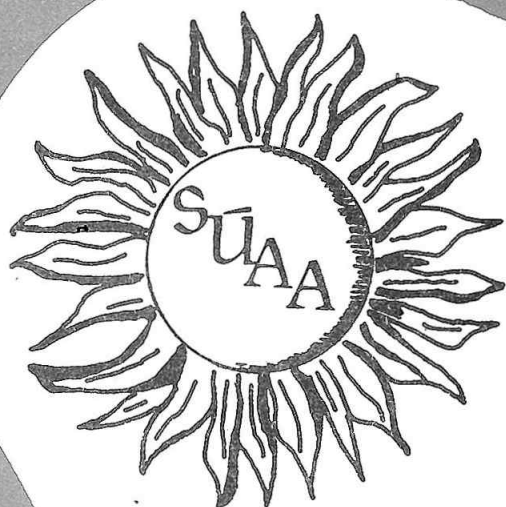


SLOVENSKÉ ÚSTREDIE AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE  
HURBANOVO



AKTÍVNE OBLASTI NA SLNKU A VZŤAHY

## SLNKO-ZEM

Sborník referátov

Celoštátny seminár -  
Bobrovec  
apríl, 1976

5283

Metelawa a. m. Praby  
AMHOVA B. m. Praby  
110 46 Praha 1, Praha 205

Mc. C. 5283

89 1/1



Slovenské ústredie amatérskej astronómie v spolupráci so Slnčnou sekciou SAS pri SAV a Slnčnou sekciou ČAS pri ČSAV usporiadalo celoštátny slnečný seminár "Aktívne oblasti na Slnku a vzťahy Slnko-Zem". Seminár sa uskutočnil v dňoch 21.-24. apríla 1976 v Bobrovci pri Liptovskom Mikuláši.

V tomto zborníku sú uverejnené referáty, ktoré odznali na seminári a Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove ďakuje všetkým za včasné dodanie materiálov.

## Z o z n a m

### účastníkov celoslovenského seminára

RNDr. Ambrož Pavel, CSc.	AŮ ČSAV Ondřejov
RNDr. Antalová Anna, CSc.	VŠD Žilina
Bélik Milan	SŮAA Hurbanovo
Ing. Bobovnický Peter, CSc.	GFŮ SAV Bratislava
Borošová Danica	KH Prešov
Brezina Martin	SŮAA Hurbanovo
Fialková Štefánia	KH Prešov
Gallová Mária	KH Banská Bystrica
Havrilák M.	OH Humenné
RNDr. Halenka Jaroslav, CSc.	GFŮ ČSAV Praha
Heinrichová Jana	SAS pri SAV Tatranská Lomnica
Hric Ladislav	štud. PF UK Bratislava
Kécskei Elemír	MO SZAA Bratislava
Kiss Ján	GO GFŮ SAV Hurbanovo
Ing. Knoška Štefan	AŮ SAV Tatranská Lomnica
Kochan Štefan	OH Žiar nad Hronom
RNDr. Korcová Tatiana	PF Nitra
Dr. Ing. Krajčovič Silvester, CSc.	GFŮ SAV Bratislava
RNDr. Křivský Ladislav, CSc.	AŮ ČSAV Ondřejov
Kulčár Ladislav	štud. PF UK Bratislava
Le Bach Yen	ved. ašpir. AŮ ČSAV Ondřejov
Lórenc Marián	štud. PF UK Bratislava
Lukáč Bohuslav	SŮAA Hurbanovo
Marková Eva	OH Úpice
Maštenová K.	štud. PF UK Bratislava
Neubauer J.	OH Valašské Meziříčí

Oravec L.	AK Nitra
RNDr. Pajdušáková Ľudmila, CSc.	AŮ SAV Tatranská Lomnica
RNDr. Paluš Pavol, CSc.	PF UK Bratislava
Ing. Pintér Štefan, CSc.	GO GFŮ SAV Hurbanovo
Pintér Teodor	SŮAA Hurbanovo
Pisara Emil	GO GFŮ SAV Hurbanovo
MUDr. Pivárči Stanislav	MsŮNZ Bratislava
RNDr. Rušin Vojtech	AŮ SAV Tatranská Lomnica
RNDr. Rybanský Milan	AŮ SAV Tatranská Lomnica
RNDr. Suda Ján	AŮ ČSAV Ondřejov
RNDr. Sýkora Július, CSc.	AŮ SAV Tatranská Lomnica
Scheirich Ladislav	AŮ SAV Tatranská Lomnica
Titka Eugen	AK Nitra
Zloch František	OH Rimavská Sobota

## Modely sluneční aktivity

P. AMBROŽ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

### Sylaby

1. Pojem sluneční aktivity - obtíže při definici aktivního a neaktivního procesu na Slunci.

2. Pozorovatelsky zjištěné procesy a javy na Slunci, o nichž se soudí, že jsou pro model sluneční aktivity dominantní - seznamy, vytvořené různými autory.

3. Historický vývoj pohledu na jednotlivé symptomy sluneční aktivity.

a/ Výsledky statistických šetření.

b/ Magnetická měření.

c/ Měření rychlostních polí.

4. Formulace Babcockova topologického modelu sluneční aktivity a jeho význam pro tvorbu magnetohydrodynamických modelů aktivity. Leightonův model. Separace modelu na hydrodynamické studium sluneční konvekce a na magnetohydrodynamický problém regeneračního procesu.

5. Struktura sluneční konvekce. Charakteristické parametry konvektivní zóny. Diskretní hierarchie konvektivních pohybů a možnosti jejich pozorování. Otázka proměnlivosti jejich charakteristických rozměrů v průběhu slunečního cyklu.

6. Sluneční diferenciální rotace, její postavení v hierarchii konvektivních pohybů a význam pro modely cyklu. Časová závislost diferenciálnosti.

7. Problém udržování diferenciální rotace. Soustava hydrodynamických rovnic pro rotující konvektivní slupku, zahřívanou zevnitř. Obtíže při formulaci problému a obtíže při jeho řešení. Zavedení bezrozměrných veličin a parametrizace konvektivních pohybů nižších řádů.

8. Koncepce turbulentní difuze. Turbulentní složky rychlosti a jejich důsledky pro vznik Reynoldsova napětí. Transport úhlového momentu.

9. Kippenhahnova teorie přenosu úhlového momentu meridionálním prouděním. Statistické výsledky Warda.

10. Rosbyho a Hadleyův režim globální konvekce. Modely Gilmana a Yoshimury.

11. Formy regeneračních procesů a jejich místo ve funkci magnetohydrodynamických dynamoproců.

12. Indukční rovnice pro střední magnetické pole a její realizace na Slunci. Podmínka pro vznik oscilujícího dynama a základní model jeho funkce.

13. Yoshimurovy modely slunečního cyklu. Obtíže těchto modelů a hranice použitelnosti výsledků. Piddingtonova kritika dynamomodelů.

14. Předpoklady výstavby hvězdného nitra, za nichž je teorie cyklu budována standardními modely slunečního nitra. Neutrinový problém. Experiment Davise a Evanse.

15. Dickieho koncept rychle rotujícího jádra. Zploštění Slunce a Hillův experiment.

16. Oscilace ve sluneční atmosféře, mechanismus jejich generace a disperzní diagram akusticko-gravitačních vln.

Pozorované periody normálních módů oscilací. Formulování inverzního heliologického problému.

17. Spekulativní diskuse inverzního heliologického problému a rozsahu jeho důsledků pro generaci energie ve slunečním nitru. Dlouhodobé cykly sluneční aktivity a variace sluneční luminozity.

## Počiatočná fáza vzniku aktívnej oblasti

Š. KNOŠKA

Astronomický ústav SAV Skalnaté Pleso

Aktívnu oblasť na Slnku môžeme definovať ako súhrn všetkých pozorovaných javov /viditeľných aj magnetických/ súvisiacich s vývojom jednotlivcej skupiny slnečných škvŕn. Tieto javy zasahujú všetky vrstvy slnečnej atmosféry v lokalizovanej oblasti a navzájom súvisia. Súčasne sa však vyznačujú vzájomnou odlišnosťou, ktorá je podmienená fyzikálnymi podmienkami typickými pre rôzne vrstvy slnečnej atmosféry, v ktorých sa odohrávajú. Pritom ako jednotiaci element tu vystupuje magnetické pole, ktoré u slnečnej aktivity hrá primárnu úlohu. Kalciová emisia - chromosferické fakule, javia sa ako prvý indikátor vzniku aktívnej oblasti. Analógia medzi chromosferickými fakuľami a silnými lokálnymi magnetickými poľami sa zistila už dávnejšie /hlavne v prácach Babcocka/. Z neskorších prác mnohých autorov vyplynula geometrická súvislosť medzi rozložením magnetického poľa a kalciovou emisiou, pozorovanou na spektroheliogramoch /v CaII - K čiare/. Pozorovaním sa zistilo, že úzke oblasti zvýšenej intenzity magnetického poľa a zvýšenej kalciovej emisie sú výsledkom koncentrácie magnetického poľa horizontálnym tokom plazmy, ktorý vychádza zo stredu supergranule a smeruje k jej okrajom. Stupeň koncentrácie magnetického poľa je vysoký a dosahuje až niekoľko stoviek gaussov na ploche priemeru okolo 1". Narastanie aktívnej oblasti po jej vzniku je rýchly proces. V našej práci sme sa zamerali na štú-



dium smeru a rýchlosti narastania chromosferických fakulí v prvých dňoch po jej vzniku.

#### Pozorovací materiál a spôsob spracovania

Ako základný pozorovací materiál boli použité kópie denných Mount Wilsonských spektroheliogramov snímaných v CaII - K čiare, za obdobie od januára 1938 do decembra 1950. Ďalej sa použili údaje o slnečných škvrnách z tabuliek publikovaných v Heliographische Karten der Photosphere od M. Waldmeiera za uvedené obdobie.

Z tabuliek Heliographische Karten der Photosphere sme vybrali všetky skupiny slnečných škvŕn, ktoré vznikli na viditeľnom disku a vo svojom vývoji dosiahli maxima v type C, D, E, F alebo G zürišskej klasifikácie škvŕn. Skupiny, ktoré začínali ako typ A a B sa uvažovali v tom prípade, ak boli pozorované viac ako  $12^{\circ}$  od východného limbu. Skupiny začínajúce ako pozdnejšie typy C a vyššie, boli zahrnuté len vtedy, ak sa ich vznik pozoroval viac ako  $25^{\circ}$  od východného limbu. K takto vybraným skupinám sa na spektroheliogramoch vyhľadali odpovedajúce oblasti, u ktorých sa sledoval vývoj kalciových fakulí, smer a rýchlosť narastania v prvých dňoch po ich vzniku. Pri tom sme sa obmedzili len na jednoduché oblasti, zjavne spojené len s jednou skupinou škvŕn. Takto sme získali za časové obdobie 1938 - 1950 na ďalšie spracovanie 387 jednoduchých oblastí.

Pri stanovení smeru vývoja, narastania oblastí, mala dôležitú úlohu jasná supergranulačná sieť a emisné plôšky, ktoré v podstate slúžili ako referenčné body na naviazanie jednotli-

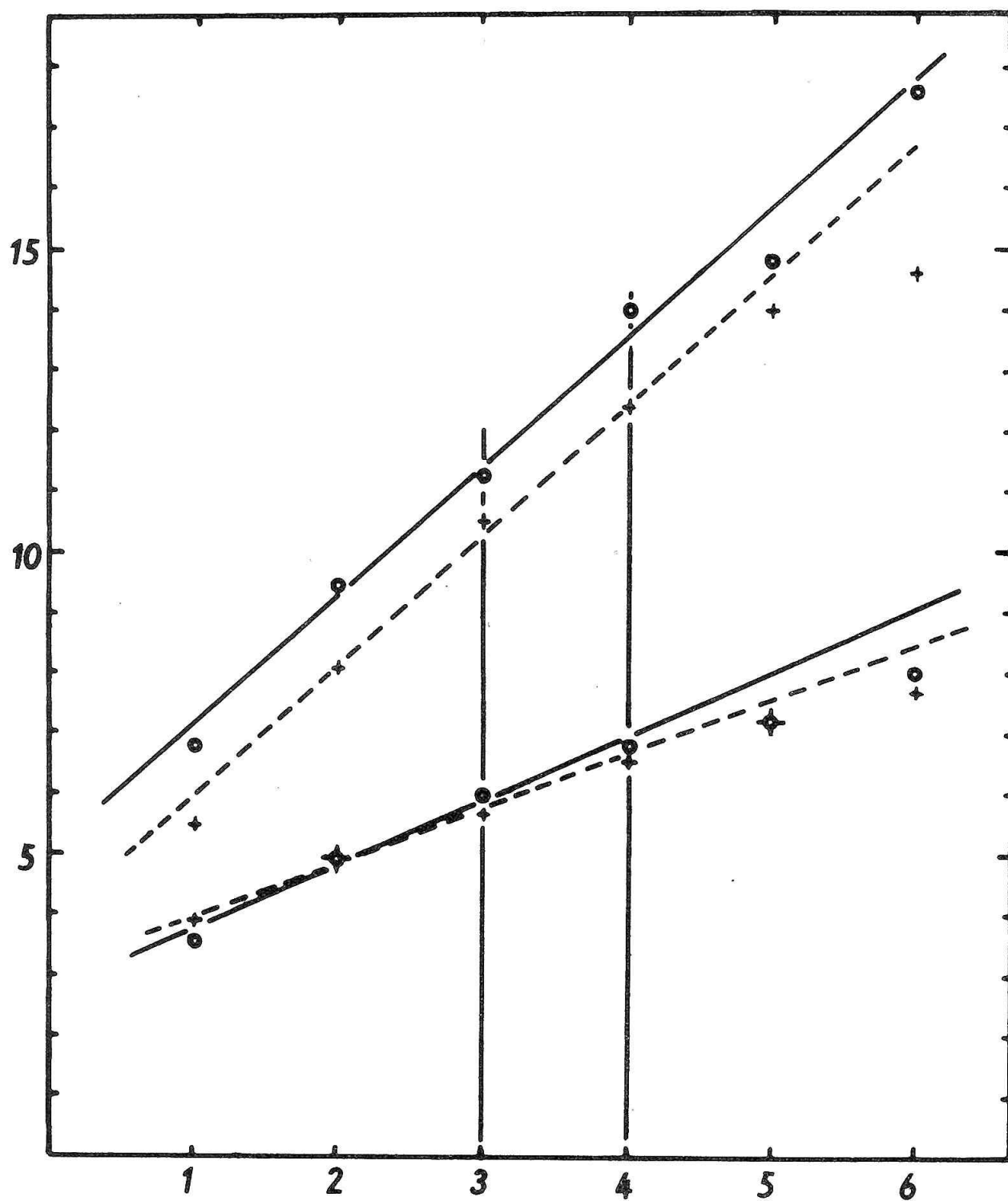
vých po sebe idúcich spektroheliogramov, zhotovených s časovým rozlíšením okolo 24 hodín. Tieto emisné plôšky sú v skutočnosti zvyšky starých polí, ktoré majú životnosť niekoľko dní.

Pre zistenie rýchlosti narastania kalciových fakulí /emisie/, ktoré mali vo vybraných oblastiach tvar eliptický, použila sa jednoduchá grafická metóda merania osí elipsy jednotlivých oblastí pre každý deň.

### Výsledky

Vzrast novej oblasti je rýchly proces, u ktorého v značnej miere prevláda smer narastania - šírenia emisie od jej chvostovej časti k vedúcej. To znamená, že chvostová časť sa vyvíja pred vedúcou. V našom prípade sme skúmali smer narastania 387 jednoduchých oblastí za časové obdobie od 1938 do 1950. Potvrdilo sa, že značne prevláda smer narastania od chvostovej časti k vedúcej, ktorý prebiehal v 345 prípadoch, to znamená 89% z celkového počtu sledovaných jednoduchých oblastí. Opačný smer narastania sa zistil len u 42 jednoduchých oblastí, čo činí v našom prípade 11%. Smer vývoja bol sledovaný pre jednotlivé pologule Slnka /severnú  $N_h$  a južnú  $S_h$ /, a aj pre jednotlivé maximálne vývojové typy skupín slnečných škvŕn podľa züríšskej klasifikácie, tab. 1. Ukázalo sa, že tento prevládajúci smer vývoja - narastania je zachovaný aj u jednotlivých maximálnych typoch škvŕn C, D, E, F, G, a tiež pre severnú aj južnú pologuľu Slnka.

V ďalšom nás zaujímala rýchlosť, akou sa emisia šíri



Obr. 1: Graf závislosti narastania stredných hodnôt osí elipsy šíriacej sa emisie /získaných pomocou mediánov/ na čase, v prvých dňoch po vzniku. Na vodorovnej osi je čas v dňoch a na zvislej hodnoty mediánov osí elipsy v mm. Plná čiara pre obdobie 1938-1940, čiarkovaná pre 1943-1945.

v jednoduchých oblastiach. Pozornosť sme zamerali na to, či rýchlosť šírenia emisie je rozdielna v zostupnej a v vzostupnej etape cyklu slnečnej aktivity. K tomu sme si zvolili časové intervaly 1938 - 1940 pre časť zostupnej etapy 17. cyklu a 1943 - 1945 pre časť vzostupnej etapy 18. cyklu. Tu sme merali veľkosti oboch osí elipsy narastajúcej emisie všetkých vybraných jednoduchých oblastí za každý deň. Z jednotlivých nameraných hodnôt veľkostí osí elipsy sme pomocou mediánov určili ich stredné hodnoty pre každý deň po vzniku jednoduchých oblastí, a tieto sú vynesené do grafu na obr. 1. Na grafe odpovedajúcimi bodmi sú preložené vyrovnávacie priamky a pomocou ich smerníc sme dostali rýchlosti šírenia emisie v jednoduchých oblastiach v prvých niekoľkých dňoch po ich vzniku.

V zostupnej etape 17. cyklu slnečnej aktivity sa emisia šíri v smere východ - západ rýchlosťou 250 m/sec a v smere naň kolmom /sever - juh/ rýchlosťou 120 m/sec. Vo vzostupnej etape 18. cyklu je rýchlosť šírenia v smere východ - západ tiež 250 m/sec a v smere naň kolmom 110 m/sec. Z uvedených hodnôt vyplýva, že rýchlosť šírenia kalciovej emisie je rovnaká ako v zostupnej, tak aj v vzostupnej etape cyklu slnečnej aktivity.

Tabuľky:

Tab. 1

Zárich typ	N <sub>h</sub>		S <sub>h</sub>		Spolu	
	Od F ku L	Od L ku F	Od F ku L	Od L ku F	Od F ku L	Od L ku F
C	41	10	55	4	96	14
D	69	11	90	7	159	18
E , F	45	8	42	2	87	10
G	1	-	2	-	3	-
Spolu	156	29	189	13	345	42

Smer vývoja - narastanie chromosferických fakulí pre jednotlivé typy škvŕn, oddelene pre severnú a južnú pologuľu Slnka za obdobie 1938-1950.

K prostorovým charakteristikám  
granulární sítě v aktivních oblastech na Slunci

L. HEJNA

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

Abstrakt

V referátu jsou uváděny některé předběžné výsledky zpracování vybraných snímků jemné struktury sluneční fotosféry pořízených na observatoři Ondřejov. Naměřené hodnoty prostorových parametrů fotosférické granulární sítě a sítě jemné struktury ve skvrnách ukazují na jejich značnou podobnost, což, jak se zdá, mluví pro konvektivní podstatu "umbrální granulace".

Úvod

V současné době snad již nikdo ze slunečních fyziků nepochybuje o důležité roli, kterou hrají při vzniku a dalším vývoji magnetického pole a aktivních procesů na Slunci konvektivní procesy. Dnes známe na Slunci hned několik hierarchií konvektivních pohybů. Z nich, co do velikosti jednotlivých konvektivních buněk, nejmenší je fotosférická granulace, viditelná za dobrých pozorovacích podmínek vizuálně již dalekohledem o průměru objektivu 10 cm, poprvé fotografovaná na přelomu staletí a intenzivně studovaná i v posledních letech. Strukturu velmi podobnou struktuře fotosférické granulace lze vidět také na snímcích jader slunečních skvrn a zatímco u fotosférické granulace se zdá být jasné, že se jedná opravdu

o konvektivní buňky t.zv. Bénardova typu, u elementů struktury umbry se názory stále různí. Není totiž zatím zcela jasné, nejedná-li se pouze o jakési "nehomogenity" umbry nemající nic společného s konvekcí /Viz např. Krat a další, 1972/. Stále více autorů se ale přiklání ke "konvektivní" hypotéze /např. Bray a další, 1967/.

Jednou z možností jak zjistit, jsou-li umbrální elementy opravdu granulací podobné, což by svědčilo pro jejich konvektivní podstatu, je porovnání příslušných parametrů granulární a umbrální sítě. Je možno porovnávat jak parametry prostorové /tvar, průměr, vzdálenost středu jednotlivých elementu/, tak také parametry časové /např. životní dobu/ a spektroskopické. Podívejme se dále poněkud blíže na první z nich, tj. na prostorové parametry granulární a umbrální sítě.

#### Pozorovací materiál a jeho předběžné zpracování

Měření podobného druhu jakými se budeme nadále zabývat provedlo v minulých letech hned několik autorů. Měřili průměry granulí, vzdálenosti středů granulí a šířku integranulárního prostoru. Výsledky jejich měření pro fotosférickou granulaci /tj. příslušné střední hodnoty/ jsou uvedeny v tabulce č. 1, odkud je ihned vidět, že výsledky získané různými autory se dost podstatně liší. Měřením prostorových charakteristik umbrální struktury se zabývali v podstatě hlavně Bray a Loughhead /1967/. Pro vzdálenosti středů elementů umbrální struktury uvádějí jako střední hodnotu  $1'',8$ , pro jejich průměr pak hodnoty v intervalu  $0,4 - 2''$ . Jak je vidět, hodnoty získané pro umbrální strukturu spadají do intervalů hodnot



Pramen	Vzdálenost středů	Průměr granulí	Mezi gran. vzdálenost
Mating a ostatní /1969/	2",7	-	0",48
Leighton /1963/	2",7	-	-
Bray a Loughhead /1967/	2",5	1 - 2"	<0",48
Namba a Diemel /1969/	1",5	-	0",34
Macris /1953/	-	1",29-1",56	-

Tabuľka 1

naměřených ve fotosféře, ale výsledky jsou dost nejisté, neboť např. Bray a Loughhead pracovali s rozlišením o něco horším než 1" a chyby měření dosahují až  $\pm 0",5$ .

Naším úkolem tudíž bylo jednak provést vlastní měření a to jak pro fotosféru, tak pro skvrny, porovnat získané výsledky s doposud publikovanými a porovnat hodnoty získané v umbře a ve fotosféře.

Za tím účelem byly z fotografického materiálu získaného na observatoři Ondřejov v létě 1974 vybrány snímky různých typů skvrn, jejichž rozlišení bylo lepší než 1" /Ve většině případů se blíží teoretické hodnotě pro užitý osmipalcový Clarkův objektiv jež činí 0",5/. Měřítka na snímcích, tj. průměr Slunce na fotografické emulsi byl určen metodou nejmenších čtverců ze souřadnic bodů na okraji disku /přesnost měření  $10^{-3}$  mm/ a přepočten pro další užité zvětšení. Měření vzdálenosti středu sousedních granulí se provádělo v projekci a u snímků pořízených ve vzdálenosti větší než  $20^\circ$  od středu disku byla počítána oprava na zkreslení, při čemž nebylo užito snímků se vzdáleností od středu disku větší než  $45^\circ$ . Ze všech vybraných snímků byly pořízeny pracovní pozitivy, z nichž byly určovány průměrné počty elementů /granulí/ připadající na čtvercovou oblast o straně 10". Z toho pak byla počítána délka strany hypotetické "čtvercové" granule L.

Z naměřených hodnot vzdáleností středů sousedních granulí byly pro každou skvrnu sestaveny rozdělení četností a určeny tyto jejich elementární charakteristiky:

aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i x_i$$

rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2$$

střední kvadratická odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2}$$

i zde představuje index příslušného intervalu,  $n_i$  příslušnou absolutní četnost,  $x_i$  střed intervalu,  $n$  rozsah výběru a  $k$  počet intervalů. Délka intervalů, na nichž byly určovány četnosti byla vzhledem k chybě měření  $\pm 0",09$  zvolena  $0",2$ .

