaotického atraktora, priebeg ktorých s časom je na obr. 4.

spätnej väzbe, t.j. parametri t_a , teda, že aktivita vzniká vo vzťahu k predošlej aktivite. Aktivita upadá iba vo vzťahu k súčasnej aktivite. Môže to byť súvislosť parametra b s T_0 - životnou dobou škvŕn. Rovnica /4/ môže charakterizovať chaotický atraktor aj vtedy, ak parametre a , b sa menia, vtedy sa s časom mení aj jeho charakter.

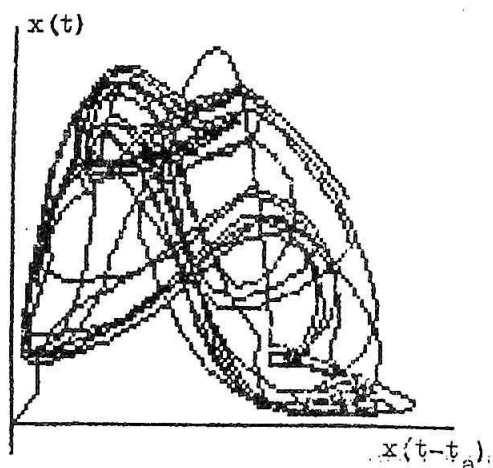
V našej práci bol urobený pokus meniť parameter a s časom takto:

$$\begin{aligned} a_9 &= a + \dot{R}^2 \\ \dot{R} &= \dot{r}BM \end{aligned} \quad (5)$$

kde a_9 je nový parameter a , \dot{r} je rýchlosť Slnka voči barycentru Slnčnej sústavy v m/s, BM je prevodný súčiniteľ. Výsledok numerického riešenia vidíme na OBR. 6. Ukazuje sa, že škvŕnovú aktivitu Slnka je možné charakterizovať chaotickým atraktorom podľa rovnice (4). Fázový diagram atraktora z OBR. 4 vidíme na OBR. 7.



OBR. 6 Priebeh relatívnej amplitúdy s časom pri modeli slnečnej aktivity s chaotickým atraktorom s $t_a=6.4$ roka a synchronizáciou s pohybom Slnka okolo barycentra Slnčnej sústavy (započítané pohyby planét Jupiter, Saturn, Urán, Neptún). Synchronizácia cez parameter a_9 .

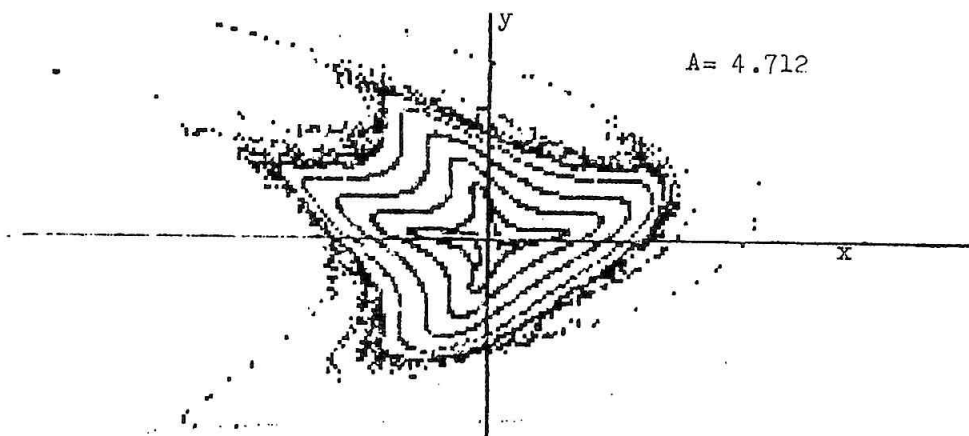


OBR. 7 Fázový diagram chaotického atraktora z obrázku č. 4.

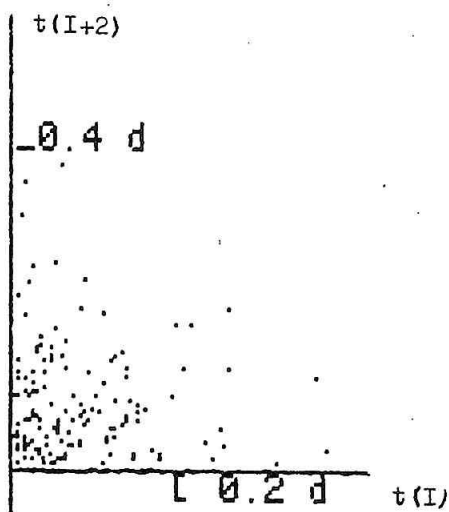
Ďalší zaujímavý atraktor vo vzťahu k slnečnej aktivite je Henonov atraktor:

$$\begin{aligned} x &= x \cos A - (y-x^2) \sin A \\ y &= x \sin A + (y-x^2) \cos A \end{aligned} \quad (6)$$

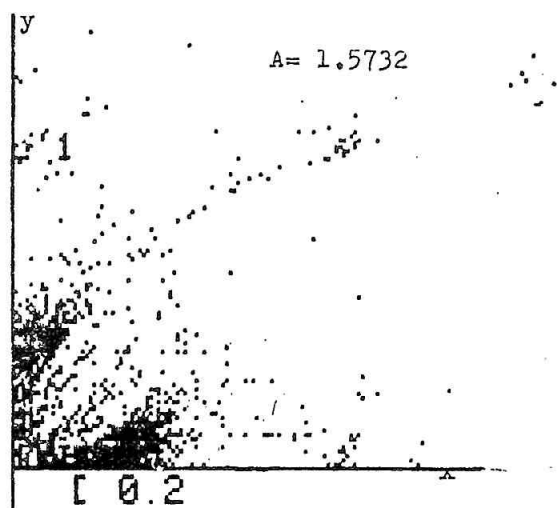
pričom A je v radiánoch. Príklad tohto atraktora vidíme na obrázku č. 8. Prechod ku chaosu nastáva pri $A=4.712$ rad pri počiatočných hodnotách $x > 0.5$ a $y > 0.5$. Porovnanie atraktora Henona s absolútnymi hodnotami x a y pri $A=1.5732$ rad na obrázku 10 pripomína fázový diagram pre časové intervaly medzi erupciami na Slnku v aktívnej oblasti McMath 13043 od 28. 6. do 10. 7. 1974 - pozri OBR. 9. Obrázok 9 je rez $t(I)$, $t(I+2)$, pričom diagram bol vypočítaný pre tri súradnice, kde $t(I)$, $t(I+1)$, $t(I+2)$ sú tri po sebe nasledujúce intervaly (časové) medzi erupciami. Použitie atraktora Henona vo vzťahu k slnečným erupciám sťažuje nedostatok údajov a tiež fakt, že erupcie z danej aktívnej oblasti nie sú vždy sledované počas 24 hodín za deň, takže niektoré erupcie potom chýbajú v spracovaní.



OBR. 8 Fázový diagram Henonovho atraktora s $A=4.712$



OBR. 9 Fázový diagram pre časové intervaly medzi erupciami na Slnku v aktívnej oblasti McMath 13043 od 28.6 až 10. 7. 1974. Časové intervaly sú v zlomkoch dňa.



OBR. 10 Fázový diagram Henonovho atraktora s absolútnymi hodnotami x a y.

V slnečnej aktivite existuje podobnosť v rôzne dlhých časových intervaloch. V práci Williamsa je ukázané, že cykličnosť približne 12 rokov sa opakuje na intervale 157 a 1300 rokov, čo naznačuje fraktálnu štruktúru, podobne ako v prípade tlkotu srdca, kde sa závislosť frekvencie úderov v čase podobá na intervaloch 3 minúty, 30 minút, 300 minút. Williams vyšetruoval obdobie dlhé 19 tisíc rokov. V slnečnej aktivite našiel ešte mnoho ďalších periód, podobne ako je to v aktivite v období rokov 1749 - 1987. Usudzuje na základe výskumu, že za posledných 680 miliónov rokov sa slnečná aktivita príliš nezmenila.

Pokiaľ charakterizujeme slnečnú aktivitu chaotickým atraktorom, je možné aj po útlme (napr. ako Maunderovo minimum) očakávať obnovenie činnosti, čo vyplýva z vlastností chaotického atraktora podľa rovnice /4/.

Záverom môžeme konštatovať, že pri slnečnej aktivite na jej charakterizáciu je možné použiť chaotické atraktory.

LITERATÚRA

- Crutchfield, P. J.; Farmer, D. J.; Paccard, N. Ch.; Show, R. S.: 1986, Scientific American V. 255, No. 6, Dec
- Henon, M.; Heiles, C.: 1964, Astronomical Journal V. 69, No. 1 p. 73-79
- Henon, M.: 1976, Comm. Math. Phys. V. 50, No. 1, 69-77
- Kandaurova, K. A.: 1976, Solnechnye Dannye 5, 62-71
- Neymark, J. I.; Landa, P. S.: 1987, Stochasticheskiye a chaoticheskiye kolebanya, Nauka, Moskva
- Rivin, J. R.: 1989, Cykly Zemli i Solnca, Nauka, Moskva, p. 55-81
- Stewart, J. O.; Panofsky, A. A.: Astrophys. J., V. 88, 385-407
- Waldmeier, M.: 1955, Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung, Akademische Verlagsgesellschaft Geest Portig K.-G., Leipzig
- Willams, G. E.: 1986, Scientific American, Aug., V. 255, No. 2.

DVA ZDROJE VYSOKORÝCHLOSTNÝCH PRÚDOV SLNEČNÉHO VETRA

J. Sýkora, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

ABSTRAKT

Analýza katalógu vysokorýchlostných prúdov slnečného vetra dovolila jasne oddeliť dva ich zdroje - koronálne diery a slnečné erupcie. Sú prezentované rozdielne vlastnosti slnečného vetra, majúceho pôvod v uvedených zdrojoch a je tiež poukázané na z toho vyplývajúce rozdiely v geoefektivite prúdov.

ÚVOD

Nedávno sme sa pokúsili ozrejmiť význam oblastí nízkej svietivosti zelenej emisnej koróny Slnka pre geofyziku (Sýkora, 1990a, b), lepšie povedané, ozrejmiť ich úlohu v režiavi javov zahrňovaných pod pojmom fyzika vzťahov Slnko - Zem. Náš záujem o uvedené oblasti vyplýva zo skutočnosti, že sú takpovediac, v určitom príbuzenskom vzťahu s koronálnymi dierami. Poukázal na to obecné už Waldmeier (1975) a pre konkrétne obdobie letu družice Skylab a zatmenie Slnka 31. júla 1981 bol tento vzťah overený v prácach Letfus et al. (1980) Sýkora et al. (1986). Príbuznosť je jednoducho daná tým, že intenzivita zelenej koronálnej čiary Fe XIV 530.3 nm silne klesá v oblastiach s nízkou hustotou a teplotou koronálnej plazmy, čo sú zároveň najpreukázateľnejšie vlastnosti koronálnych dier. V každom prípade všetky oblasti nízkej svietivosti zelenej emisnej koróny (oblasti ohraničené čiarkovanými izofotami na synoptických mapách Atlasu Letfusa a Sýkora, 1982) predstavujú určité "konkávne" oblasti profilu svietivosti koróny na povrchu Slnka, charakteristické otvorenou konfiguráciou siločiar magnetického poľa, takže možnosť úniku slnečnej plazmy z nich do medziplanetárneho priestoru je pravdepodobnejšia, než je to pre obklopujúce ich aktívnejšie oblasti.

V nespočetnom množstve prác bolo ukázané, že zdrojom vysokorýchlostných prúdov slnečného vetra (VPSV) - fenoménu, ktorý je spojovacím článkom medzi slnečnou aktivitou a geoaktivitou - sú predovšetkým koronálne diery na Slnku. Pomerne extrémne stanovisko v tejto otázke zaujal Hewish (1988), ktorý na základe analýzy údajov z družice IPS zistil, že skoro všetky geomagneticky efektívne poruchy majú svoj pôvod v koronálnych dierach lokalizovaných v pomerne nízkych heliografických šírkach. Doslova uvádza: "Pretože koronálne diery sú evidentne príčinou nerokovateľných geomagnetických búrok v obdobiach, kedy niet slnečných erupcií (mimo citátu, taký prípad je opísaný aj v Sýkora et al., 1986), nie je

žiadny dôvod odvolávať sa na ne v prípadoch, kedy búrky pomocou nich možno zdôvodniť. Nástup (vznik) eruptívneho VPSV na Slnku je pravdepodobne príčinou spektra porúch v chromosfére a koróne, ktoré by mohli byť spúšťovým mechanizmom pre vznik erupcie a aktivizáciu filamentu, ako okrajových sekundárnych javov. Akceptovanie poznatku, že všetky veľké geomagnetické búrky, rekurentné aj nerekurentné, sú spôsobené tokom vysokorýchlostných prúdov častíc slnečného vetra z koronálnych dier, by mohlo značne zjednodušiť komplex problémov fyziky vzťahov Slnko-Zem".

Napriek uvedenému, nemožno v súčasnosti pokladať problém zdrojov VPSV a následných geomagnetických porúch za vyriešený. Ak odhliadneme od úlohy náhlej eruptívnej aktivizácie filamentov (protuberancií), ktorá je zdrojom tzv. tranzientov (izolovaných oblakov slnečnej plazmy, vyvrhnutých do medziplanetárneho priestoru), s úlohou slnečných erupcií (chromosferických erupcií), ako zdrojom VPSV, treba stále rátať. Najlepšie katalógy udávajú, ktoré z VPSV treba pripísať koronálnym dieram a ktoré VPSV boli generované slnečnými erupciami. V tejto práci sa opierame o katalóg Lindblada, Lundstenda a Larsona (1981, 1983, 1989), publikovaný v troch dieloch.

2. VÝSLEDKY ANALÝZY KATALÓGU VYSOKORÝCHLOSTNÝCH PRÚDOV SLNEČNÉHO VETRA

Z prevedenej analýzy časového priebehu niektorých parametrov slnečného vetra uvádzame aspoň kombinovaný Obr. 1 (horná polovica obrázku sa vzťahuje k VPSV spojených s koronálnymi dierami, dolná časť k VPSV spojených so slnečnými erupciami). V hornej ľavej časti je ukázaný chod početnosti VPSV (N), súčet významností jednotlivých prúdov ($\sum I$), súčet maximálnych rýchlostí prúdmi dosiahnutých ($\sum VM$) a súčet dĺžok trvania VPSV ($\sum D$), pričom významnosť jednotlivých prúdov bola určená ako súčin rozdielu jeho maximálnej a počiatočnej rýchlosti a dĺžky jeho trvania. Možno konštatovať, že celkový počet registrovaných VPSV sa v skúmanom období pravidelne zvyšoval (trend znázornený prerušovanou priamkou na spodnej krivke). Z väčšej časti je to možno dôsledok rastu celkového pozorovacieho času a zdokonaľovania detekčnej techniky, aj keď údaje v katalógu boli istým spôsobom doplnené pri absencii originálnych meraní. Hoci sú krivky troch horných sumárnych veličín na počte prúdov priamo závislé (preto aj oni narastajú podobným spôsobom ako N), má význam ich uviesť a v akýchkoľvek úvahách o slnečnom vetre ich posudzovať, pretože indikujú akési "celkové kvantá" geoeaktívnych agensov a dĺžku ich pôsobenia na zemskú atmosféru v danom čase. Čo v tejto časti obrázkov stojí zvlášť za povšimnutie je, že pomerne ploché, nevýrazné maximum početnosti prúdov (N) v rokoch 1973 - 1977 sa mení na zvlášť výrazné maximum všetkých troch sumárnych parametrov v r. 1974.

S čím súvisí uvedené maximum sumárnych parametrov VPSV je vidieť z pravej hornej časti Obr. 1, kde je znázornený priebeh "špecifických" hodnôt I , VM a D , t.j. priebeh priemerných hodnôt predmetných parametrov, počítaných na jeden vysokorýchlostný prúd slnečného vetra v danom období. Ukazuje sa, že v rokoch pred minimom slnečného cyklu narastá ako významnosť VPSV spojených s koronálnymi dierami (významnosť z hľadiska možných narušení stavu zemskej atmosféry), tak pre-

dovšetkým objektívne meraná ich maximálna rýchlosť (o 25%) oproti predošlému obdobiu a najmä dĺžka trvania prúdov (asi o 65 %). Tieto výsledky nie sú nové, rôznym spôsobom na ne poukázalo v minulosti niekoľko autorov. Za všetkých uvediem napríklad kandidátsku dizertačnú prácu Kulčára (1986), kde možno nájsť odkazy aj na ďalšiu literatúru. Isté však je, že neobli prezentované tak detailne a najmä nebola tak výrazne ukázaná výnimočnosť roku 1974.

V ľavej dolnej časti Obr. 1 sú znázornené tie isté súhrnné parametre a vpravo dole tie isté "špecifické" parametre slnečného vetra ako v hornej časti obrázku, avšak len pre tie VPSV, ktorých zdrojom boli slnečné erupcie. Na prvý pohľad je zrejme podstatná odlišnosť časového priebehu príslušných súhrnných parametrov od priebehu pre VPSV, ktorých zdrojom boli koronálne diery. Početnosť, súčty významností, maximálnych rýchlostí a dĺžky trvania jednotlivých VPSV za príslušné roky, majú prakticky podobný priebeh ako 20. slnečný cyklus. Je to pochopiteľné, taký chod má aj ich zdroj - slnečné erupcie - ako jeden z najvýznamnejších prejavov slnečnej aktivity. Dá sa povedať, že kým v maxime cyklu VPSV erupčného pôvodu tvoria až 2/5 celkového počtu VPSV, tak v období pred minimom a v minime cyklu je ich počet zanedbateľný.

"Špecifické" parametre VPSV (priemerné hodnoty počítané na jeden vysokorýchlostný prúd slnečného vetra) majú pri malom štatistickom súbore menej hladký priebeh, ale aj tak je evidentné, že najvyššie hodnoty rýchlosti a dĺžky trvania dosahujú "erupčné prúdy" v maxime, resp. počas vzostupnej fázy slnečného cyklu, kedy sa tiež vyskytujú najmohutnejšie slnečné erupcie. Pred minimom a v minime sú uvedené parametre VPSV výrazne nižšie. Z porovnania hornej a dolnej časti pravej strany Obr. 1 je tiež vidno, že maximum I, VM a D sú v prípade VPSV so zdrojom v koronálnych dierach značne vyššie než príslušné maximá, kde zdrojom VPSV boli slnečné erupcie.

3. ZÁVER

Keďže maximálna rýchlosť dosiahnutá vysokorýchlostným prúdom a dĺžka jeho trvania sú nepochybne významné fyzikálne parametre, charakterizujúce geoefektivitu VPSV, po všetkom, čo sme vyššie povedali sa ponúka jednoznačný záver: Pre geoaktivitu, pre poruchy geomagnetického poľa Zeme, sú ako z hľadiska kvalitatívneho tak aj kvantitatívneho podstatne dôležitejšie tie VPSV, ktorých zdrojom boli koronálne diery, než tie vysokorýchlostné prúdy, ktoré majú pôvod v slnečných erupciách. Túto skutočnosť jasne dokumentuje aj časový priebeh $K_p = 4-9$ a aa indexov, ktoré sme zakreslili do pravej časti Obr. 1 (do dolnej časti sme aa index pre podobnosť chodu s $K_p = 4-9$ nezakreslili).

VZŤAH DLHODOBÝCH VARIÁCIÍ SLNEČNÉHO VETRA K DLHODOBÝM VARIÁCIÁM RÁDIOVÉHO ŽIARENIA A MÄKKEJ ZLOŽKY X-ŽIARENIA SLNKA V 20. a 21. SLNEČNOM CYKLE

T. Korcová, Pedagogická fakulta Nitra

Jedným z cieľov výskumov slnečnej činnosti je získať čo najviac poznatkov o vzťahoch medzi slnečnou aktivitou a procesmi prebiehajúcimi na Zemi a v jej okolí. Pretože vo vzťahoch Slnko - Zem i pri niektorých geofyzikálnych prejavoch sa za nositeľa prenosu slnečnej aktivity v medziplanetárnom priestore považuje slnečný vietor, skúmali sme dlhodobé variácie niektorých parametrov slnečného vetra v 20. a 21. slnečnom cykle.

Doterajšie záznamy o charakteristikách slnečného vetra sú však obmedzené na oblasť blízku k rovine ekliptiky. Diskutovanou i naďalej ostáva otázka zdrojov slnečného vetra a energetická bilancia dlhodobých variácií slnečného vetra.

Štatistické vyhľadávanie súvislostí medzi rôznymi javmi a procesmi je zvyčajne prvým krokom v poznávaní celého mechanizmu vzťahov a prebieha vlastný výskum. Jednou z možností získavania čiastočnej odpovede na otázky problematiky prenosu energie v slnečnej atmosfére a v medziplanetárnom priestore je skúmanie vzťahov prenosu energie slnečným vetrom a elektromagnetickej energie, vyžarovanej Slnkom. Zloženie a štruktúra hmoty v medziplanetárnom priestore nie je ovplyvňovaná iba slnečným vetrom. Z faktorov, ktoré musíme brať do úvahy je to napríklad mechanizmus formovania medziplanetárneho magnetického poľa.

Problematika vzťahov Slnko - Zem je značne rozsiahla. Cieľom nášho príspevku je práve poukázať na potrebu ďalšieho spresňovania experimentálneho výskumu a overovania doterajších výsledkov výskumov vzťahov Slnko - Zem.

PODKLADOVÉ MATERIÁLY A DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY VÝSKUMU

Nevyhnutnou podmienkou k štúdiu vzťahov bola úprava podkladových materiálov. Rádiové toky, merané pozemskými observatóriami, sú zväčša publikované ako denné údaje kľudových tokov s vylúčením rádiových vzplanutí. Publikované charakteristiky slnečného vetra sú 3-hodinové alebo hodinové. Ako sme uviedli, boli sme si vedomí toho, že doterajšie záznamy o charakteristikách slnečného vetra sú obmedzené na oblasť blízku k rovine ekliptiky. Pretože iné záznamy sme nemali k dispozícii, použili sme ku štúdiu vzťahov katalógy Kinga (1977, 1979, 1983, 1985), a to vzhľadom na počet, nadväznosť a normalizáciu získaných údajov. Predchádzajúcim výskumom sme zistili, že pri štúdiu dlhodobých variácií slnečného vetra je možné miesto 3-hodinových a hodinových údajov použiť denné hodnoty parametrov slnečného vetra (Korcová 1977). Pretože neboli publikované výsledky štúdia dlhodobých variácií denných hodnôt parametrov slnečného vetra za obdobie

rokov 1964 - 1985, z podkladových materiálov sme vypočítali denné hodnoty rýchlosti V a hustoty N za sledované obdobie. Z odvodených parametrov slnečného vetra tok protónov T_p , hustotu kinetickej energie E_k a hustotu toku kinetickej energie F_k .