Výpočty  $\bar{x}$ ,  $s^2$ ,  $s$  byly průběžně kontrolovány t.zv. Charlierovým testem.

Mimo  $\bar{x}$ ,  $s^2$ ,  $s$  byl určován ještě t.zv. modus  $\hat{x}$  příslušného rozdělení četností, tj. hodnota třídního znaku s největší pravděpodobností výskytu.

Takto bylo pozatím zpracováno asi 15 snímků pořízených v červenci a září 1974. Výsledky získané pro 3 skupiny nacházející se na disku 13.9.1974 jsou přehledně uvedeny v tabulce 2.

Jak je z tabulky vidět, dostáváme pro všechny tři skupiny, jež se dost podstatně liší typem, plochou, max. hodnotou mag. pole atp. hodnoty, které lze v rámci chyby měření, na níž se podstatnou měrou podílí zejména nepřesnost v určení středu granule, považovat za velmi dobře srovnatelné. Podobné výsledky byly získány i pro ostatní z vybraných snímků.

Lze tedy granulární síť ve fotosféře a umbrální síť považovat za podobné.

Pro srovnání byly podobným způsobem zpracovány ještě

ČÍSLO SKUPINY	6657	6658	6660
TYP SKUPINY	E	C	J
$B_{\max}$ /gauss/	4000	2100	2000
FOTOSFÉRA	n	150	233
	$\bar{x}$	1",56	1",67
	$s^2$	0,10	0,17
	s	0",31	0",41
	L	1",63	1",64
	$\hat{x}$	1",50	1",40
UMBRA	n	34	34
	$\bar{x}$	1",52	1",46
	$s^2$	0,11	0,12
	s	0",34	0",34
	L	-	-
	$\hat{x}$	1",55	1",40

Tabuľka 2

snímky čisté, nevzbuzené fotosféry pořízené v září 1975 na observatoři Hvar. Výsledky:

$$\bar{x} = 1'',91 \pm 0'',2, s = 0'',48, \hat{x} = 1'',6$$

v podstatě odpovídají hodnotám neměřeným na ondřejovském materiálu, neboť je třeba vzít v úvahu, že rozlišení snímků pořízených na Hvaru bylo horší než u snímků z AsU ČSAV. Bylo rovno asi jedné obloukové vteřině.

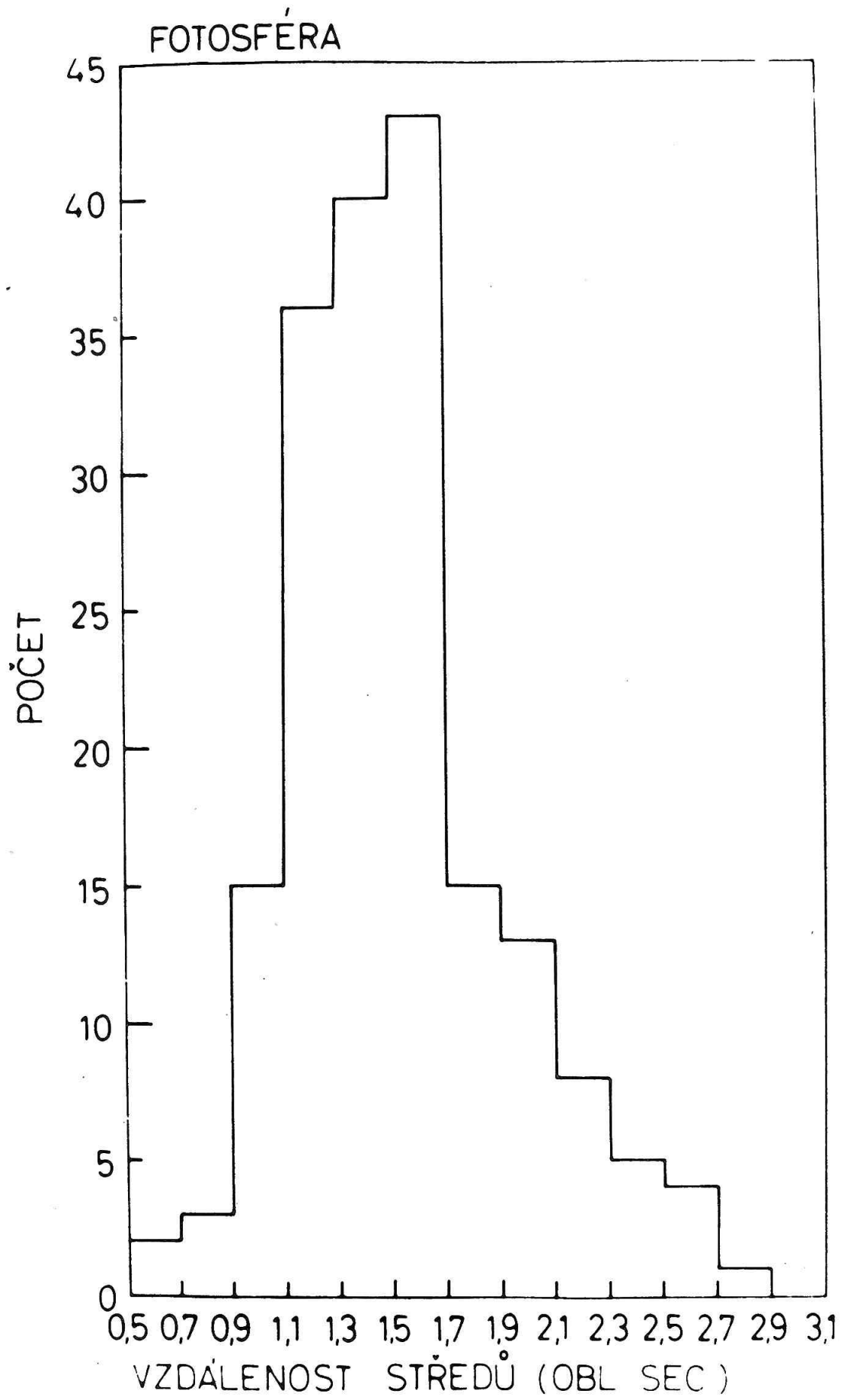
Porovnáme-li získané výsledky také s tab. 1, vidíme, že velmi dobře odpovídají fotosférickým měřením Namby a Daniela z roku 1969 a v rámci chyby také umbrálním měřením Braye a Loughheada.

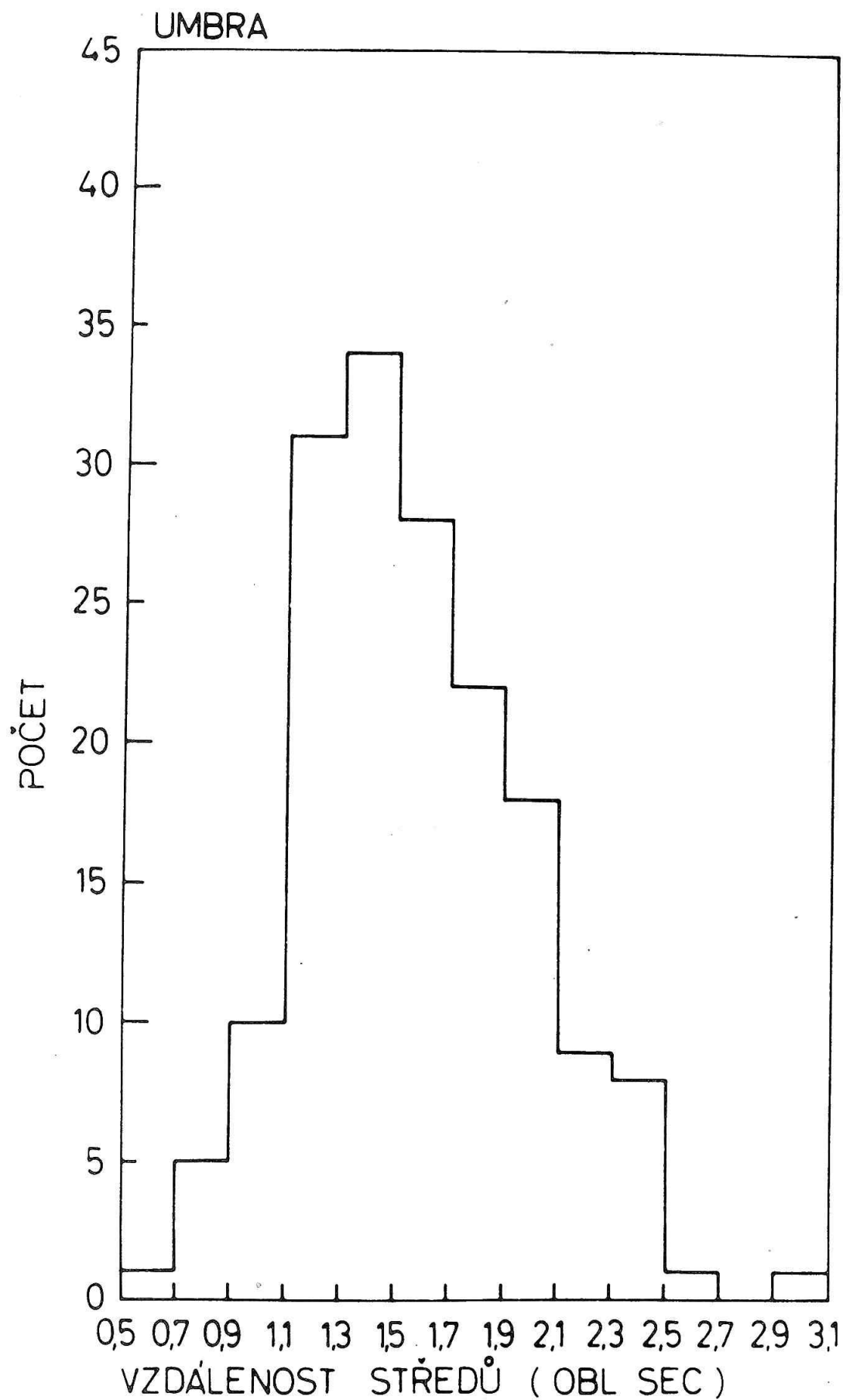
#### Skupina č. 6657

Nyní se podívejme detailněji na skupinu č. 6657, kterou po morfologické stránce již studovali Bumba a další /1975/. Jedná se o poměrně velkou skupinu typu E, v níž došlo mimo jiné také k velké protonové erupci. Skupina vykazuje dost výrazné bipolární uspořádání. Max. hodnota mag. pole v hlavní skvrně je 4000 gaussů, v chvostové části pak 2500 gaussů.

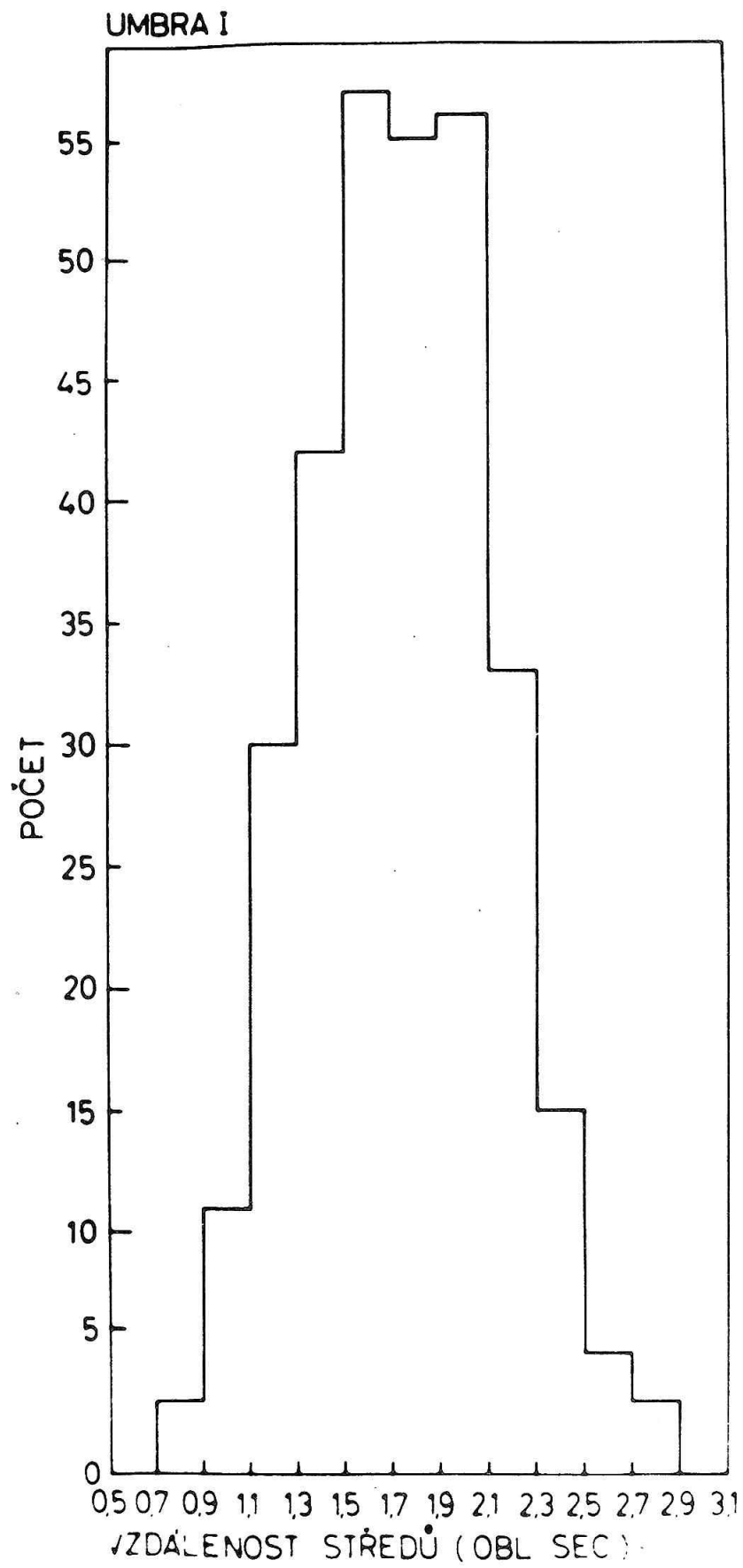
V citované práci /Bumba a ostatní 1975/ bylo po morfologické stránce ukázáno, že struktura umbry hlavní i chvostové části má výrazně granulaci podobný charakter. Nás bude nyní zajímat, jak se tato morfologická podobnost projeví v našich měřeních.

Příslušné snímky byly zpracovány již popsáním způsobem, při čemž příslušná rozdělení četností pro fotosféru /obr. 1a/, umbru hlavní skvrny /obr. 1b/ a umbru chvostové části /obr. 1c/









lze v rozumných mezích považovat za sobě podobné. Pro příslušné charakteristiky pak dostáváme:

Fotosféra:

$n = 185$ ;  $\bar{x} = 1,57$ ;  $s^2 = 0,16$ ;  $s = 0,40$ ;  $L = 1,61$ ;  $\hat{x} = 1,5$ .

Umbra /hlavní skvrna/

$n = 168$ ;  $\bar{x} = 1,63$ ;  $s^2 = 0,17$ ;  $s = 0,41$ ;  $L = 1,62$ ;  $\hat{x} = 1,5$ .

Umbra I /chvostová část/

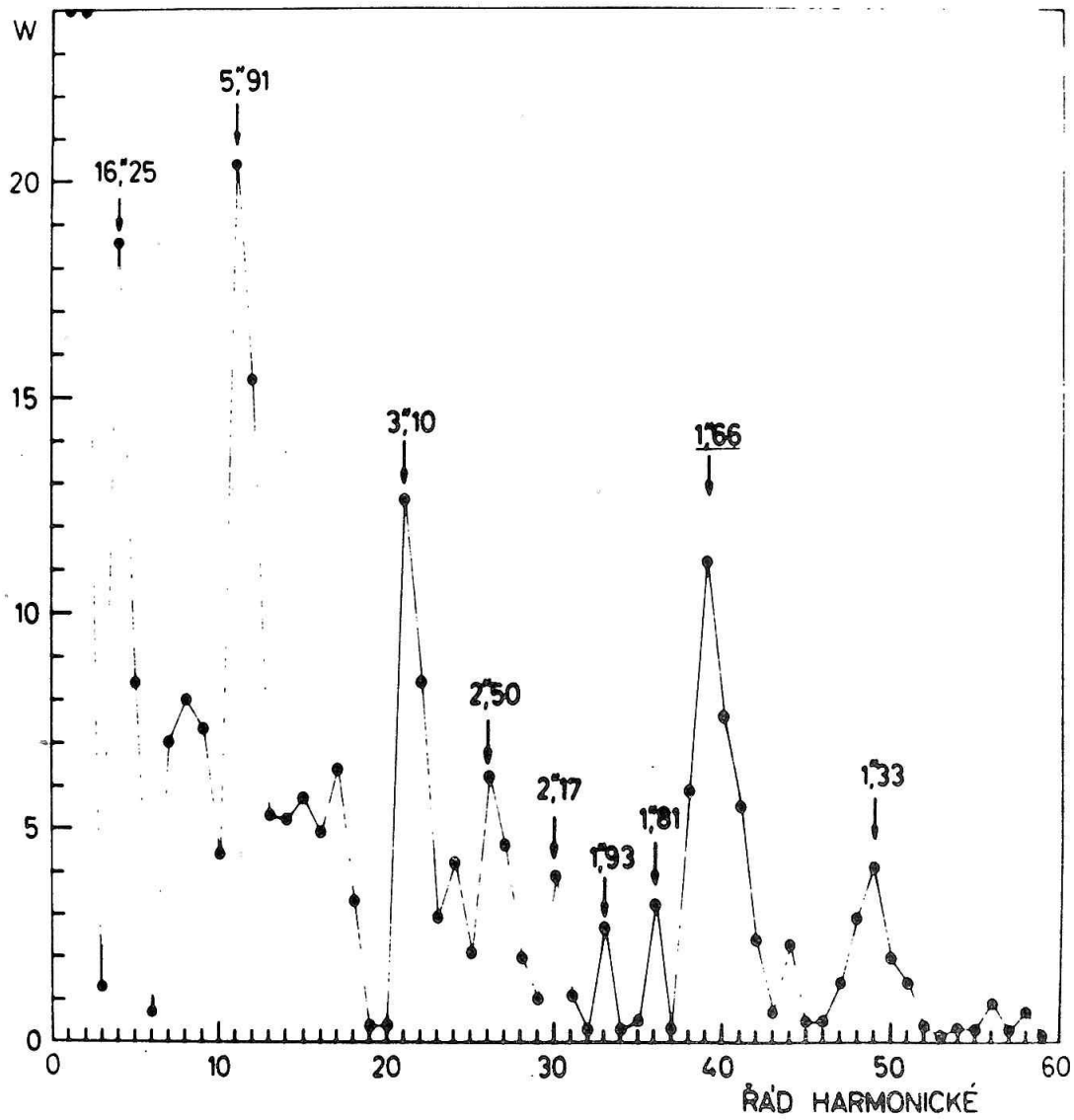
$n = 309$ ;  $\bar{x} = 1,69$ ;  $s^2 = 0,16$ ;  $s = 0,40$ ;  $L = 1,62$ ;  $\hat{x} = 1,6$ .

Vše v obloukových vteřinách /1" = 728 km/.

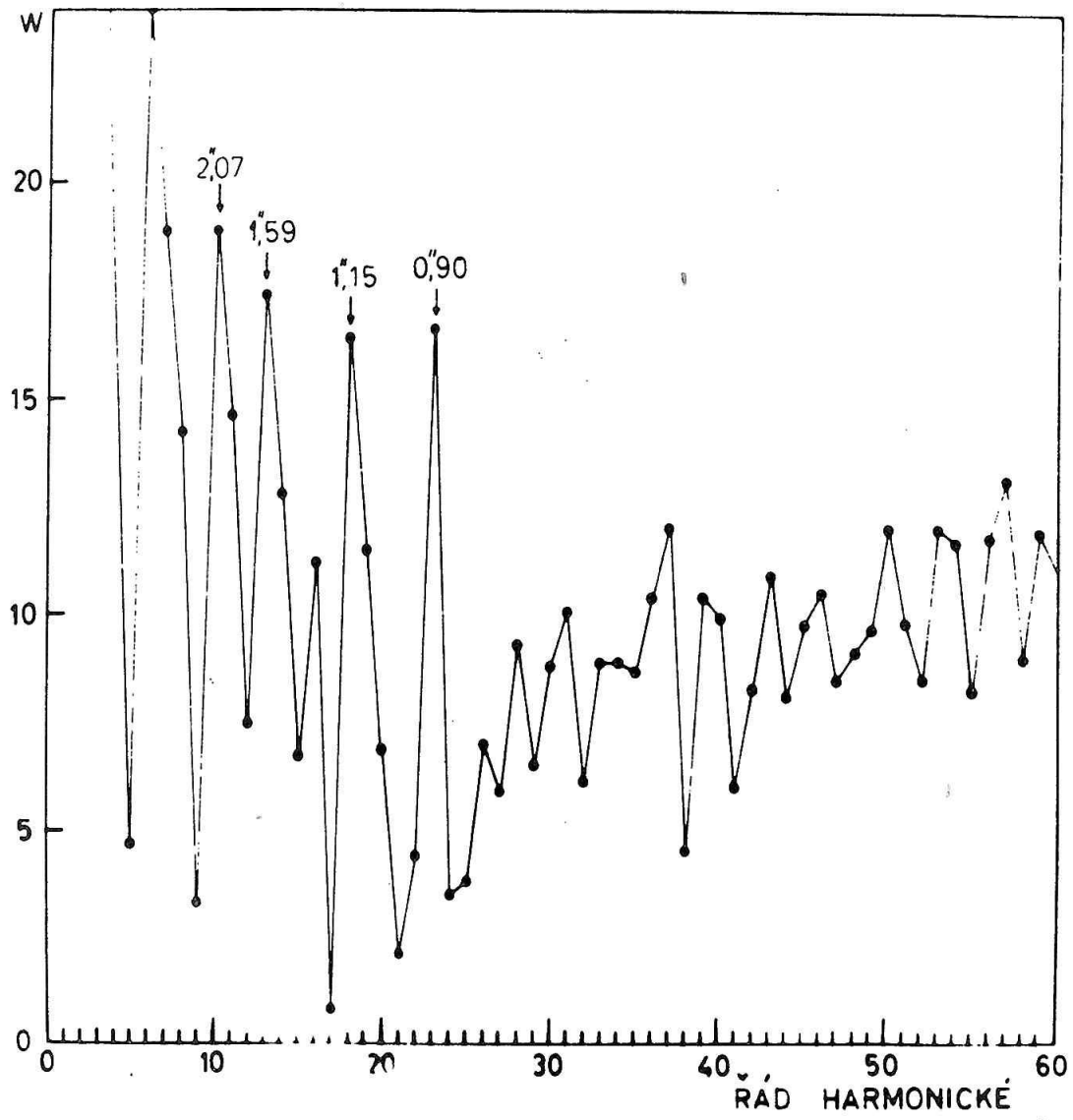
Jak je vidět, nabývají všechny střední hodnoty  $x$  poměrně blízkých hodnot a také hodnoty disperze jsou velmi podobné. Abychom se přesvědčili o reálnosti period blízkých hodnotě 1",6 byly z oblastí v nichž bylo měřeno pořízeny fotometrické řezy, na něž byly aplikovány metody harmonické analýzy. Z příslušných výkonových spekter pro fotosféru /obr. 2a/ a umbru hlavní skvrny /obr. 2b/ je vidět, že u fotosférického řezu opravdu existuje poměrně výrazné maximum u periody  $T = 1",66$ , kdežto v případě řezu umbrou podobná perioda 1",59 tak výrazná není, což bylo zřejmě způsobeno velkou zašuměností, jež je důsledkem jednak malé délky řezu, jež činila 21" a malé intenzity v umbře. Délka fotosférického řezu byla 65".

Pro přesnější odhad srovnatelnosti charakteristik jednotlivých rozdělení bylo užito v případě této skupiny t.zv. F - testu pro  $s^2$  a t - testu pro  $\bar{x}$ , což bylo možno provést, neboť příslušné histogramy alespoň přibližně odpovídají normálnímu rozdělení četností /Viz obr. 1a, 1b, 1c/.