Pri rádiových tokoch sme vzali do úvahy interval od 200 MHz do 9 400 MHz celkovo osem frekvencií (Quarterly Bulletin on Solar Activity v r. 1964 - 1985). Údaje rádiových tokov sme prepočítali na vzdialenosť 1 AU (odstránený sezónny chod, daný premenlivou vzdialenosťou Zeme od Slnka) a kalibrovali podľa Tanaku a kol. (1973), zohľadnená stabilita príjmu rádiového signálu.

Niektoré poruchy slnečného vetra súvisia napríklad s vývojom erupcií a koronálnych dier, prejavujúcich sa v zmene tokov celkovej emisie mäkkého X-žiarenia. Pretože denné hodnoty tokov sú skreslené vplyvom X-vzplanutí, použili sme okrem denných hodnôt relatívne maximálne a minimálne denné hodnoty. Tie sa dajú získať vyčlenením najväčšej hodnoty z 24 hodinových údajov za deň. Použili sme údaje meraní družíc Solrad 9 a 10 (roky 1969 - 1973) a Prognoz 7 a 8, a to v časových intervaloch rokov 1978, 1979 a 1981.

Vzťahy medzi dlhodobými variáciami parametrov slnečného vetra, rádiových tokov a tokov mäkkej zložky X-emisie Slnka za sledované obdobie sme skúmali polynomickou regresiou a overujeme pomocou ďalších štatistických metód.

I keď výskum za obidva slnečné cykly (hodnotený podľa relatívneho čísla R slnečných škvŕn) nie je úplne dokončený, za najdôležitejší a najzávažnejší poznatok získaný výskumom vzťahov dlhodobých variácií parametrov slnečného vetra s dlhodobými variáciami rádiových tokov vo zvolenom frekvenčnom intervale možno považovať potvrdenie hypotézy z výskumu, že dlhodobé variácie slnečného vetra sú počas 11-ročných slnečných cyklov (hodnotených podľa R) ovplyvňované vývojom javov slnečnej aktivity nielen koróny, ale aj chromosféry.

Pri meniacej sa slnečnej aktivite v rokoch 21. slnečného cyklu (hodnotenie podľa R) podobne v rokoch 1964 - 1975 mohli v určitých časových intervaloch prejavy procesov slnečného vetra lepšie vyniknúť, preto preukázateľnosť vzťahov rádiových tokov voči rýchlosti a hustote sa prejavila v celom frekvenčnom intervale, t.j. i na frekvenciách, ktoré podľa teoretických predstáv (Kundu 1964) vyžaruje kľudné Slnko (bez aktívnych obalstí) z prechodnej oblasti a z chromosféry.

Možno konštatovať, že na vzostupnej vetve 21. slnečného cyklu sa prejavuje lepšia preukázateľnosť vzťahov rádiových tokov voči rýchlosti a hustote slnečného vetra než v 20. slnečnom cykle (hodnotených podľa R slnečných škvŕn), ale menšia preukázateľnosť voči odvodeným parametrom, najmä toku protónov a hustote kinetickej energie. Podobne ako v 20. slnečnom cykle, ak sa zvyšovala preukázateľnosť voči V , zmenšovala sa voči N a opačne. Vo väčšine prípadov vzťahy neboli lineárnymi. Zaujímavými pre ďalší výskum sú porovnania výsledkov získaných v r. 1969 - 1970 a v r. 1979 - 1980. Kým v 20. slnečnom cykle prevládala preukázateľnosť vzťahov rádiových tokov voči V a N na frekvenciách vyžarovaných vysokou korónou, v 21. slnečnom cykle preukázateľnými boli tiež vzťahy i pre frekvencie do 9 400 MHz. Rozdielnosť výsledkov je pravdepodobne spôsobená rozličnými prejavmi slnečnej aktivity. Taktiež rozdielnosť výsledkov je pravdepodobne sčasti ovplyvnená podmienkami meraní. Predpokladáme, že v ďalšom výskume sa nám podarí získať úplnejšiu odpoveď.

Výsledky získané štúdiom vzťahov dlhodobých variácií parametrov slnečného

vetra k dlhodobým variáciám tokov mäkkej zložky X-emisie za obdobie rokov, v ktorých sme mali údaje sú ťažko zrovnateľné (rôzne fázy cyklov, rozdielny počet údajov, atď.). Viacmenej chceli sme si overiť, ako sa prejavujú vzťahy pri zvolenom pracovnom postupe, t.j. členení celkových tokov na maximálne, priemerné a minimálne denné toky.

V celku možno konštatovať, že zvolený pracovný postup bol vhodný. Preukázateľnými boli vzťahy tokov voči hustote N (1978, 1979) a k hustote kinetickej energie E_k (1981) a to lepšie než k rýchlosti V a toku protónov T_p . Podobne ako v 20. slnečnom cykle preukázateľnými boli vzťahy maximálnych tokov mäkkého X-žiarenia k rýchlosti V (r. 1979, 1981). Najlepšou bola preukázateľnosť vzťahov maximálnych tokov k hustote, toku protónov, k hustote kinetickej energie E_k . Vzťahy vo väčšine prípadov boli nelineárnymi.

Zo získaných výsledkov však môžeme nepriamo usudzovať, že diskkrétne zdroje mäkkého X-žiarenia Slnka nachádzajúce sa v slnečnej atmosfére majú vzťah ku zdrojom generujúcim slnečný vietor. Ku signifikantnosti záverov však bude potrebné skúmať vzťahy dlhodobých variácií tokov mäkkého X-žiarenia Slnka k dlhodobým variáciám parametrov slnečného vetra za dlhšie obdobie.

ZÁVER

Výskumom dlhodobých variácií rýchlosti a hustoty slnečného vetra za roky 1964 - 1985, (hoci výsledky v príspevku neuvádzame) sa ukázala potreba súčasného merania obidvoch parametrov slnečného vetra družicovými systémami vzhľadom na to, že obidva parametre sú rovnocenné, majú rozličné variácie vplyvom meniacej sa slnečnej aktivity v cykloch (11-ročný, 22-ročný). Pritom žiadúce sú merania i mimo oblasť blízku k rovine ekliptiky.

Ďalej bude potrebné preskúmať vzťahy medzi jednotlivými oblasťami spektra elektromagnetického žiarenia v priebehu cyklov slnečnej aktivity. (Doterajším výskumom vzťahov dlhodobých variácií rádiových tokov s dlhodobými variáciami minimálnych denných tokov mäkkej zložky X-žiarenia Slnka a z údajov, ktoré sme mali k dispozícii sme zistili zmeny a rozdielnosť v preukázateľnosti vzťahov v jednotlivých rokoch cyklov).

Podobne bude potrebné skvalitňovať podmienky uskutočňovaných pozorovaní všetkých prejavov meniacej sa slnečnej činnosti, javov a procesov v medziplanetárnom priestore, v blízkosti Zeme i na Zemi. Pri ďalšom výskume budeme musieť spresniť výskum poruchových javov slnečného vetra (ich súvis s koronálnymi dieňami, transientami, vytvárajúcimi sa aktívnymi oblasťami atď).

Pripravované a prebiehajúce výskumy v blízkej budúcnosti i v súčasnosti umožňujú spresnenia zvolených pracovných postupov a overovania získaných výsledkov.

LITERATÚRA

- King, H.J.: 1977, Interplanetary Medium Data Book, Apendix I
King, H.J.: 1979, Interplanetary Medium Data Book, Apendix II

- King, H.J.: 1983, Interplanetary Medium Data Book, Apendix, III
- King, H.J.: 1985, Interplanetary Medium Data Book, Apendix IV
- Korcová, T.: 1977, Štúdium variácií niektorých parametrov slnečného vetra za roky 1966 - 1967, Zborník PF Nitra 27, str. 249
- Kundu, M.R.: 1964, Solar Radio Astronomy, Radio Astronomy Observatory the University of Michigan Ann Arbor, Michigan s.148-264
- Quarterly Bulletin on Solar Activity r. 1964 - 1985
- Solar - Geophysical Data, Part I, r. 1969 - 1974
- Merania družíc Prognoz 7 a 8 (Materiály z AÚ ČSAV Ondřejov)
- Tanaka, H.J.; Castelli, J. P.; Covington, A.E.; Krüger, A.; Landecker, T.L.;
- Tlamicha, A.: 1973, Solar Phys., 29 NoL s.243.

PARAMETRE 11-ROČNÝCH CYKLOV SLNEČNEJ A GEOMAGNETICKEJ AKTIVITY: SÚVISLOSŤ A SEZÓNNE ROZDIELY

M. Bieleková, Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava

ABSTRAKT

V práci sú vyhodnotené parametre (charakteristické hodnoty) 11-ročných cyklov č. 9, resp. 11-20 Wolfových čísel slnečných škvŕn W , aa -, $C9$ indexov geomagnetickej aktivity. Použitím lineárnej (čiastočne podľa [1,2]) ako aj kvadratickej (čiastočne podľa [3]) regresie sú posúdené korelácie medzi uvedenými parametrami so zreteľom na jednotlivé sezóny rokov príslušných cyklov. Boli zistené sezónne rozdiely charakteristických hodnôt W , aa , $C9$ a skúmaných korelácií medzi nimi, existencia výraznej sekulárnej variácie a 22-ročnej variácie charakteristických hodnôt odvodených z ročných a sezónnych údajov uvažovaných indexov, vplyv epochy extrémov sekulárnej (80-ročnej) variácie na rozdiely charakteristických hodnôt v jednotlivých sezónach.

Pre hodnotenie 11-ročných cyklov slnečnej a geomagnetickej aktivity boli použité charakteristické hodnoty (kumulatívne Σ , priemerné - označované pruhom alebo A , maximálne M) týchto cyklov, ktoré boli prvýkrát definované v [1-3]. V predloženej práci sa uplatňuje prístup použitý v [1-3], ale s jeho ďalším rozšírením pre jednotlivé sezónne obdobia ako aj pre ďalší index geomagnetickej aktivity ďalej do minulosti.

Charakteristické hodnoty sa rozlíšili aj ako celkové (pre indexy, ktorých údaje existujú vo všetkých rokoch cyklu) a redukované (vzhľadom na indexy, ktoré neexistujú spojite). Tieto boli ďalej rozlíšené pre zimné (w), ekvinokciálne (e) a letné (s) obdobie príslušných rokov jednotlivých cyklov. Tak napr. charakteristická hodnota Σaa_w bola definovaná ako súčet ročných aa za zimné mesiace - jan., feb., nov., dec. jednotlivých rokov celého daného 11-ročného cyklu (analogicky ΣW_w , $\Sigma C9_w$); \overline{aa}_e (označované tiež Aaa_e) predstavuje priemerné ročné aa za ekvinokciálne mesiace - mar., apr., sept., okt. rokov v danom 11-ročnom cykle (analogicky \overline{W}_e , $\overline{C9}_e$); aa_{sM} - maximálne ročné aa za letné mesiace - máj, jún, júl, aug. jednotlivých rokov v danom 11-ročnom cykle (analogicky W_{sM} , $C9_{sM}$).

Priebeh charakteristických hodnôt - Σ , A , M odvodených zo sezónnych údajov W , aa , $C9$ (OBR. 1 - 3) vykazuje sekulárnu variáciu. Táto variácia je najvýraznejšia pre charakteristické hodnoty W a najmenej výrazná pre charakteristické hodnoty aa (údaje aa chýbajú pre 9. a 10. slnečný cyklus). Pre charakteristické hodnoty skúmaných indexov prvé maximum sekulárnej variácie je v odlišnej epoche,

druhé maximum prevažne v 19. alebo 18. cykle. Medzi charakteristickými hodnotami W, aa, C9 podľa jednotlivých sezón sú rozdiely najväčšie v období maxim (9., 18. cyklus) a v období minima (15. - 16. cyklus) sekulárnej variácie slnečnej a geomagnetickej aktivity.

V priebehu charakteristických hodnôt sa prejavuje aj 22-ročný slnečný magnetický cyklus, ktorý je najvýraznejším v priebehu charakteristických hodnôt M všetkých skúmaných indexov.

Závislosti medzi charakteristickými hodnotami troch súborov indexov W, aa, C9 boli skúmané za predpokladu kvadratickej (k) aproximácie

$$Y_1(X) = A_1 + B_1X + C_1X^2,$$

$$Y_2(X) = A_2 + B_2X + C_2X^2,$$

$$Y_2(Y_1) = A_3 + B_3Y_1 + C_3Y_1^2,$$

ako aj za predpokladu lineárnej (l) aproximácie

$$C_1 = C_2 = C_3 = 0,$$

pričom X predstavuje charakteristické hodnoty W, Y_1 - charakteristické hodnoty aa, Y_2 - charakteristické hodnoty C9. Príslušné regresné koeficienty, určené MNŠ, relatívne odchýlky regresných koeficientov $\Delta A_i/A_i$, $\Delta B_i/B_i$, resp. aj $\Delta C_i/C_i$, štandardná odchýlka σ_i , korelačný koeficient R_i pre $i = 1, 2, 3$ boli vyčíslené na počítači EC 1045.

Najvyššia hodnota korelačného koeficienta sa ukázala obidvoma použitými analýzami - kvadratickou a lineárnou - pre všetky závislosti rozlišovaných charakteristických hodnôt súborov aa vs W.

Všetky kvantitatívne charakteristiky regresnej a korelačnej analýzy (okrem C_1, C_2, C_3) preukázali určitý, viac či menej pravidelný sezónny chod. V jednotlivých sezónach sú odchýlky v hodnotách týchto charakteristík. Napr. sezónne rozdiely R_k takmer vo všetkých prípadoch sú menšie ako sezónne rozdiely R_1 . Sezónne rozdiely R_k a R_1 sú porovnateľné pre M vs M všetkých súborov indexov; pre M vs M všetkých súborov indexov; pre Σ vs Σ , A vs A, A vs M sezónne rozdiely R_k aj R_1 sa líšia najviac medzi súborami charakteristických hodnôt C9 vs aa a najviac medzi súborami charakteristických hodnôt aa vs W.

Použitím obidvoch analýz najvyššia korelácia v súbore aa vs W je medzi priemernými charakteristickými hodnotami, ktorá je charakterizovaná v TAB. 1 ($R_{1k} = 0,95 - 0,93$, $R_{11} = 0,94 - 0,92$), v súbore C9 vs W je medzi maximálnymi charakteristickými hodnotami - TAB. 2 ($R_{2k} = 0,61 - 0,22$, $R_{21} = 0,55 - 0,22$) a v súbore C9 vs aa je medzi kumulatívnymi charakteristickými hodnotami - TAB. 3 ($R_{3k} = 0,90 - 0,80$, $R_{31} = 0,76 - 0,55$).

Pre názornú predstavu výsledkov korelačných štúdií je vybraný prípad charakteristických hodnôt Σ aa vs Σ W v ekvinokciálnom období. Na obr 4. sú znázornené tieto hodnoty bodmi a ich vyrovnané priebehy za predpokladu kvadratickej závislosti - parabola, ktorá je zakreslená po svoj vrchol a za predpokladu lineárnej závislosti - priamka. Vidieť, že pre zistené charakteristické hodnoty $\Sigma W_e, \Sigma aa_e$ rozdiely ich vyrovnaných hodnôt podľa kvadratickej a lineárnej regresie sú nepatr-

né. Rozdiely týchto vyrovnaných hodnôt narastajú v intervale vysokých hodnôt $\sum W_e \sum aa_e$, v ktorom sa zistené (skutočné) charakteristické hodnoty nevyskytujú.

Porovnanie výsledkov kvadratickej a lineárnej aproximácie vzťahu charakteristických hodnôt 11-ročných slnečných a geomagnetických cyklov s [1-3] vedie k ujednoteniu interpretácie výsledkov, ktoré získali nezávisle autori [1-3].

Polynomický priebeh 2. stupňa bol fyzikálne vysvetlený v [3] určitým nasýtením zemskej magnetosféry pri výskyte vysokej slnečnej činnosti.

Úplné znenie tejto práce bude publikované v [4].

Tab. 1 Veličiny charakterizujúce výber závislostí $Y_1(X)$

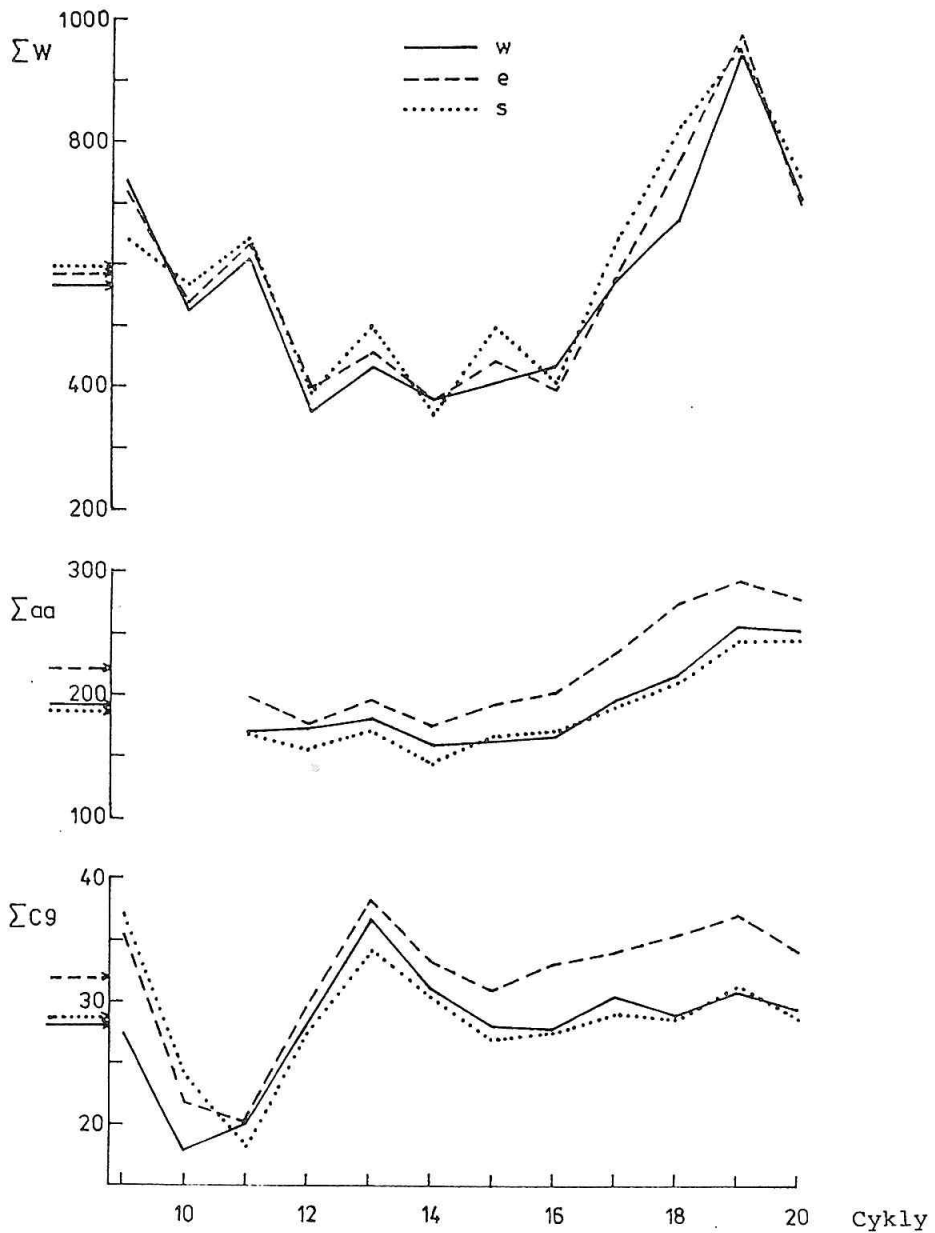
$Y_1(X)$	A_1	B_1	$10^4 x C_1$	$\Delta A_1/A_1$	$\Delta B_1/B_1$	$\Delta C_1/C_1$	σ_1	R_1
$\bar{a}\bar{a}(\bar{W})$	3,31	0,389	-17,03	0,583	0,183	-0,354	0,067	0,954
	8,53	0,189	/	0,155	0,127	/	1,237	0,941
$\bar{a}\bar{a}_w(\bar{W}_w)$	6,03	0,280	-8,794	0,686	0,556	-1,545	0,071	0,938
	8,59	0,180	/	0,150	0,135	/	1,178	0,934
$\bar{a}\bar{a}_e(\bar{W}_e)$	0,76	0,525	-25,40	0,780	0,412	-0,710	0,083	0,936
	8,78	0,223	/	0,210	0,150	/	1,757	0,921
$\bar{a}\bar{a}_s(\bar{W}_s)$	4,31	0,321	-13,96	1,093	0,534	-1,026	0,072	0,931
	8,68	0,156	/	0,154	0,149	/	1,278	0,922

Tab. 2 Veličiny charakterizujúce výber závislostí $Y_2(X)$

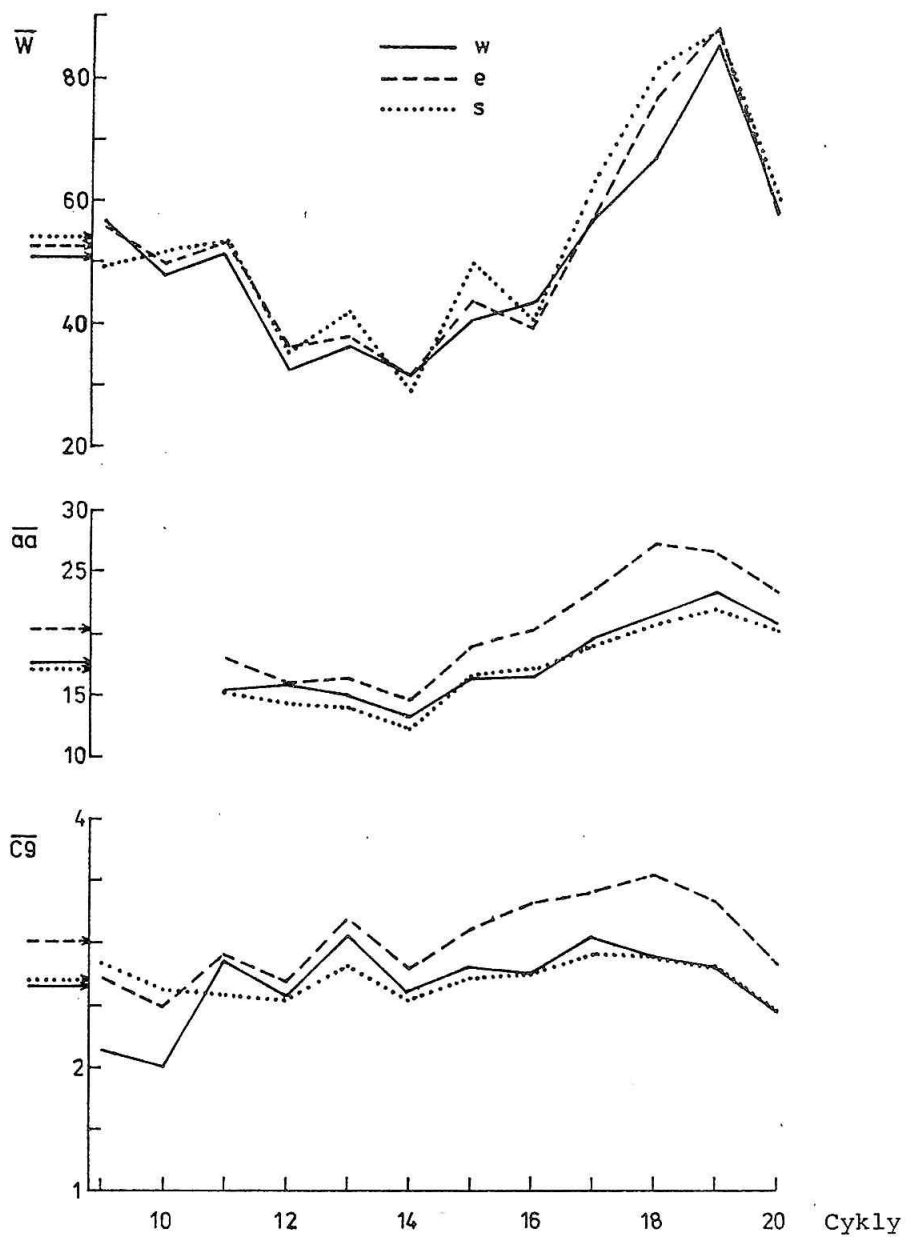
$Y_2(X)$	A_2	B_2	$10^4 x C_2$	$\Delta A_2/A_2$	$\Delta B_2/B_2$	$\Delta C_2/C_2$	σ_2	R_2
$C9_M(W_M)$	2,89	0,008	-0,069	0,432	2,765	-12,78	0,115	0,485
	2,99	0,006	/	0,136	0,573	/	0,416	0,483
$C9_{WM}(W_{WM})$	3,18	0,003	0,049	0,690	14,43	30,66	0,196	0,216
	3,11	0,004	/	0,197	1,434	/	0,593	0,216
$C9_{eM}(W_{eM})$	2,22	0,025	-0,689	0,507	0,751	-1,014	0,106	0,605
	3,27	0,007	/	0,114	0,481	/	0,416	0,549
$C9_{sM}(W_{sM})$	3,04	0,005	0,019	0,402	4,240	44,72	0,099	0,476
	3,02	0,005	/	0,129	0,590	/	0,363	0,473