Testovány byly dvojice charakteristik Fotosféra - Umbra



Obr. 2a



br. 2b

a Fotosféra - Umbra I. Testovaly se hypotézy  $H_1: \hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_u^2$  a  $H_2: \bar{x}_F = \bar{x}_u$ . Za hladinu významnosti byla ve všech čtyřech případech vzata pravděpodobnost  $p=0,05$ . /Podrobnosti viz např. Brandt 1970, nebo Reisenauer 1970/.

Testovací kritéria:

F-test

$$F = \frac{\hat{\sigma}_F^2}{\hat{\sigma}_u^2}, \text{ kde}$$

$$\hat{\sigma} = s \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

t-test /pro  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_u^2$  /

$$t = \frac{|\bar{x}_F - \bar{x}_u|}{\sqrt{\frac{n_F s_F^2 + n_u s_u^2}{n_F + n_u}}} \cdot A_t, \text{ kde}$$

$$A_t = \sqrt{\frac{n_F n_u (n_F + n_u - 2)}{n_F + n_u}}$$

Kritické hodnoty F a t rozdělení jsou pro příslušné hodnoty stupňů volnosti, tj. pro příslušné hodnoty  $n_F$  a  $n_u$  tabelovány /např. Reisenauer 1970/. Testovací kritérium F musím brát tak, aby  $F \geq 1$ . V opačném případě testujeme pomocí  $1/F$ .

Testované hypotézy považujeme zaplatné, platí-li

$$F < F_{\text{krit}}, \quad t < t_{\text{krit}}.$$

Vypočtené hodnoty F, t a příslušné kritické hodnoty jsou uvedeny v následujícím přehledu.

Fotosféra - Umbra

$$F = 1,09$$

$$F_{\text{krit}} = 1,50$$

$$t = 1,21$$

$$t_{\text{krit}} = 1,97$$

Fotosféra - Umbra

$$F = 1,01$$

$$F_{\text{krit}} = 1,50$$

$$t = 2,64$$

$$t_{\text{krit}} = 1,97$$

Lze tedy říci, že rozdíl mezi rozptyly není v žádném z obou případů statisticky významný, tj. základní soubory, z nichž byly výběry pořízeny mají stejné rozptyly. V případě aritmetických průměrů je situace o něco složitější. Rozdíl mezi středními hodnotami výběru Fotosféra - Umbra sice statisticky významný není, ale rozdíl mezi středními hodnotami výběru Fotosféra - Umbra I za zcela statisticky nevýznamný považovat nelze. Uvážíme-li velikost chyby měření, lze říci, že i v tomto případě leží rozdíl středních hodnot na hranici statistické významnosti.

Jak je tedy vidět, lze i v případě studia takto velké a nehomogenní skupiny považovat granulární síť a síť umbrální struktury za velmi podobné, ne-li za totožné.

### Závěr

Ukázali jsme, že prostorové parametry umbrální struktury a fotosférické granulární sítě jsou si co do velikosti velmi blízké, na základě čehož lze vyslovit tvrzení o značné podobnosti obou sítí. Tento fakt mluví, jak se zdá, také pro stejné, nebo alespoň podobné mechanismy vzniku elementů těchto sítí. Stejně tvrzení lze s určitou rezervou vyslovit také na

základě studia morfologické stavby obou sítí. Zdá se tudíž, že můžeme oprávněně mluvit o umbrální granulaci a že bude také nutno k existenci této, s velkou pravděpodobností konvektivní, sítě v jádrech skvrn přihlídnout při konstrukci jejich fyzikálních modelů. Zanedbání konvekce tohoto druhu by totiž mohlo vést k naprosté scestnosti konstruovaných modelů sl. skvrn.

#### Literatura

- Brandt, s.: 1970, "Statistical and Computational Methods in Data Analysis", Amsterdam.
- Bray, R.J.; Loughhead, R.E.: 1967, "The Solar Granulation", London: Chapman and Hall.
- Bumba, V.; Hejna, L.; Suda, J.: 1975, Bull. Astron. Inst. Czech., 26, 315.
- Krat, V.A.; Karpinsky, V.N.; Pravdjuk, L.M.: 1972, Solar Phys. 26, 305.
- Leighton, R.B.: 1963, Ann. Rev. Astrophys., 1, 19.
- Macris, C.: 1953, Ann. Astrophys., 16, 19.
- Namba, O.; Diemel, W.E.: 1969, Solar Phys., 7, 167.
- Reisenauer, R.: 1970, "Metody matematické statistiky", Praha, SNTL.
- "Solar Phenomena", Monthly Bulletin No 197, Observatorio Astronomico di Roma /September 1974/.



Zrod a vývoj aktívnej oblasti z 23. júna 1975

v jej fotosférických a chromosférických

prejavoch

J. SÝKORA

Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

### 1. Úvod

"Zrod aktívnych oblastí" - ZAO - tak sa volal pozorovací program, ktorý trval dva týždne a zorganizovalo ho Krymské astrofyzikálne observatórium v rámci mnohostrannej spolupráce akadémií vied socialistických krajín /KAPG/ na druhú polovicu júna 1975.

Je známe, že Slnko sa v súčasnosti nachádza blízko minima 11-ročného cyklu svojej aktivity. Sú dni, ba celé týždne, kedy na ňom niet jedinej škvrny. Takéto obdobie je preto veľmi vhodné na štúdium prípadného vzniku izolovaného aktívneho centra. Počiatočné štádiá vývoja aktivity prebiehajú pomerne rýchlo a nie sú príliš výrazné. Astronómovia im preto v minulosti nevenovali patričnú pozornosť. Okrem toho ich štúdium mimo obdobia minima 11-ročného cyklu je sťažené tým, že aktívne oblasti v jednotlivých centrách na seba vplývajú a úloha sa tak stáva zložitejšou.

Program zahrňoval širokú škálu pozorovaní vrátane merania magnetických a rýchlostných polí, ďalej spektrálne pozorovania, určité úlohy mali aj kozmonauti Sevast'janov a Klimuk v Sal'ute 4. Obmedzíme sa na detailnejší popis pozorovaní v bielom svetle a čiare H alfa, ktoré sme v rámci programu vykonali na Skalnatom Plese.

Pozorovania sme prevádzali refraktorom, objektív ktorého bol zaclonený na 16 cm a ohnisko ktorého je 3 metre. Pri fotografovaní aktívnych oblastí používame okulárové zväčšenie primárneho obrazu, čím v prípade fotosféry dostávame 14 cm a v prípade chromosféry /H alfa/ 10 cm priemer obrazu Slnka. Pozorovania chromosféry v H alfa sú prevádzané pomocou interferenčného filtra s pološírkou priepustnosti  $0.5 \text{ \AA}$ . Fotosféru snímame na vysokokvalitný film COPEX a chromosféru na pomerne zrnitý ORWO VF 35.

## 2. Pozorovania

Program ZAO bol naplánovaný na obdobie 16.-30. jún 1975. Do 22. júna vrátane, nevznikla nijaká nová oblasť, ktorá by bola v súlade s požiadavkami programu. 23. júna včas ráno sme pozorovali prvú pórú a potom až do západu tejto oblasti za okraj slnečného disku sme previedli pozorovania ako sú uvedené v Tabuľke 1 /všade je použitý svetový čas/.

Tabuľka 1

23. júna: Fotosféra	- kresby /04 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> , 05 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> , 07 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> /
	- fotografie - 20 snímok /05 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> -07 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> /
Chromosféra	- 25 snímok /04 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> -11 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> /
24. júna: Fotosféra	- kresby /03 30, 07 25/
	- 27 snímok /04 05-12 00/
Chromosféra	- 9 snímok /04 14-10 33/
25. júna: Fotosféra	- kresba /05 10/
	- 11 snímok /03 32-05 00/
Chromosféra	- 5 snímok /05 03-06 37/

26. júna: Fotosféra - kresby /05 20, 11 50/  
18 snímok /05 38-12 18/  
Chromosféra - 18 snímok /06 00-12 34/  
27. júna: Fotosféra - kresba /03 50/  
- 27 snímok /04 25-10 47/  
Chromosféra - 17 snímok /07 07-10 39/  
28. júna: Fotosféra - kresba /03 40/  
- 12 snímok /04 37-05 58/  
Chromosféra - 11 snímok /04 53-05 48/

### 3. Morfológia vývoja aktívnej oblasti

Heliografické súradnice študovanej skupiny boli  $\lambda = 162^\circ$ ,  $\phi = -10^\circ$ , to znamená, že patrila ešte k starému cyklu aktivity. Podľa údajov v buletine Solar Geophysical Data /kalciové flokule, fotografické a fotoelektrické merania magnetických polí/ existovala v tejto oblasti prakticky od jej východu na disk Slnka /17. júna/ stará aktivita s flokulom, ktorý mal číslo 731 /Mc Math number/. V tomto flokulovom poli bola 21. júna o  $13^h 25^m$  pozorovaná jedna pára, ktorá však vzápätí zanikla. Na Skalnatom Plese sme v tento deň /04 - 09 hodín/ nepozorovali žiadnu aktivitu.

Podrobnejšie sa treba zmieniť o situácii 22. júna. Podľa Solar Geophysical Data stále existuje zanikajúce flokulové pole no. 731 a až do  $14^h 40^m$  na disku nebolo nijakej škvrny. Súhlasí to s našimi pozorovaniami i s tým, že Waldmeier dáva pre tento deň  $R = 0$ . Posledné pozorovanie slnečných škvŕn, ktoré sme mali pre tento deň k dispozícii bolo urobené o  $16^h 20^m$  na Ľudovej hviezdárni

v Prešove. A tu v danej oblasti /10 E, 10 S/ pozorovali 5 drobných pór - pravdepodobnejšie však /po osobnej diskusii s pozorovateľom/ len stmavnutých granúl /ako ich opisujú napr. Bray a Loughhead v ich monografii "Sunspots", alebo ako ich možno demonštrovať na našej snímke č. 10 z 23. júna/. V čiare H alfa sme v tento deň nepozorovali nijaký príznak aktivity.

### 23. júna:

O 04<sup>h</sup>05<sup>m</sup>, keď sme začali pozorovanie, zistili sme v polohe 01E, 10S jedinú drobnú škvrnu - póru. Vznikla v prednej časti starého flokulového poľa no. 731. Neskôr sa ukázalo, že to je vedúca škvrna novej aktívnej oblasti, ktorá dostala číslo 736. Počiatkový vývoj prebiehal pomerne rýchlo. Už v priebehu necelých hodiny sa vyvinuli dve nové škvrny: prvá dva stupne východne a druhá jeden stupeň východne a jeden a pol stupňa južne od počiatkovej škvrny. Východo-západný rozmer skupiny bol v tomto čase 28 tisíc kilometrov. Od 06 hodín do 07<sup>h</sup>15<sup>m</sup> vznikli východne ešte dve škvrny a rozmer sa zväčšil na 37 tis. km. V tomto štádiu vývoja mali všetky vznikajúce póry - škvrny v priemere rozmer slnečnej granulácie. Z fotosférického vývoja v tento deň treba ešte poukázať na pomerne rýchle relatívne zmeny jednotlivých škvŕn /jednotlivé škvrny sa javili striedavo najtmavšími v priebehu 2-3 minút/. Za poznámku tiež stojí zreteľne pretiahly tvar granulácie v smere zadná - južná škvrna.

Fotosférický vývoj aktívnej skupiny, i pre nasledujúce dni, je znázornený na obr. 1, nakreslenom podľa originálnych snímok.

Čiarkovane sú označené potemnelé granule.

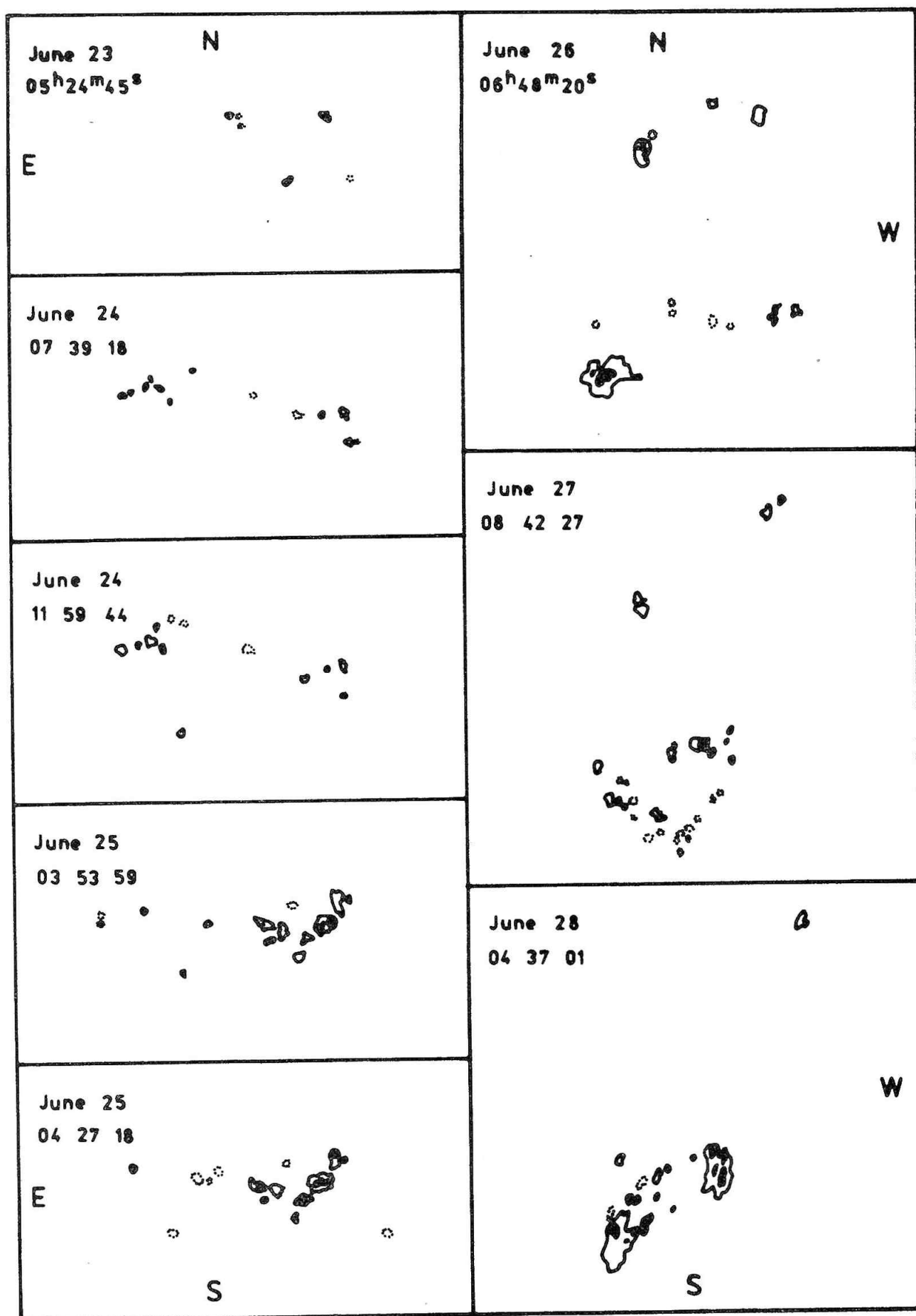


Fig.1

Chromosféra o  $04^h 15^m$  vykazovala istú aktivitu - zjasnenie. O  $04^h 25^m$  sa začali vytvárať drobné vlákna. O  $05^h 18^m$  aktivita bola značne väčšia. Temný filament a jasné polia sú dobre prekreslené. O  $06^h 06^m$  sa oblasť javí ešte rozvinutejšou - v južnej časti žiari jasný bod /mikroerupcia ?/. O  $06^h 44^m$  sa filament rozpadá. Od  $08^h$  do  $11^h 30^m$  sa zdá, že chromosférická aktivita poklesla.

#### 24. júna:

Skupina nadobudla typicky bipolárny charakter a škvrny z predošlého dňa už nie je možné identifikovať. Všetky škvrny sú zatiaľ bez penumbry. Z tohoto dňa najzaujímavejším sa zdá netypický sklon osi symetrie k rovníku. Tento sklon je  $13^\circ$  a hlavne zadná časť skupiny je bližšie k rovníku než vedúca časť - toto je pomerne veľká anomália. Asi o 12 hodine vznikla v zadnej časti nová škvrna, ktorá už s vedúcou časťou tvorí skoro presne E-W smer. Znovu sme si všimli, že v priebehu 2-3 minút vznikajú a miznú potemnelé granule. Rozmer skupiny dosahuje 66 tis. km.

V chromosfére oblasť zaberá tiež väčšiu plochu ako v predchádzajúci deň. Od začiatku pozorovania najzaujímavejším javom v oblasti je tmavý, do pravého uhla zahnutý filament, ktorý o  $10^h 32^m$  už nie je pozorovateľný.

#### 25. júna:

Skupina sa znovu veľmi odlišuje od stavu z minulého dňa. Vedúca časť je podstatne viac rozvinutá ako zadná, o  $04^h 30^m$  sa v nej už vyskytuje penumbra. To znamená, že skupina na tretí deň dosiahla typ C zúrišskej klasifikácie, čo možno charakterizovať

ako typický vývoj. Os symetrie skupiny leží teraz v smere E - W. V Solar Geophysical Data je publikovaná kresba Slnka podľa pozorovania o 16<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> a severnejšie od našej skupiny sa začala tvoriť nová aktivita.

Chromosféru sme snímali len v krátkom časovom intervale. Oblasť je rozmerom a aktivitou podobná predošlému dňu. V zadnej časti skupiny sa znovu vytvorilo vlákno, no tento raz v severo-južnom smere.

26. júna:

Doteraz najväčšie zmeny. Vedúca časť takmer mizne, v zadnej časti sa vytvorila dobre vyvinutá škvrna s penumbrou. Os symetrie má teraz k E-W smeru sklon asi 20°, ale vedúca časť je teraz bližšie k rovníku. To znamená, že za dva dni sa os symetrie pootočila asi o 35°. Je vylúčené, aby sa to mohlo stať v dôsledku vlastných pohybov škvŕn. Stalo sa tak v dôsledku postupného miznutia a vzniku škvŕn v polohách značne navzájom posunutých. No je zdôvodnený predpoklad, že skutočný zdroj aktivity - bipolárne magnetické pole - takú rotáciu skutočne vykonalo.

Od 05<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> v intervaloch asi 1 hodiny sú pozorovateľné pomerne značné zmeny v tvare penumbry "veľkej" škvŕny. Rozmer skupiny dosahuje 81 tis. km. a okrem toho 5° severnejšie sa nachádza pomerne dobre vyvinutá satelitná skupina s penumbrou, ktorá, ako bolo povedané, začala vznikať v druhej polovici predošlého dňa. Z obrázku 2, na ktorom plnou čiarou je vyznačený počet škvŕn /škála vľavo/ a čiarkovane východo-západný rozmer

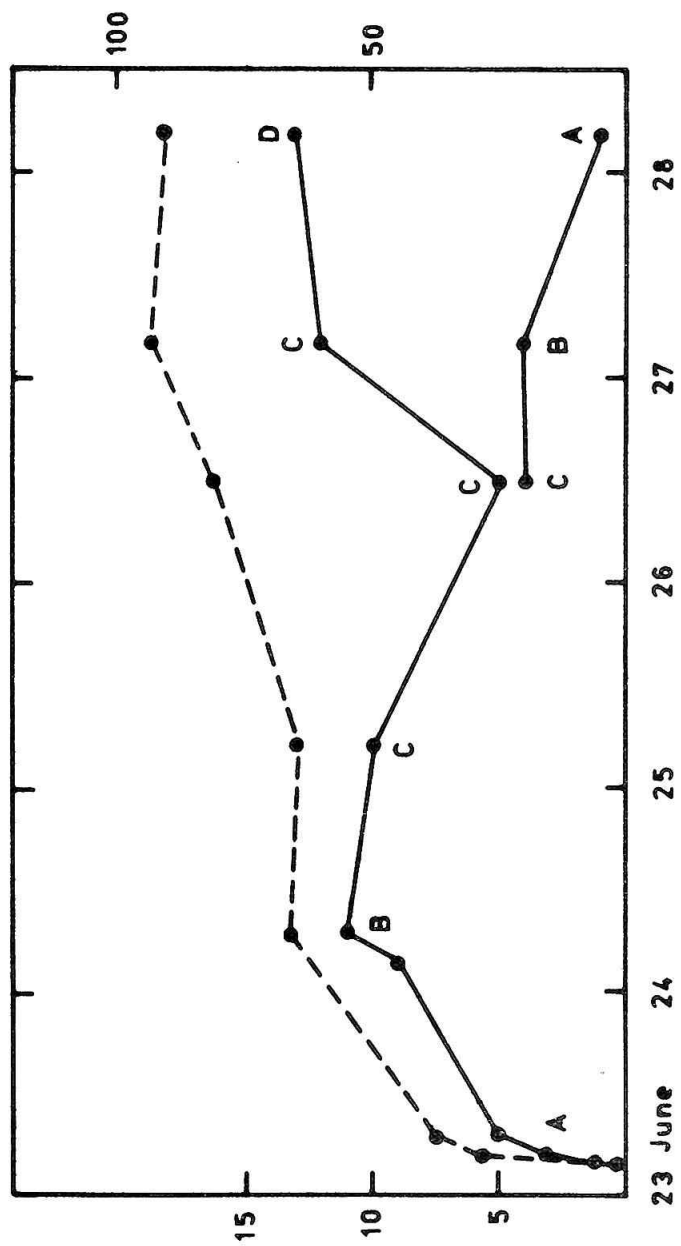


Fig. 2



skupiny v tisícoch km /škála vpravo/ sa zdá, že v dôsledku vzniku satelitnej skupiny sa znížila aktivita študovanej oblasti a naopak, pri zaniknutí satelitnej skupiny /28. júna/ sa aktivita našej skupiny znovu značne zvýšila. Znamená to, že sa jedná o akési prelievanie aktivity medzi týmito fyzikálne navzájom súvisiacimi oblasťami.

Vzájomný fyzikálny súvis je zjavný z chromosférických snímok - spojená H alfa emisia. Celkom v zadnej časti skupiny zostáva filament, ale je značne slabší a menší ako v predchádzajúci deň.

#### 27. júna:

Oproti nie viac ako 5 škvrnám v predošlom dni existuje teraz 7 škvŕn a niekoľko drobných pór a potemnelých granúl. Veľká zadná škvrna úplne zanikla. Zo začiatku /05<sup>h</sup>22<sup>m</sup>/ sa zdá byť zadná časť ešte rozvinutejšia, no neskôršie /08<sup>h</sup>42<sup>m</sup>/ sú už s vedúcou časťou skupiny prakticky rovnocenné. Málo výraznú penumbru má jedna alebo dve škvrny. Rozmer skupiny je 93 tis. km, no po zaniknutí dvoch drobných vedúcich škvŕn je len 63 tis. km.

Chromosférická aktivita zostáva na úrovni predošlých dní - teda je pomerne malá. O 08<sup>h</sup>30<sup>m</sup> sa zjasnenie ešte zmenšilo a vytvorili sa tri drobné filamente nad ňou v smere E - W. O 09<sup>h</sup>07<sup>m</sup> pomerne značné zjasnenie /mikroerupcia ?/, ktoré trvá do 09<sup>h</sup>54<sup>m</sup> a je slabo prepojené do satelitnej oblasti. Od 09<sup>h</sup>56<sup>m</sup> do 10<sup>h</sup>39<sup>m</sup> vidno dva tmavé výrony hmoty nad povrch Slnka.

#### 28. júna:

Zo satelitnej skupiny zostala len jedna drobná škvrna, ale naopak študovaná skupina dosiahla zatiaľ najvyššie štádium vývoja

/typ D/. Rozvinuté fakulové pole zaberá i škvrnu satelitnej skupiny.

V chromosfére o  $04^{\text{h}}59^{\text{m}}$  pravdepodobne prebiehala erupcia, ktorá značne zoslabla o  $05^{\text{h}}48^{\text{m}}$ .