Tab. 3 Veličiny charakterizující výber závislostí $Y_2(Y_1)$

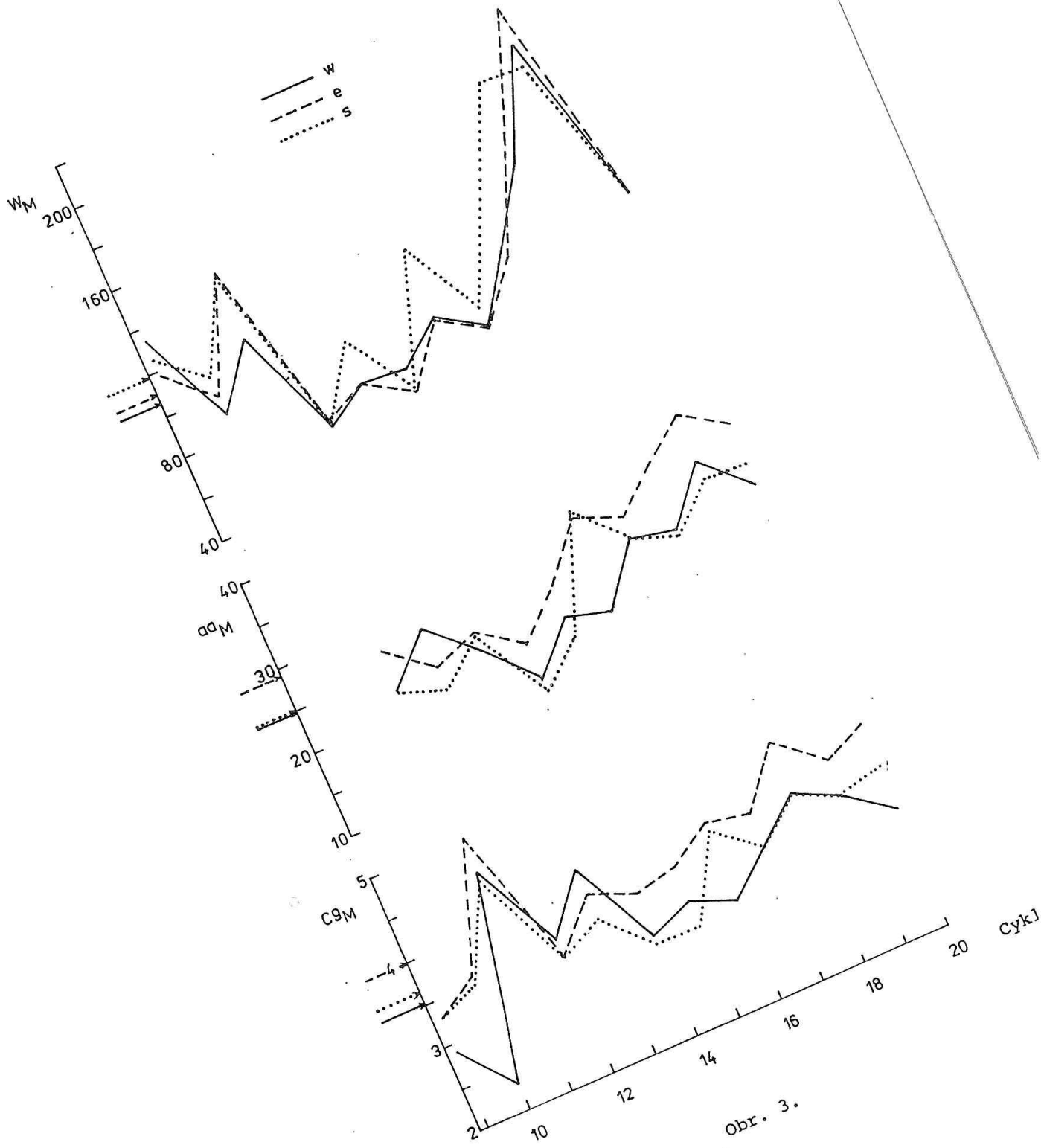
$\Sigma C_9(\Sigma aa)$	A_3	B_3	$10^4 \times C_3$	$\Delta A_3/A_3$	$\Delta B_3/B_3$	$\Delta C_3/C_3$	ϵ_3	R_3
yr	-6,09	0,346	-7,800	-1,719	0,331	-0,389	0,067	0,855
	19,18	0,056	/	0,233	0,406	/	3,244	0,657
w	-5,86	0,356	-8,493	-1,670	0,308	-0,351	0,076	0,795
	20,33	0,047	/	0,240	0,543	/	3,460	0,546
e	-5,99	0,325	-6,338	-1,537	0,284	-0,350	0,062	0,899
	18,77	0,065	/	0,227	0,302	/	3,232	0,761
s	-5,07	0,347	-8,450	-1,202	0,206	-0,240	0,072	0,840
	18,72	0,053	/	0,233	0,445	/	3,131	0,622



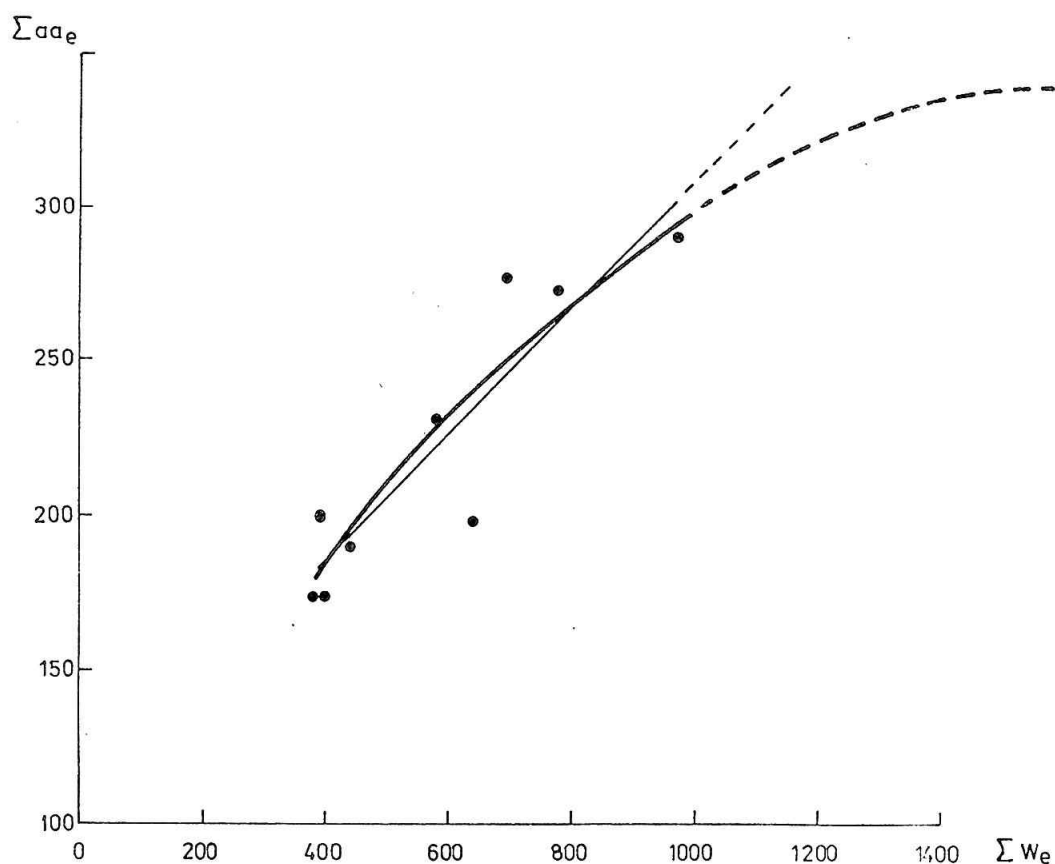
Obr. 1.



Obr. 2.



Obr. 3.



Obr. 4.

LITERATÚRA

- [1] Jalenka, J.: 1986, The connection between characteristic values of the 11-year cycles of solar and of geomagnetics activity. *Studia geophys. geod.*, 30, p. 153
- [2] Halenka, J.: Parametry 11-letých cyklů sluneční a geomagnetické aktivity a jejich korelace. Zborník referátov zo 7. celoštátneho slnečného seminára, Tatranská Lomnica 1984, s. 243
- [3] Kopecký, M.: 1990, Sunspot indices characterizing the 11-year cycle as a whole and their relationship to the analogous indices of geomagnetic activity. *Studia geophys. geod.*, 34, p. 37
- [4] Bieleková, M.: The statistical and morphological properties of the relationship between characteristic values of the solar and geomagnetic cycles. *Contr. Geophys. Inst. SAS*, 22, v tlači.

LOKÁLNĚ HODNOTY foF2 A SLUNEČNÍ ČINNOST

F. Blahák, Geofyzikální ústav ČSAV, Praha

ÚVOD

Dlouhodobé předpovědi kritického kmitočtu vrstvy F2 (foF2) jsou založeny na statistické závislosti mezi foF2 a sluneční aktivitou. K vyjádření sluneční aktivity se nejčastěji využívají relativní sluneční čísla R. Z hlediska projevů sluneční činnosti v ionosféře však není tento index nejvýhodnější, protože neudává úroveň slunečního ionizujícího UV záření. V práci (1) je ukázáno, že v 21. cyklu z dlouhodobého hlediska popisuje úroveň UV záření lépe sluneční radiový tok F. Přímá měření tohoto záření na družicích pocházejí však až z poslední doby a tak nelze tento závěr rozšířit i na předcházející cykly. K tomuto účelu můžeme výhodně využít velikost ionizace vrstvy F2 udávající po vyloučení krátkodobých variací dostatečně přesně úroveň UV záření.

2. VZTAH MEZI SLUNEČNÍMI R A F INDEXY

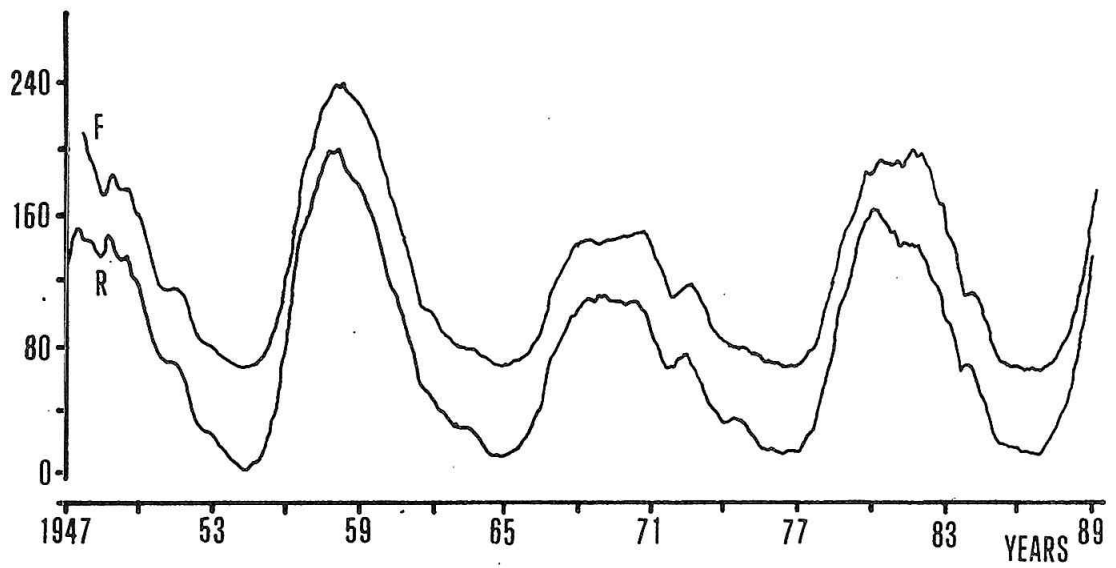
Na Obr. 1 je zobrazen průběh dvanáctiměsíčních klouzavých průměrů obou těchto indexů od roku 1947 do 1989. Je vidět, až na několik výjimek, velmi dobrá korelace mezi oběma křivkami. Lineární regrese popisuje závislost ve tvaru

$$F = 59.5148 + 0.9065 R$$

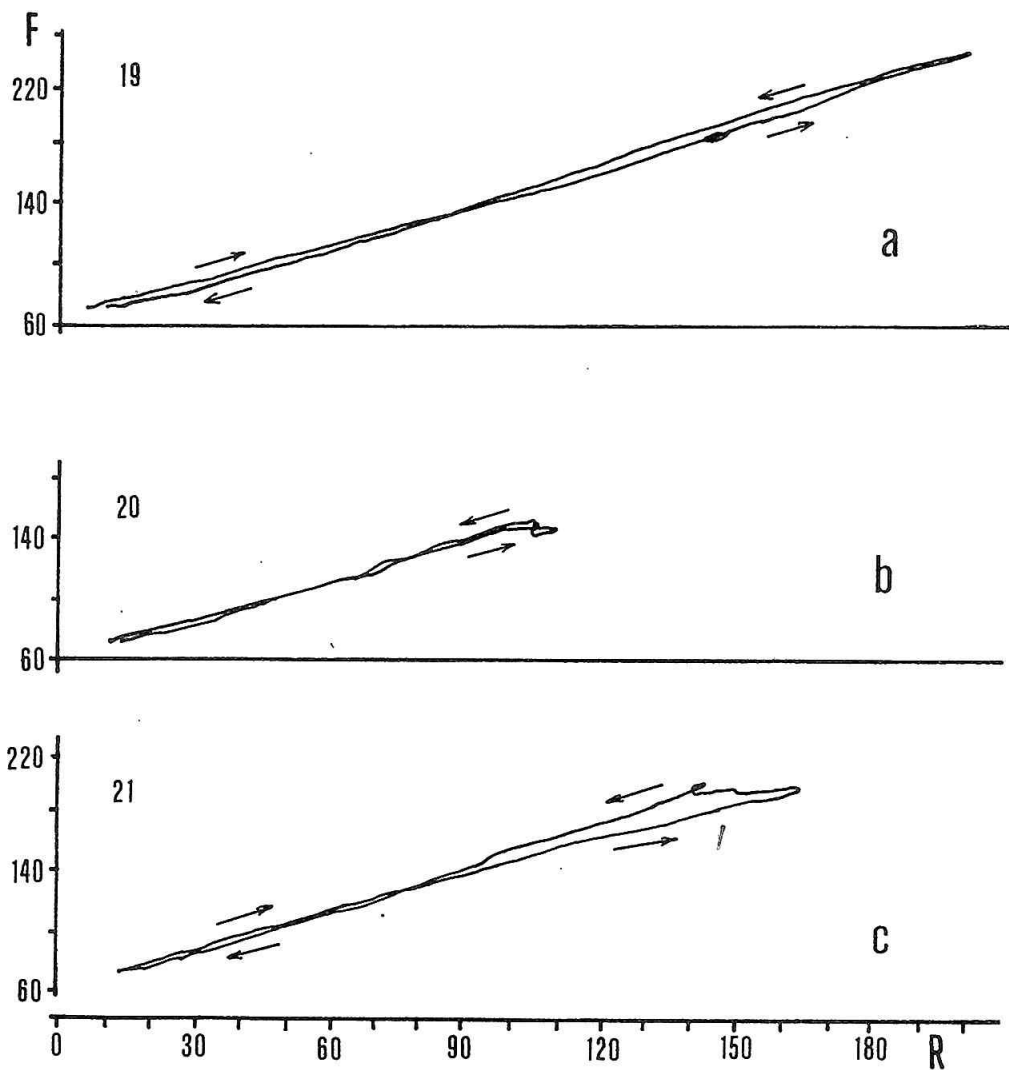
s korelačním koeficientem 0.995, zatím co kvadratická

$$F = 62.3535 + 0.8038 R + 0.006 r^2$$

s indexem korelace 0.996. V obou případech jsou korelační koeficienty velmi vysoké. Regresní analýzy byly prováděny na hodnotách z celého uvedeného období. Rozkreslí-li se však závislost F versus R po jednotlivých cyklech, Obr. 2, dostáváme pro každý cyklus jiný tvar křivky. Pro 19. cyklus je závislost prakticky jednoznačná, Obr. 2a, rozdíl mezi jednotlivými křivkami pro vzestupnou a sestupnou větev cyklu je nepatrný. Ve dvacátém cyklu, Obr. 2b, nedosahují R a F tak vysokých hodnot v době maxima jako v cyklu předcházejícím, v maximu se objevuje smyčka ukazující na skutečnost, že v okolí maxima není závislost mezi R a F jednoznačná. V posledním, 21. cyklu, Obr. 2c, se objevuje výrazná hysterézní smyčka v období okolo maxima. Nejvyšší hodnoty R a F se objevují s časovým posuvem asi tři roky, viz Obr. 1. Pásmo nejednoznačnosti je velmi rozsáhlé, hysterézní smyčka existuje pro hodnoty $R > 90$, t.j. zhruba v letech 1978 - 83.



ØBR. 1 Průběh dvanáctiměsíčního klouzavého průměru indexů R a F.



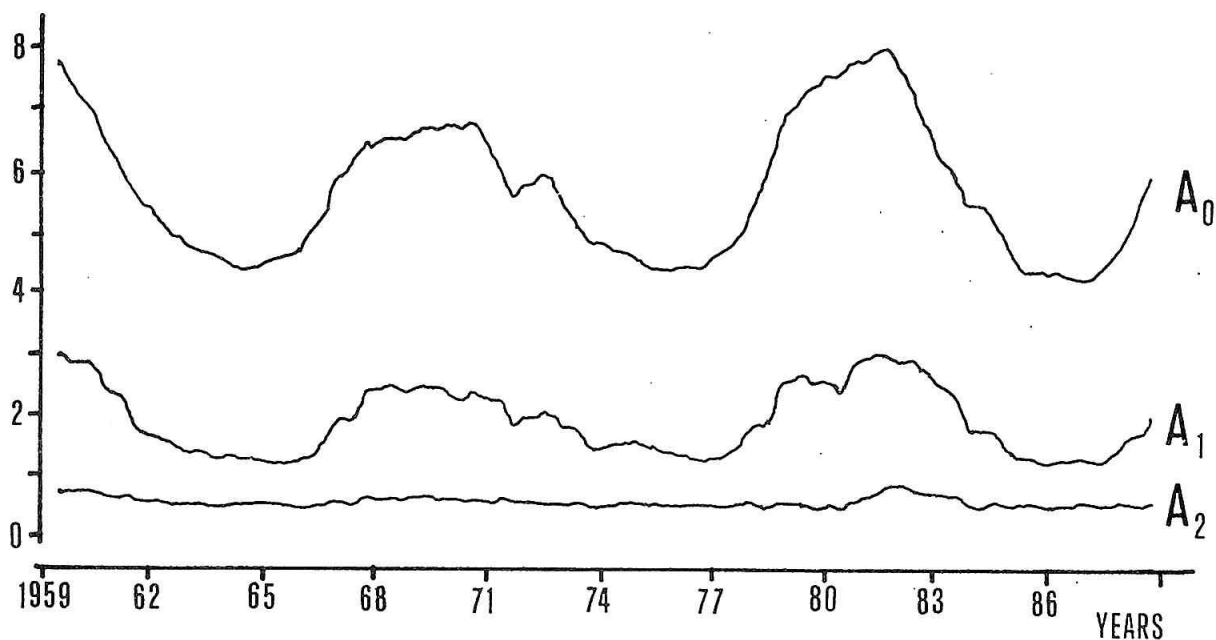
ØBR. 2 Závislost mezi dvanáctiměsíčními klouzavými průměry R a F pro 19. - 21. cyklus. Šipkami je naznačen vývoj křivek během cyklů.