#### 4. Závěry

Ak by sme mali sumarizovať, čo sa nám zdá na fotosférickom a chromosférickom vývoji aktívnej oblasti no. 736 z 23.-28. júna 1975. zaujímavé, možno uviesť nasledovné:

- 1/ Oblasť vznikla v mieste miznúceho kalciového flokula a starého magnetického póla.
- 2/ Vznikajúce škvrny - póry mali približne rozmer fotosférickej granulácie - to sa zdá byť faktom viac menej známym.
- 3/ V raných štádiách vývoja oblasti dochádzalo k relatívnym zmenám jasnosti jednotlivých škvŕn - pór v priebehu 2-3 minút.
- 4/ Za zmienku stojí predĺžený rozmer granulácie v smere spojnice dvoch škvŕn.
- 5/ Nezvyklý sklon osi symetrie skupiny vzhľadom k rovníku a jeho veľká zmena v priebehu dvoch dní.
- 6/ Relatívne veľké zmeny vzhľadu skupiny zo dňa na deň.
- 7/ Vznik satelitnej skupiny škvŕn, ktorá fyzikálne zjavne súvisela so študovanou skupinou.
- 8/ Akési "prelievanie" aktivity medzi hlavnou a satelitnou skupinou.
- 9/ Pomerne malá chromosférická aktivita so vznikom a zánikom niekoľkých malých filamentov a erupciami mohutnosti 1 v

dňoch 23. a 28. júna. Malá erupčná aktivita pravdepodobne súvisela s izolovanosťou oblasti.

Nakoniec, ale nie v poslednom rade, by som chcel poďakovať ss. Kécskeimu, Titkovi a hvezdárňam v Prešove a Banskej Bystrici, ktorí ochotne poskytli svoje pozorovania slnečných škvŕn a pomohli objasniť niektoré nejasnosti hlavne pri vzniku skupiny.

Některé vlastnosti  
aktivních oblastí s protonovými erupcemi

L. KRIVSKÝ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

Výtah

Většina protonových erupcí vzniká ve skupinách skvrn s velmi složitou magnetickou strukturou. Jen výjimečně vznikají p.e. mimo skupiny skvrn, ale i v takových místech bude jejich vznik podmíněn analogickou magnetickou situací. Vzhledem k tomu, že p.e. jsou spojeny s výronem subkosmického a kosmického záření /energie na nukleon  $10^6 - 10^{11}$  eV/ a mnohé z nich generují i nárazové meziplanetární vlny, je pochopitelná snaha o jejich dlouhodobou a krátkodobou předpověď. Pro dlouhodobou předpověď se teprve shromažďují poznatky, na jejichž základě by se metody předpovědi mohly vyvinout.

Krátkodobá předpověď /na 1-6 dní dopředu/ byla rozvíjena řadou škol. Krymská škola vycházela z poznatku o mimořádném zvětšování gradientu magnetického pole ve skupině před výskytem p.e., meudonská škola z přibližování dvou "řad" skvrn proti sobě a jejich slévání na jedné straně do společných penumber; současně československo-bulharské práce a americké práce ukázaly, že několik dnů před výskytem p.e. vzroste hladina X-emisie /1-8 A/, totéž bylo nalezeno některými zahraničními autory pro obor cm radiové emise. Československé poznatky o přípravném vývoji protonových aktivních oblastí i o erupcích byly ověřeny

v předpovědích zhruba před 10 lety. Naša škola vycházela z poznatku komplexního sledování aktivity i nalezených typických znaků vývoje protonových erupcí, případně jejich předzvěstí. Nejzávažnější poznatek ověřovaný na řadě případů spočíval na zjištění, že trendy erupční aktivity protonových oblastí určené pomocí sumačních křivek podstatně vzrostou několik desítek hodin nebo i řady dnů před výskytem p.e. Spolu se sovětskými kolegy se dále zjistilo, že narůstá pravděpodobnost výskytu p.e. tehdy, když kolem hlavní skupiny vznikne další skupina skvrn, t.zv. satelit. Též se ukázalo, že těsně v době kolem dne s výskytem p.e. je tendence k vyrovnaní rozdílu maximálních intenzit magnetického pole /měřeného ve skupině skvrn/ mezi oběma polaritami.

Příklad podrobnějšího zpracování protonové oblasti a erupce z 7.IX.1973 obsahuje referát věd. aspirantky Le Bach Yen, který následuje.

## Vývoj protonové oblasti s erupcí 7.9.1973

L. KŘIVSKÝ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

LE BACH YEN

Státní pedagogický ústav Hanoi, Vietnam

Na studiu protonové erupce ze 7.9.1973 a vývoje aktivní oblasti se potvrdily některé již dříve známé poznatky. Je to kupř. současnost výskytu a délky trvání rychlé fáze rozšiřování erupčního kanálu s impulsovou radiovou emisí centimetrového oboru a zároveň časové umístění fáze Y do počátku tohoto explosivního vývojového období. Při zkoumání vývoje časového rozdělení erupční činnosti i záblesku v X-emisi pomocí sumačních křivek se opět ukázalo, že několik dnů před výskytem protonové erupce došlo k výrazné změně trendu. Podle snímku bílé korony ze Skylabu erupce měla za následek vznik mohutné smyčkové struktury procházející sluneční korunou a tento jav způsobil podstatnou přeměnu struktury značné části korony nad západním okrajem slunečního disku.

Na sestupné fázi jedenáctiletého cyklu č. 20 se vyskytla řada jednotlivých impulsů sluneční aktivity, v kterých se vyskytly i protonové erupce /Křivský, 1975a, Křivský a Pintér, 1975b/. Takovou aktivní oblastí byla skupina skvrn a posicí 15°S, CMP 4.9.1973, v které vznikla 7.9.1973 protonová erupce střední mohutnosti.

Výron částic od erupce způsobil na Zemi efekt PCA /po-

lar cap absorption/ identifikovaný na stanici Thule se začátkem 12 45 /Sol.Geophys.Data,Boulder,350/I/,1973/. Částice byly podrobně sledovány na některých satelitech u Země a též na sondě Mars-7 ve vzdálenosti ~10 mil. kilometrů od Země /Alexeev a kol.,1975a,b/. Erupcí byl generován mohutný explosivní smyčkový jev patrný v bílé koruně na snímcích ze Skylabu /Hildner, 1975/, který způsobil podstatnou přestavbu struktury korony nad západním okrajem slunečního disku.

V této práci je podán rozbor vývoje erupce, určena fáze výronu částic /fáze Y/, popsány fáze rychlostí rozestupu vláken erupce a v souvislosti s nimi výskyt některých emisí, jako kupř. radiové emise nárazové vlny /typu II/ a radiové impulsové emise v počáteční fázi rychlého vývoje erupce. V druhé části se zpracování věnuje charakteru vývoje aktivní oblasti pomocí sledování plochy skvrn, počtu skvrn, změnám klidové hladiny X-emise měřené na satelitech a trendům erupční aktivity odvozované z pozorovaných erupcí celosvětové sítě stanic a ze záblesků X-emise. Ve zpracování těchto parametrů byla použita již dříve používaná metoda sumačních křivek /Křivský, 1969/.

#### Vývoj protonové erupce a její emise

Zkoumaná erupce vykazovala typické vývojové vlastnosti pro tento druh erupcí /Křivský,1963; Křivský a Pintée 1975a/. V Československu byla erupce snímána v čáře H $\alpha$  na observatoři v Ondřejově a na hvězdárně v Úpici. Obě serie snímků byly použity ve zpracování.

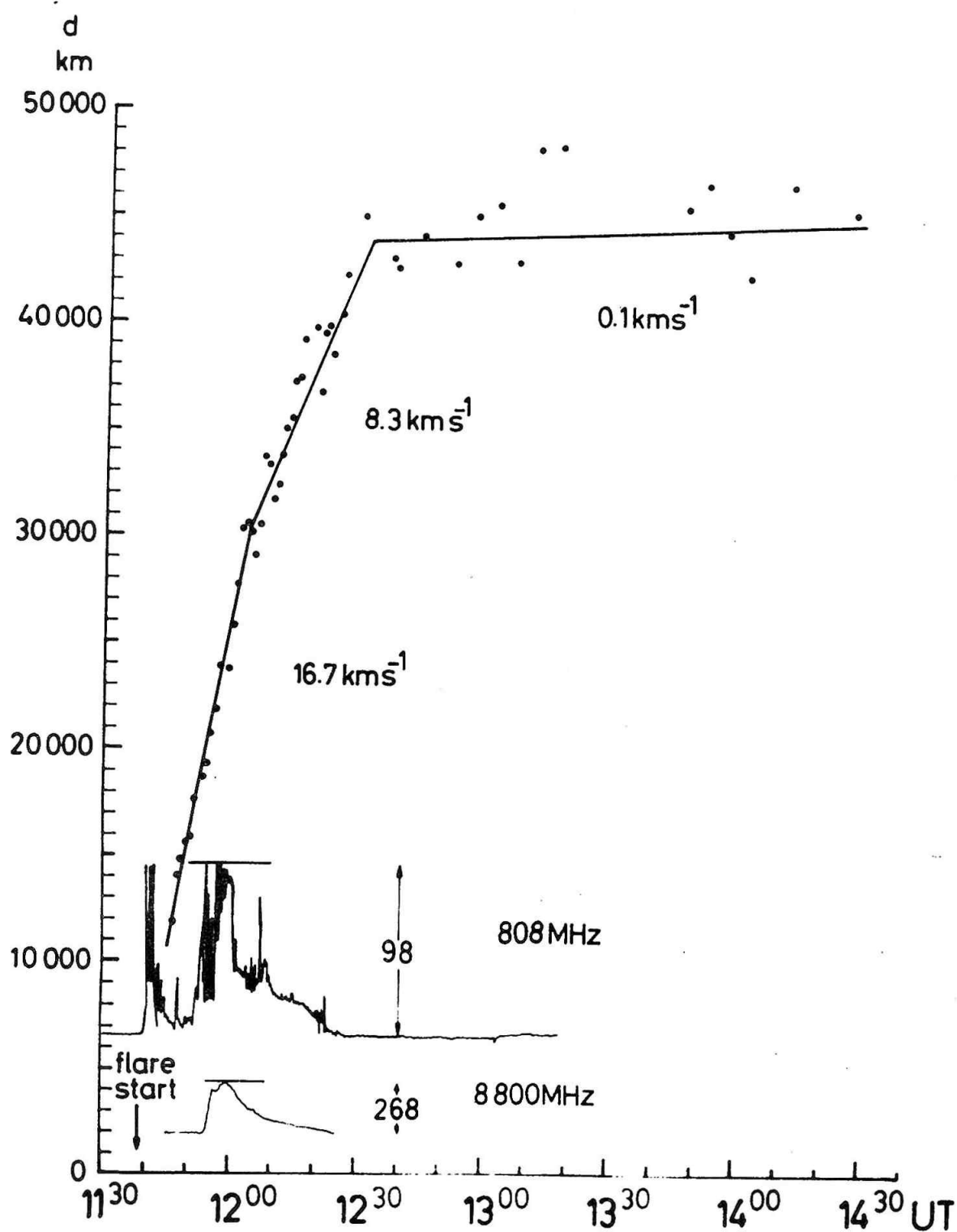
Erupce 7.9.1973 s importancí 2B začla v 11 38 UT, dosáhla

maxima jasu v 11 51 - 12 02 a končila v 13 45, s posicí 17°S, 46°W. Hlavní jasné erupční vlákno se rozštěpilo na dvě vlákna a vytvořil se erupční kanál s dvěma rozcházejícími se vlákny /obr.1/. V jednom vybraném reprezentujícím řezu byla měřena šířka erupčního kanálu zhruba kolmo na osu kanálu. Měření posice bylo vždy na střed jednotlivého vlákna; na počátku vývoje tento střed vlákna byl totožný s těžištěm jasu vláknové uzliny, později, když docházelo k rozmývání a rozpadu jednotlivých vláken, posice pozpádajícího se vlákna byla fixována na střed vlákna, který nebyl totožný s maximálním jasem. V této pozdní fázi je patrný vzhledem k uvedené situaci značný rozptyl v hodnotách šířky erupčního kanálu, neboť fixování posice bylo za takovéto situace nesnadné.

Měření bylo prováděno na hvězdárně v Úpici k tomuto účelu zvláště sestrojeným projekčním přístrojem podle návrhu jednoho z autorů tohoto zpracování /L.K./. Vzdálenost vláken byla měřena na kulové ploše, na kterou se obraz erupce promítal. Výpočty byly velmi jednoduché, odpadla složitá a namáhavá posiční měření jednotlivých vláken vztahovaná k zachytným bodům /ke skvrnám a k okraji slunečního disku/, odpadlo sestrojení programu a zpracování na počítači /jak bylo prováděno dříve v práci Fárník-a a kol., 1973/.

Výsledky měření jsou na vývojovém grafu /viz obr.2/, na vertikální ose jsou vypočtené šířky erupčního kanálu /šířka mezi dvěma základními vlákny/ a to v kilometrech, na vodorovné ose je čas v UT. K podružné fázi Y docházelo ještě dříve, než bylo provedeno první měření šířky v místě rozštěpu, t.j.





Obr. 2. Vyhodnocená vzdálenost vláken protonové erupce /šířka erupčního kanálu/ z 7.9.1973, měřená na reprezentativním řezu, v závislosti na průběhu času. Jsou vyznačeny též registrace radiových záblesků na 808 MHz /Ondřejov/ a na 8 800 MHz /Sagamore Hill/, radiový tok v jednotkách Jy /Jansky/.

v 11 46 UT, neboť vzhledem k nepříliš dobré kvalitě použitého filmu by bylo dřívější měření nejisté. Fáze Y byly stanoveny dvě a to první podružná 11 43 - 11 52 a druhá hlavní 11 57 - 12 01, ke které se vztahuje též měření šířky erupčního kanálu; první fáze Y se týká rozštěpu v erupční oblasti na SW-periferii, která začla původně zářit na samém počátku erupce, druhá fáze Y /hlavní/ se týká rozštěpu v centrální oblasti hlavního vlákna erupce, které se vytvořilo záhy po začátku zjasnění na periférii /Křivský, 1975a/. Šířka kanálu erupce byla měřena u této druhé hlavní fáze Y; na počátku byla zřejmě menší než 10 000 km, v maximu svého rozvoje dosáhla asi 45 000 km.

Na vývojovém grafu šířky erupčního kanálu mohly být stanoveny tyto rychlostní trendy: první  $17,5 \text{ km s}^{-1}$ , druhý  $8,3 \text{ km s}^{-1}$  a třetí  $0,1 \text{ km s}^{-1}$ . První nejrychlejší trend, jak tomu obvykle bývá, je trváním totožný s explosivní fází erupce, trval asi 20 minut, končil kolem 12 03 UT. Potom nastal částečný pokles rychlosti rozšiřování kanálu na  $8,3 \text{ km s}^{-1}$  spojený s úbytkem jasu erupce v H $\alpha$  po dosaženém maximu, které trvalo asi do 12 02. Trvání prvního rychlého trendu bývá totožné s trváním impulsní fáze krátkotrvající velmi tvrdé X-emise a radiové emise v oboru mm a cm vln /Křivský a Pintér, 1975a/. Registrace ze satelitu tvrdého oboru X-emise nebyla v tomto případě k dispozici, chod by měl být však zhruba totožný s chodem a trváním radiové emise zmíněného oboru; pro ilustraci je též na grafu na obr.2 chod vzplanutí radiové emise na 37 cm /808 MHz/ a na 3,4 cm /8 800 MHz/ ze stanic Ondřejov a Sagamore Hill. Je patrné, že druhý o něco pomalejší rychlostní trend spadá

časově již do fáze spádu a útlumu vzplanutí v radiovém oboru.

Na dynamických radiových spektrogramoch získaných radiospektrografem na observatoři v Ondřejově byl nalezen ne příliš výrazný typ II jako projev úniku nárazové vlny sluneční koronou /11 57 - 11 58 UT v oboru 95 - 87 MHz/, před tím byly zaznamenány dvě výrazné serie typu III / 11 47, 11 56/. Nárazová vlna v koruně měla rychlost  $1\,130\text{ km s}^{-1}$ , dorazila k zemi a způsobila geomagnetickou bouři s SC 9.9.1973 v 15 29 UT; průměrná její rychlost v meziplanetárním prostoru činila něco přes  $800\text{ km s}^{-1}$  /Tlamicha a Karlický, 1976/.

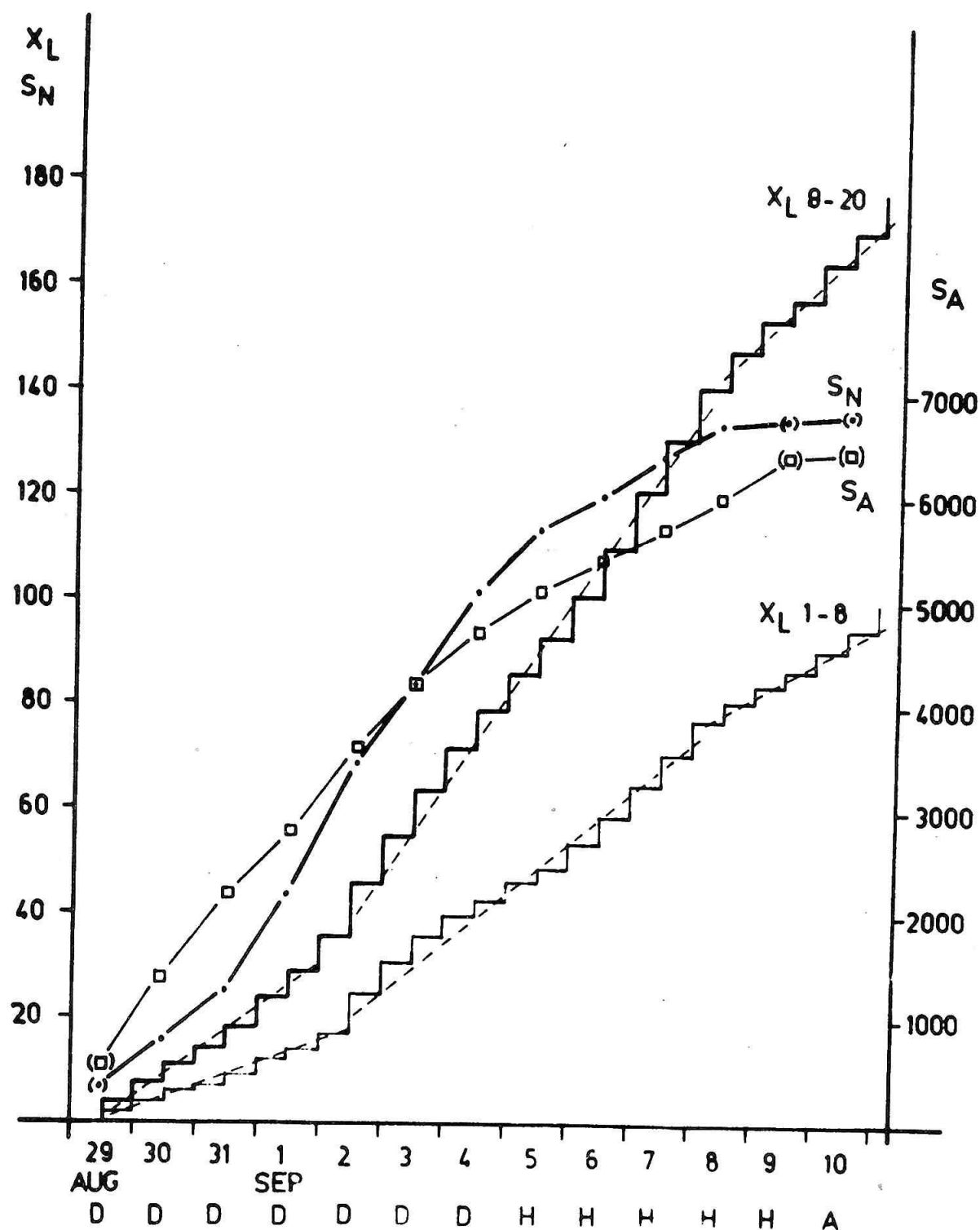
Podle všech dosud známých rozborů jednotlivých protonových erupcí lze usuzovat i v tomto případě, že k urychlování nejrychlejších protonů a jejich výronu došlo v době hlavní fáze Y, která je totožná s nasazením impulsové fáze /nazývané podle tvrdé X-emise a radiové emise oboru GHz/ a je na počátku nebo v první polovině explosivní fáze erupce /Křivský, 1963; Křivský a kol., 1973/.

Jak již na počátku bylo uvedeno, po erupci došlo k průchodu explosivního smyčkového jevu korunou. Je to patrné na snímcích bílé korony /viz obr.3 a 4/, které byly získány koronografem na palubě Skylabu, První snímek korony je z doby před erupčním jevem, druhý je z doby více jak hodinu po erupci /snímky byly dány autorům k dispozici Dr.E.Hildner-em/. Zastiňující disk koronografu byl větší než sluneční kotouč o 0,5 slunečního poloměru. Vnitřní partie korony jsou zakryty nebo utlumeny vzhledem k tomu, že byly použity radiální filtry /Hildner a kol. 1975/. Z druhého snímku /obr.4/ je patrné, že SW paprskovité

struktury zanikly, byly pravděpodobně rozrušeny, NW paprsky byly v důsledku vlivu explosivního jevu odkloněny více na sever / asi o  $10^{\circ}$  / a téměř v celém SW sektoru se rozprostřel mohutný složitý smyčkový útvar, jehož čelo je již zřejmě mimo záběr snímku. Podle sdělení Dr.E.Hildner-a, kosmonauté nebyli s to udělat z určitých příčin bohužel snímek dříve, v době průchodu smyčkového čela tohoto jevu. Na snímku je patrné ve spodních partiích zakotvení celé mohutné soustavy a ve středních partiích jsou patrné vnitřní slabé smyčkové struktury, které prozrazují zřejmě vytažené magnetické trubice.