3. ZMĚNY IONIZACE VRSTVY F2 BĚHEM SLUNEČNÍCH CYKLU

Ke studiu závislosti úrovně ionizace ve vrstvě F2 na sluneční činnosti použijeme dvanáctiměsíční klouzavé průměry Fourierových koeficientů měsíčních mediánů foF2. Jak bylo ukázáno dříve (2 - 4), lze denní průběh mediánů foF2 dobře aproximovat pomocí harmonické řady

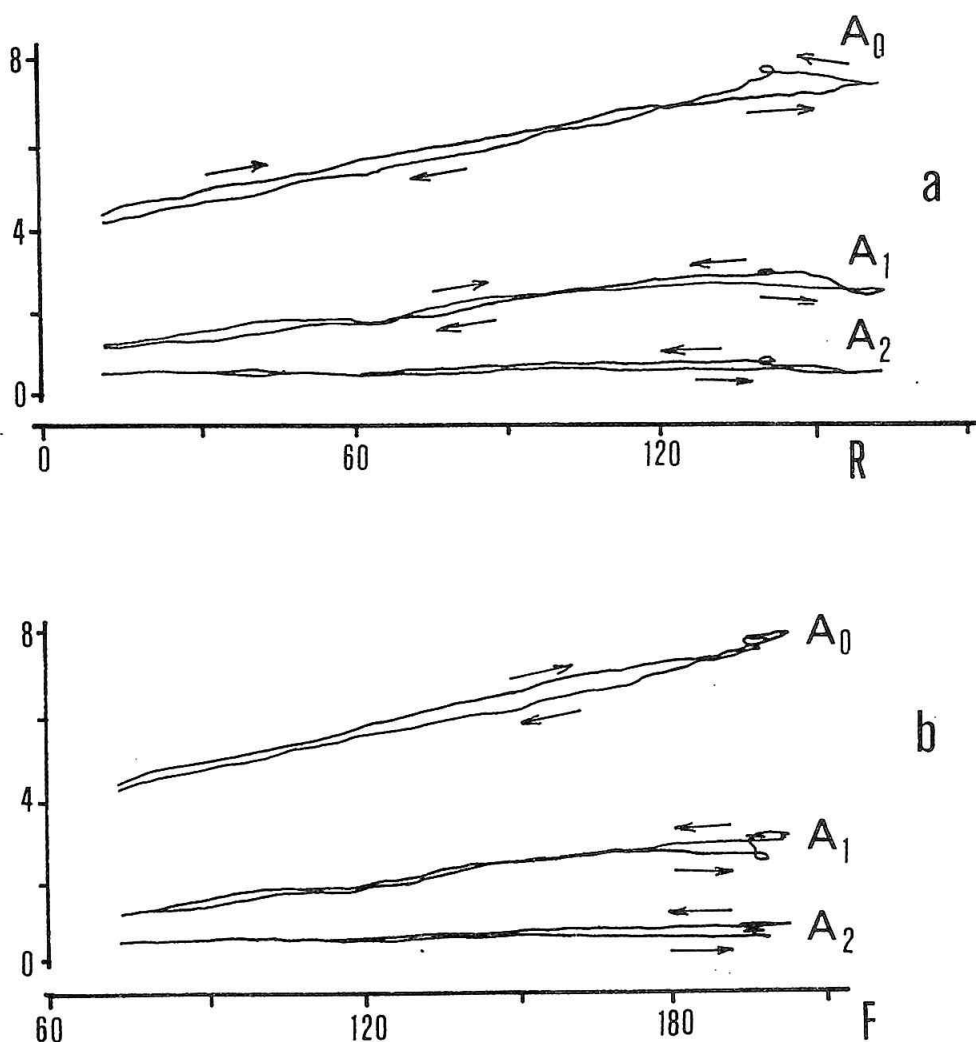
$$foF2 = A_0 + \sum_{i=1}^n A_i \sin(\pi i t / 12 + \phi_i),$$

kde A_0 , A_i jsou Fourierovy koeficienty, ϕ_i fáze, t značí čas v hodinách UT. Fourierovy koeficienty a fáze jsou funkcemi sezony, τ a dlouhodobé proměnné T , která popisuje změny v ionizujícím záření Slunce během slunečních cyklů. Fáze se během cyklů prakticky nemění a je možno je nahradit průměrnými hodnotami, jež jsou nadále už jen funkcemi sezony τ . Reakce ionosféry na změny ve sluneční činnosti je tedy obsažena pouze v koeficientech A_0 , A_i a to jen do stupně $i=2$, jak je vidět z OBR. 3, na němž jsou zobrazeny dvanáctiměsíční klouzavé průměry těchto koeficientů.



OBR. 3 Klouzavé dvanáctiměsíční průměry koeficientů A_0 , A_1 , A_2 .

K posouzení, který z uvažovaných indexů sluneční činnosti vystihuje lépe ionizující schopnost slunečního záření během cyklu použijeme OBR. 4, na němž jsou zobrazeny křivky koeficientů A_0 , A_1 a A_2 versus R , OBR. 4a, a versus F , OBR. 4b. Jsou zobrazeny pouze křivky pro 21. cyklus, protože v 19. a 20. cyklu byly rozdíly mezi průběhem veličin R a F minimální, navíc pro 19. cyklus je k dispozici materiál z observatoře Průhonice pouze pro sestopnou větev. Křivky na OBR. 4a vykazují velmi podobné hysterézní smyčky jako je vidět na OBR. 2c, OBR. 4b naznačuje jednoznačnější závislost v okolí maxima. Smyčky na OBR. 4b jsou podstatně menšího rozměru než u OBR. 4a, jejich existence však svědčí o tom, že ani index F neindikuje zcela přesně úroveň ionizujícího UV záření.



OBR. 4 Závislost dvanáctiměsíčních klouzavých průměrů koeficientů A_0 , A_1 , A_2 na R , obr. a, a na F , obr. b, pro 21. cyklus. Šípkami je naznačen vývoj křivek během cyklu.

4. ZÁVĚR

Z dostupného experimentálního materiálu nelze zatím jednoznačně uzavřít, zda chování indexů R a F v okolí maxima 21. cyklu je spíše výjimečné, nebo se zde projevuje nějaká zákonitost, když náznaky podobného chování lze spatřit již u 20. cyklu. Zajímavé je na tomto místě srovnání s pracemi (5,6), podle nichž byl 19. cyklus posledním z cyklů s harmonickým rozložením slunečních pohybových prvků. Další cykly již spadají do období disharmonického rozložení vyznačujícího se delšími periodami s neostrými extrémy. Protože zákonitosti popisované v (5,6) byly objeveny na základě studia slunečních cyklů charakterizovaných R čísly, je možné, že neplatí, anebo jen částečně, též pro F indexy. Není tedy vyloučeno, že i vztahy mezi R a F závisejí na pohybových prvcích slunečního barycentra. Částečně jasno do této otázky může vnést až ukončený 22. cyklus.

Z ionosferického pohledu je důležité, že sluneční radiový tok F indikuje z dlouhodobého hlediska přesněji úroveň UV záření než R čísla. Tato skutečnost platí především v maximu 21. cyklu, u ostatních dvou sledovaných cyklů to nelze

spolehlivě tvrdit. Existence smyček na křivkách Fourierových koeficientů v maximu 21. cyklu však naznačuje, že ani F index nemůžeme považovat za dostatečně přesný a jednoznačný indikátor dlouhodobé úrovně ionizace ve vrstvě F2.

LITERATURA

- R. F. Donnelly: Solar UV Variability. Handbook for MAP, Vol. 29, p.1
- F. Blahák: Behaviour of Fourier coefficients of the foF2 Monthly Medians in Dependence on Solar Activity. Geofysikální sborník 1988, v tisku
- F. Blahák: Vlastnosti mediánů foF2 z hlediska dlouhodobé předpovědi kritického kmitočtu vrstvy F2. Sborník z 9. celoštátneho slnečného seminára, P. Bystri-
ca 1988
- F. Blahák: Závislost koeficientů harmonické analýzy foF2 na sluneční aktivitě. Sborník semináře "Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí", Úpice 1988, str. 68
- I. Charvátová: Pohyb Slunce a sluneční aktivita - dlouhé cykly. Sborník semináře "Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí", Úpice 1988, str. 82
- I. Charvátová: The relations between solar motion and solar variability. Bull. Astr. Inst. Czech., (1990), 41, p.56.

PŮSOBNÍ KOMPLEXŮ HELIOGEFYZIKÁLNÍCH A METEOROLOGICKÝCH FAKTORŮ NA VÝSKYT SRDEČNÍCH ONEMOCNĚNÍ

T. Jenišťová, Geofyzikální ústav ČSAV, Praha 4

ÚVOD

Ve zdravotnické praxi jsou známa nakupení výskytů anomálních efektů, např. nějakého onemocnění v průběhu dnů oproti normálnímu výskytu. V příspěvku je diskutována otázka, zda dochází k určité pravidelnosti v kumulaci uvažovaných přírodních fyzikálních faktorů (PFF), tzn. heliogeofyzikálních a meteorologických faktorů, právě v době extrémního počtu pacientů přijatých na koronální jednotky (KJ).

LÉKAŘSKÝ MATERIÁL

Lékařský materiál, jehož bylo v této práci použito, je podrobně popsán v (1,2,3,4). Pro stručnost zde pouze uvedu, že se jedná o pacienty přijaté na čtyři pražské KJ v období let 1979 - 1986 (viz TAB. 1). Bylo upuštěno od dřívějšího dělení pacientů podle pohlaví a věku (věková hranice dělící pacienty byla 60 let), tzn. že každý den studovaného období vyjadřuje souhrnný počet příjmů na uvažované KJ. Rozlišovací schopnost přijetí na KJ je 24 hodinová, z čehož plynou některé důsledky ovlivňující přesnost zpracování.

KJ	období	počet pacientů
IKEM	1979 - 86	6 870
FN2	1981 - 86	2 010
FN10	1979 - 85	2 554
FN8	1979 - 86	2 145
Celkem		13 579

VÝBĚR PFF

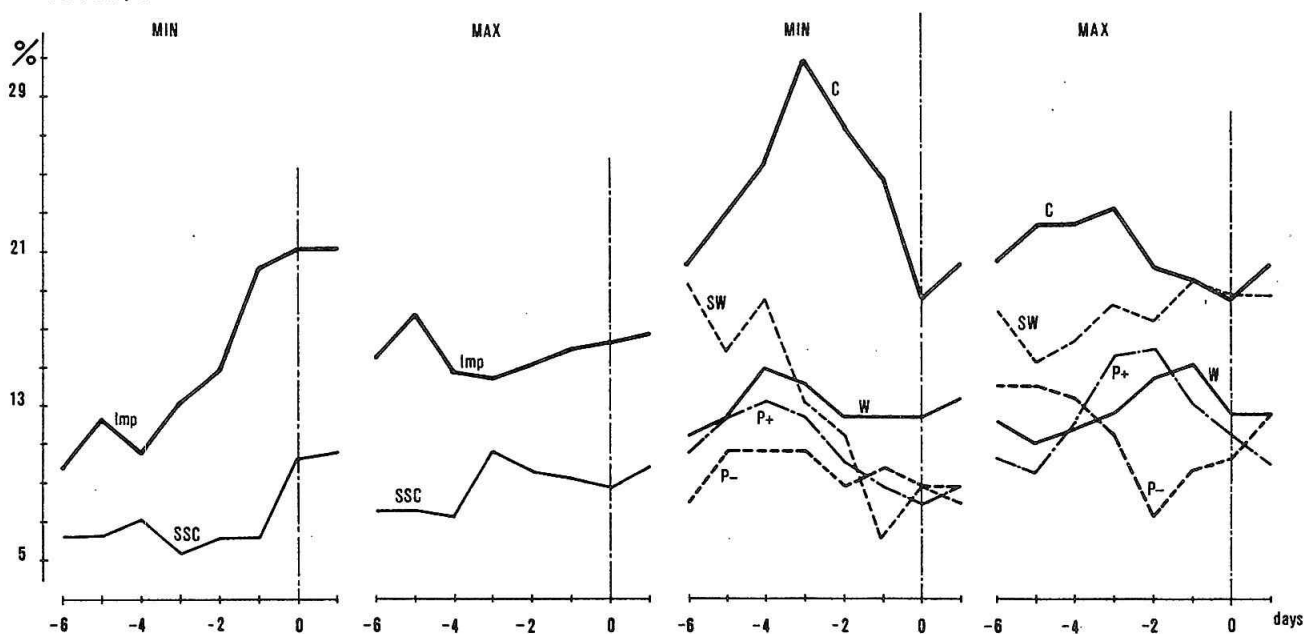
Pro účely této práce byly zvoleny následující PFF: erupce importance 2 a 3 (Imp) (5), geomagnetické bouře s náhlým počátkem (SSC) (6), přechod teplé, studené a okluzní fronty (W,C,Oc) (7), vzestup a pokles tlaku vzduchu o více než 10 hPa/24 hodin (P+, P-) (5) (alternativní veličiny typu 0,1), sumární erupční index (SEI) (5), koronální index (CI) (8), kapa index proměnlivosti geomagnetické aktivity (9), Ak index geomagnetické aktivity (5), směry větru (WD) (5),

Ilkova biometeorologická typizace počasí (5), relativní vlhkost vzduchu (RV) (10) a relativní teplota vzduchu (RT) (10) (kvalitativní veličiny).

ZPRACOVÁNÍ

Daná studie si vyžaduje vytypovat dny, kdy na KJ bylo přijato mnohem více, či méně kardiaků, než je obvyklý "denní šum". Za "denní šum" lze považovat střední hodnotu počtu příjmů za celé sledované období osmi let s přičtením (pro horní hranici) a odečtením (pro spodní hranici) směrodatné odchylky, t.j. $x \pm \sigma$. Z TAB 1 však vidíme, že celé období let 1979 - 85 pokrývají daty pouze IKEM a FN8. Z důvodu časové nerovnoměrnosti zastoupení lékařských dat muselo být sledované období rozděleno na 3 časové úseky: 1979 - 80, 1981 - 85, 1986. Pro každý z nich pak byla stanovena příslušná střední hodnota (po korekci na týdenní variaci) se směrodatnou odchylkou $x_i \pm \sigma_i$ pro $i = 1, 2, 3$. Dny s extrémně nízkými (MIN), či extrémně vysokými (MAX) hodnotami příjmů pacientů na KJ byly vybrány kriteriem $MIN < x_i - 2\sigma_i$ a $MAX > x_i + 2\sigma_i$. Podmínce pro MIN vyhovovaly pouze dny, kdy na KJ nebyl přijat žádný pacient; případ se vyskytl celkem 38 krát za celé období osmi let. Dnů vyhovujících podmínce MAX bylo v celém období obsaženo celkem 88. K těmto dnům extrémů MIN a MAX byly vypsány hodnoty jmenovaných PFF s časovým posuvem okolo dne extrému (t.j. den nultý) od -7. do +2. dne.

Na OBR. 1 je znázorněn průběh těch PFF, jejichž četnosti výskytu vykazovaly v daném časovém posuvu určité změny. Křivky jsou vyhlazovány kroužovými průměry přes tři dny a pro grafickou přehlednost byly od sebe odděleny faktory heliogeofyzikální (Imp a SSC) a meteorologické (SW označují jihozápadní složku směru větru).



OBR. 1 Vyhlazené křivky četnosti vybraných PFF v okolí nultých dní MIN a MAX.

DISKUSE

Příspěvky jednotlivých PFF byly testovány testem χ^2 pro různé časové posuvy vzhledem ke dnům MIN a MAX. Největší podíl na zamítnutí nulové hypotézy o nezávislosti sledovaných znaků mají SSC ($\alpha = 0,01$). Dva dny před MAX (MIN) dochází ke zvýšení (znížení) pozorované četnosti SSC vůči očekávané. Slabší, i když citelný příspěvek pochází i od SW ($\alpha = 0,025$), a to v den nultý MIN a MAX, přičemž změny pozorovaných četností vykazují stejné tendence jako v případě SSC.

Z hlediska působení komplexu heliogeofyzikálních a meteorologických faktorů nás však zajímá, kolikrát pro MAX skutečně daná situace nastala, jinými slovy, kolikrát se dva dny před maximálním příjmem pacientů vyskytla SSC a zároveň v den příjmu SW. Bylo zjištěno, že se shluk daných dvou faktorů objevil pouze ve 36% všech případech.

Distribuce SSC během celého 8-letého studovaného období je zákonitá - podléhá slunečnímu cyklu. Distribuce SW podléhá pouze sezonním změnám, v dlouhodobém trendu je rovnoměrná a konečně distribuce MAX a MIN pacientů se ukázala být v celém období také rovnoměrná. Pro zajímavost, jak se budou měnit hodnoty testu χ^2 obou faktorů, bylo studované období rozděleno na dva časové úseky po 4 letech: na období v okolí slunečního maxima 1979 - 1982 a okolí slunečního minima 1983 - 1986. Nulová hypotéza mohla být pro daný počet stupňů volnosti zamítnuta pouze u SSC ($\alpha = 0,05$) pro období 1979 - 1982. Hodnoty χ^2 pro SW byly pro obě období přibližně stejné, ovšem statisticky nevýznamné.

ZÁVĚR

Z použitých PFF se nepodařilo určit komplexy heliogeofyzikálních a meteorologických parametrů, které by v pozitivním či negativním smyslu vlivňovaly počty příjmu pacientů na KJ. Statisticky významný negativní vliv byl prokázán pouze u SSC a SW, pozitivní vliv při absenci těchto dvou jevů. Současné působí obou faktorů v již uvedeném časovém rozmezí nastalo pouze přibližně v 1/3 případech MAX. Rozdělením sledovaného období na dva časové úseky se projevil v letech 1979 - 1982 pouze účinek geomagnetické aktivity. Snížení statistické významnosti u jihozápadních směrů proudění je s největší pravděpodobností způsobeno malou četností takto upraveného materiálu.

LITERATURA

- T. Jenišťová; J. Střeštík: Vliv heliogeofyzikálních a meteorologických faktorů na výskyt srdečních onemocnění. Sborník "Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí", Úpice 1988
- T. Jenišťová; J. Střeštík: Pozorované periodicity ve výskytu srdečních onemocnění. Zborník referátov z IX. celoštátneho slnečného seminára, Považská Bystrica
- T. Jenišťová; J. Střeštík: Výskyt srdečních onemocnění v závislosti na vnějším prostředí. Symposium of Human Biometeorology, Štrbské Pleso, listopad 1988, (v tisku)
- T. Jenišťová: Vliv heliogeofyzikálních a meteorologických faktorů na výskyt

srdečních onemocnění: statisticko-metodologická studie. Práce předložená k aspirantskému minimu, říjen 1988.

Databanka VÚBP Praha, soukromné sdělení (B. Pokorný)

International Service of Geomagnetic Indices. KNMI - De Bilt - The Netherlands. Monthly Bulletins IAGA (1979 - 1986)

RNDr. Jan Pavlík, ČHMÚ Komořany: soukromné sdělení

M. Rybanský: Coronal index of solar activity V., B.A.C. 39

Monatsbericht des Adolf-Schmidt-Observatoriums für Erdmagnetismus in Niemegk (1979 - 1986)

Měsíční přehled meteorologických pozorování observatoře Praha - Karlov.

SLEDOVÁNÍ PROJEVŮ DUŠEVNÍCH PORUCH V ZÁVISLOSTI NA BIOKLIMATOLOGICKÝCH VLIVECH

L. Holub, OÚNZ Trutnov
E. Marková, Hvězdárna Úpice

ABSTRAKT

Během období devíti měsíců bylo provedeno sledování výskytu náhlého zhoršení zdravotního stavu u některých diagnóz pacientů psychiatrických oddělení a byla zjišťována korelace s výskytem některých bioklimatických projevů (výskyt slunečních erupcí, poruch geomagnetického pole, náhlých změn tlaku vzduchu a pod.).

Řada pacientů ošetřovaných na psychiatrických odděleních prokazuje výraznou reaktivitu na různé přírodní vlivy. U těchto pacientů dochází v určitém období k podstatnému zhoršení zdravotního stavu. Vzhleden k tomu, že dochází k nahromaděním se pacientů se zvýšenými potížemi zpravidla do jednotlivých konkrétních období, zajímalo nás, čím jsou tato období význačná, co stav pacientů ovlivňuje více či méně, anebo co naopak působí pozitivně. Z toho důvodu byl proveden záchyt pacientů s náhlým zhoršením stavu - jednalo se speciálně o tyto diagnózy:

- dg. 290 - psychické projevy při ateroskleróze †
- dg. 295 - psychózy schizofrenního okruhu (schizofrenie, schizoafektivní psychóza) ●
- dg. 296 - depresivní stav v rámci psychotické deprese (maniodepresivní psychóza, periodické deprese, endogenní deprese) ○
- dg. 298 - paranoidní psychóza (parafrenie, paranoia, paranoidní psychóza, halucinatorně paranoidní psychóza) ✕
- dg. 300 - meurozy (ať strukturované, či krátkodobé reaktivní stavy neurotické, situační) ✕
- dg. 301 - abnormality osobnosti na úrovni anomalita až psychopatie ◻
- dg. 316 - psychické projevy při poškození mozku (encefalopatie, epilepsie, pouřazové stavy atd.) ■

dramatické zhoršení je označeno vykřičníkem(!), zlepšení otazníkem (?).

Záchyty uvedených diagnóz byly provedeny pouze v případech, kdy pacientovi bylo tak zle, že musel vyhledat lékařské ošetření mimo stanovený termín a nebo kdy při plánované návštěvě lékaře zhoršení stavu bylo konstatováno. V pozdější době byl za tímto účelem vypracován dotazník, jehož vzor je uveden na konci článku. Nejsou zde tedy zahrnuta běžná ošetření těchto pacientů. Výsledky byly získány z ambulancí Trutnov, Vrchlabí, Hostinné a Dvůr Králové nad Labem, t.j. z celé-

ho okresu Trutnov, což představuje celkový objem 12000 pacientů. Počet záchyťů je ale nízký, takže si jsme vědomi, že materiál nelze statisticky zpracovat a dělat z něj nějaké obecně platné závěry. Náš výzkum a výsledky zde prezentujeme spíše jako zajímavost a hlavně výzvu dalším specialistům, neboť tento výzkum bude mít význam pouze v případě, kdy bude získán dostatečný počet případů.

Záchyty byly prováděny od dubna do prosince 1989, kdy bylo sledování ukončeno z důvodu nárůstu revolučně přestavbových psychóz - psychotické reaktivní stavy ("psychogenní psychózy"). Při získávání dat a zpracování jsme naráželi na řadu problémů, jako např.:

- velmi špatná spolupráce daná obecně známou nechutí dělat jakýkoliv výzkum a to nejen ze strany pacientů, ale i personálu psychiatrického oddělení OÚNZ, který na to de facto nemá v okresních podmínkách horského okresu ani čas.
- nedůvěra zejména ze strany psychotických pacientů nebo pacientů s kriminální minulostí - zda to neznamena jejich ohrožení
- ziskové postoje neurotických pacientů (dg. 300) a psychopatů (dg. 301) ev. pacientů encephalopatičkových (dg. 316 a 290)
- neschopnost definovat zhoršení a zlepšení - viz základní projevy psychotického pacienta - ambivalence. Dále neschopnost těchto pacientů vyplňovat škálovou stupnici. Proto je vše zatíženo subjektivní chybou osobnosti psychiatra - hodnotitele.
- větší reaktivnost na biometeorologické vlivy u pacientů, kdy stav není dobře kompenzován (viz chronicky probíhající schizofrenie), kde hrozí nebezpečí relapsu
- někteří pacienti, kteří prudce reagují na počasí (např. při diagnóze 290 - Ars změny - organický psychosyndrom), mají potíže dlouhodobě. Definují to: "udělá se mi špatně a já mám stále sevření na hrudníku".

Jednotlivé diagnózy jsou vyneseny do grafů (OBR. 1 - 9), 1 značka = 1 případ, označení diagnóz viz v předchozím při jejich výčtu), kde na vodorovné ose jsou vyneseny dny v měsíci, na svislé ose vlevo atmosferický tlak v torrech, měřený na hvězdárně v Úpici (plná čára), napravo denní sumy K_p indexu získané ze Solar Geophysical Data (Boulder, USA) (čárkovaná čára). Zvláště jsou vyneseny dny s výskytem náhlé geomagnetické poruchy (Solar Geophysical Data - ▲) a atmosferické bouře (zaznamenané na hvězdárně v Úpici - ↓). Výskyt velkých slunečních erupcí, získaný z měření na hvězdárně v Úpici (SEA efekty) je označen šipkou nad grafem (↓). V grafu z prosince (OBR. 9) jsou denní sumy K_p indexu vyneseny pouze do 18. 12., neboť pozdější údaje při zpracovávání ještě nebyly k dispozici.

Z grafů vidíme, že výskyt pacientů s náhlým zhoršením stavu není stejnoměrně rozložen, větší množství pacientů se soustředí do určitých období, k nimž lze přiřadit působení některého ze sledovaných faktorů (klesání ev. stoupání atmosferického tlaku, růst ev. pokles denní sumy K_p indexu, výskyt náhlé velké sluneční erupce, výskyt atm. bouře). Výskyt těchto faktorů v souvislosti s náhlými psychickými potížemi je rozebrán v tabulce.

Z tabulky i z grafů vidíme, že pokud došlo k většímu nakupení se pacientů s náhlými potížemi, vyskytovali se zpravidla i některé ze sledovaných faktorů a to i více těchto faktorů současně. Vzhledem k malému množství zachycených pacientů se ale neodvažujeme dělat jakékoliv závěry, pouze ještě jednou zdůrazňujeme, že uvedená práce je jen ilustrativní s cílem získat další spolupracovníky,

abychom dostali větší počet případů, který by pak bylo možno statisticky zpracovat.

TAB. 1

měsíce	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Celkem
počet záchytů	1	3	5	4	3	1	7	4	4	32
pokles atm. tlaku	1		1	3		1	3	3	4	16
stoupání atm. tlaku							3			3
zvýšení $\sum K_p$	1	3	2	2	1	1	3	3	3	19
pokles $\sum K_p$			2	1	2					6
náhlá geom. porucha					2			1		3
atm. bouře		3	1							4
sluneční erupce	2	2			2	1	3	4		14

Vzor dotazníku na zjišťování náhlého zhoršení stavu u pacientů psychiatrických ambulancí okresu Trutnov:

Jméno a příjmení:

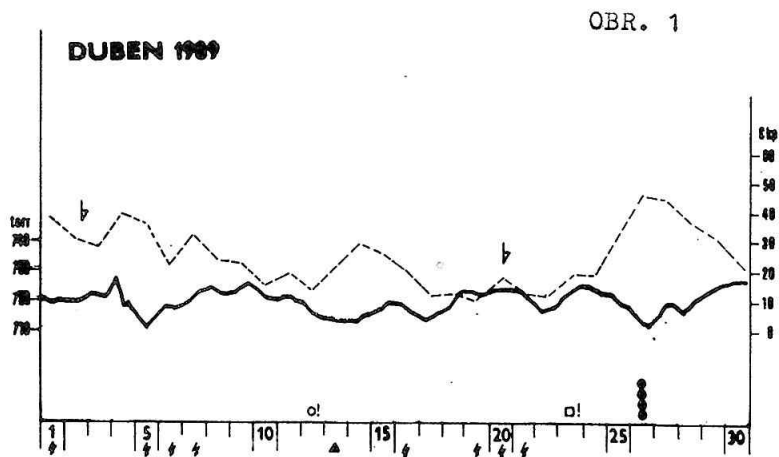
Datum narození:

Bydliště:

Současné potíže:

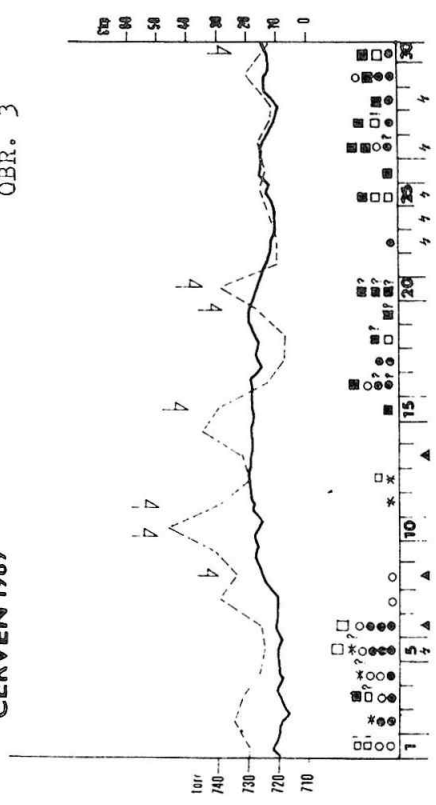
Který den od poslední kontroly nebo v posledních měsících se Vám vedlo nejhůře bez vnější příčiny:

Kdy nejlépe bez vnější příčiny?



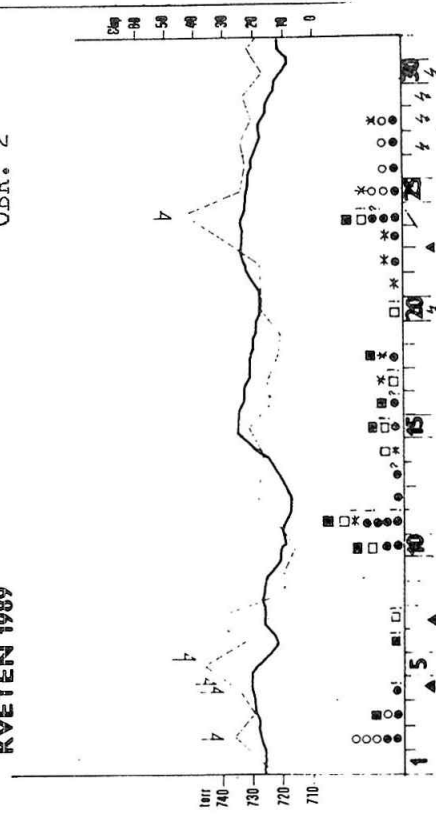
OBR. 3

ČERVEN 1989



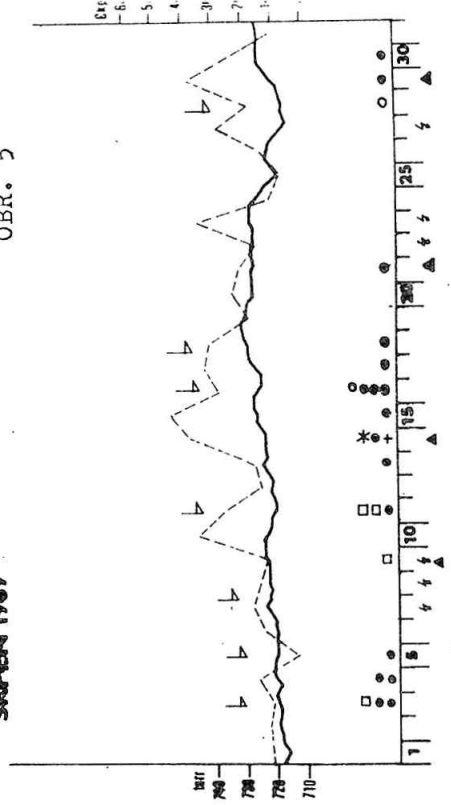
OBR. 2

KVĚTEN 1989



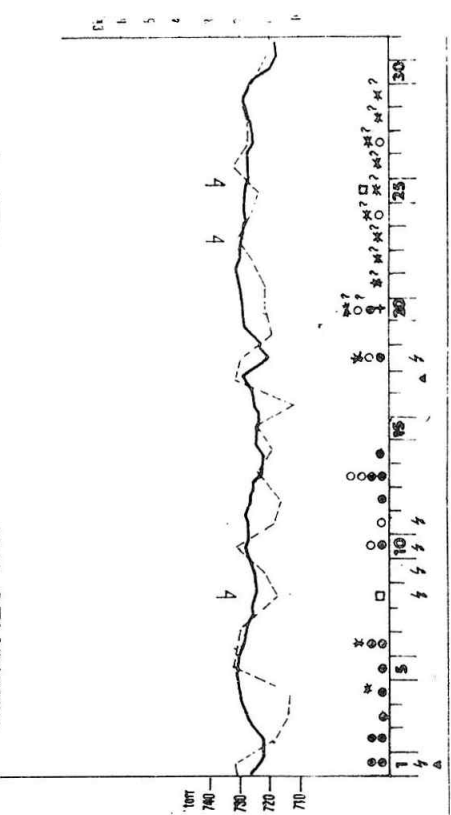
OBR. 5

SRPEN 1989

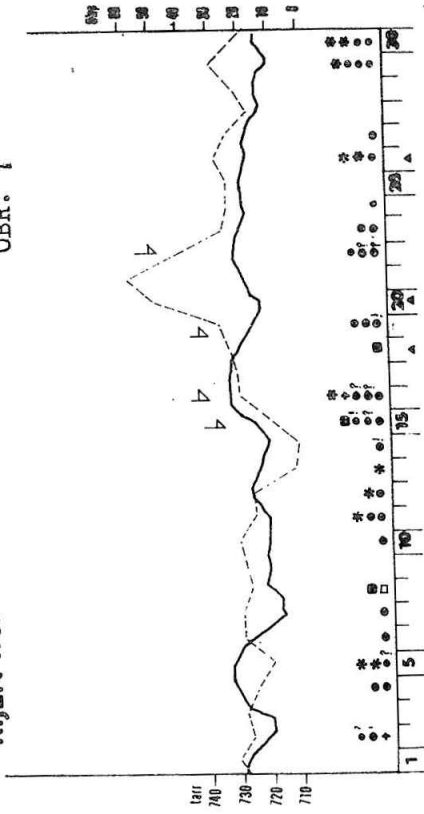


OBR. 4

ČERVENEC 1989

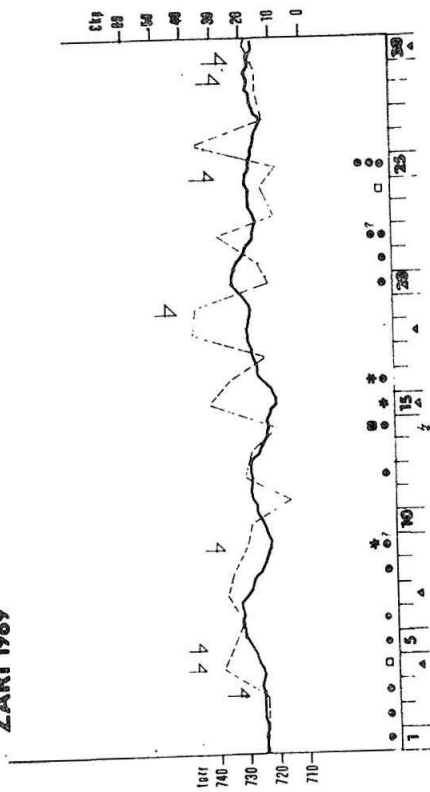


ŘÍJEN 1989 OBR. 7



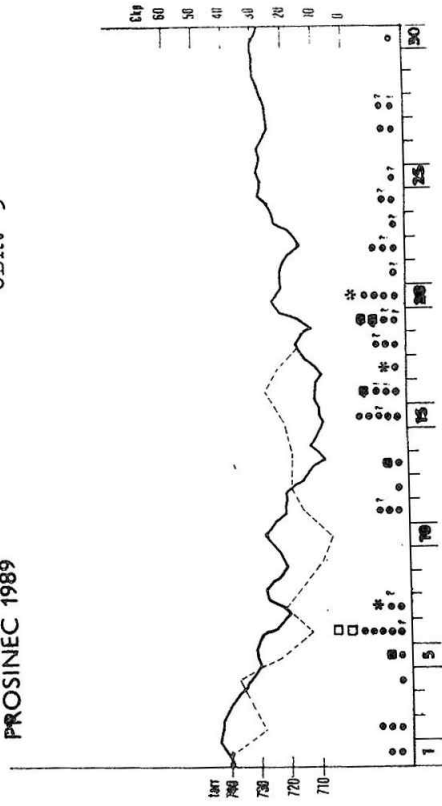
OBR. 6

ZÁŘÍ 1989



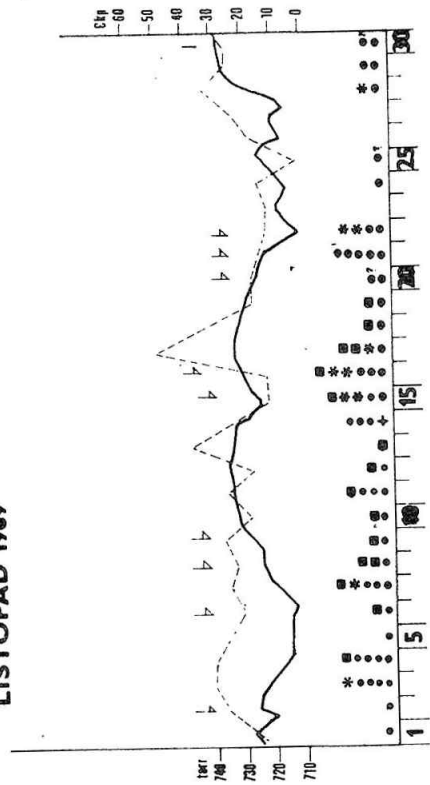
OBR. 9

PROSINEC 1989



OBR. 8

LISTOPAD 1989



VÝPOČET HODNÔT SYSTEMATICKEJ ČASTI MODELU U ČASOVÝCH RADOV, KTORÝCH TREND NIE JE ROVNOBEŽNÝ S X-OVOU OSOU

B. Viktoríhová, Výpočtové stredisko SAV, Bratislava

1. ÚVOD

Pri analýze časových radov je v niektorých prípadoch nutné použiť spektrálnu analýzu, a to vtedy, ak sú v časových radoch pozorované rôzne amplitúdy a frekvencie. Ide najmä o vytipovanie frekvencií, ktoré sú v danom rade najvýznamnejšie zastúpené a tiež o odhad koeficientov periodických zložiek odpovedajúcich týmto frekvenciám. Jedným z existujúcich aparátov matematickej štatistiky, ktorý umožňuje stanoviť významné frekvencie ω_j^* a určiť ekvivalentné dĺžky periód, je Fisherov test, ktorý vychádza z hodnôt periodogramu. S týmto testom sa možno oboznámiť v [2]. Avšak v literatúre sa uvádza model, v ktorom systematická zložka časového radu kmitá okolo osi rovnobežnej s osou x-ovou. V praxi sa však vyskytujú časové rady, ktoré majú trend napr. parabolický, exponenciálny, alebo trend, ktorý sa dá popísať iba technikou splinových funkcií. Referát sa v krátkosti zaoberá úpravou vzťahu pre časový rad s predpokladanou periodickou zložkou:

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^Z (\alpha_j \cos(\omega_j t) + \beta_j \sin(\omega_j t)) + \epsilon_t \quad (1)$$

(pričom $\mu = \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t$) n, α_j a β_j sú neznáme parametre, ktoré boli odhadnuté metódou najmenších štvorcov, pozri [2] na tvar a hlavne výpočet podľa:

$$y_t = \psi_t + \sum_{j=1}^Z (\alpha_j \cos(\omega_j t) + \beta_j \sin(\omega_j t)) + \epsilon_t \quad (2)$$

kde ψ_t je akákoľvek teoretická krivka vhodne vystihujúca trend empirického časového radu a teda môže ňou byť aj teoretická krivka získaná technikou splinových funkcií. Táto technika je podrobne popísaná v [3] a preto sa ňou nebudeme zaoberať.

2. STANOVENIE PERIODICITY KONKRÉTNĚHO (EMPIRICKÉHO) ČASOVÉHO RADU S TRENDOM POPÍSANÝM TECHNIKOU SPLINOVÝCH FUNKCIÍ PODĽA VZŤAHU (2).

Predpokladajme, že sledujeme určitý parameter v rokoch 1980-1985 a zaznamenáme jeho empirické mesačné hodnoty označené ako y_t , ktoré sú uvedené v TAB 1, v 2. a 7. stĺpci.

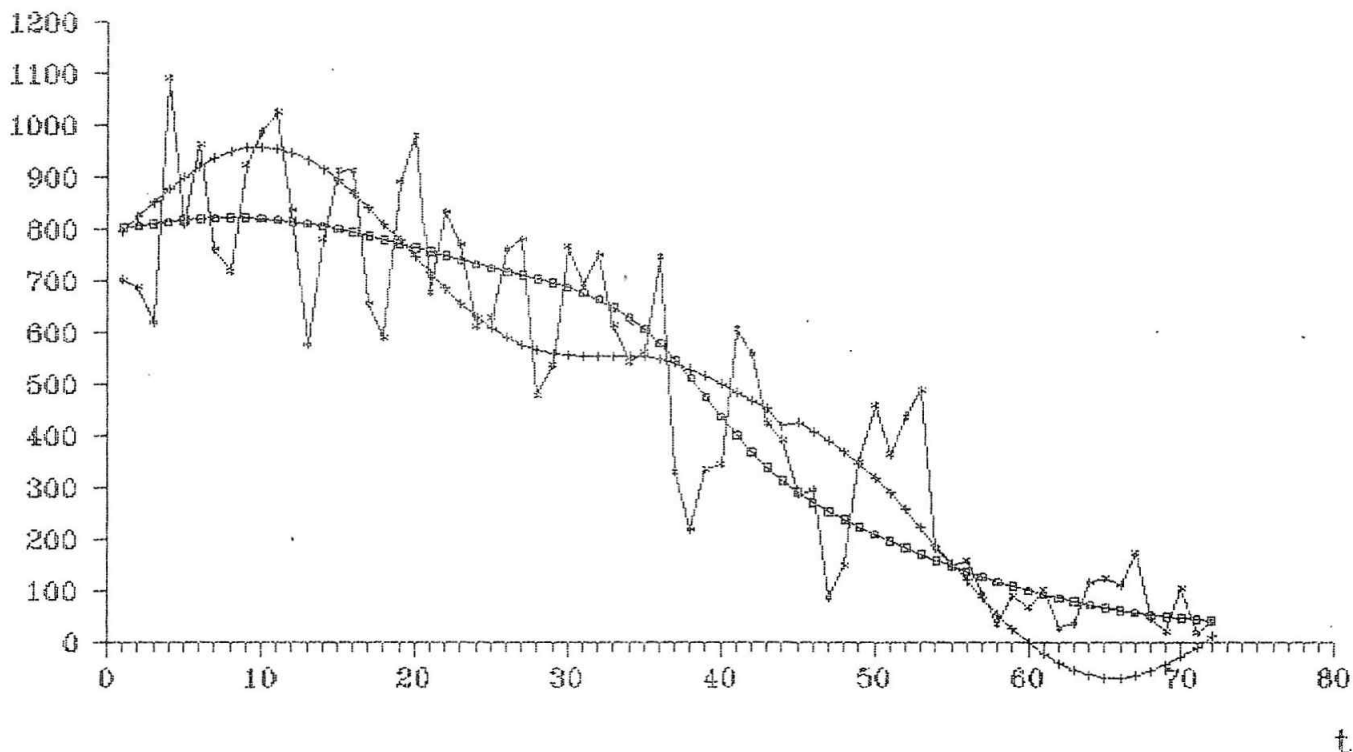
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
x_t	\tilde{y}_t	y_t	$\Psi(x_t)$	/2/	x_t	\tilde{y}_t	y_t	$\Psi(x_t)$	/2/
1	703	803,43	803,43	796,50	41	609	401,70	403,41	485,77
2	689	808,13	807,40	824,53	42	561	370	370	471,22
3	621	812,19	811,22	851,89	43	427	347,61	340,60	456,60
4	1092	815,60	814,74	877,72	44	395	323,37	315,01	422,27
5	811	818,36	817,83	901,19	45	289	300,81	292,70	427,35
6	965	820,47	820,33	921,55	46	298	279,83	273,11	411,06
7	763	821,93	822,11	938,11	47	88	260,32	255,71	392,76
8	720	823,01	823,01	950,27	48	152	242,16	239,94	371,94
9	924	822,90	822,90	957,55	49	353	225,27	225,27	343,20
10	988	822,40	821,67	959,61	50	461	209,56	211,24	321,36
11	1027	821,26	819,37	956,42	51	366	194,94	197,76	291,74
12	838	819,47	816,10	948,10	52	440	181,34	184,83	259,81
13	578	817,03	811,95	934,88	53	492	168,70	172,46	226,15
14	782	813,94	807,01	917,14	54	185	156,93	160,65	191,43
15	914	810,20	801,37	895,35	55	151	145,98	149,41	156,34
16	915	805,81	795,14	870,11	56	161	135,80	138,72	121,60
17	658	800,77	788,39	842,08	57	95	126,33	128,61	87,94
18	592	795,08	781,22	812,00	58	36	117,52	119,07	56,10
19	893	788,74	773,73	780,66	59	92	109,32	110,10	26,74
20	982	781,74	766,01	748,88	60	69	101,70	101,70	0,483
21	680	774,10	758,15	717,48	61	104	94,60	93,88	-22,12
22	836	765,81	750,24	687,27	62	29	88,00	86,63	-40,63
23	773	756,87	742,38	659,02	63	38	81,87	79,93	-54,72
24	615	747,28	734,66	633,44	64	118	76,16	73,77	-63,28
25	631	737,04	727,17	611,17	65	126	70,84	68,15	-68,91
26	763	720	719,99	592,74	66	113	65,90	63,04	-68,95
27	783	714,61	713,14	578,50	67	177	61,31	58,45	-64,48
28	480	702,42	706,17	568,22	68	48	57,03	54,35	-55,77
29	540	689,58	698,53	561,48	69	22	53,05	50,74	-43,24
30	769	676,09	689,70	557,70	70	106	49,35	47,60	-27,37
31	696	661,95	679,14	556,21	71	19	45,91	44,93	-8,76
32	753	647,16	666,30	556,17	72	45	42,71	42,71	11,93
33	616	637,71	650,66	556,68					
34	545	615,62	631,66	556,69					
35	565	598,88	608,79	555,09					
36	749	581,49	581,49	550,71					
37	332	536,41	549,58	542,65					
38	220	498,99	514,26	531,39					
39	337	464,19	477,09	517,76					
40	346	431,81	439,63	502,60					

TAB. 1

Cez tieto empirické údaje sme preložili najprv na intervale $\langle 1;36 \rangle$ parabolu /3/ $y_t = b_0 + b_1 x_t + b_2 x_t^2$ a na intervale $\langle 36;72 \rangle$ exponenciálnu krivku typu /4/ $y_t = a_0 \cdot e^{b_1 x_t}$, pričom $t \in \langle 1;72 \rangle$. Krivka, ktorá takto vznikla spojením dvoch dielčích kriviek z jednotlivých úsekov nespĺňala podmienku hladkosti (čo sa vyjadruje požiadavkou na existenciu obojstranných derivácií príslušného rádu v bodoch napojovania dielčích kriviek). Preto sme interval $\langle a=1; b=72 \rangle$ znovu rozdelili bodmi $x_t = 1, 9, 26, 36, 42, 49, 60, 72$ na 7 podintervalov a na každom podintervale sme priebeh funkcií y_t podľa /3/ a /4/ aproximovali polynómami 3. stupňa. Čiže na intervale $\langle 1;72 \rangle$ bolo preložených 7 polynómov 3. stupňa, ktorých spojením sme dostali jedinou spojitú a hladkú krivku $\Psi(t)$. Hodnoty kubických spline funkcií sú uvedené v TAB. 1 v 4. a 9. stĺpci. Fisherovým testom sme ďalej našli na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ tieto významné frekvencie: $\omega_1^* = \frac{-2\pi_1}{72}$, $\omega_2^* = \frac{-2\pi_2}{72}$ a $\omega_3^* = \frac{-2\pi_3}{72}$. Z nich odvodené ekvivalentné dĺžky periód sú:

$72 = \frac{-2\pi}{\omega_1^*}$, $36 = \frac{-2\pi}{\omega_2^*}$ a $24 = \frac{-2\pi}{\omega_3^*}$. Pretože empirické údaje tvorili mesačné hodnoty, pôjde o 72, 36 a 24 mesačnú periodicitu. V prvom prípade pre $m=35$ $m = \frac{-n-1}{2} = \frac{-71}{2}$ je tabuľková kritická hodnota $g_F(0,05) = 0,175$ [2] a testovacia štatistika W (definovaná v [2]) je rovná $0,6405$. Testovacie kritérium hovorí, že ak $W > g_F$ rad y_t obsahuje periodickú zložku. Zo vzťahu $W = 0,6405 > g_F(0,05)$ teda vyplýva, že periodicitu sa v prvom prípade potvrdila. Podobne to platí aj v 2. a 3. prípade, lebo pre $m=34$ je $g_F(0,05) \in (0,175; 0,198) < W = 0,2725$ a pre $m=33$ je $g_F(0,05) \in (0,175; 0,198) < W = 0,2099$.