#### Trendy vývoje a emisí aktivní oblasti

Tak jako na řadě případů aktivních oblastí s protonovými erupcemi v minulosti, byl sledován vývoj zkoumané aktivní oblasti a zjišťovány erupční aktivity a některých emisí pomocí sumačních křivek / Křivský, 1969, 1975b /. Na grafech na obr. 5 a 6 jsou výsledky tohoto zkoumání. Ze Solnechnye Dannye /1973/ byly excerpovány redukované plochy skvrn a počet skvrn zkoumané skupiny, denní hodnoty byly zpracovány do sumačních křivek / viz obr.5 /. Z registrací X-emise ze satelitu Solrad 9 / Sol.Geophys.Data, Boulder / byly vyhodnoceny klidové hladiny dvou kanálů / 1-8 Å a 8-20 Å / a to půldenní hodnoty / vypočtené z hodinových hodnot /. Klidové hladiny byly nejprve vkresleny do publikovaných registrací, do těchto údajů nejsou zahrnuty záblesky. Půldenní hodnoty zmíněných dvou kanálů X-emise byly též zpracovány do sumačních křivek / viz obr.5/. Na těchto křivkách jsou patrné trendy, které jsou vyznačeny čárkovanými

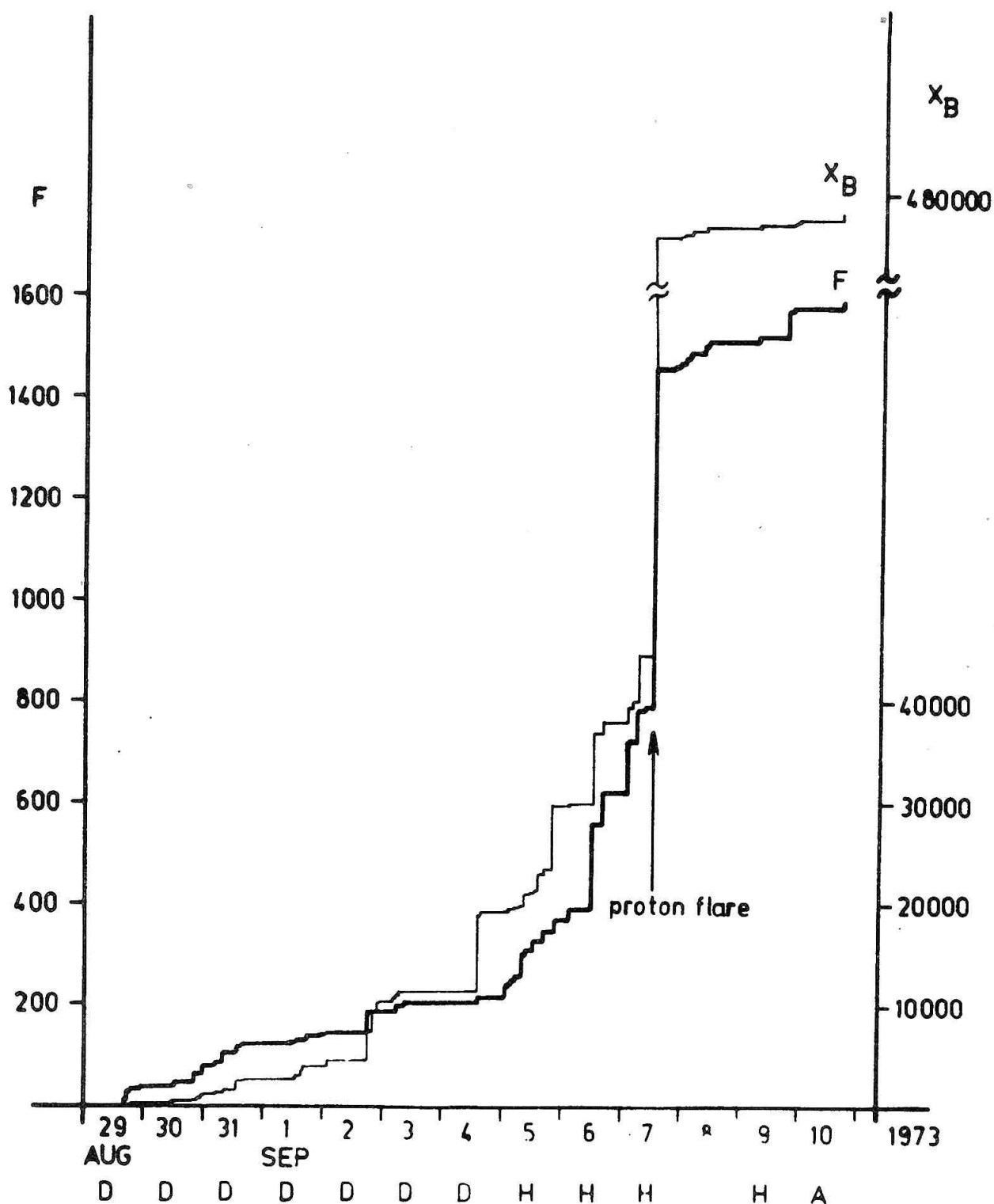


Obr. 5. Sumační křivky některých typických parametrů protonové oblasti /CMP 4.9.1973,  $15^{\circ}\text{S}$ /, vystihující její vývoj.  
 $S_A$  - plocha skupiny skvrn,  $S_N$  - počet skvrn ve skupině.  
 $X_L$  1-8 Å a  $X_L$  8-20 Å jsou klidové hladiny obou kanálů X-emise měřené na Solradu-9 a vyhodnocované po puldenčních intervalech /hladiny v  $10^{-3} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ /. U křivek X-emise jsou naznačeny hlavní trendy sumační metodou.  
 U jednotlivých dnů jsou uvedeny typy skupiny skvrn.

mi čarami. Je patrné, že původní trend v intervalu 29.8 až 2.9.1973 /průměrné hodnoty pro kanál 1-8 Å 0,19 a pro kanál 8-20 Å 0,36/ byl vystřídán příkrým trendem od 2.9. do 8.9. 1973 /průměrné hodnoty pro 1-8 Å 0,48 a pro 8-20 Å 0,79/, po výskytu protonové erupce dne 7.9. nasadil opět pozvolný trend /průměrná hodnota hladiny na 1-8 Å 0,25 a na 8-20 Å 0,52/. Údaje jsou v jednotkách řádu  $10^{-3} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Vzhledem k tomu, že na slunečním disku nebyla zkoumaná protonová oblast osamocena a vedle ní byly činné ještě další oblasti, je jisté, že do klidových hodnot X-emise přispívaly i z části všechny ostatní aktivní oblasti na disku; protonová oblast přispívala klidovou X-emisí zvláště po 4.9. nejvíce. Je pravděpodobné, že nasazení příkrého trendu od 2.9. bylo způsobeno současně některou z oblastí, které byly též na disku a které vykazovaly též živou erupční aktivitu.

Ukázalo se opět na tomto jednotlivém případě, že klidová hladina X-emise vzrůstá několik dnů před výskytem protonových erupcí /Friedman a Kreplin, 1967; Nestorov a Křivský, 1967; Galanová a kol., 1972/, což může mít prognosní význam. Z hlediska ploch a počtů skvrn protonová erupce vznikla po inflexním bodu na těchto křivkách, t.j. po maximu rozvoje aktivní oblasti /obr. 5/.

Trendy erupční aktivity jsou na obr. 6; tyto jsou reprezentativní vzhledem k tomu, že jsou zpracovány jevy pouze ze zkoumané protonové oblasti. Erupční index F sestrojený na základě pozorovaných erupcí z celosvětové sítě stanic sledovaných v čáře H $\alpha$  /pouze z protonové oblasti/ byl odvozen z hodnot pro



Obr. 6. Sumační křivky erupčního indexu F a indexu záblesků X-emise  $X_B$  z kanálu 1-8 Å měřeného na satelitu Solrad-9. Křivky byly zkonstruovány pro určení změn trendů aktivity protonové oblasti CMP 4.9.1973, 15°S. Je patrný zdvih trendů několik dnů před vznikem protonové erupce. U jednotlivých dnů jsou též uvedeny typy skupiny skvrn.

jednotlivé erupce,  $F = I \times D$  / $I$ =importance,  $D$ =trvání erupce/. Importance byla určována podle staré klasifikace, a to podle již dříve publikovaného přepočítávacího klíče z klasifikace nové /Křivský, 1975b/. Hodnoty  $F$  pro jednotlivé erupce byly zpracovány opět do sumačních křivek. Ukazuje se /viz obr. 6/, že původní pozvolný trend v intervalu 29.8. - 4.9.1973 /hodnota  $F$  činí 34 na 1 den/, byl vystřídán novým příkrým trendem, a to od 5.9. do výskytu protonové erupce 7.9.1973 /hodnota tohoto trendu činila ve dva a půldenním intervalu 229 na jeden den/. I v tomto případě se ukázalo, že trend erupční aktivity se zdvihá několik desítek hodin před protonovou erupcí /Křivský, 1972/; v tomto případě to bylo asi 60 hodin. Po protonové erupci trend opět vykazoval až do západu aktivní skupiny nízké hodnoty /36 na jeden den/.

Obdobným způsobem byl zpracován index erupčních záblesků v X-emisi označený  $X_B$  /X-emission bursts/, a to z kanálu 1-8 Å, /měření z družice Solrad-9, Sol.Geophys.Data, Boulder/. Nejprve byly označeny pro zpracování jen ty záblesky v X-emisi, které náležely erupcím v  $H\alpha$  pouze ze zkoumané protonové oblasti /zde se uplatnilo pro výběr kritérium současnosti/. Odečtený výkyv od mimoerupční hladiny do maxima hodnoty záblesku /v počtu jednotek jednotlivých řádu, kupř. od  $0,7 \times 10^{-3}$  do  $0,4 \times 10^{-2}$  [erg cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>] =  $4,3 = E_X$ / byl násoben zjištěným trváním záblesku  $D$  v minutách / $X_B = E_X \times D$ /. Z jednotlivých hodnot  $X_B$  byla opět sestrojena sumační křivka. Tato křivka vykazala obdobný průběh jako křivka přímo pozorovaných erupcí v  $H\alpha$ . Od 29.8. do 4.9. činí hodnota  $X_B$  290 na 1 den, od 4.9. do protonové erupce hodnota  $X_B$



vzrostla na 736 na 1 den, po erupci opět trend je mírný a to 97 na 1 den.

Opět se ukázalo, že trendy erupčních indexů se podstatně zvětšují několik desítek hodin před výskytem protonové erupce, což má prognosní význam.

### Závěr

Na studiu protonové erupce ze 7.9.1973 a vývoje aktivní oblasti se potvrdily některé již dříve známé poznatky. Je to kupř. 1/ Současnost výskytu a délky trvání rychlé fáze rozšiřování erupčního kanálu s impulsovou radiovou emisí centimetrového oboru a zároveň časové umístění fáze Y do počátku tohoto explosivního vývojového období.

2/ Při zkoumání vývoje časového rozdělení erupční činnosti i záblesků v X-emisi pomocí sumačních křivek se opět ukázalo, že několik dnů před výskytem protonové erupce došlo k výrazné změně trendu.

Podle snímku bílé korony ze Skylabu erupce měla za následek vznik mohutné smyčkové struktury procházející sluneční korunou a tento jev způsobil podstatnou změnu předcházející formy korony nad západním okrajem slunečního disku.

### Poděkování

Autoři děkují za pomoc při měření a provedení navrženého zařízení pracovníkům hvězdárny v Úpici J.Drbohlavovi a J.Klimešovi a dále za rozvíjení práce tohoto směru na téže hvězdárně řediteli V.Mlejnkovi v rámci spolupráce s Astronomickým ústavem

v Ondřejově. Snímkování erupce provedli p.J.Šebl na Ondřejově a F.Zloch v Úpici. Též mimořádný dík patří Dr. E.Hildnerovi z High Altitude Observatory, který poskytl autorům snímky bíle korony provedené na Skylabu.

#### Literatura

- Alexeev, N.V., Vakulov, P.V., Logachev, Yu.I., Mineev, Yu.V.,  
Pisarenko, N.F., Savenko, I.A., Scherbovski, B.Ya.:  
1975a, preprint FIAN, Moscow.
- Alexeev, N.V., Vakulov, P.V., Logachev, Yu.I., Mineev, Yu.V.,  
Pisarenko, N.F., Savenko, I.A., Zubieva, T.G.:  
1975b, preprint FIAN, Moscow.
- Fárník, F., Kotrč, P., Křivský, L., Valníček, B.: 1973, Abstracts  
of Papers /7th Reg.Consult. on Solar Physics/,  
Starý Smokovec, Astr.Inst.Slovak Acad.Sci., p.4.
- Friedman, H., Kreplin, R.W.: 1967, COSPAR X - Abstracts of Papers  
16, London, p.108.
- Galanová, T., Pintér, Š., Křivský, L.: 1972, Bull.Astron.Inst.Czech.  
23, 105.
- Hildner, E.: 1975, private communication.
- Hildner, E., Gosling, J.T., MacQueen, R.W., Munro, R.H., Poland, A.I.,  
Ross, C.L.: 1975, Sol.Phys. 42, 163.
- Křivský, L.: 1963, Nuovo Cimento X-27, 1017.
- Křivský, L.: 1969, in The Proton Flare Project, the July 1966  
Event /Annals IQSY, Vol.3, ed.A.C.Stickland/, The  
MIT Press, Cambridge Mass., p.135.

- Křivský, L.: 1972, in Solar Activity Observations and Predictions, /Progress in Astronautics and Aeronautics, Vol.30/, eds. McIntosh and M.Dryer, The MIT Press, Cambridge Mass., p. 389.
- Křivský, L.: 1975a, Bull.Astron.Inst.Czech. 26, 181.
- Křivský, L.: 1975b, Bull.Astron.Inst.Czech. 26, 203.
- Křivský, L., Nestorov, C.: 1967, COSPAR X - Abstract of Papers 14, London, in preprint.
- Křivský, L., Pintér, Š.: 1975a, Bull.Astron.Inst.Czech. 26, 199.
- Křivský, L., Pintér, Š.: 1975b, Bull.Astron.Inst.Czech. 26, 360.
- Křivský, L., Valníček, B., Böhme, A., Fürstenberg, F., Krüger, A.: 1973, preprint from 7th Reg.Consult. on Solar Physics, Starý Smokovec, Astr.Inst.Slovak Acad.Sci.
- Solar Geophysical Data, Boulder, No 350/I/, 1973.
- Solnechnye Dannye /USSR/, No 9, 1973/
- Tlamicha, A., Karlický, M.: 1976, Bull.Astr.Inst.Czech. 27, 6.

Erupcia z 22. augusta 1975 pozorovaná  
na západnom okraji Slnka

V. RUŠIN

Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

Úvod

Prejavy slnečnej aktivity bývajú rôzne: slnečné škvrny, flokulové polia, erupcie, protuberancie, koronálne kondenzácie, rádiové žiarenie, X-žiarenie a iné. Vyššie vymenované aj nevymenované úkazy majú spoločný pôvod - slnečnú činnosť - a každý z nich je jej odrazom v určitom čase a v určitej vrstve na Slnku: fotosfére, chromosfére, koróne a v slnečnom vetre. Mnohé prejavy slnečnej aktivity môžeme registrovať nielen na povrchu Slnka a v jeho blízkom okolí, ale vo forme rôznych porúch či úkazov aj priamo na Zemi a v jej okolí /polárne žiare, poruchy geomagnetického poľa Zeme, poruchy v rádiovom spojení a pod./.

Vzhľadom na pestrú činnosť prejavov slnečnej aktivity a dnes ešte v mnohých smeroch nedokonalý spôsob pozorovaní, neraz sa stretávame s ťažkosťami, ako priradiť jeden prejav slnečnej aktivity druhému, aby sme dostali správny a komplexný obraz. Pre dokonalé pochopenie slnečnej činnosti a jej vplyvu na našu Zem je to však neobvyčajne dôležité.

Jedným z dôležitých prejavov slnečnej aktivity sú erupcie a s nimi spojené efekty:

a/ ejakcia materiálu do koróny; ak je rýchlosť ejektovaného materiálu väčšia ako je úniková rýchlosť zo Slnka

/612 km sek<sup>-1</sup>/, potom táto hmota navždy opustí Slnko;

b/ vyvolanie porúch v slnečnej koróne /zmeny v hustote a teplote;

c/ vyvolanie rádiových búrok, X-žiarenia a žiarenia v extrémne ultrafialovej oblasti spektra;

d/ poruchy geomagnetického poľa a ionosféry Zeme.

Súčasná pozorovacia technika umožňuje z väčšej časti tieto rôzne úkazy registrovať a hľadať medzi nimi súvislosť. V mnohých prípadoch je výhodné, ak erupcia, ktorá spôsobuje vyššie spomínané poruchy, sa pozoruje v blízkosti slnečného okraja. Ejektovaný materiál môžeme potom pozorovať cez H<sub>α</sub> filter v čiare 6563 Å. Poruchy v slnečnej koróne môžeme sledovať niekoľkými spôsobmi. Na základe polarizácie svetla koróny /Thomsonov rozptyl/ dostávame pomocou K - koronograf informácie o rozdelení elektrónov. Monochromatické pozorovania slnečnej koróny nám ukazujú rozdelenie iontov v koróne. Polarizačné pozorovania zakázaných koronálnych čiar nám ďalej poskytujú informácie o magnetických poliach v koróne. Rádiospektrografické pozorovania /búrky typu II a IV/ ukazujú na interakciu nárazových vĺn a častíc v slnečnej koróne. X-žiarenie a žiarenie z extrémne ultrafialovej oblasti spektra prevádzané v posledných rokoch na umelých družiciach Zeme a kozmických sondách, ukazuje na emisiu z nárazových vĺn a stúpajúceho ejektovaného materiálu.

Prípady, keď pozorujeme na okraji Slnko a s ňou vyššie spomenuté efekty, sú pomerne vzácne. O jednom takomto prípade - erupcií pozorovanej 22. augusta 1975 v tesnej blízkosti západného slnečného okraja, z nej ejektovaného materiálu do sl-

nečnej koróny a o meraniach intenzít emisných koronálnych čiar 5303 Å a 6374 Å - pojednáva aj naša práca. Pozorovací materiál bol získaný na observatóriách Astronomického ústavu SAV na Skalnatom Plese a Lomnickom Štíte. Pre úplnosť uvedieme aj rádiové pozorovania, pozorovania magnetických polí, X-žiarenia a ionosferických porúch tak, ako sú uvedené z pozorovaní iných staníc sveta v Solar Geophysical Data No. 373, 374 Part I a 378 Part II. Hodnotu celého pozorovacieho prípadu zvyšuje aj skutočnosť, že v čase, keď sme tento prípad pozorovali, bola to jediná aktívna oblasť na celom slnečnom povrchu, takže je vylúčená možnosť nesprávneho priradenia nasledovných javov z dvoch rôznych oblastí do jedného celku.

#### Zrod a vývoj aktívnej oblasti McMath 13 811

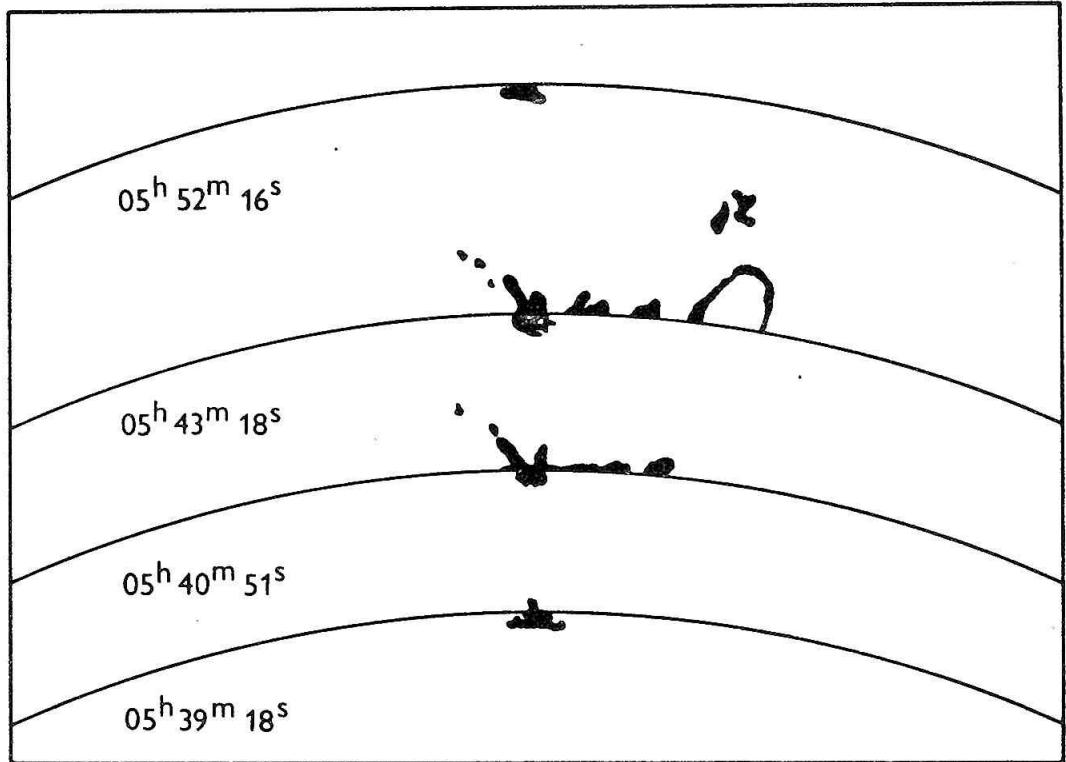
Pozorovania Slnka z 19. augusta 1975 uvádzané v Solar Geophysical Data /ďalej len SGD/ No. 374 - Part I neukazujú v severozápadnom kvadrante nijaké náznaky zvýšenej činnosti. V SGD No. 378 - Part II stanica Wendelstein pre novovznikajúcu oblasť McMath 13 811 udáva erupciu o dôležitosti - F.

20. augusta 1975 oblasť McMath 13 811, ktorá leží neďaleko od severozápadu okraja slnečného disku, je výrazne pozorovaná už vo viacerých jej prejavoch. Výrazne je viditeľné zjasnenie oblasti na snímkach v čiare H $\alpha$ . V rovnakej polohe je identifikovaný zdroj X-žiarenia /2 - 14 keV/ na družici OSO-8. Magnetogramy z Mt. Wilsonu ukazujú v tejto oblasti zvýšené magnetické pole /okolo 80 Gaussov/, ktoré má vedúca kladná polarita. Záporná polarita má menšiu intenzitu. Erupčná čin-

nosť skupiny je pomerne slabá a za celé pozorovacie obdobie v priebehu dňa bola viacerými pozorovacími stanicami zaznamenaná len jediná erupcia o dôležitosti - F. Novovznikajúca oblasť má súradnice:  $28^{\circ}\text{N}$  a  $64^{\circ}$  na západ od centrálného meridiánu.

Aktivita tejto oblasti 21. augusta 1975 oproti aktivite z 20. augusta 1975 sa podstatne zvýšila. V priebehu dňa bolo zaregistrovaných 9 erupcií, z ktorých najväčšiu dôležitosť /2B/ mala erupcia, ktorá začínala približne o 15 : 15 UT /všetky časy uvádzané ďalej v článku budú vo svetovom čase - hodina, minúta, sekunda/. Maximum erupcie bolo registrované o 15:21. S touto erupciou je spojená aj veľká rádiová búrka, ktorá bola registrovaná napr. v Sagamore Hill /SGD 373-Part I/. Magnetogramy pre tento deň sú robené, ale pre značnú blízkosť aktívnej oblasti k západnému okraju Slnka, veľkosť magnetického poľa z máp uvádzaných v SGD sa nedá určiť. X-žiarenie ukazuje vysokú variabilitu.

22. augusta 1975 oblasť McMath 13 811 nachádzala sa tesne na hrane slnečného disku. Magnetické pozorovania nedávajú už pre túto oblasť nijaké veličiny. Intenzita X-žiarenia sa zvýšila a zostáva naďalej silne premenná. O neobyčajne vysokej aktivite v tomto neskorom štádiu na zostupnej vetve 20. cyklu slnečnej činnosti nám hovorí 17 registrovaných erupcií, ktoré boli pre túto oblasť v dnešný deň registrované. Viacero z nich malo dôležitosť 2B. Nás však budú bližšie zaujímať len údaje v ranných hodinách, kedy boli robené pozorovania na Skalnatom Plese a Lomnickom štíte. Škvrny boli pozorované od 20. augusta 1975.



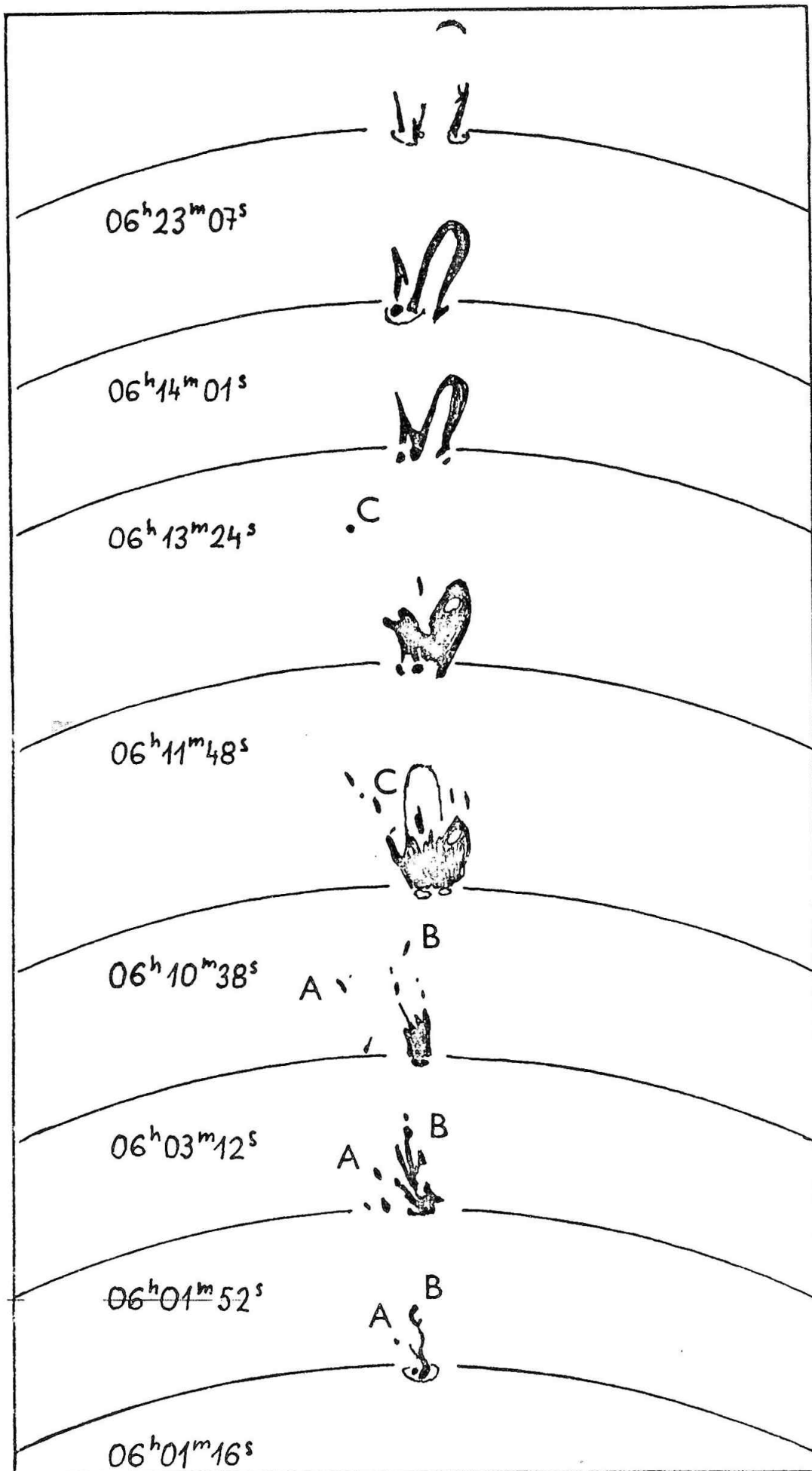
Obr. 1



### Pozorovania v čiare $H_{\alpha}$ na Skalnatom Plese

Pozorovania na Skalnatom Plese sa robia refraktorom  $f/15$   $/F = 304$  cm/. Do jeho okulárového konca sa dá umiestniť  $H$  filter s termostatom, ktorý má pološírku priepustnosti  $\Delta\lambda = 0.6$  Å. Sleduje sa ním obyčajne chromosféra, ale vhodným predĺžením expozičnej doby sa môže fotograficky sledovať aj okolie Slnka. Uvedená pološírka nám hovorí, že cez tento filter môžeme pozorovať len ten ejektovaný materiál, ktorého radiálne rýchlosti sú menšie ako  $\pm 30$  km sek<sup>-1</sup>.