Hodnoty systematickej časti modelu boli vypočítané podľa vzťahu (2) pre všetky príklady. V TAB. 1, v 5. a 10. stĺpci uvádzame výpočty podľa vzťahu (2) iba pre 36 mesačnú dĺžku periódy. Hodnoty z TAB. 1, a to x_t , \tilde{y}_t , $\psi(x_t)$ a y_t (podľa (2)) sú znázornené graficky na OBR. 1.



OBR. 1 $-*-*-*$ empirické hodnoty \tilde{y}_t
 $-+-+*$ periodicitu podľa (2)
 $-o-o-o-$ splinová funkcia $\psi(x_t)$

3. ZÁVER

Stanovenie periodických zložiek časových radov možno uskutočniť pomocou Fisherovho testu. Stanovenie hodnôt systematickej časti modelu v špeciálnych prípadoch (ak napr. trend časového radu sa dá popísať iba technikou splinových funkcií) možno určiť podľa vzťahu (2), kde $\psi(t)$ je akákoľvek teoretická krivka vhodne vystihujúca trend empirického časového radu, pričom vzťah (2) vznikol úpravou

zo vztahu (1).

LITERATÚRA

- [1] Siegel, A.F.: 1980, Testing for periodicity in time series. J. Amer. Statist. Assoc., 75, s. 345 - 348
- [2] Cipra, T.: Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii, SNTL, Alfa, Praha, 1986
- [3] Příklad, P.: Numerické metody matematické analýzy, SNTL, Praha 1988.

HODNOVERNOSŤ KORELÁCIÍ

M. Litavský, Ústav výpočtovej techniky VŠT a SAV Košice

ABSTRAKT

Pri interpretácii uvedených štatistických metód a pri vyhodnocovaní závislostí sociálnomedicínskych údajov od indexov slnečnej a geomagnetickej aktivity závisí mnohokrát len od interpretácie výsledkov, či sa potvrdia príčinnno-následné vzťahy skúmaných údajov.

ÚVOD

Vo fyzike vzťahov Slnko-Zem je použitie štatistických metód často východiskovým a žiaľ často i jediným spôsobom skúmania rôznych prejavov slnečnej činnosti, najčastejšie rôznych indexov aktivity na prejavoch v biosfére. Pretože sa stretávame sústavne s tendenciou preceňovania použitia koeficientu korelácie, je potrebné poukázať na absurdnosť možných následkov pri interpretácii s použitím koeficientu korelácie bez skutočného poznania príčinnno-následných súvislostí, ale tiež i neadekvátneho použitia uvedenej štatistickej metódy.

2. SKRÁTENÝ NÁČRT PROBLÉMU

Náhodné veličiny delíme do dvoch základných tried. Sú to náhodné veličiny, ktoré môžu nadobúdať konečné alebo nekonečné množstvo hodnôt. Príkladom náhodnej veličiny, ktorá môže nadobúdať nekonečne veľa ľubovoľných kladných hodnôt je Poissonov zákon s pravdepodobnostným rozdelením. Rozdelenie pravdepodobnosti informuje o náhodnej veličine pomocou pravdepodobnostných charakteristík, ako je napríklad stredná hodnota, rozptyl. V matematickej štatistike pri posudzovaní indexu korelácie sa najčastejšie stretávame s rozdelením Laplaceovým-Gausovým, zvaným i normálne rozdelenie.

Závažným faktorom je variačné rozpätie a priemerná odchylka veličín skúmaného súboru. Ďalej je potrebné pomocou Kolmogorovho-Smirnovovho testu pre jeden výber testovať hypotézu, či spojitá veličina má požadované rozdelenie pravdepodobnosti. Kolmogorov-Smirnovov test môžeme urobiť i pre dva nezávislé výbery, ktoré môžeme testovať na hypotézu o zhode dvoch rozdelení. Samozrejme je potrebné testom chí-kvadrát urobiť test na zhodu s normálnym rozdelením. Ďalej pomocou Wilcoxonovho testu je potrebné preveriť, či postupnosť meraní môžeme považovať za tú istú nezávislú, ale zároveň náhodnú veličinu. Tento test použijeme pre páro-

vé hodnoty. Skreslenie štatistických súborov býva zapríčinené extrémnymi odchýlkami, ktoré nájdeme Grubbsonovým parametrickým, alebo Dixonovým neparametrickým testom.

3. SPRACOVANIE ÚDAJOV

U všetkých prezentovaných údajov sme zisťovali, či:

- a) sú náhodné
- b) rozptyl náhodných zložiek je vo všetkých súboroch konštantný
- c) žiadne z premenných nie sú lineárnou kombináciou niektorej inej nezávisle premennej
- d) premenné sú nezávislé
- e) majú formálne rozdelenie.

Zistili sme pomocou Bartlettovho testu zhodu rozptylov použitého štatistického súboru. Získané koeficienty korelácie sú uvedené v tabuľke. Pre uvedené koeficienty korelácie sme urobili test, nakoľko sú závislé od počtu meraní. Urobili sme i konfidenčný interval rozsahu koeficientov korelácie.

4. POUŽITÉ ÚDAJE

Nezdržali sme sa s vysvetľovaním testov a použitých štatistických metód a tak budeme struční i pri popise použitých údajov. Jedná sa o 21. cyklus slnečnej činnosti.

- 1 W - relatívne číslo slnečnej činnosti - Wolfovo číslo
- 2 plocha slnečných škvŕn
- 3 počet viditeľných škvŕn na Slnku
- 4 Qh - erupčný index
- 5 koronálny index - Rybanského
- 6 koronálny index zelenej koróny
- 7 rýchlosť slnečného vetra
- 8 Bt - intenzita medziplanetárneho magnetického poľa
- 9 Ci - priemerný index geomagnetický
- 10 Ap - geomagnetický index za daný deň
- 11 C9 - geomagnetický index

Je evidentné, že sme začínali indexmi slnečnej aktivity z fotosféry cez chromosféru do koróny a ďalej cez indexy medziplanetárneho magnetického poľa do geomagnetických indexov. Z biomedicínskych a sociálnoekonomických údajov sme vybrali nasledovné údaje:

- 12 zhubný nádor kože
- 13 zhubný nádor krčka maternice
- 14 cena galónu ropy na svetových trhoch
- 15 spotreba vína v ZSSR
- 16 spotreba destilovaného alkoholu v ZSSR
- 17 celková spotreba alkoholu v ZSSR.

Zhubný nádor kože bol vybraný pretože koža má snáď najbližšie k zmenám závislým od slnečného žiarenia a tiež preto, aby sme vyhovelí i serióznym vedcom, aby mali nejaký pozitívny výsledok za námahu s uvedenou prácou. Preto uvedieme doslovnú citáciu: "Primárnu prevenciu kožných nádorov treba zamerať predovšetkým na ochranu pred slnečným žiarením, pričom už samotné vylúčenie opaľovania v poľudňajších hodinách obmedzuje expozíciu k ultrafialovej zložke slnečného svetla o 50%"(Pleško, 1989,1). Nie sme oprávnení spochybňovať uvedenú citáciu a preto sme volili za ďalší biomedicínsky faktor zhubný nádor krčka maternice, kde rozhodne môžeme vylúčiť priame pôsobenie slnečného žiarenia. Znovu uvádzam doslovnú citáciu: "Vyšší výskyt u mladých žien možno pripísať vyššej promiskuite, používaniu perorálnych antikoncepčných prostriedkov a vnútrouterinných teliesok, ktoré v porovnaní s mechanickými antikoncepčnými prostriedkami nechránia ani pred prípadnou infekciou herpetickým vírusom, alebo inými agensami" (Pleško, 1989, 2).

Sociálnoekonomické údaje 15 - 17 sú následky Gorbačovho "suchého zákona" o spotrebe alkoholu v ZSSR. Index číslo 14 nepotrebuje žiadny komentár.

5. DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Výsledky, ktoré sme dosiahli, sú v nasledujúcej tabuľke.

	12	13	14	15	16	17
1	0,81	0,79	0,76	0,78	0,82	0,80
2	0,85	0,80	0,77	0,72	0,82	0,82
3	0,93	0,92	0,97	0,93	0,82	0,81
4	0,91	0,89	0,78	0,85	0,88	0,92
5	0,93	0,94	0,91	0,93	0,89	0,90
6	0,91	0,92	0,91	0,87	0,72	0,82
7	0,83	0,84	0,90	0,78	0,79	0,73
8	0,90	0,87	0,86	0,73	0,78	0,91
9	0,82	0,81	0,90	0,85	0,91	0,78
10	0,84	0,93	0,82	0,81	0,93	0,91
11	0,87	0,94	0,91	0,83	0,79	0,90

Z uvedenej tabuľky by sme mohli veľa vyčítať, ale postačí ak si všimneme, že najnižší koeficient korelácie je 0,72 a najvyšší 0,94, čo je štatisticky veľmi silná závislosť.

6. DISKUSIA VÝSLEDKOV

Keď uvážime, akú starostlivosť sme venovali primárnym údajom, ich testom a ošetreniam, len aby boli vhodné pre spracovanie použitou metódou, je zarážajúce, aké kladné výsledky sme očakávali, také sme dostali. Skúsenosti z desiatok konferencií, ktorých som sa zúčastnil a na ktorých som vypočul stovky referátov o slnečno-zemských vzťahoch ukázali, že autori si nedajú ani minimum námahy, aby

nejaký test, alebo úpravu údajov, ktoré idú štatisticky spracovávať, teda korelovať. Ale to nie je špecifické len pre lekárov, alebo biológov. I mnohí fyzici, ktorí skúmajú dva čisto fyzikálne javy už dávno sa neuspokoja nakreslením stĺpikových diagramov, alebo celkom obyčajných grafov, na ktorých by ukázali podobnosť priebehu týchto údajov, alebo početnosť ich výskytu. Oni vzhľadom na jednoduchosť vzorca $R_{1,2} = \dots$ musia ukázať, že sa jedná o dva stĺpce údajov, ktoré "štatisticky na sebe závisia" a táto závislosť sa dá vyjadriť koeficientom korelácie.

Národ chce byť klamaný a tak ako vidno môže korelovať doslova kto chce s čím chce a pritom môže dosiahnuť veľmi solídne a hlavne kladné výsledky i za predpokladu, že postupuje seriózne a starostlivo pri spracovávaní údajov. A čo v prípade, keď vyrábajú korelácie tí, ktorí o týchto predpokladoch a metódach nemajú ani poňatia.

LITERATÚRA

- Hudson, D. J.: 1970, Statistika dl'ja fyzikov, Mir, Moskva 181
Statistics Lectures on Elements Statistics and Probability, Geneva 1964
Lukomskij, J. I.: 1984, Teoriya korelacii i jijo primenenie k analizu proizvodstva, Mir, Moskva, 33 - 44
Reisenauer, R.: 1970, Metody matematické statistiky a jejich aplikace v technice, SNTL, 94 - 107
Pleško, I.: 1989, Atlas výskytu zhubných nádorov v SSR, Veda, Bratislava, 138-147
Pleško, I.: 1989, Atlas výskytu zhubných nádorov v SSR, Veda, Bratislava, 161- 167.

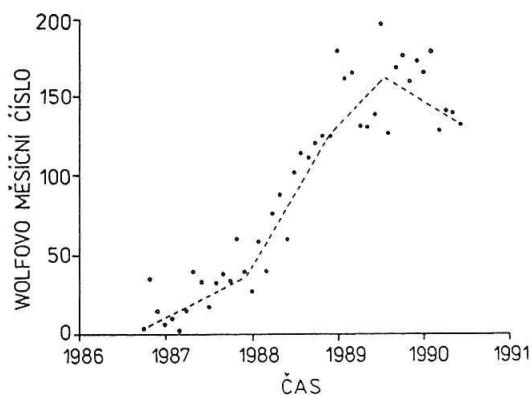
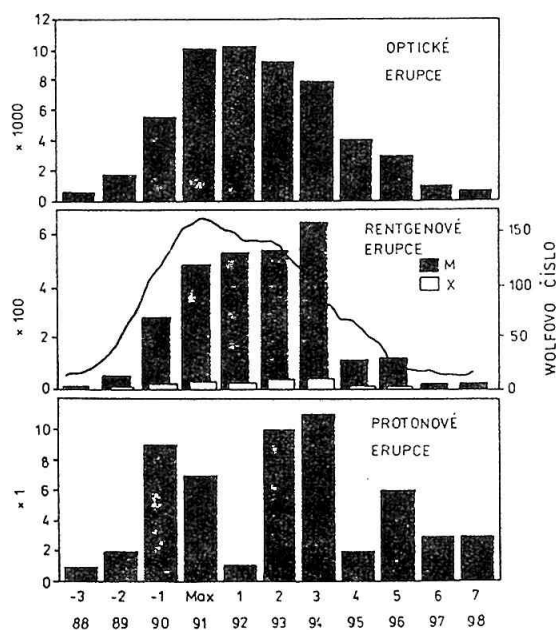
MEZINÁRODNÍ VĚDECKÉ PROGRAMY PRO MAXIMUM SLUNEČNÍHO CYKLU Č. 22

P. Kotrč, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

ABSTRAKT

Hlavní záměry programů MAX'91 a FLARES 22 jsou diskutovány z hlediska jejich vědeckých cílů, přístrojového zabezpečení, koordinace pozorování, analýzy dat a prezentace výsledků.

Cyklus sluneční aktivity č. 22 má zatím podle prognóz ale i podle dosavadního průběhu, všechny předpoklady k získání označení nejvyšší, nebo alespoň jeden z nejvyšších pozorovaných cyklů. Prognózy se ponejvíce schodovaly na poměrně plochém a vysokém maximu v létech 1991 - 92. Začátek cyklu byl předpovídán na rok 1988 a konec na rok 1998. Histogram s předpovídanými počty optických, rentgenových a protonových erupcí v jednotlivých rocích cyklu 22 vidíme na Obr. 1. Prognóza předpokládá, že roční počet optických erupcí v létech 1990 až 1994 dosáhne hodnoty 5000 - 10000 erupcí s rentgenovou emisí by v těchto letech mělo být 300 až 600 ročně. Protonové erupce by se měly vyskytovat především v létech 1990 - 91 a pak v létech 1993 - 94 a to v počtu 6 - 12 za rok. Průběh skutečných hodnot Wolfova relativního čísla můžeme vidět na Obr. 2. Dnes již víme, že minimum po předchozím cyklu č. 21 nastalo už v srpnu 1986 a že průměrná měsíční Wolfova relativní čísla dosahovala hodnot jen o málo nižších než po většinu roku 1989.



Obr. 2 Skutečné hodnoty měsíčních Wolfových čísel v cyklu č. 22.

Obr. 1 Prognóza výskytu počtu optických, rentgenových a protonových erupcí a Wolfova relativního čísla pro jednotlivé roky slunečního cyklu č. 22.

Z těchto předpovídaných termínů a údajů, které může Slunce poněkud poopravit, vychází základ harmonogramu dvou největších programů zaměřených na výzkum erupcí a dalších jevů sluneční aktivity v probíhajícím jedenáctiletém cyklu sluneční aktivity. Mezinárodní program FLARES 22 (zkratka z FLARE RESEARCH at the maximum of solar cycle 22, t.j. výzkum erupcí v maximu slunečního cyklu 22) byl ustaven z podnětu a pod patronací organizací STEP (Solar-Terrestrial Energy Program), IAU a SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics). Ačkoliv je FLARES 22 nasměrován především ke studiu základních fyzikálních procesů při slunečních aktivních jevech, zdůrazňuje také spojení a návaznost na ostatní stránky výzkumu vztahů Slunce - Země. Vedle tohoto mezinárodně organizovaného a sponzorovaného programu paralelně existuje americký národní program MAX'91, zaměřený čistě ke studiu problémů fyziky slunečních erupcí. Přesto, že jde o program financovaný americkými institucemi, je možná a vítaná spolupráce zahraničních účastníků na jeho projektech, včetně výměny a zpracování dat. Mezi oběma programy existuje těsné propojení, které vyplývá nejen ze stejného hlavního objektu výzkumu, ale i ze společného využívání přístrojových a řešitelských kapacit. Návaznost obou největších a nejbohatších programů je patrná i z jejich vnitřního uspořádání a z koordinace pozorovacích kampaní.

SOUČASNÉ PROBLÉMY A OTÁZKY VÝZKUMU SLUNEČNÍCH ERUPCÍ

Jak sluneční fyzici-pozorovatelé, tak představitelé ryzí teorie v oblasti sluneční fyziky se vzácně shodují v názoru, že sluneční erupce představuje určitou nestabilitu zmagnetizované koronální a chromosferické plazmy. Všechny další poznatky jsou zpravidla podmíněné a představují nahromaděné problémy a otázky, jejichž řešení je dosud před námi. Ačkoliv je Slunce relativně blízko a sluneční erupce se pozorují a zkoumají několik desetiletí, nedokážeme odpovědět na zásadní otázky. Dosud nevíme v jaké formě je uschovávána a neznáme ani mechanismus, který by produkoval pozorované jevy. Před tím, než se budeme zabývat programy k výzkumu slunečních erupcí v současném jedenáctiletém cyklu, bude zcela na místě uvést stručný přehled základních dosud nezodpověděných otázek, vyplývajících především z pozorování.

- Jaký je (s definitivní platností) původ erupční energie?

Pohyby sluneční plazmy ve fotosféře, nebo i pod ní zjevně produkuje sluneční magnetismus, který pak vede ke slunečním erupcím. Co je to za toky, které způsobují generované toky?

- Co způsobuje, že se erupce vyskytne v určitém místě a čase?

Jde o nalezení a rozpoznání spouštěcího mechanismu a změření těch veličin, které determinují fyzikální podmínky v okamžiku spouštění erupce. Z této otázky vyplývá potřeba získat včasné pozorování, která zachytí i období před počátkem vlastní erupce.

- Kde je erupční energie před erupcí?

Největší uvolněná množství energie při velkých erupcích (10^{26} J) podle dosavadních kalkulací přesahují energii uloženou v lokálních magnetických polích. To vyžaduje přítok energie vzdálenějšího místa. Možným zdrojem je korona, ale uvažuje se i o podfotosferických vrstvách.

- Jaká je fyzikální podstata disipace energie v erupcích?

Přijatý názor umísťuje uvolňování erupční energie do korony, ale ta je vzhledem k nízké hustotě téměř bezsrážková, takže jsou zaváděny takové dosud málo poznané mechanismy jako je např. mikroturbulence, nebo dvojitá proudová vrstva. Co je tím skutečným mechanismem a co jej uvádí do akce? Jsou vlny zodpovědné na přenos a uchování energie: Jak je ohřívá klidná korona v případě, že její ohřev nezpůsobují vlny?

- Které mechanicky urychlují částice?

Existuje řada pozorovaných jevů, které jsou vysvětlovány urychlenými částicemi. Mechanismus urychlení dosud nebyl nalezen.

- Proč je urychlování částic v erupcích tak důležité?

Obrovské urychlení částic na velké energie v průběhu krátké doby je jedním z nejtypičtějších rysů sluneční erupce. Díl energie, odnesený urychlenými částicemi může být podstatnou částí z celkového uvolněného množství. Je tomu skutečně tak?

- Jak se šíří vysokoenergetické částice v erupcích?

Vysokoenergetické částice též mohou sloužit k trasování geometrických struktur v erupci a naopak. Jak energetické částice unikají z místa erupce?

- Co je podstatou vysokoenergetických koronálních zdrojů?

Radiová pozorování ukázala, že aktivní korona je plná dynamických procesů zahrnujících vysokoenergetické částice nejrůznějších druhů. Trvá však nedostatek pozorování s dobrým prostorovým rozlišením.

- Co určuje propojení siločar magnetického pole do korony?

Koronální jevy jsou s erupčními jevy propojeny jak uzavřenými siločarami, tak také siločarami otevřenými do meziplanetárního prostředí. Co určuje rozsah těchto propojení a jak se mění během vývoje erupce?

Dosavadní pozorování erupcí byla zatížena řadou nedostatků. Především neměla patřičné úhlové a prostorové rozlišení. Dosud např. neexistují žádná pozorování dolní korony během impulzivní fáze. Nejsou určeny ani některé klíčové parametry (např. vektor magnetického pole ve fotosféře během jednotlivých fází erupce). Neexistují současná pozorování jednoho stejného místa v erupci, takže závěry se zpravidla činí na základě syntézy pozorování různých objektů s různými vlastnostmi.

Kromě uvedených aspektů se při přípravě organizačně náročných a rozsáhlých mezinárodních programů přihlíželo ke zkušenostem, získaných při obdobných akcích v minulosti. Ze závěru největší akce uskutečněné v průběhu minulého jedenáctiletého cyklu (SMY=Solar Maximum Year) mimo jiné v tomto ohledu vplynulo:

Z požadavků nutných ke garantování úspěšnosti programu:

1. Dostupnost nových pozorovacích přístrojů, resp. technik.
2. Kompletní skouška, uskutečněná alespoň 2 roky před začátkem vlastní akce.
3. Precizně a jasně definovaný pozorovací program.
4. Jasná, nedublovaná pozorovací struktura s dobře definovanou hierarchií, která vyloučí duplicitní a kolidující akce.
5. Pravidelné pořádání pracovních setkání ke zjištění stavu projektu.

6. Případné upřesňování programu, aby byl v souladu s dosaženým pokrokem.
7. Dobře definovaná a dobře uspořádaná fáze analýzy dat.