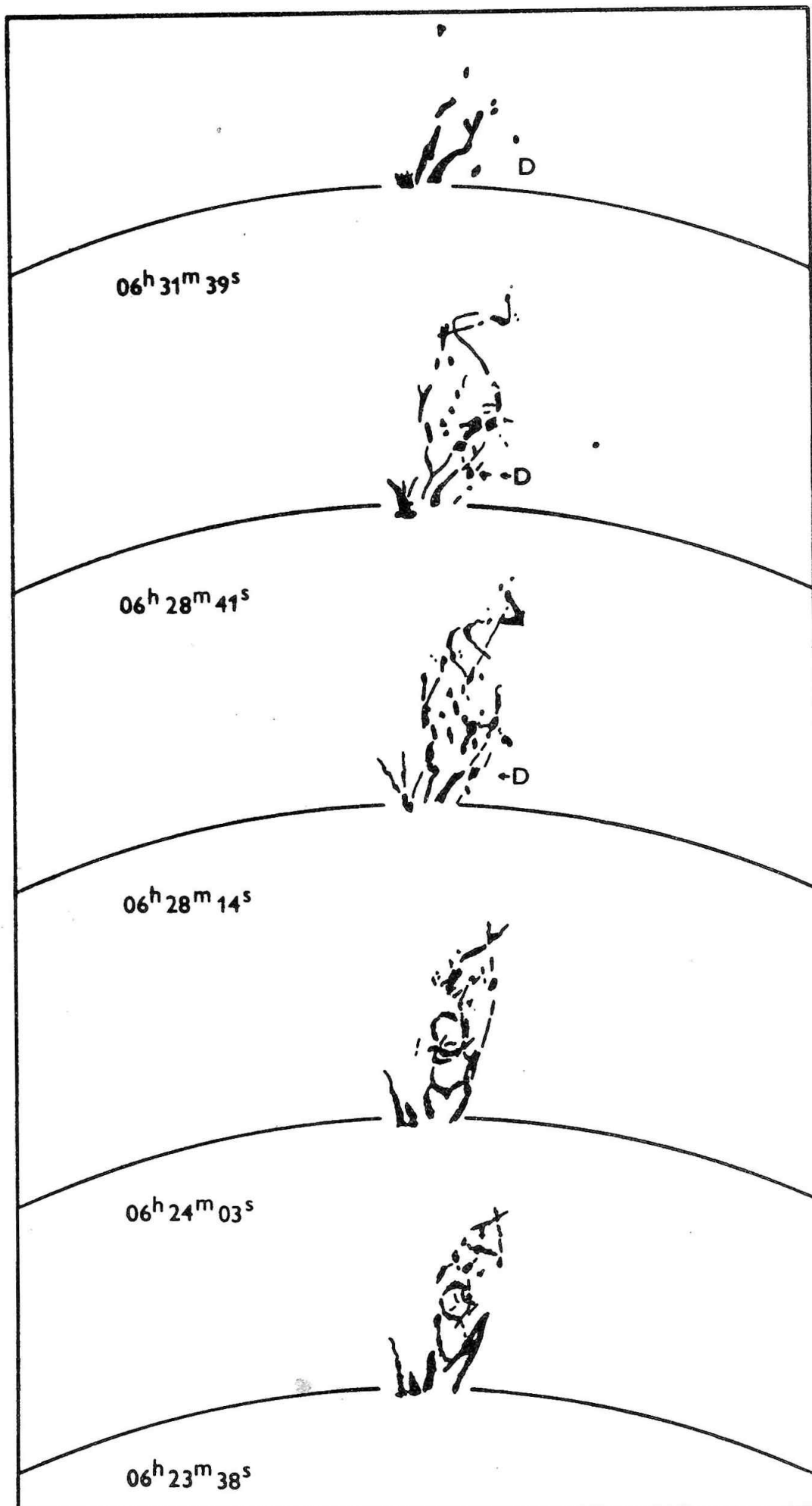
Pri vizuálnej prehliadke slnečného disku, robenej krátko po piatej hodine sa ukázalo, že nad západným okrajom Slnka je viditeľná protuberancia, spojená s erupciou, z ktorej sa vysokými rýchlosťami oddeľujú jednotlivé uzly. Prvé fotografické pozorovanie na Skalnatom Plese bolo robené o 05:39:18. V severozápadnom kvadrante, temer na hrane disku, bola zaregistrovaná erupcia. Táto erupcia je zhodná s erupciou uvádzanou v SGD 378 Part II pod číslom 62 780. Začiatok tejto erupcie je udávaný na 05:09 a jej maximum na 05:31. Koniec erupcie rôznymi stanicami je uvádzaný od 05:33 do 06:10. Jej dôležitosť bola klasifikovaná medzi 1N až 2B. Naše pozorovanie tejto erupcie teda spadá do pomaximavej fázy. Výsledky pozorovaní sú uvedené na obr. 1. Zábery robené o 05:39:18 a 05:52:16 sú robené s krátkymi expozíciami, takže ejektovanú hmotu do koróny na nich nevidíme. Ďalšie dva zábery ukazujú ejektovanú hmotu, výrazne spojenú s erupciou v tesnej blízkosti slnečného okraja. Jej pohyb neprebíha v radiálnom smere, ale je odklonený približne o  $40^{\circ}$  smerom k severnému pólu. Zaujímavá je pra-



vá polovička obrázku, kde na disku Slnka nevidíme nijakú erupciu, ale na záberoch môžeme pozorovať ejektovanú hmotu /slučka a uzol/. Ak čas 05:40:51 pre uzol nad slučkou budeme pokladať za nulový, potom rýchlosť jeho výstupu by bola  $460 \text{ km sek}^{-1}$ . Tento záver súhlasí s vizuálnymi odhadmi rýchlosti. Pre úplnosť uvádzame, že v spojitosti s touto erupciou boli pozorované rádiové vzplanutia na pevných frekvenciách a rádiové búrky typu III a II. Rádiová búrka typu II bola registrovaná od 05:32 do 05:47. Vzrast X-žiarenia bol pozorovaný o 05:20 a maximum bolo o 05:29.

Ďalšia erupcia a s ňou spojená výrazná ejekcia materiálu do koróny je ukázaná na obrázkoch 2 a 3. Začiatok erupcie v SGD je určovaný o 05:53. Jej maximum je uvádzané o 06:05, resp. 06:22. Koniec erupcie pozorovacie stanice určujú od 06:30 do 06:54. V čase od 06:03 do 06:20 až 06:31 sú registrované rádiové búrky typu II. Takisto boli registrované rádiové búrky typu III a rádiové vzplanutia na vybraných frekvenciách. Zvýšenie X-žiarenia sa začalo registrovať o 05:56 a maximum dosiahlo o 06:05.

Je ťažko rozhodnúť či erupcia, ktorú sme fotografovali o 05:52:16 je koniec predchádzajúcej erupcie alebo začiatok novej erupcie. Ďalšie zábery, začínajúce o 06:01:16, ukazujú na jasnú ejekciu materiálu do koróny, spojenú s erupciou. Ejektovaný materiál v počiatočných fázach vychádza z jedného centra a má vláknitú štruktúru s možnosťou oddeľovania sa jednotlivých uzlov /uzly A,B,C/. Uzly A,B sa pohybujú rýchlosťami, ktoré sú v hraniciach od  $300 \text{ km sek}^{-1}$  do  $460 \text{ km sek}^{-1}$ . Dráha uzla A neprebíha v radiálnom smere od Slnka, ale je od-



Obr. 3

klonená o  $43^{\circ}$  smerom k severnému pólu. Neskôr /prvý záber je robený o 06:10:38/, vytvára sa viac erupčných centier, ktoré však nedosahujú jasnosť pôvodného centra, a ako vidíme neskôr, majú aj menšiu životnosť. Jedno z nich leží južnejšie ako pôvodné centrum a na posledných záberoch na obrázku 3 ho už nepozorujeme. Na týchto záberoch ejektovaná hmota už nemá vláknitú štruktúru, ale predstavuje dosť kompaktný celok. Najmä pravá strana. Tvar ejektovanej hmoty sa pomerne rýchle mení a postupne sa vytvárajú slučky. Jedna z nich je veľmi typická a má silnú snahu rozpojiť sa. V čase 06:14:01 dosiahla výšku okolo 60 000 km a neskôr sa pretrhla. Týmto záberom končila zrejme jedna etapa ejekcie, pretože ďalší obrázok /č.3/ robený o 06:23:38 nám ukazuje úplne nový pohľad na ejektovaný materiál. Vidíme tu výrazne špirálovitý pohyb uzlov či vlákna špirálovitého tvaru. Podobný tvar vidíme aj na prvých snímkach, ktoré sa robili na Lomnickom Štíte. Na posledných záberoch z obrázku 3, identifikovaný uzol D začína postupne klesať k povrchu Slnka. U uzla C /obr. 2/ bola nameraná rýchlosť  $630 \text{ km sek}^{-1}$ , čo je viac ako je úniková rýchlosť zo Slnka.

Je na škodu vecí, že v čase okolo 06:31:39 pre nepriaznivé počasie sa muselo končiť s pozorovaním na Skalnatom Plese. Približne v rovnakom čase sa začalo s pozorovaním na Lomnickom Štíte.

#### Pozorovanie v čiare $H_{\alpha}$ na Lomnickom Štíte

Pozorovania protuberancií na Lomnickom Štíte sa robia koronografom  $f/15$   $/F = 300 \text{ cm/}$  v spojení s  $H_{\alpha}$  filtrom o pološírke priepustnosti  $\Delta\lambda = 5 \text{ \AA}$ . Táto pološírka nám umožňuje re-

gistrovať radiálne rýchlosti v protuberanciách do  $\pm 300 \text{ km sek}^{-1}$ . Výsledky sú uvedené na obrázkoch 4-12.

Širšia priepustnosť filtra nám poskytuje aj nový pohľad na ejektovaný materiál. Oproti záberom zo Skalnatého Plesa môžeme sledovať aj tu časť ejektovaného materiálu, ktorého radiálne rýchlosti sú vyššie ako  $\pm 30 \text{ km sek}^{-1}$ . V dôsledku toho sa pred nami na ľavej časti záberov vynára nový obrazec, ktorý na predchádzajúcich záberoch nevidíme. Najvrchnejšia časť ejektovaného materiálu sa dostala až do výšky okolo 190 000 km nad slnečný povrch /meranie je pre čas 06:36:45 a je robené pre najjasnejšiu časť veľkého uzla a nie pre horný okraj malých uzlov/. Na ďalších obrázkoch vidíme, že celý tento komplex uzlov sa postupne približuje k slnečnému povrchu. Z meraní vyplýva, že rýchlosť klesania v časovom intervale 06:36:45 až 06:53:14 bola dosť rovnomerná a pre uvádzaný časový interval nám vychádza rýchlosť  $57 \text{ km sek}^{-1}$ . Tento pohyb k slnečnému povrchu nie je radiálny, ale je odklonený o uhol približne  $45^\circ$  smerom k severu. Veľkosť tohoto uhla je v dobrom súhlase s meraním uhlov, ktoré sa robili na snímkach zo Skalnatého Plesa, keď materiál stúpал hore /napr. uzol A/.

Ejektovaný materiál v pravej polovici obrázkov má tiež trochu iný tvar ako na záberoch zo Skalnatého Plesa, ale špirálovitý charakter pohybov môžeme aj tu dobre rozoznať, ktoré však rýchle zaniknú. Tvar tejto časti ejektovaného materiálu je veľmi komplikovaný a veľmi rýchle sa mení. Chceme upozorniť, že ejekcia sa nedeje radiálne, ale zvierá s radiálnym smerom asi  $16^\circ$ . Smer odklonu od radiálneho smeru je k slnečnému rovníku, teda opačný než je to pri ejekcií v ľavej časti obrázkov.

Prvý záber o 06:31:15 ukazuje, že ejektovaný materiál sa pohybuje akoby vo valci, ktorý sa začína neskôr rozpadávať. Horná časť tejto ejekcie nie je presne ohraničená, ale ako sa ukazuje nad pomerne kompaktnou dolnou časťou ejekcie, vytvárajú sa v jej hornej časti jednotlivé uzly, ktoré akoby navzájom tvorili prerušované slučky /napr. záber o 06:31:15/. Neskôr dochádza k viditeľnému deleniu ejektovaného materiálu /viď záber o 06:47:04/. V dolnej časti sa potom objavujú viacnásobné slučky, ktoré sa postupne začínajú znižovať k slnečnému povrchu, podobne ako aj ďalšie časti ejekovaného materiálu.

Niektoré uzly z hornej časti ejekovaného materiálu sa nám podarilo identifikovať až do výšky okolo 390 000 km /uzol H na zábere o 06:51:14/. Ich rýchlosť s výškou sa postupne zmenšovala a zdá sa, že výšky na zábere 06:51:14 boli maximálne.

Zánik celého pozorovaného úkazu môžeme položiť niečo po 07:25:02. V tomto čase bol urobený posledný záber tohoto prípadu. Vidíme na ňom skutočne posledné zbytky ejekovaného materiálu. Ešte skôr, než sa ejekovaný materiál vrátil na slnečný povrch, v čase 07:10 bola stanicou Úpice /len touto stanicou/ zaznamenaná erupcia o dôležitosti -F. Na našich záberoch, ktoré boli v okolí tohoto času robené, nie sú badateľné nijaké následky /viď obrázok 12/.

Po skončení tohoto prípadu sme začali pozorovať slnečnú korónu. Ešte skôr ako uvedieme výsledky z ich pozorovaní, zostaneme ešte pri erupciách a s nimi spojených ejekciách, pretože po pozorovaní emisných čiar koróny, máme robené snímky cez H filter.

V čase 07:30 až 07:49 bola registrovaná erupcia o dôle-

žítosti 1F až -1N. Z tohoto časového intervalu ani z tesnej blízkosti po jeho skončení nemáme nijaký záber.

Ďalšia erupcia sa začala registrovať o 09:14 a maximum dosiahla o 09:24. Jej koniec bol určený na 09:41. Dôležitosť je udávaná na 1F až 1B. Pri tejto erupcii boli registrované len slabé rádiové vzplanutia na rôznych vlnových dĺžkach, ale rádiové búrky zaznamenané neboli. Zvýšenie X-žiarenia sa začalo registrovať o 09:18 a maximum dosiahlo o 09:24. Výsledky našich záberov sú ukázané na obrázkoch 13 a 14. Začali sme ich robiť o 09:43:43 až do 10:07:12 - sú robené teda až po skončení erupcie - a ukazujú nám zvyšky ejekovaného materiálu, ktorý sa postupne blíži k slnečnému povrchu. Na ich základe usudzujeme, že ejekcia prebiehala len z miesta, ktoré aj na predchádzajúcich obrázkoch vidíme tesne po ľavej strane od stredu.

V spojitosti s niektorými vyššie uvedenými erupciami boli registrované aj náhle ionosferické poruchy. Prvá porucha o dôležitosti 2 bola registrovaná medzi 05:24 až 05:58. Maximum dosiahla o 05:30. Ďalšia porucha bola registrovaná od 06:02 do 06:35. Dôležitosť mala +1 a maximum dosiahla o 06:10. S nami skúmaného časového intervalu, posledná porucha bola registrovaná od 09:18 do 09:38 s maximom 09:23. S výnimkou druhého prípadu /začiatok 06:02/ je veľmi dobrá zhoda medzi registráciou týchto porúch a registráciou X-žiarenia.

#### Koronálne pozorovania

Pozorovania emisných čiar koróny na Lomnickom štíte sa robia pomocou koronografu  $f/15$   $/F = 300 \text{ cm}/$ , na ktorom je namontovaný spektrograf, ktorý má disperziu  $15 \text{ Å/mm}$ . Fotografické



pozorovania sa začínajú robiť na severnom póle Slnka a pokračuje sa cez východ, juh a západ k severu s krokom po  $5^{\circ}$ . V dôležitých oblastiach sa  $5^{\circ}$  interval môže zmeniť na ľubovoľný menší. Obyčajne je to  $1^{\circ}$  alebo  $1/2^{\circ}$ . Základné merania intenzít emisných čiar koróny sa robia vo výške  $40''$  nad slnečným povrchom.

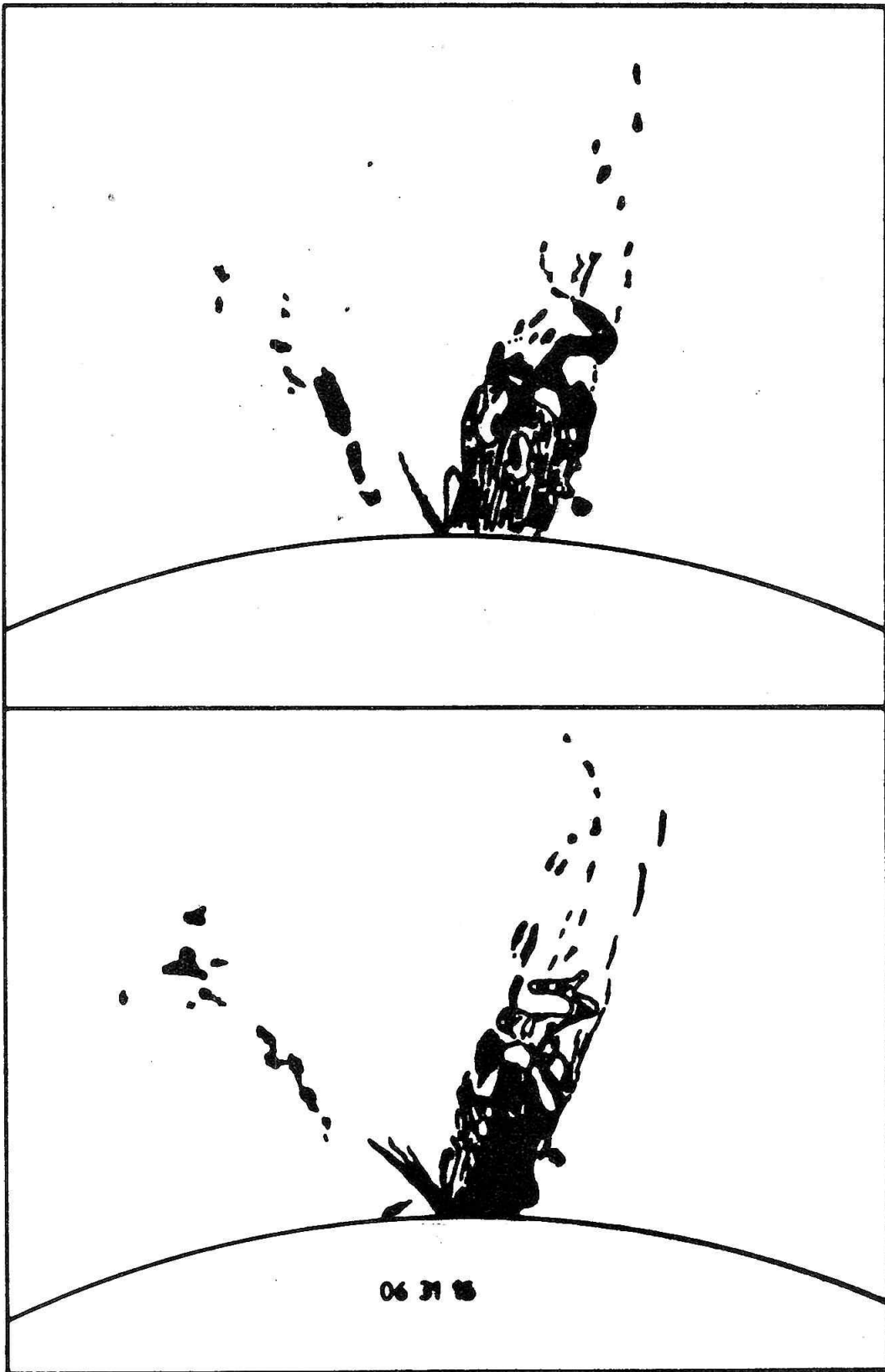
V našom prípade z 22. augusta 1975 máme k dispozícii len merania robené po  $5^{\circ}$ , ale ako sa ukáže ďalej, aj tie sú pre daný prípad vhodné. Aby sme si urobili dokonalejší obraz o tvare slnečnej koróny v mieste, kde sa pozorovala ejakcia, previedli sme merania intenzít slnečnej koróny nad slnečným povrchom po výške /tzv. plošná fotometria/. Vzdialenosť medzi jednotlivými výškovými meraniami intenzít bola  $10''$ . Určovanie intenzít sa robilo ako pre emisnú čiaru  $5303 \text{ \AA}$  /Fe XIV/, tak aj pre emisnú čiaru  $6374 \text{ \AA}$  /Fe X/. Výsledky sú uvedené na obrázku 15 a 16. Poznamenávame, že vizuálna prehliadka neukázala žiadnu intenzitu emisnej čiary  $5694 \text{ \AA}$  /Ca XV/.

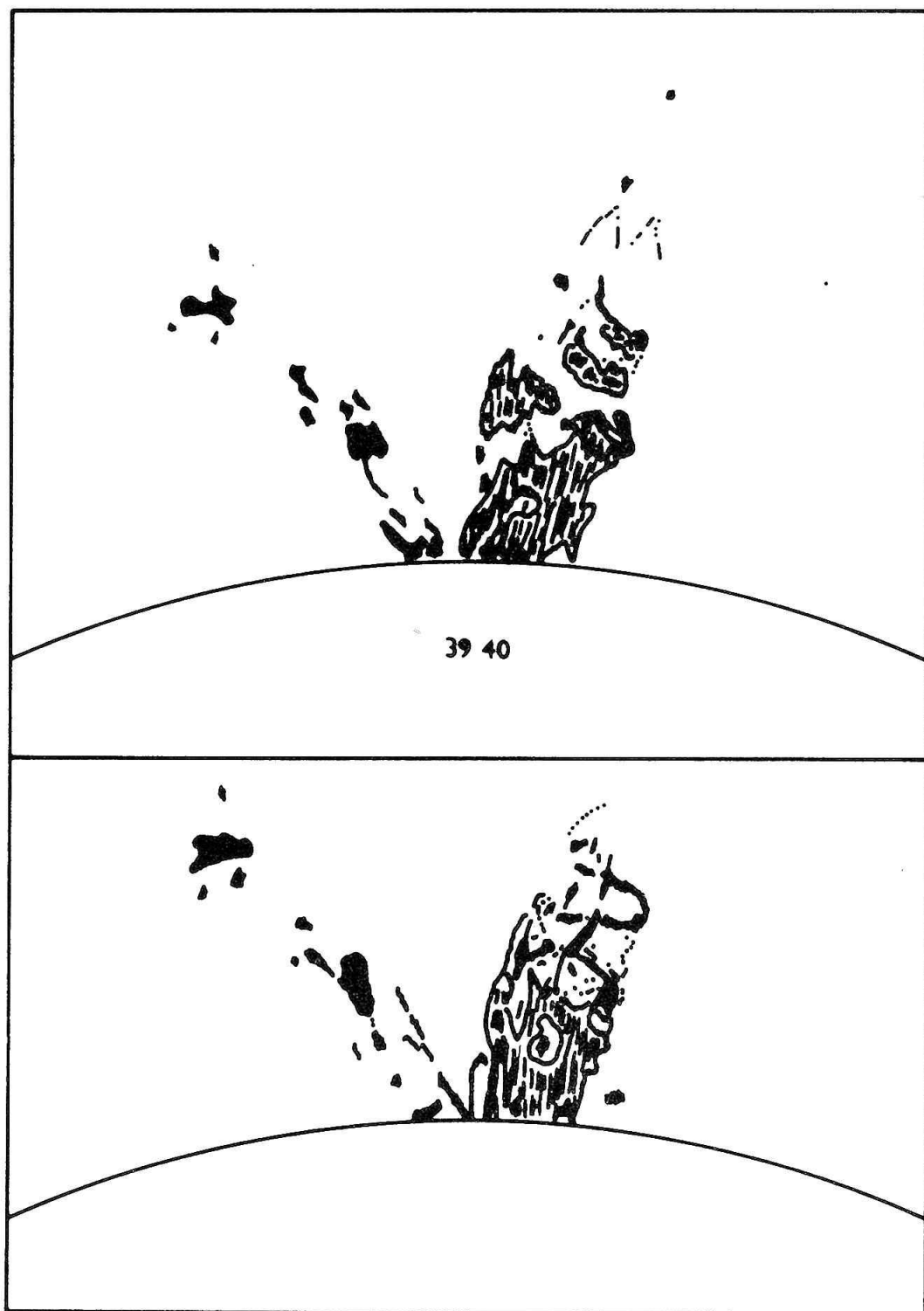
Pretože 22. augusta máme robené len jedno pozorovanie koróny /emisná čiaru  $5303 \text{ \AA}$  sa pozorovala v čase 08:15 - 08:35 a emisná čiaru  $6374 \text{ \AA}$  sa pozorovala v čase 09:13 - 09:40/, pre pozorovanie sme vzali tú istú oblasť z 21. augusta 1975. Z predložených obrázkov môžeme konštatovať, že po oba dni intenzity oboch emisných čiar koróny boli vcelku nízke, a ani do výšky nebola vysoko pozorovaná. Ukazuje sa, že opakujúca sa erupčná činnosť a s ňou spojená ejakcia hmoty do koróny, prípadne jej návrat do fotosféry spôsobili "vyprázdnenie" priestoru od voľných elektrónov, takže v mieste, kde sa pozorovala ejakcia, emisné čiary koróny nepozorujeme. Vyprázdnenie koronálneho priestoru od voľných elektrónov sa mohlo stať dvojakou cestou:

- a/ zachytením do ejekovaného materiálu
- b/ "vymetením" priestoru pri postupe rázových vln do vonkajšej koróny.

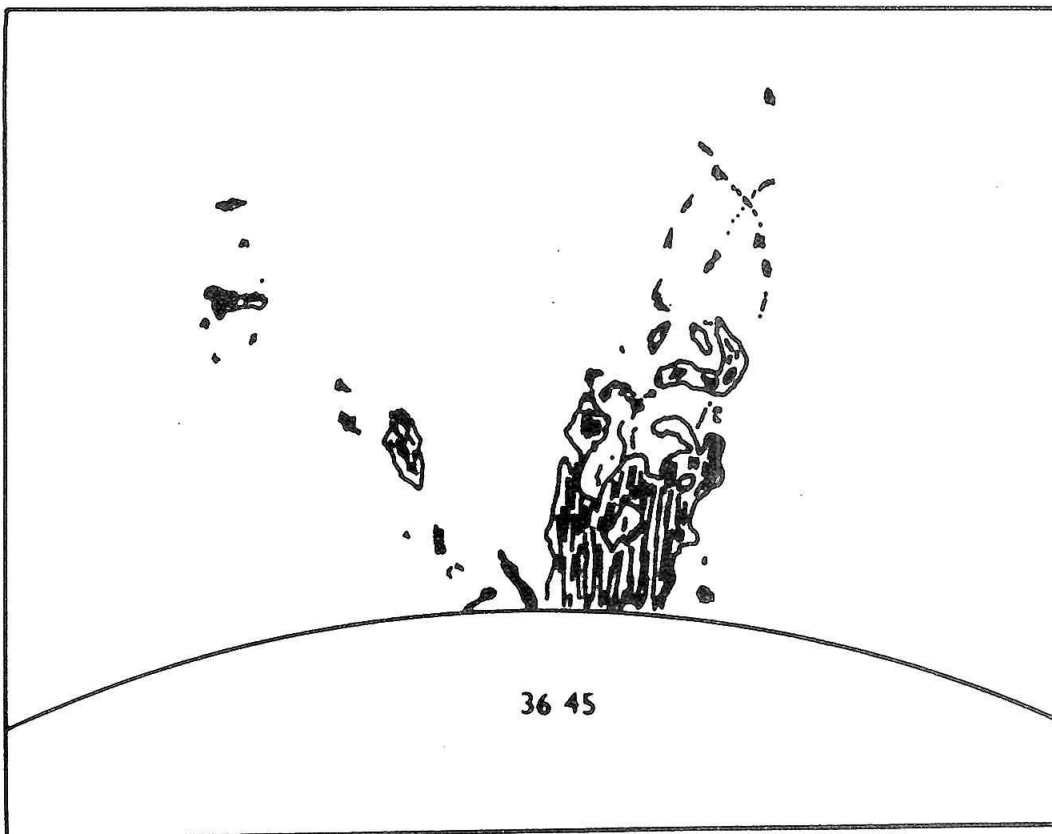
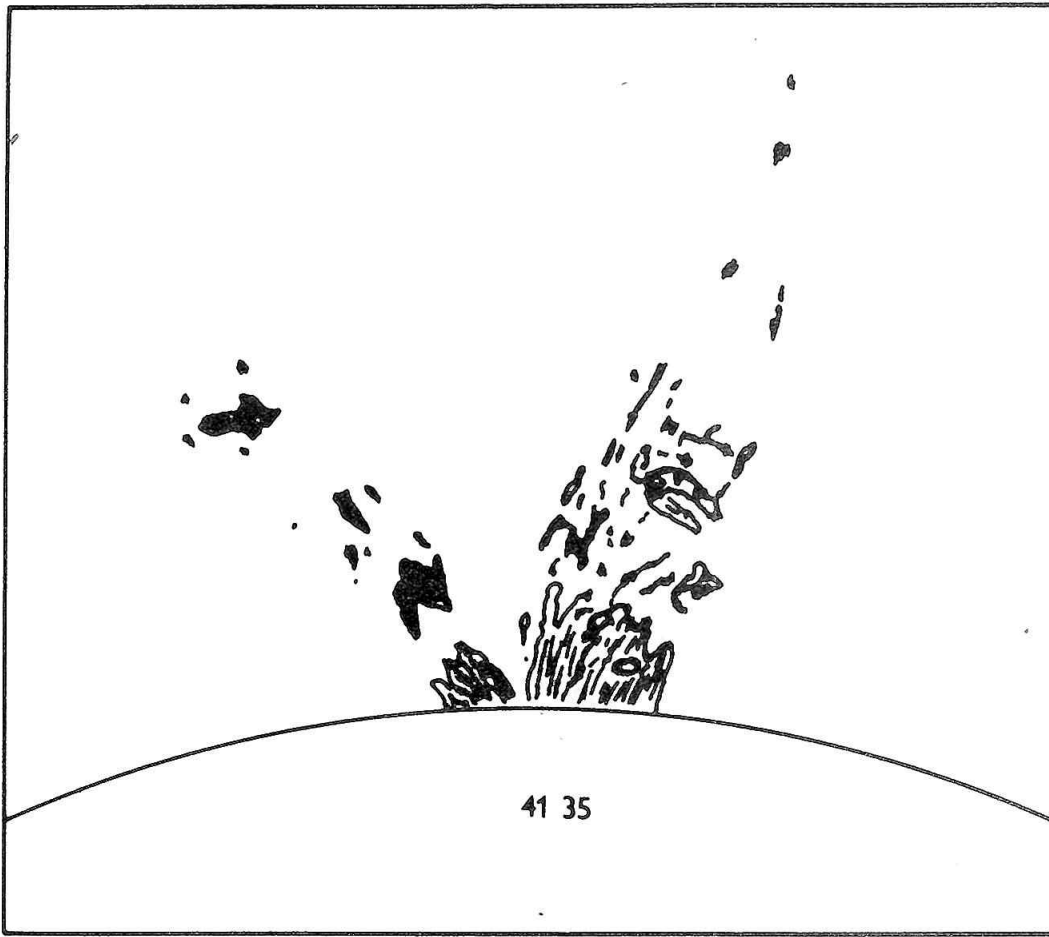
Celý prípad je tým výraznejší, že toto vyprázdenie nie je maskované väčšími intenzitami koróny vo väčších výškach nad slnečným povrchom, ktoré hoci by sa nenachádzali zrovna nad hranicou slnečného disku daného pozorovacieho miesta, ale o niečo ďalej alebo bližšie, mohli by celý efekt "zamyť". My totiž, ak sa dívame pozdĺž zorného lúča na ľubovoľný pozičný uhol, nepozorujeme korónu len z daného úzkeho miesta nad slnečným povrchom, ale vidíme intenzitu koróny, ktorá sa nám integruje z dosť veľkej časti pozdĺž pozorovaného zorného lúča.

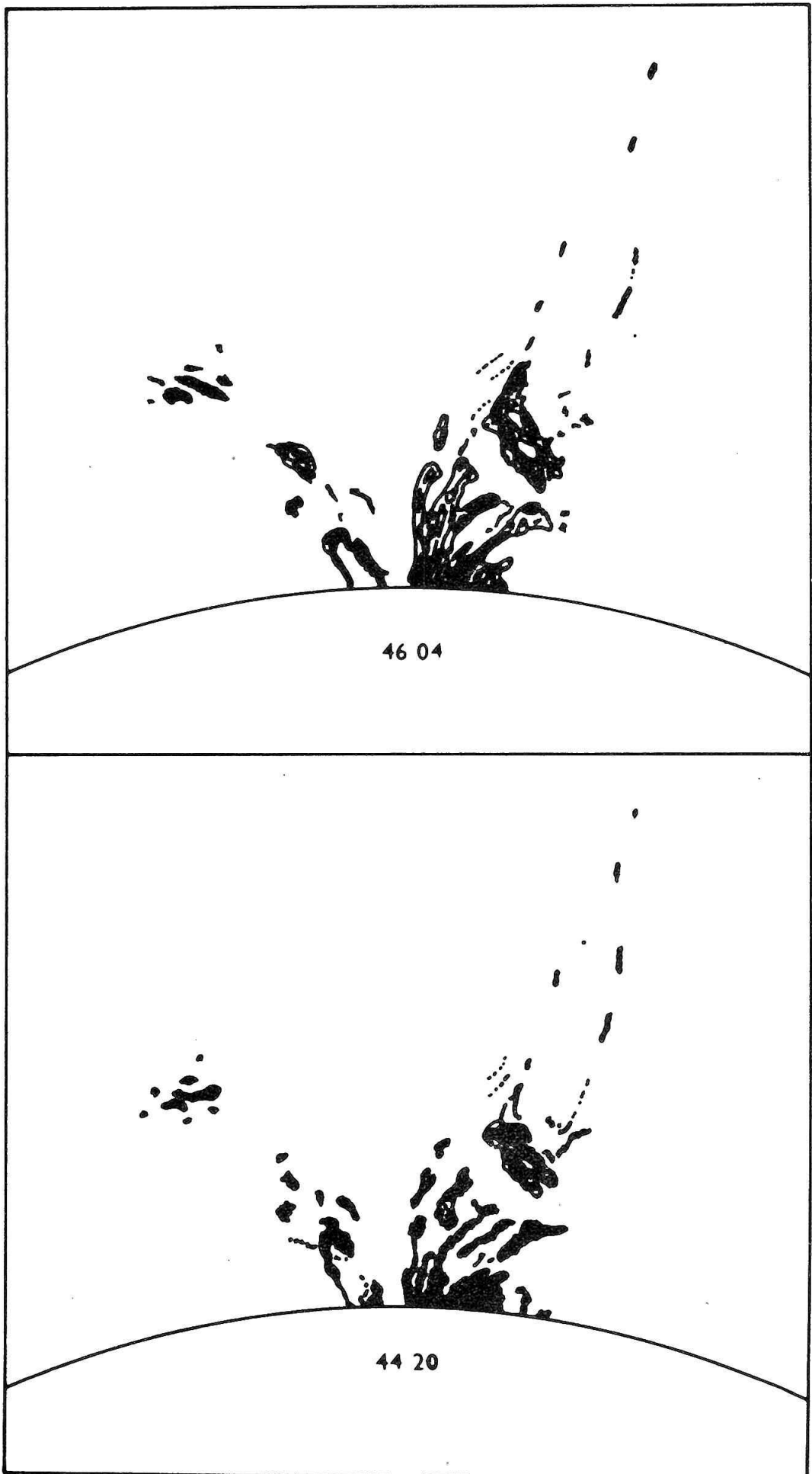
Pri tejto príležitosti ďakujem kolegom L.Scheirichovi a P. Bendíkovi, ktorí tieto úkazy pozorovali a čiastočne /L.Sch./ sa podieľali na ich spracovaní.