SPOLEČENSKÉ ASPEKTY MEZINÁRODNÍCH POZOROVACÍCH PROGRAMŮ

Úspěšnost programů je podmíněna dobrými vztahy mezi jeho jednotlivými subjekty. Jde nejen o vztahy mezi jednotlivými navzájem spolupracujícími vědeckými a technickými pracovníky, které jsou v našem oboru tradičně dobré, ale též o zachování všech žádoucích a očekávaných regulí mezi výkonnými, organizačními a sponzorujícími institucemi. K dodržení těchto náležitostí je doporučováno zejména pořizovat data v úplně dokonalé formě, aby byla schopna výměna mezi jednotlivými pracovníky. Na společném zpracování, nebo vzájemné výměně je nutno se osobně domluvit s pořizovatelem dat. Je nutné a žádoucí mít a udržovat co nejtěsnější kontakty.

Zdůrazňuje se též potřeba maximální propagace výsledků pozorovacích kampaní v tisku a ostatních sdělovacích prostředcích. Tento aspekt se stává důležitým pro zajištění rozvoje vědy i u nás. Neboť v budoucnosti i naši daňoví poplatníci a sponzoři budou potěšeni, když se dozví, co se za jejich peníze pořídilo.

HLAVNÍ VĚDECKÉ CÍLE A PROSTŘEDKY PROGRAMU FLARES 22 A MAX'91

K hlavním prostředkům koordinovaného úsilí programů náleží pozorování prováděná z kosmu, balónů, raket, ze zemského povrchu, moderní analýza dat, teoretická studia, včetně modelování zkoumaných procesů.

Hlavní vědecké cíle jsou koncentrovány do čtyř oblastí:

- I. hromadění energie před erupcí
- II. uvolňování erupční energie
- III. urychlování částic
- IV. transport energie

I. HROMADĚNÍ ENERGIE PŘED SLUNEČNÍ ERUPCÍ

Hlavním vědeckým cílem je změřit množství magnetické energie v aktivní oblasti a kvantifikovat změny mezi přederupčním a poerupčním stavem. Ačkoliv se všeobecně věří, že erupce jsou zásobovány energií nahromaděnou v koronálním magnetickém poli, dosud tento postulát nebyl potvrzen pozorováním. Byl již nalezen důkaz existence nepotenciálové konfigurace magnetického pole. Avšak nepřesnost v určení uvolněné magnetické energie je dokonce i pro nejdětalněji pozorované aktivní oblasti srovnatelná s energií uvolněnou ve velké erupci (cca 10^{26} J). Z tohoto důvodu dosud nemohlo být měřeno hromadění a uvolňování energie v průběhu erupce. Hlavním limitujícím faktorem takového měření je nízké prostorové rozlišení a neurčitost v odhadu vektoru magnetického pole. Právě tato omezení by mohla být odstraněna v průběhu nadcházejících pozorovacích programů.

Druhotným, ale důležitým cílem je možnost počítat vektorové magnetické po-

le z magnetografických měření a dalších projevů aktivity. Doplňková pozorování (vedle vektoru mag. pole ve fotosféře), mohou být použita jako vstupy do výpočtů koronálního pole. Ze snímků v oboru H-alfa a X-záření jsme schopni dedukovat pro-
pojení magnetických siločar. Tuto charakteristiku rovněž můžeme odvodit z časové
evoluce magnetogramů podélné komponenty pole. Rovněž je nutno lépe pochopit jevy
jemné struktury magnetického pole. K tomu by mělo pomoci srovnání měření polari-
zace s vysokým úhlovým rozlišením, docilovaným v balonových experimentech a měře-
ní z povrchu zemského.

Projekt výzkumu hromadění erupční energie počítá s uskutečněním pozorovacích
kampaní magnetografických měření. Konkrétně jde o organizaci společného pozoro-
vání magnetografů měřících podélnou složku a společné pozorování magnetografů
pro úplný vektor pole. Pozoruhodnou akcí je naplánovaná kampaň pro teoretická
a modelová studia, nazývaná "Honci a zajíc". Počítá s tím, že teoretik (zajíc)
vytvoří selfkonzistentní model kongifurace vektorového pole ve fotosféře. Ostat-
ní účastníci kampaně (honci) spočítají koronální pole a celkový obsah energie.
Výpočty se porovnají s modelem i mezi sebou navzájem s cílem odhadnout závislost
výsledku na použitém modelu a odhalit nepřesnosti teorie. Projekt počítá také
s uskutečněním několika pozorovacích kampaní diferencovaných podle jednotlivých
problémů studia erupcí. Rozlišení se projevuje i ve stanovení metod pozorování
a výběru pozorovaných objektů.

Cílem jedné z erupčních kampaní je hledání mechanismu erupce. Je obecně
přijímáno, že nezbytnou podmínkou pro vznik erupce je přítomnost silného magne-
tického stříhu. Nejde však o podmínku dostatečnou, proto je cílem výzkumu tako-
vé podmínky nalézt. Jako objekty kampaně budou vybírány oblasti s předpokládaným
výskytem erupcí a budou se pozorovat po dobu jejich existence na disku. Požadují
se měření vektoru magnetického pole, magnetogramy podélné komponenty s vysokým
časovým rozlišením, snímky fotosféry a v čáře H-alfa, a dopplerovské a příčné
rychlosti.

Další pozorovací kampaň je zaměřena na studium ukládání energie v magnetic-
kém poli. Jako pozorovaný objekt bude vybrána mladá, rostoucí oblast situována
několik dnů před centrálním meridiánem a budou se měřit stejné veličiny jako
v předchozím případě. Je zde ovšem požadavek na nepřetržité pozorování po dobu
několika dnů. Z těchto pozorování bude odvozován obsah energie v aktivní oblasti
jako funkce času a jakákoliv uvolnění erupcemi, přepojením polí atd.

Poslední pozorovací kampaň v této skupině má být věnována studiu energetiky
většího množství aktivních oblastí, např. všech oblastí v jedné vybrané sluneční
otočce. Místo pozorování detailní evoluce s vysokým časovým rozlišením se zde
sledování soustředí na periodické měření obsahu energie a míry jejího uvolňování.

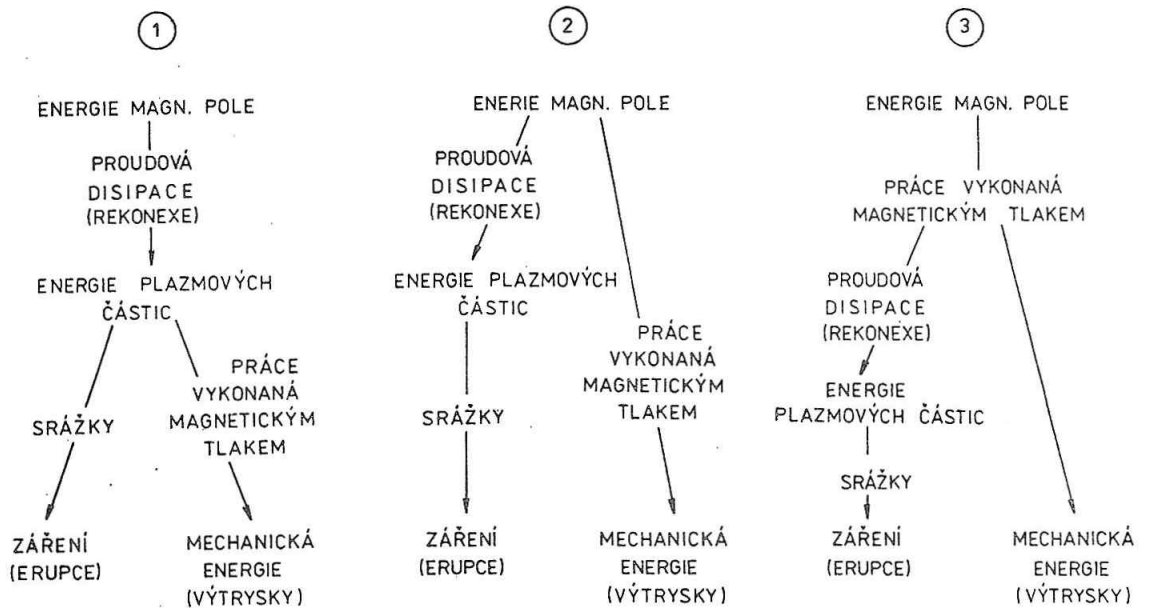
II. UVOLNĚNÍ ERUPČNÍ ENERGIE

U tohoto projektu je obecným cílem nalézt vysvětlení mechanismu erupce.
Všeobecně se má za to, že erupce je explozivní uvolnění magnetické energie z před-
erupčního bezpotenciálového magnetického pole v místě erupce. Základním erupčním
procesem je konverze magnetické energie do jiných forem energie, především do
tepelné nebo netepelné energie plazmových částic, záření a mechanické energie.

Zářivá energie erupce pochází z energie srážejících se částic a je konečnou formou energie vycházející z místa erupce, pokud pomineme tu část, která je přímo odnesená ve formě mechanické energie při výronu koronální hmoty.

Celkově se uvažují 3 alternativy přeměny magnetické energie na mechanickou. Schema možných posloupností přeměn je znázorněno na Obr. 3.

JAKÁ JE HLAVNÍ POSLOUPNOST PŘEMĚN ENERGIE V ERUPCÍCH A VE VÝTRYSKÁCH KORONÁLNÍ HMOTY ?



Obr. 3 Tři varianty možných posloupností přeměn magnetické energie na energii zářivou a mechanickou při sluneční erupci.

- všechna magnetická energie prochází formou energie plazmových částic při procesu proudové disipace. Plazmová energie se pak mění na ostatní druhy energie;
- část magnetické energie se mění na energii plazmovou, zbytek na energii magnetického tlaku;
- všechna magnetická energie se mění nejprve na energii magnetického tlaku a pak teprve na ostatní druhy energie.

K vědeckým cílům tohoto projektu patří objasnění rekonexe magnetických polí, zkoumání magnetohydrodynamické stability konfigurací magnetického pole s přítomností silného stříhu a studium magnetohydrodynamiky koronálních výronů hmoty.

Projekt počítá s využitím pozorování vektor-magnetografů, se snímky v oblasti X-záření z družice SOLAR A a z raket, se snímky v mikrovlnné oblasti a měření milimetrové radiové emise, snímky chromosféry a přechodové zóny v ultrafialovém světle exponovanými z raket, měření v UV a X oblastech na argentinské družici SAC-1. Bude využívat pozemní a balonové snímky s vysokým rozlišením chromosféry, a snímky z pozemních stanic koronografů v emisních koronálních čárách.

Hlavní témata speciálních pozorovacích kampaní jsou:

1. Struktura magnetického pole v aktivní oblasti a jeho evoluce, která vede k erupcím.
2. Změna a pohyb magnetického pole při výskytu erupce, resp. koronálního výtrysku.
3. Celkový energetický výdaj erupce a jeho srovnání se změnou magnetického pole odvozenou z měření vektorového magnetografu.

Za určující faktor úspěšnosti pozorování je považováno správné stanovení období balonových letů.

III. URYCHLOVÁNÍ ČÁSTIC V ERUPČNÍ PLAZMĚ

Schopnost urychlování částic se zdá být vlastní kosmické plazmě. Sluneční erupce nabízejí téměř ideální laboratoř k těmto studiím pro svoji blízkost a současně přehlednost procesu. Erupce produkují velké množství energie ve formě částic urychlených na 10 až 100 MeV ve velmi krátkých časových intervalech. V tomto projektu je hlavním vědeckým cílem pochopení funkce urychlovacích procesů v rozsahu 10 - 102 keV pro elektrony a do několika GeV pro ionty.

Kombinace pozorování pozemských a balónem vnesených přístrojů by měla zajistit řádové zlepšení poznatků dosažených v tomto směru v SMY a měla by poprvé umožnit testování fyziky urychlujícího mechanismu. Např. měření s vysokým spektrálním rozlišením v tvrdém X záření a v gama kontinuu může identifikovat tepelnou, superhorkou komponentu a oddělit ji od komponenty mocinného spektra produkovaného urychlenými elektrony. Mohou se detailně studovat jednotlivé izolované záblesky. Je též šance studovat původní (rodičovské) spektrum elektronů, které účinkovaly při brzděném záření a vyvolaly X-záření.

Pozorovací kampaně budou vyhlášeny v době letů balonů na období 7 až 14 dnů. Zaměří se na detekci elektronů urychlených do energie 10 - 102 keV v kombinaci se simultánním pozorováním v těchto oborech: Snímky v tvrdém rentgenu, X - spektroskopie, měření polarizace, snímkování a spektroskopie v oblasti mikrovlnné, v měkkém X-záření a H-alfa. V tomto projektu je důležité získávat všechna tato data současně. Při studiu procesů, v nichž se vyskytují ionty a relativistické elektrony, je nutno využívat metod gama spektroskopie v čarách i kontinuu, rádiová pozorování, erupční rázové vlny a měření meziplanetárních iontů a elektronů.

IV. TRANSPORT ENERGIE

Prvním vědeckým problémem tohoto projektu je zjistit, jaké jsou mechanismy přenosu energie v erupci. Je třeba též charakterizovat evoluci elektronů vyvolávajících brzděné záření. Je přitom žádoucí rozlišit termální a netermální procesy a určit termální strukturu a dynamiku erupční atmosféry jako funkci geometrické výšky nebo hustoty. Dalším problémem je určit do jaké míry je emise v dolní chromosféře v erupci důsledkem transportu energie a do jaké míry je důsledkem místního ohřevu.

V širším slova smyslu je cílem tohoto úkolu porozumět, jak je energie magnetického pole přeměněna do jiných forem a zjistit, zda ohřev v libovolném místě roste na úkor energie importované, nebo energie generované na místě. Tento problém prověřuje zavedený předpoklad, podle něhož se prvotní uvolnění energie v erupci odehrává pouze v koruně. Jde o porovnání celkového energetického výdaje ve všech místech erupce s celkovým energetickým zdrojem primární energie.

Tato část projektu počítá s pořizováním snímků a spektroskopií v optickém kontinuu, v čáře H-alfa a dalších čarách. Žádoucí je pořídit spektra v ultrafialovém a kratším ultrafialovém oboru. Počítalo se taky se spektry v čáře Ly-alfa, která však vzhledem k zániku družice SMM nejsou zajištěna. Snímky v tvrdém i měkkém X-záření budou zajišťovány z experimentů na balonech a na japonské družici SOLAR A. Měla by se také provádět spektroskopie v kontinuu měkkého a tvrdého rentgenového záření. Balonové experimenty by měly zajistit rovněž polarometrii v tvrdém X-záření. Data by měla být doplněna i o snímky oblasti v oboru mikrovl.

Počítá se se dvěma pozorovacími kampaněmi a plánována jsou i dvě pracovní setkání.

Druhým hlavním problémem projektu přenosu energie je otázka, jak se projevy erupcí a ostatních aktivních jevů šíří k Zemi. Šíření poruch meziplanetárním prostředím je relativně dobře známo, proto je těžiště projektu položeno na objasnění jiných aspektů, např. otázku koronálního původu energetických částic, rázové vlny, výtrysky koronální hmoty a mechanismy, které vysílají koronální poruchy do meziplanetárního prostředí. Pro zodpovězení těchto otázek je nejvíce postrádanou veličinou měření koronálního magnetického pole.

K dílčím vědeckým cílům projektu patří zodpovězení otázky proč přibližně pouze 2/3 velkých erupcí je spojeno s meziplanetárními rázovými vlnami a výrony koronální hmoty. Jde rovněž o hledání charakteristik, které rozlišují mezi erupcemi, které mají meziplanetární odezvu a které ne. Zajímavá je i otázka provedení kvalitativního popisu struktur vnější korony před erupcemi vzhledem k projevům vlivů erupcí v meziplanetárním poli. Projekt si klade za úkol zajistit fyzikální popis výtrysků koronální hmoty, včetně jejich tvaru, hustoty a zachyceného magnetického pole. Půjde i o zlepšení statistiky údajů o rychlosti, hmotnosti a geometrie výtrysků koronální hmoty z koronografů umístěných na balonu nebo družici. Snahou bude i modelovat vektorové magnetické pole v koruně před výtryskem. Půjde také o získání měření změn meziplanetárního magnetického pole, hustoty a rychlosti slunečního větru vyvolaného výtryskem koronální hmoty.

V této části projektu se počítá s pozorováním na koronografu, se snímáním oblasti v měkkém X-oboru (SOLAR A, GOES). Bude se měřit vektor magnetického pole, důležitá budou měření radiometru v dekametrovém oboru (WIND). Zaznamenávat se budou scintilace v meziplanetárním prostředí. Žádoucí je pořizování H-alfa filtrů, měření z fotometrů typu HELIOS, měření meziplanetárního magnetického pole, hustoty a rychlosti slunečního větru. Důležitým doplňkem bude i detekce radiových vzplanutí na metrových vlnách. Data by měla být pořizována jednak při běžném patrolním pozorování přístrojů a jednak při vyhlášených pozorovacích kampaních.

TECHNICKÉ PROSTŘEDKY K ZAJIŠTĚNÍ OBOU PROGRAMŮ

Oba programy počítali s použitím přístrojů na zemském povrchu, na balonových sondách, raketách a družicích.

Mezi družicemi se na prvním místě uvádí japonská kosmická stanice SOLAR A, která má být vypuštěna v srpnu 1991. Na její palubě budou pracovat 2 rentgenové dalekohledy v měkkém a tvrdém oboru. Bude tam rovněž rentgenový a gama spektrometr.

Družice GRO (Gamma Ray Observatory), budou měřit široký rozsah gama spektra od 25 keV do 20 GeV. Bude mít extrémně vysokou citlivost pro slabé gama efekty.

Projekty GGS (Global Geospace Science) počítá s družicemi WIND a GEOTAIL. Jejich úkolem bude zachycování energetických částic od energií plazmy až do 100 MeV. Ponesou rovněž nízkofrekvenční zařízení pro detekci vzplanutí typu II a III. Počítalo se i s přístroji na palubě stanice SMM, která však v důsledku vysoké hladiny sluneční aktivity zanikla v prosinci 1989. Na palubě družice GOES se počítá s funkcí dalekohledu pro snímky celého Slunce v měkkém X-záření. Sonda ULYSSES by měla proletět nad jižním pólem Sluncem a měřit magnetické pole, detekovat částice a X-záření v oblasti 5 - 150 keV. Je plánován let dvou družic INTERKOSMOS s názvem KORONAS, které by měly nést rentgenový spektrometr, polarimetr a rentgenový dalekohled. Start první z obou družic je plánován na rok 1993. V roce 1995 se počítá se startem stanice SOHO kosmické agentury ESA, která by měla měřit vlastnosti koronálního a slunečního větru.

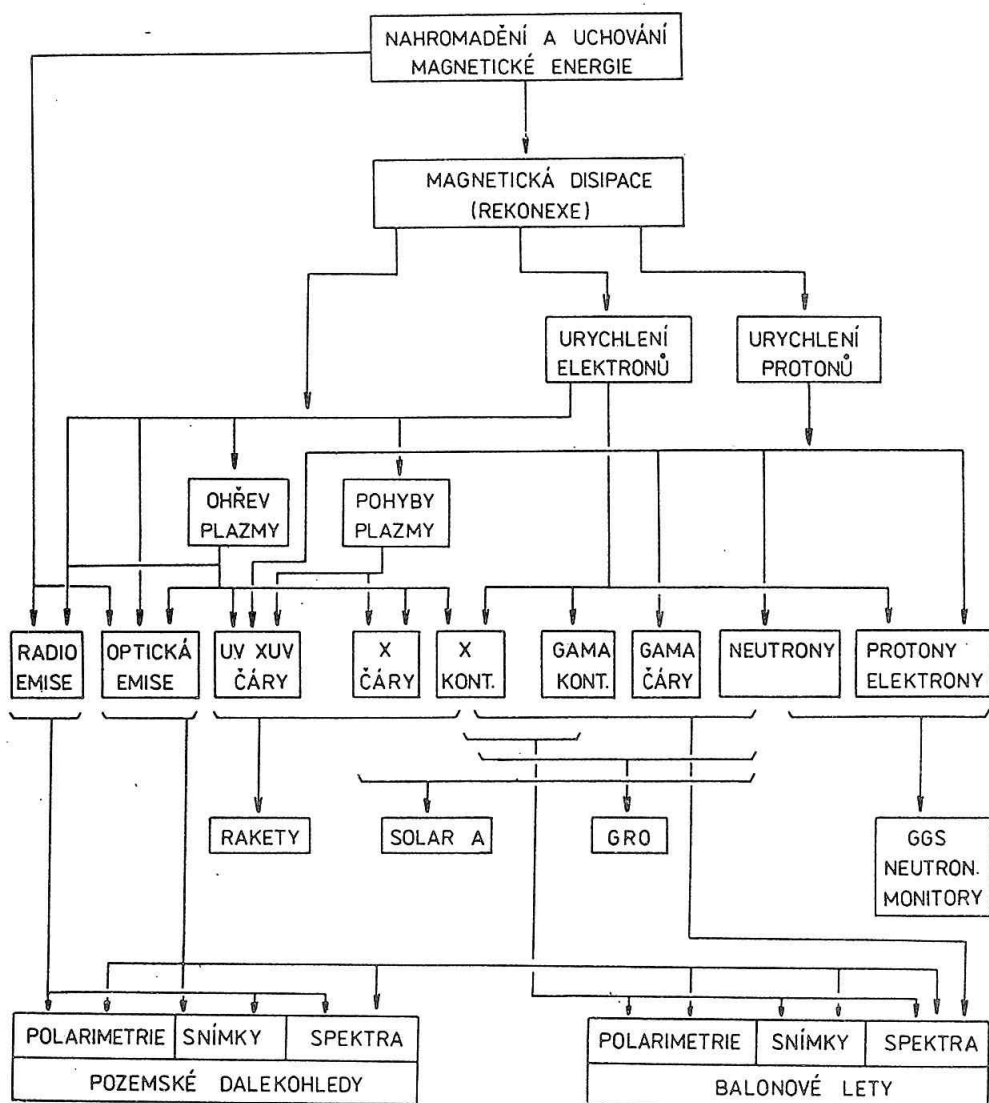
Na palubách raket by měly být umístovány dalekohledy pro pořizování snímků s vysokým rozlišováním v oboru UV, EUV a v měkkém X-záření.

V širokém rozsahu by se měly používat přístroje umístěné na balonových sondách. Jde o dalekohledy, spektrometry a polarimetr v tvrdém rentgenovém oboru, o optický spektrometr a polarimetr a o měření gama záření. Lety balonů na trasách USA - Čína, Austrálie - Brazie a Antarktida by měly trvat 7 až 14 dní.

Do pozorování se zapojují prakticky všechny významné pozemní stanice. Počítá se s velice kvalitními pozorováními z Kanárských ostrovů, s observatořemi Číny, Indie, Japonska, USA, SSSR a evropských zemí. V provozu budou přístroje pro pozorování na krátkých radiových vlnách, pořizující snímky i spektra. Zapojeny budou tak mohutné přístroje jako je VLA, RATAN, od nichž si organizátoři slibují diagnostiku koronálních polí a elektronových svazků.

Na Obr. 4 vidíme blokový diagram propojení hlavních součástí erupce, jejich projevy v jednotlivých oborech elektromagnetického spektra a návaznosti na možnosti pozorování. Hlavní úloha v zajištění pozorování z kosmu se příkládá satelitům SOLAR A, GRO (Gamma Ray Observatory) a GGS (Global Geospace Science).

Pokud jde o zpracování a výměnu dat, měla by se používat síť elektronické pošty E-MAIL. Obdobným způsobem by se měly připravovat společné články. Počítá se s výměnnými pobyty pracovníků aktivně pracujících v programech. Pracovní setkání a sympózia by se měla organizovat pod záštitou IAU, COSPAR a dalších mezinárodních institucí.



OBR. 4 Blokový diagram návaznosti hlavních vědeckých cílů studia erupcí v programu MAX'91 s projektovanými pozorovacími možnostmi.

ŘÍZENÍ PROGRAMU A ZAJIŠTĚNÍ SPOJENÍ

Vedení programu FLARES 22 je tvořeno spolupředsedy a projektovým výborem, který sestává ze zástupců COSPAR a IAU a předních odborníků z celého světa. Spolupředsedy jsou M. Machado z Argentiny a E. Hildner z USA. Obdobné uspořádání má program MAX'91. Jeho spolupředsedy jsou R. Canfield a B. Dennis, je vytvořen řídicí výbor. Značné pravomoci a odpovědnost jsou přeneseny na A. Kiplingera z Boulderu, který je koordinátorem programu. K zajištění spojení, přenosu dat a informací se počítá s elektronickou poštou E-MAIL, telexy, telegramy a jsou vydávány informační zpravodaje. U programu MAX'91 je to MAXFACTS a u FLARES 22 je to STP NEWSLETTER.

POZOROVACÍ KAMPANĚ A NAŠE ÚČAST

Zkušební kampaň obou programů byla vyhlášena v období od 16. 6. do 2. 7. 1989. Podle zprávy o výsledcích kampaně, vydané za oba programy společně A. Kiplingerem, byly v uvedeném období zachyceny 4 erupce mohutnosti 2B a jedna erupce mohutnosti 3B. S výjimkou první erupce 16. 6. v 7.39 až 9.34 UT, byly všechny ostatní pro pozemské observatoře na našem území v době nevhodné pro pozorování. Ve zprávě je uvedena i účast našich pracovišť: AsÚ ČSAV Ondřejov, pozorování radiového spektra 2.0 - 4.5 GHz a observatoře Stará Lesná a Lomnický štít s fotoelektrickou registrací změn H-alfa profilů a pozorováním korony.

V nejbližších týdnech by se měly uskutečnit další pozorovací kampaně v rámci programu FLARES 22. Od 19. do 22. 7. je to akce zaměřená na pozorování aktivity na limbu ve spojitosti se slunečním zatměním 22. 7. 1990. Dvě následující akce jsou plánovány na 10. až 25. 8. a přesně o měsíc později 10. až 25. 9. Budou zaměřeny na sledování erupcí v komplexních aktivních oblastech. Předběžné výsledky těchto kampaní by měly být diskutovány na pracovním setkání v říjnu 1990 v Chantilly ve Francii.

Pokud jde o účast našich pracovišť, měli bychom se zapojit do všeho na co máme. A to jak po přístrojové, tak i teoretické a kapacitní stránce. Značnou šanci na získání dobrých pozorování máme u nových nebo modernizovaných přístrojů v optické i radiové oblasti. Observatoř v Ondřejově počítá v optickém oboru s pozorováním na mnohokamerovém spektrografu, kde je možnost simultánního snímání spekter v mnoha čarách, s cílem využít tato data k semiempirickému modelování erupční chromosféry v non-LTE. Na horizontálních slunečních spektrografech se počítá s pozorováním detailů při erupci ve vybraných chromosferických čarách, např. v H-alfa, Pa-gama, HeI, atd. Zajímavé by bylo využití těchto dat při studiu těchto efektů turbulentních elektrických polí počátečním stadiu erupcí. Stokesmetr instalovaný na HSFA1 by se mohl použít nejen k měření vektoru magnetického pole, ale i k měření Stokesových profilů v chromosferických čarách během erupce, před i po ní. Obdobné vědecké záměry mají jistě i ostatní naše pracoviště, která se zabývají výzkumem sluneční aktivity.

Užitečná budou všechna patrolní pozorování, která jsou schopny provádět i lidové hvězdárny či amatérští astronomové. At již půjde o datailní kresby skupin slunečních skvrn pořizované na úrovni zavedené pro službu FOTOSFEREX, nebo o snímky, či časové údaje o pozorování polárních zářích a podobně. Jak na mezinárodní, tak na naší úrovni platí pravidlo, že na spolupráci, koordinaci pozorování a zpracování dat je vhodné se domluvit s pracovníky aktivně činnými v jednotlivých projektech.

LITERATURA

Sborníky z pracovních setkání programu MAX'91 č. 1 z června 1988 a č. 2 z června 1989

Bulletiny MAXFACTS č. 1 až 4 z období 1989 - 1990

Bulletiny STP NEWSLETTER z období 1988 - 1990

Shrnutí výsledků kampaně FLARES 22/MAX'91 z 16. 6. - 2. 7. 1989

STEP – PROGRAM GLOBÁLNEHO VÝSKUMU VZŤAHOV SLNKO – ZEM

A. Prigancová, Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava

ABSTRAKT

Referát približuje zameranie a prístupy výskumu vzťahov Slnko - Zem v rámci celosvetového programu STEP (Solar-Terrestrial Energy Program).

Terajší 22. cyklu slnečnej činnosti sa vyznačuje nielen mimoriadne rýchlym a prudkým nárastom aktivity, ale aj enormnou intenzitou. V nadväznosti na extrémny charakter hladiny slnečnej porušenosti sa prejavujú aj extrémne podmienky v okolozemskom priestore, predovšetkým v magnetosfére. Ako príklad stačí uviesť mimoriadne intenzívnu magnetickú búrku v marci 1989, ktorej následné pôsobenie znamenalo značné hospodárske škody. Totiž zvýšená úroveň slnečnej a geomagnetickej aktivity ohrozuje moderné elektronické zariadenia na Zemi a v kozme, vyvoláva poruchy v komunikačných systémoch, na vysokonapäťových linkách, ovplyvňuje radiačnú situáciu v okolozemskom priestore, atmosferickú cirkuláciu ako aj procesy v biosfére.

Tieto súvislosti sú presvedčivou argumentáciou pre ucielený výskum fyziky vzťahov Slnko-Zem za účelom hlbšieho pochopenia globálneho prostredia okolo nás. V rokoch 1990 - 1995 koordinované úsilie vedcov celého sveta v tejto oblasti výskumu sa bude realizovať prostredníctvom vedeckého programu STEP (Solar-Terrestrial Energy Program).

Program STEP je koncipovaný tak, že jednotlivé oblasti komplexného interaktívneho systému Slnko-Zem sa budú skúmať z hľadiska ich vzájomnej prepojenosti s dôrazom na predpoveď "počasie a klímy" v kozmickom a okolozemskom priestore. Výskum sa oprie o pozemské, balónové, raketové a družicové merania. Na kozmických experimentoch sa budú koordinovane podieľať NASA (National Aeronautics and Space Administration), ESA (European Space Agency), ISAS (Institute of Space and Astronautical Science, Japan) and INTERCOSMOS (TAB. 1). Za týmto účelom je vytvorený aj koordináčny orgán IAGG (Inter-Agency Consultative Group). Široko sa uplatní matematické modelovanie a simulačné prístupy pre štúdium mechanizmov interakcie.

Organizačne sa program STEP rozčleňuje do dôkladne vypracovaných projektov riešených v rámci jednotlivých pracovných skupín s presne určeným nosným zameraním. Štruktúra programu STEP je zrejmá z TAB. 2, pričom skratky projektov sú v abecednom slede uvedené v TAB. 3.

TAB. 1 IAGG Spacecraft Missions of Relevance to STEP
(uvádza sa bez prekladu)

1. Akebono (formerly EXOS-D) (ISAS): To make direct investigations of particle acceleration above the auroral regions; in particular, to study the processes of energy injection from the tail and of the formation of the parallel electric field. Apogee: 8,000 km; perigee: 300 km (launched 1989).
2. Ulysses (ESA/NASA): To study the interplanetary medium and solar wind in the inner heliosphere as a function of heliographic latitude, especially at 2 A.U. over the polar regions of the sun. Maximum heliographic latitude: 80 deg. (launch 1990).
3. Combined Release and Radiation Effects Satellite (CRRES) (NASA): To perform active chemical release experiments in the ionosphere and magnetosphere and study artificial and natural perturbations, and to study the natural radiation environment and its effects on microelectronic components. Apogee: 6.6 RE, perigee 1.1 RE, 18 deg. inclination (launch 1990).
4. Interball (INTERCOSMOS): To study the processes responsible for the transport of solar wind energy to the magnetosphere, its accumulation there, and its dissipation in the auroral regions. Tail probe: apogee 200.000 km, perigee 500 km, inclination 65 deg. Auroral probe: apogee 20.000 km, perigee 500 km, inclination 65 deg. Each one will carry a subsatellite, to be placed at 1.000 - 10.000 km and 10 - 1.000 km from the parent satellite, respectively (launch 1991).
5. Relict - 2 (INTERCOSMOS): Astrophysical experiment to study millimeter radiation and physical characteristics and dynamics of the magnetotail at large geocentric distances. Halo orbit around the L2 libration point, 1.5 milion km on the night side (launch 1991).
6. Solar - A (ISAS): Investigation of high energy phenomena on the sun through X-ray and gamma-ray observations over a wide energy range. Apogee 650 km, perigee 550 km, inclination 31 deg (launch 1991).
7. Upper Atmosphere Research Satellite (UARS) (NASA): To make simultaneous, comprehensive measurements of the Earth's stratosphere, mesosphere, and lower thermosphere for investigation of energetics, chemical composition and dynamics. 600 km circular orbit, inclination 57 deg (launch 1991).
8. Geotail (ISAS/NASA): To study the dynamics of the magnetotail over a wide range of distances; in particular, to study transport, storage and conversion of energy in the tail. Near-tail orbit: apogee 32 RE, perigee 8 RE; distant tail orbit: lunar swing-by, maximum apogee 250 RE. Lunar orbital plane (launch 1992).
9. Wind (NASA): To provide complete plasma, energetic particle, and magnetic field input data for magnetospheric and ionospheric studies. First two years: lunar swing-by, apogee 250 RE; third year and beyond: halo orbit at the L1 libration point, 1.5 milion km on the day side (launch 1992).

10. Polar (NASA): To measure plasma, energetic particles, fields and auroral emissions in the polar regions; in particular, to determine energy input through the dayside cusp, ionospheric plasma outflow, plasma acceleration, and the role of the ionosphere in substorm phenomena. Apogee 9 RE, perigee 2 RE, polar inclination 90 deg (launch 1993).
11. Regata-Equator (INTERCOSMOS): To measure characteristics of the plasmasphere, radiation belts and ring current especially during magnetic storm periods. Apogee 8 RE; perigee 2 RE; inclination 8 deg (launch 1993).
12. Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) (ESA/NASA): Study of solar corona phenomena, in particular heating and expansion, and study of solar structure and interior dynamics from the core to the photosphere. Halo orbit around the Sun-Earth L1 Lagrangian point (launch 1995).
13. Cluster (ESA/NASA): Four satellites for the exploration, in three dimensions, of plasma turbulence and small-scale structures in the Earth's plasma environment, with emphasis on boundary regions, acceleration processes, MHD turbulence, eddy diffusion, and collisionless shocks. Tetrahedral spatial configuration, 3 x 20 RE, near-polar orbits (launch 1995).
14. Regata-Cluster (INTERCOSMOS): To measure plasma characteristics and auroral emissions in the polar regions, providing a longer baseline for plasma turbulence measurements with Cluster. Apogee, perigee and inclination are under study (launch 1995).

TAB. 2 STEP Working Groups and Research Projects

- WG 1. The Sun as a Source of Energy and Disturbance - Co-Chairmen: M. Machado (Argentina), P. Simon (Belgium)
- 1.1 FLARES 22
 - 1.2 SOLERS 22
- WG 2. Energy and Mass Transfer through the Interplanetary Medium and the Magnetosphere-Ionosphere System - Co-Chairmen: H.Oya (Japan), O. Vaisberg (USSR)
- 2.1 SOLTIP
 - 2.2 COMOSM
 - 2.3 MICPAD
- WG 3. Ionosphere-Thermosphere Coupling and Response to Energy and Momentum Inputs - Chairman: K. Cole (Australia)
- 3.1 GAPS
 - 3.2 WETMITS
 - 3.3 CADITS
 - 3.4 EIT
 - 3.5 MLTCS
 - 3.6 AMI
- WG 4. Middle Atmosphere Response to Forcing from Above and Below - Chairman: M. Geller (USA)
- 4.0 DYANA
 - 4.1 UCWE
 - 4.2 EMAD
 - 4.3 RSMA
 - 4.4 PMC
 - 4.5 GECMA
 - 4.6 SLS
 - 4.7 MATC

WG 5. Solar Variability Effects in the Human Environment - Co-Chairmen: K. Labitzke (FRG),
D. Sentman (USA)

- | | |
|-------------|------------|
| 5.1 DECADAL | 5.4 GAEM |
| 5.2 SHORT | 5.5 SVETSB |
| 5.3 MELA | |

WG 6. Informatics - Chairman: D. Rees (UK)

- 6.1 STEP Bulletin Board
- 6.2 STEP Real-Time Project Information: Alerts
- 6.3 STEP Project Data Flow/Project Data Bases

TAB. 3 STEP Projects and Leaders

Projects	Title	Project Leaders
AMI	3.6 Aeronomic Models of the Ionosphere	R. Schunk (USA)
CADITS	3.3 Coupling and Dynamics of the Ionosphere- -Thermosphere System	V. Wickwar (USA) H. Carlson (USA)
COMOSM	2.2 Coordinated Ground-Based Magnetic Observations for Studies on Response of the Magnetosphere and Magnetosphere- -Ionosphere Coupling	S. Kokubun (Japan)
DECADAL	5.1 Decadal Atmospheric Variation Project	H. van Loon (USA) K. Labitzke (FRG)
DYANA	4.0 Dynamics Adapted Network for the Atmosphere	D. Offerman (FRG)
EIT	3.4 Equatorial Ionosphere-Thermosphere System	M. Abdu (Brasil) K. Cole (Australia)
EMAD	4.2 Equatorial Middle Atmosphere Dynamics	S. Kato (Japan)
FLARES 22	1.1 Flares Research at the Maximum of Solar Cycle 22	M. Machado (Argentina) E. Hildner (USA)
GAEM	5.4 Global Atmospheric Electricity Measurement Program	L. Ruhnke (USA)
GAPS	3.1 Global Aspects of Plasma Structures	S. Basu (USA)
GECMA	4.5 Global Electrodynamics and Coupling Through the Middle Atmosphere	R. Holzworth (USA)
MATC	4.7 Middle Atmosphere and Tropospheric Climate	M. Matsuno (Japan)
MELA	5.3 Modeling of Possible Solar Variability Effects in the Lower Atmosphere	M. Dameris (FRG)

MICPAD	2.3 Magnetosphere-Ionosphere Coupling and Polar Auroral Dynamics	H. Oya (Japan) J. Kan (USA)
MLTCS	3.5 Mesosphere Lower-Thermosphere Coupling Study	A. Manson (Canada)
PMC	4.4 Electrodynamic Studies of Polar Mesospheric Clouds	R. Goldberg (USA)
RSMA	4.3 Remote Sensing of the Middle Atmosphere from the Ground and Space	M. Geller (USA)
SHORT	5.2 Effects of Short-Term Solar Variability in the Troposphere	C. Schuurmans (Netherlands) B. Tinsley (USA)
SLS	4.6 Structure of the Lower Stratosphere	J. Pyle (UK) A. Tuck (USA)
SOLERS 22	1.2 Solar Electromagnetic Radiation Study 22	R. Donnelly (USA) C. Froehling (Switzerland)
SOLTIP	2.1 The Solar Connection with Transient Interplanetary Processes	M. Dryer (USA) B. Sanahuja (Spain)
SVETSB	5.5 Solar Variability Effects on Technological Systems and the Biosphere: an International Catalog	J. Allen (USA)
UCWE	4.1 Upward Coupling of Wave Energy	D. Fritts (USA)
WETMITS	3.2 Effects of Wave Processes in Energy Transfer in the Magnetosphere (Ionosphere) Thermosphere System	R. Hunsucker (USA) E. Mishib (USSR)

CEDAR	- Coupling Energetics and Dynamics of Atmospheric Regions	U.S. program
GEM	- Gospace Environment Modeling	U.S. project

Predmetom výskumu je predovšetkým hlavný zdroj porúch - Slnko a slnečná koróna, ďalej oblasť šírenia korpuskulárneho a elektromagnetického slnečného žiarenia - medziplanetárny priestor a nakoniec obaly Zeme - magnetosféra, ionosféra, termosféra, stredná atmosféra, dolná atmosféra (TAB. 4). Jednotlivé projekty sa sústreďujú na štúdium podstaty fyzikálnych procesov v uvedených oblastiach, na dlhodobé trendy v ich dynamike a synoptické merania, na globálnu štruktúru a charakter konfigurácie skúmaných oblastí, na globálnu a lokálnu odozvu a ich modelovanie (TAB. 4).

Význam informačného zabezpečenia programu sa zdôrazňuje zriadením špeciálnej 6. pracovnej skupiny informatiky. Jej aktivita zameraná na rozvoj a zdokonalenie databázy geofyzikálnej informácie, na jej účinné sprostredkovanie pomocou informačných systémov, na fungovanie alertových systémov a informačno-vedeckú spätnú väzbu zúčastnených pracovísk s použitím moderných komunikačných systémov, sa bude intenzívne využívať v rámci všetkých projektov. Žiaľ, pracoviská ČSFR, kto-

ré sa aktívne zapojili do viacerých projektov STEP, majú v tomto smere obmedzené možnosti.

REGIONS	FLARES 1.1	SOLERS 1.2	SOLTIP 2.1	COMOSM 2.2	EIT 3.4	AMI 3.6	REGIONAL (POLAR, EQUATORIAL)	MODELING
SUN/ CORONA								
INTER- PLANETARY SPACE								
MAGNETO- SPHERE			MICPAD 2.3	CADITS 3.3	PMIC 4.4			
IONOSPHERE/ THERMOSPHERE	WETIMITS 3.2		GAPS 3.1	DYANA 4.0 GECMA 4.5	EMAD 4.2			
MIDDLE ATMOSPHERE	MLTCS 3.5	RSMA 4.3	SLS 4.6	DECADAL 5.1 SHORT 5.2				
LOWER ATMOSPHERE	UCWE 4.1	GAEM 5.4						
EMPHASIS OR CHARACTER	PROCESSES	LONG-TERM AND/OR SYNOPTIC MEASUREMENTS	GLOBAL STRUCTURE AND CONFIGURATION	GLOBAL RESPONSE	REGIONAL (POLAR, EQUATORIAL)			
DATA	6.1	6.2	6.3	STEP Bulletin Board				
				STEP Real-Time Project Informations Alerts				
				STEP Project Data Flow/Project Data Bases				

TAB. 1 STEP Projects: ST Regions Emphases and Data

LITERATÚRA

Solar-Terrestrial energy program 1990 - 1995, ICSU SCOSTEP
STEP Steering Committee, 1990

OBSAH

Kopecký, M.: Kolik a jaké skupiny slunečních skvrn nejsme schopni pozorovat v důsledku existence funkce viditelnosti	5
Křivský, L.: Extrémní sluneční aktivity v roce 1989	11
Antalová, A.; Stepanyan, N. N.: Flokulové Ca II-K makrostruktury na Slnku (1969 - 1998)	17
Dorotovič, I.; Lukáč, B.: Lokálne oscilácie v slnečnej fotosfére	21
Kotrč, P.: Spektra sluneční protuberance z 10. 1. 1987	27
Antalová, A.; Viktorínová, B.: 21. cyklus - výskyt LDE erupcí	33
Bumba, V.; Hejna, L.: Pravidelnosti v délkovém rozložení sluneční činnosti a jejich časové změny	39
Bumba, V.; Hejna, L.; Rušin, V.; Rybanský, M.: Pravidelnosti v šířkovém rozložení sluneční činnosti a jejich časové změny	43
Sýkora, J.: Úplné zatmenie Slnka v rokoch 1990 - 1991, podmienky pozorovania a vedecký program AsÚ SAV	49
Kopecký, M.: Několik poznámek k současné a budoucí úrovni sluneční aktivity	55
Karlovský, V.: Slnečná aktivita a chaotické atraktory	63
Sýkora, J.: Dva zdroja vysokorýchlostných prúdov slnečného vetra	71
Korcová, T.: Vzťah dlhodobých variácií slnečného vetra k dlhodobým variáciám rádiového žiarenia a mäkkej zložky X-žiarenia Slnka v 20. a 21. slnečnom cykle	77
Bieleková, M.: Parametre 11-ročných cyklov slnečnej a geomagnetickej aktivity: súvislosť a sezónne rozdiely	81
Blahák, F.: Lokálne hodnoty foF2 a sluneční činnost	89
Jeništová, T.: Působení komplexů heliogeofyzikálních a meteorologických faktorů na výskyt srdečních onemocnění	95
Holub, L.; Marková, E.: Sledování projevů duševních poruch v závislosti na bioklimatologických vlivech	99
Viktorínová, B.: Výpočet hodnôt systematickej časti modelu u časových radov, ktorých trend nie je rovnobežný s x-ovou osou.....	105
Litavský, M.: Hodnovernost korelácií	109
Kotrč, P.: Mezinárodní vědecké programy pro maximum slunečního cyklu č. 22	113
Prigancová, A.: STEP - program globálneho výskumu vzťahov Slnko - Zem	125

ZBORNÍK REFERÁTOV Z 10. CELOŠTÁTNEHO SLNEČNÉHO SEMINÁRA, Donovaly 1990

Vydalo: Slovenské ústredie amatérskej astronómie Hurbanovo

Autori: Antalová, A.; Bieleková, M.; Blahák, F.; Bumba, V.; Dorotovič, I.;
Hejna, Ľ.; Holub, L.; Jenišťová, T.; Karlovský, V.; Kopecký, M.;
Korcová, T.; Kotrč, P.; Křivksý, L.; Litavský, M.; Lukáč, B.; Marková, E.;
Prigancová, A.; Rušin, V.; Rybanský, M.; Stepanyan, N. N.; Sýkora, J.;
Viktorínová, B.

Recenzenti: RNDr. Július Sýkora, DrSc., RNDr. Milan Rybanský, CSc.

Zodpovedný za publikáciu: Ing. Teodor Pintér

Zostavil: Ing. Teodor Pintér

Technický redaktor: Mgr. Ladislav Druga

Náklad: 200 ks

Počet AH: 6,7

Rok vydania: 1992

Druh tlače ofset

Tlač: Nitrianske tlačiarne, z.p. Nitra

Nepredajné

ISBN 80-85221-07-1

ISBN 80-85221-07-1