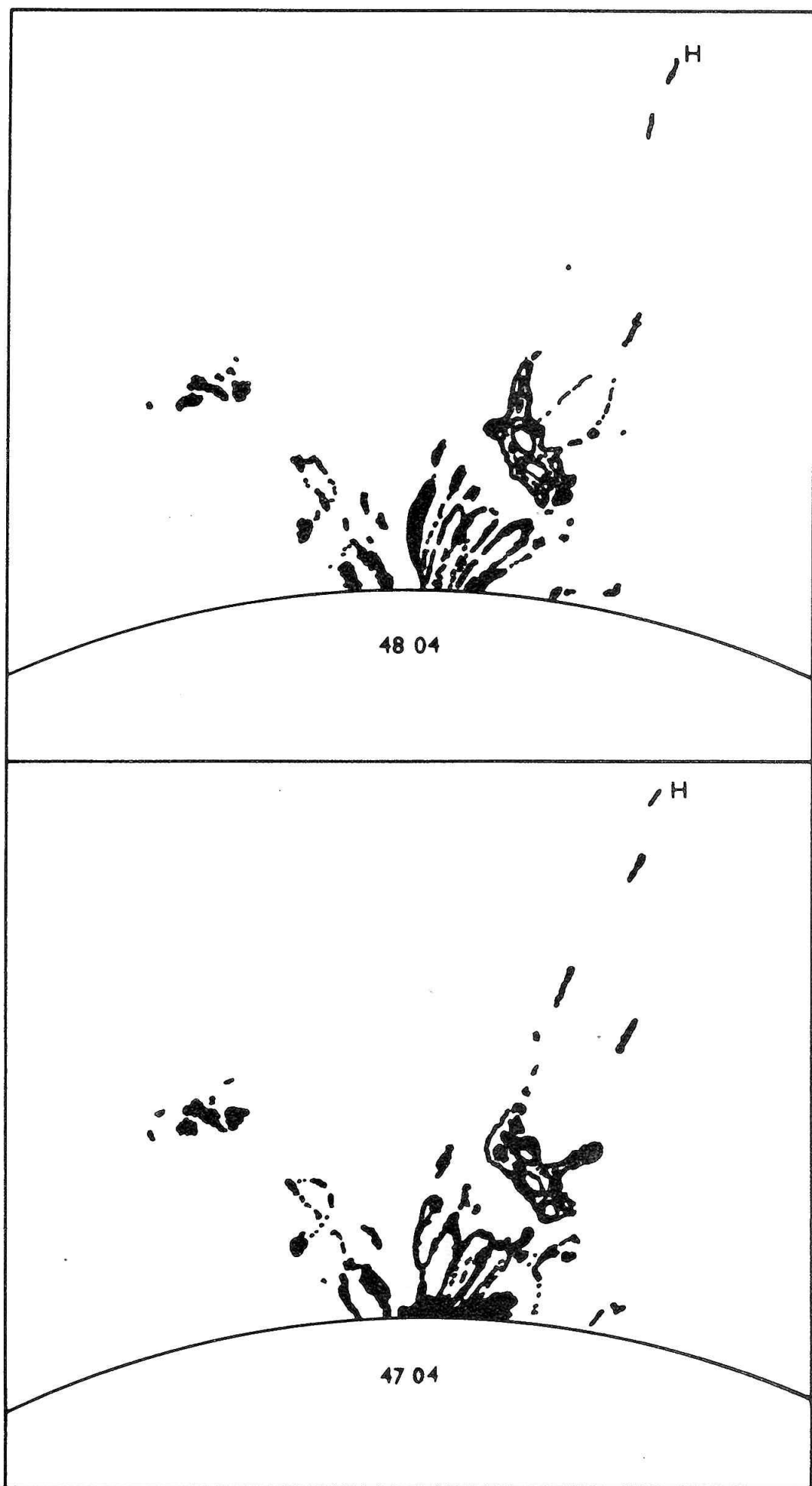


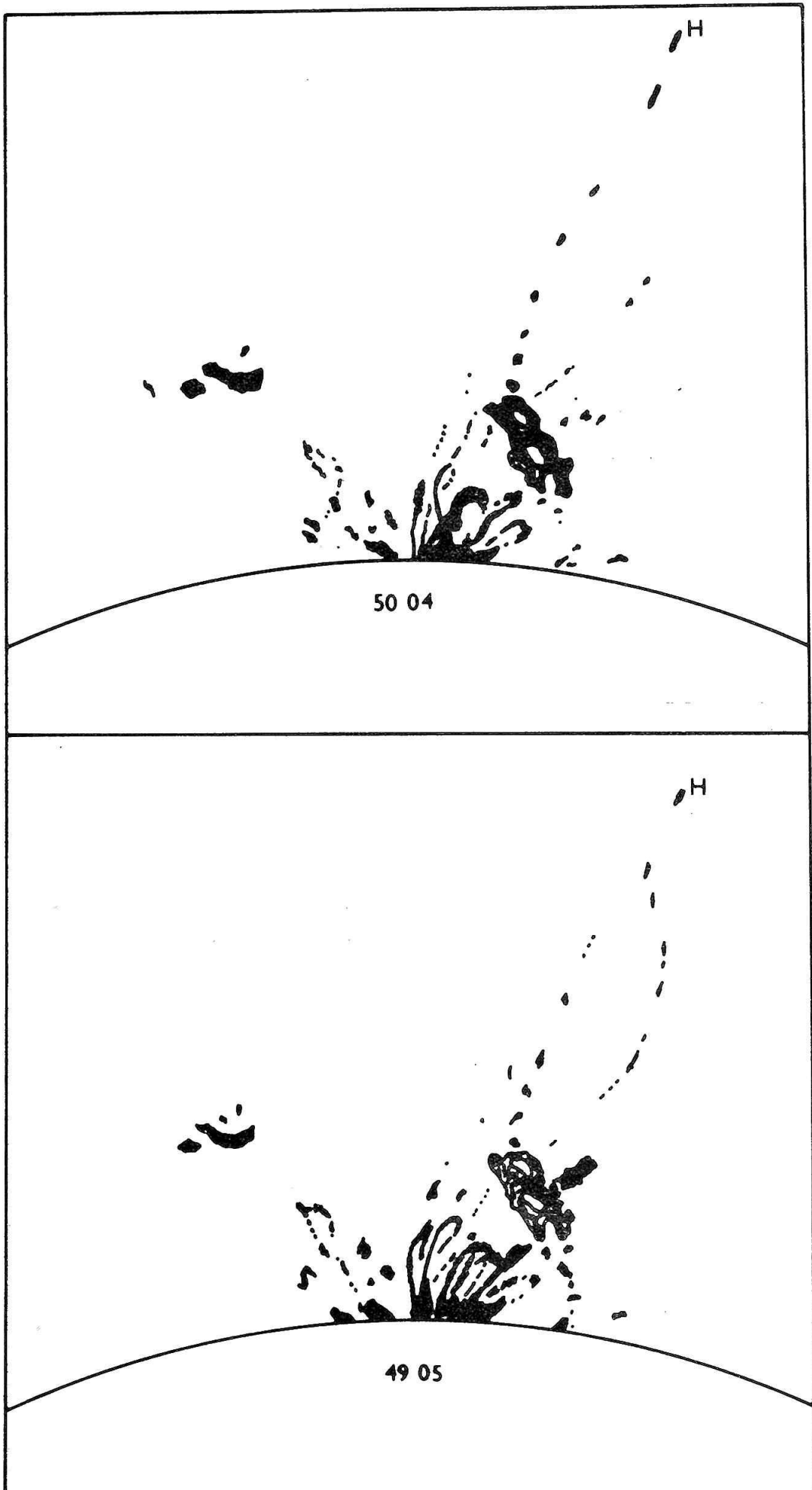


Obr. 5

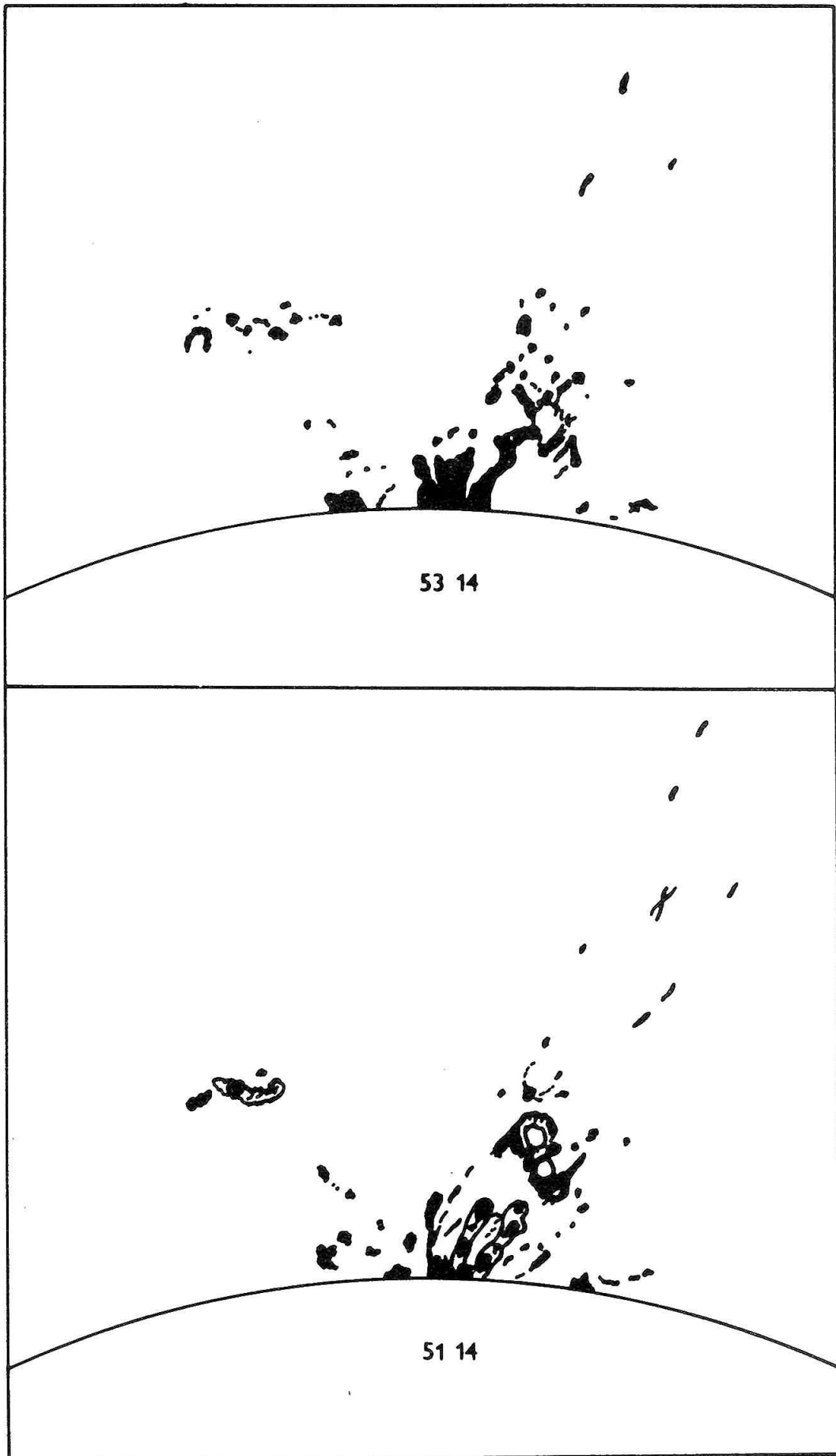


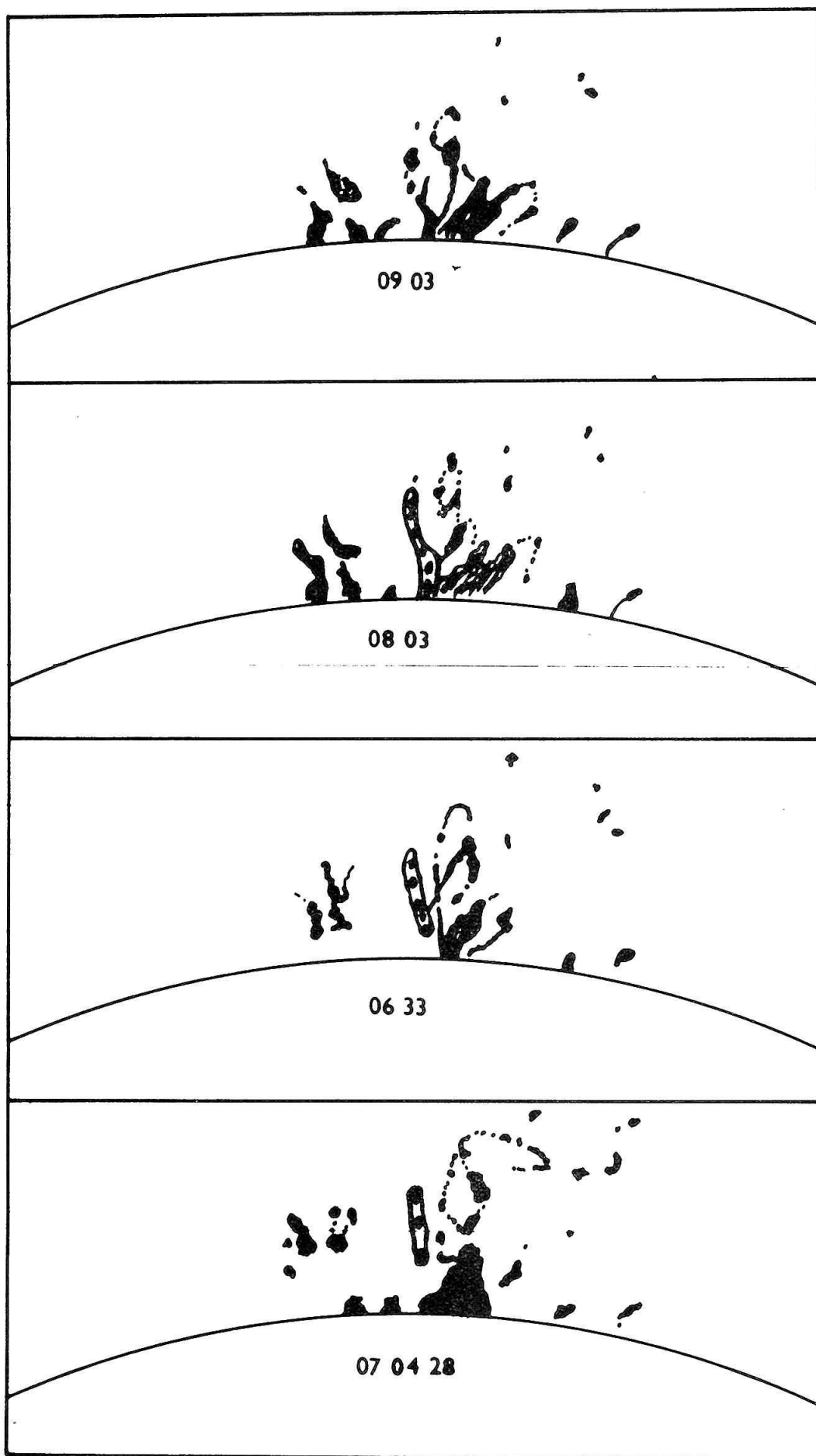


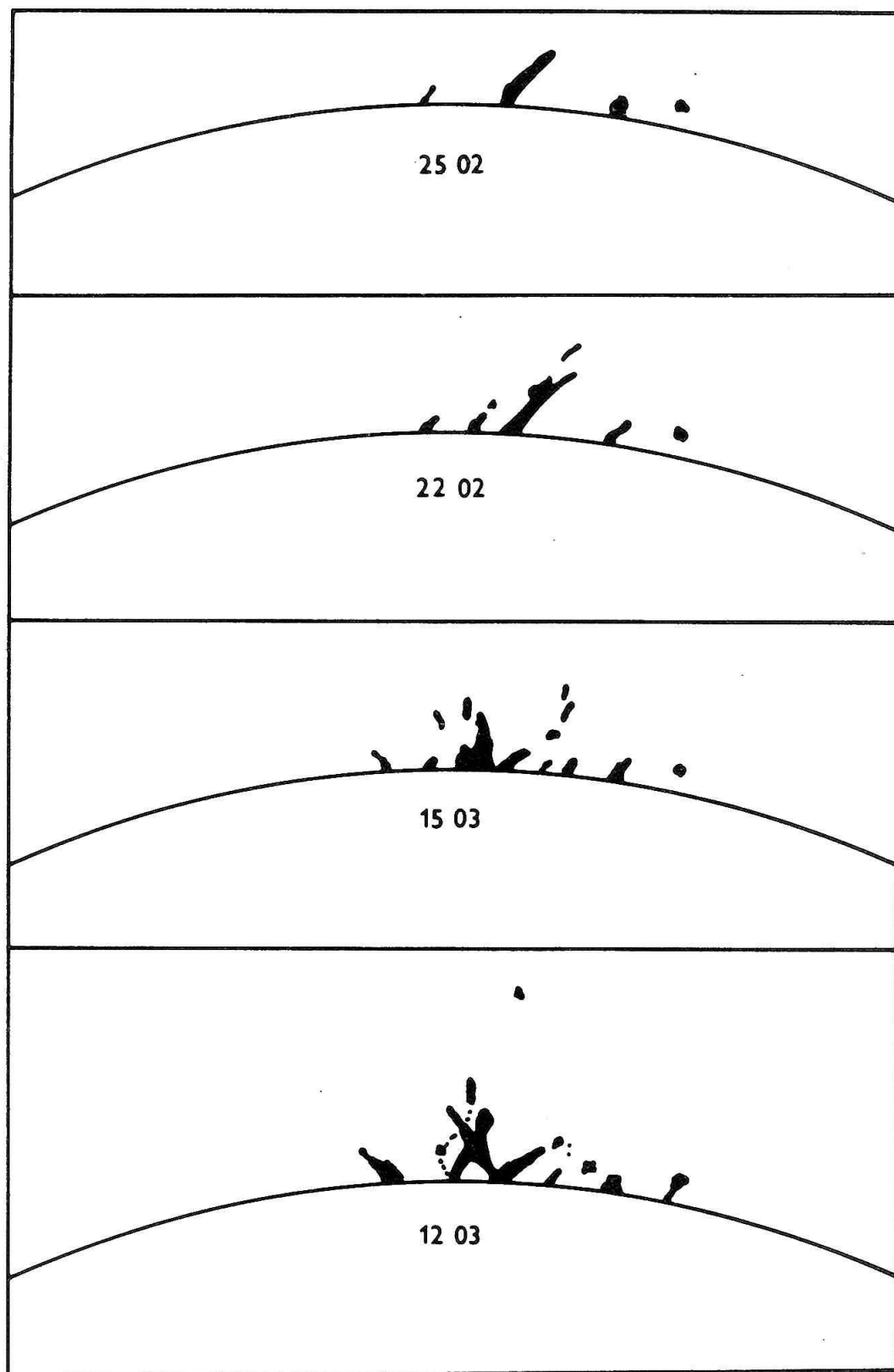


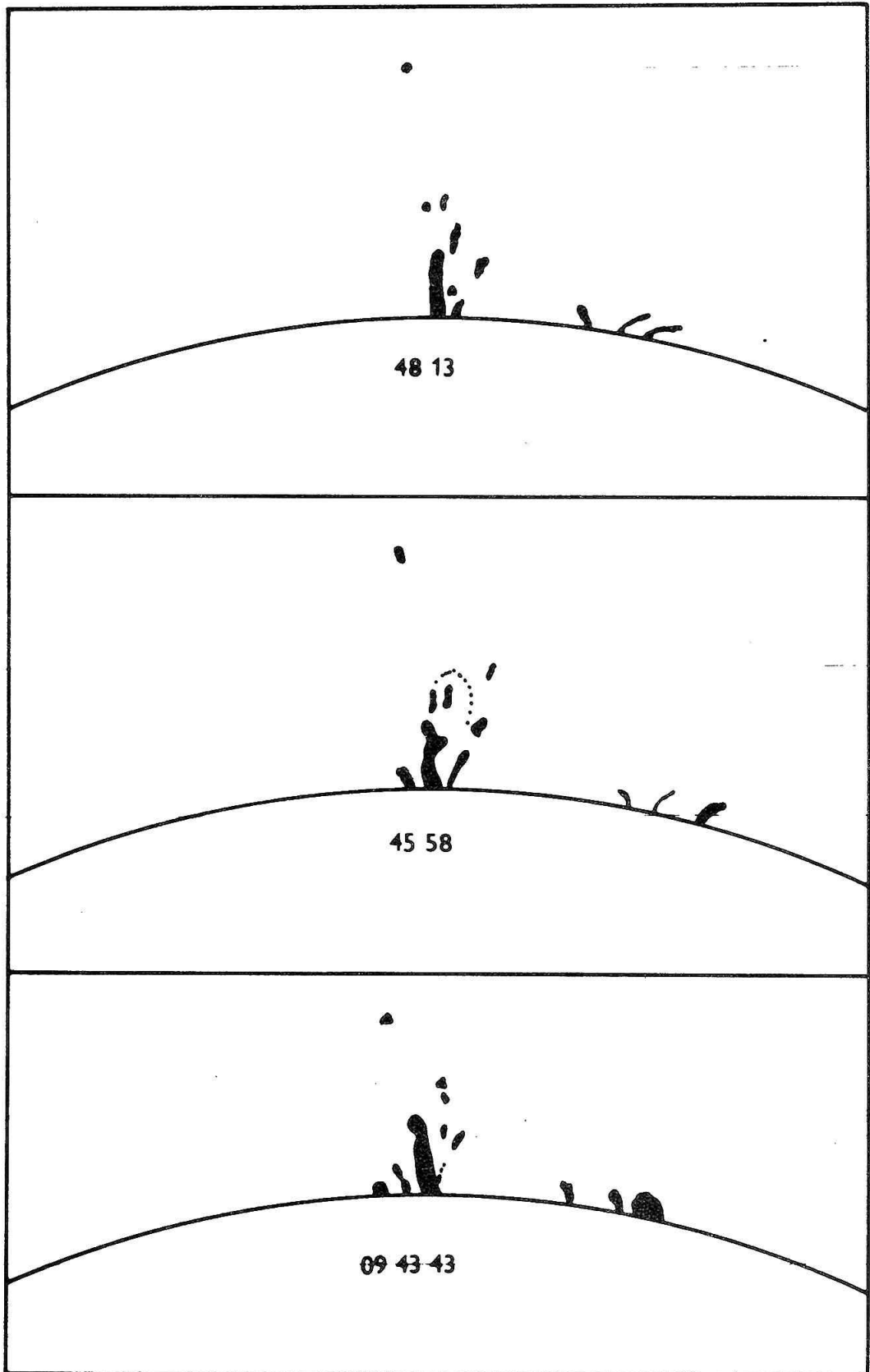


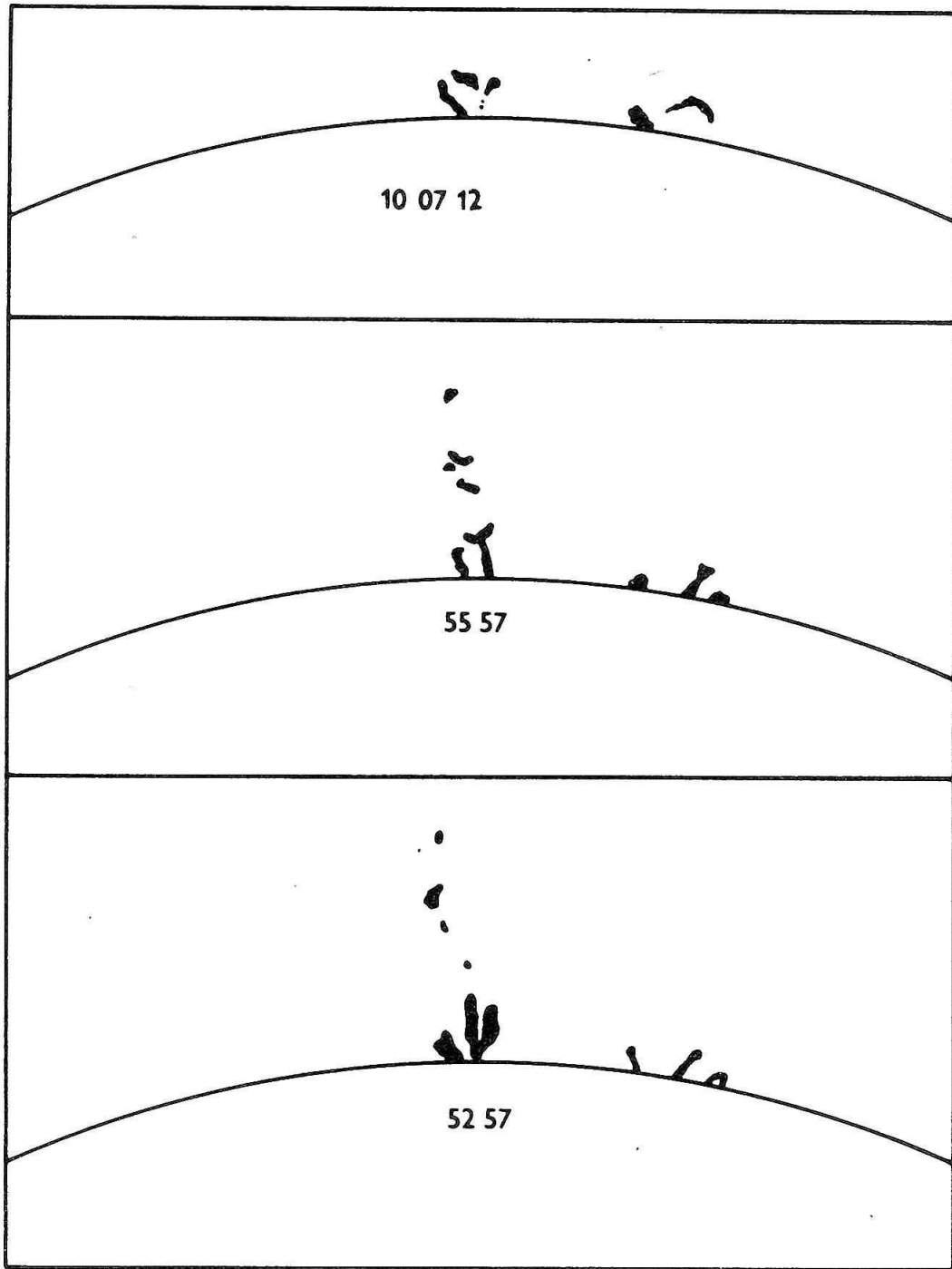




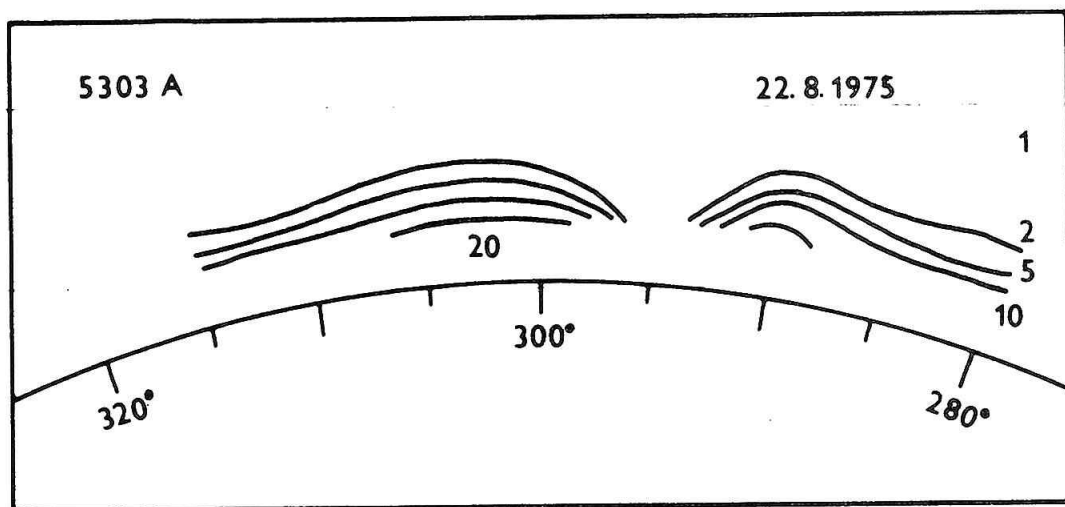
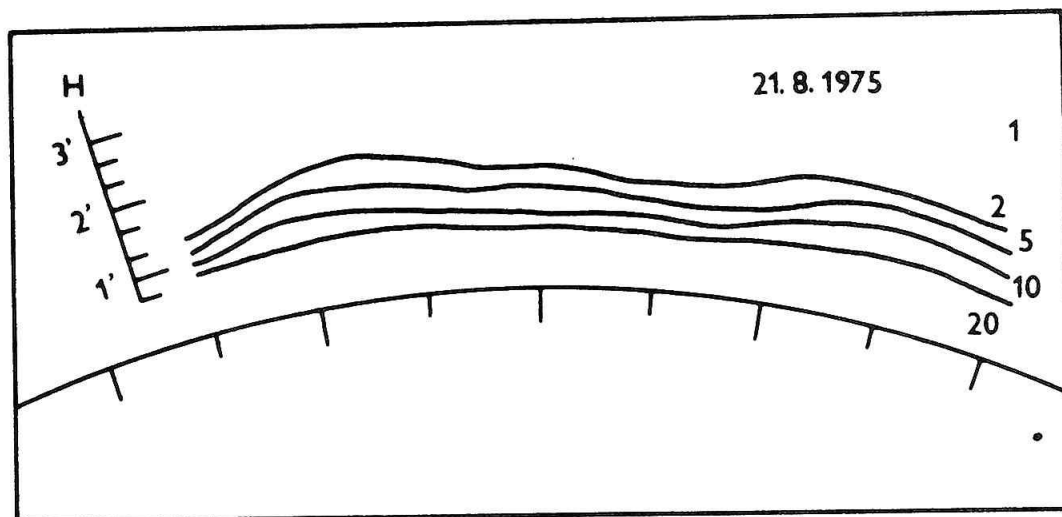


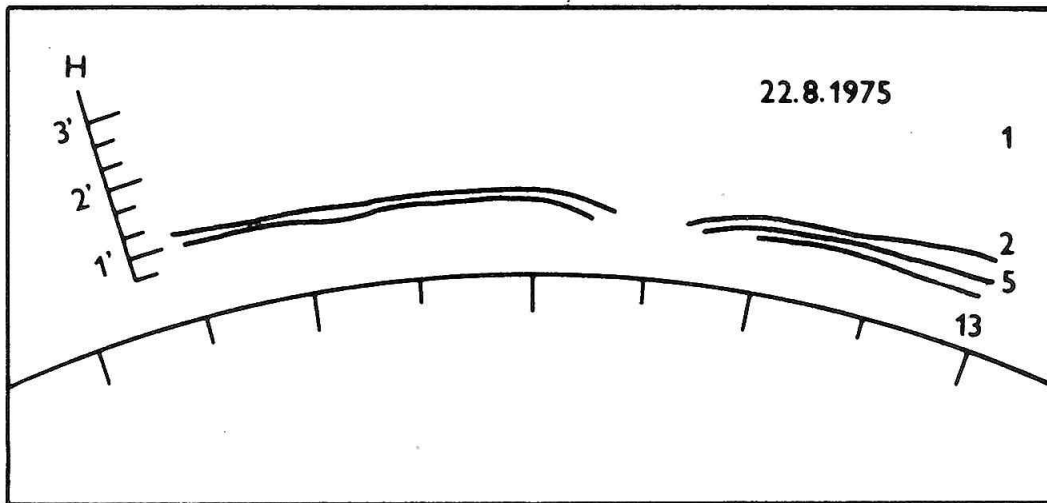
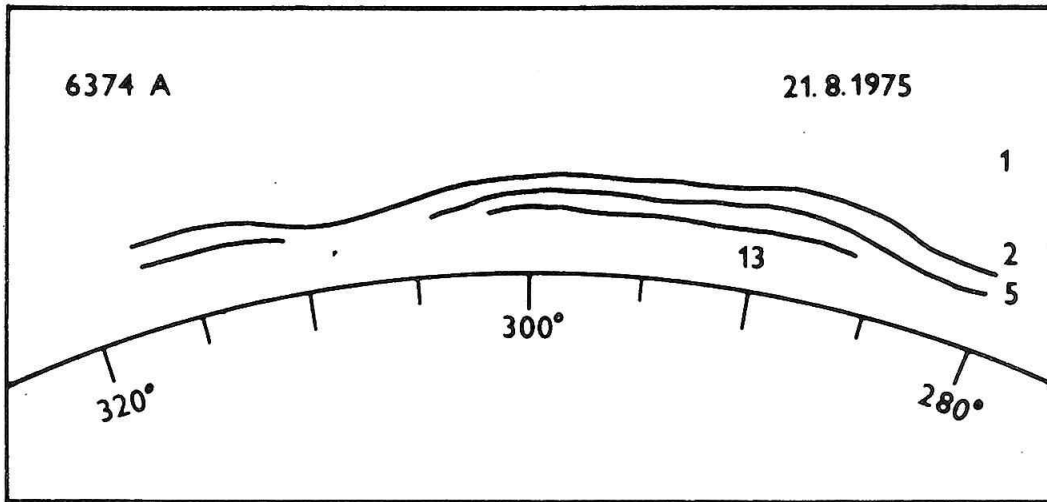






Obr. 14





Obr. 16

## Silové polia v protuberanciách

P. PAĽUŠ

Katedra AGM PFUK

### Stanovenie priestorovej dráhy .

Pohyb uzlov resp. prúdov protuberančnej plazmy je zväčša sledovaný z filmových materiálov projekciou. V rovine kolmej k zornému papršleku stanovuje sa trajektória uzlu resp. prúdu protuberančnej plazmy empiricky. Príklad takto získanej dráhy je na grafoch 1 a 2.

Pre niektoré špeciálne prípady pohybov je úloha nájst resp. odvodiť z rovinných kriviek skutočný pohyb v trojrozmernom priestore. V ďalšom budeme vyšetrovať len špeciálny druh pohybu, ktorý silne naznačuje, že sa jedná o niektorý zo špirálových typov.

Takýto - špirálový pohyb bo zatiaľ študovaný na nosnej ploche typu valca v prácach Anzer Ulrich, Tandberg - Hanssen /1970/; Gurtovenko, Morozenko, Rakhubovský /1969/ a iní.

Na základe mnohých pozorovaní je možné súdiť, že reálnejším modelom je taký pohyb, ktorý sa realizuje na kužeľovej ploche  $\pi$  danej rovnicou

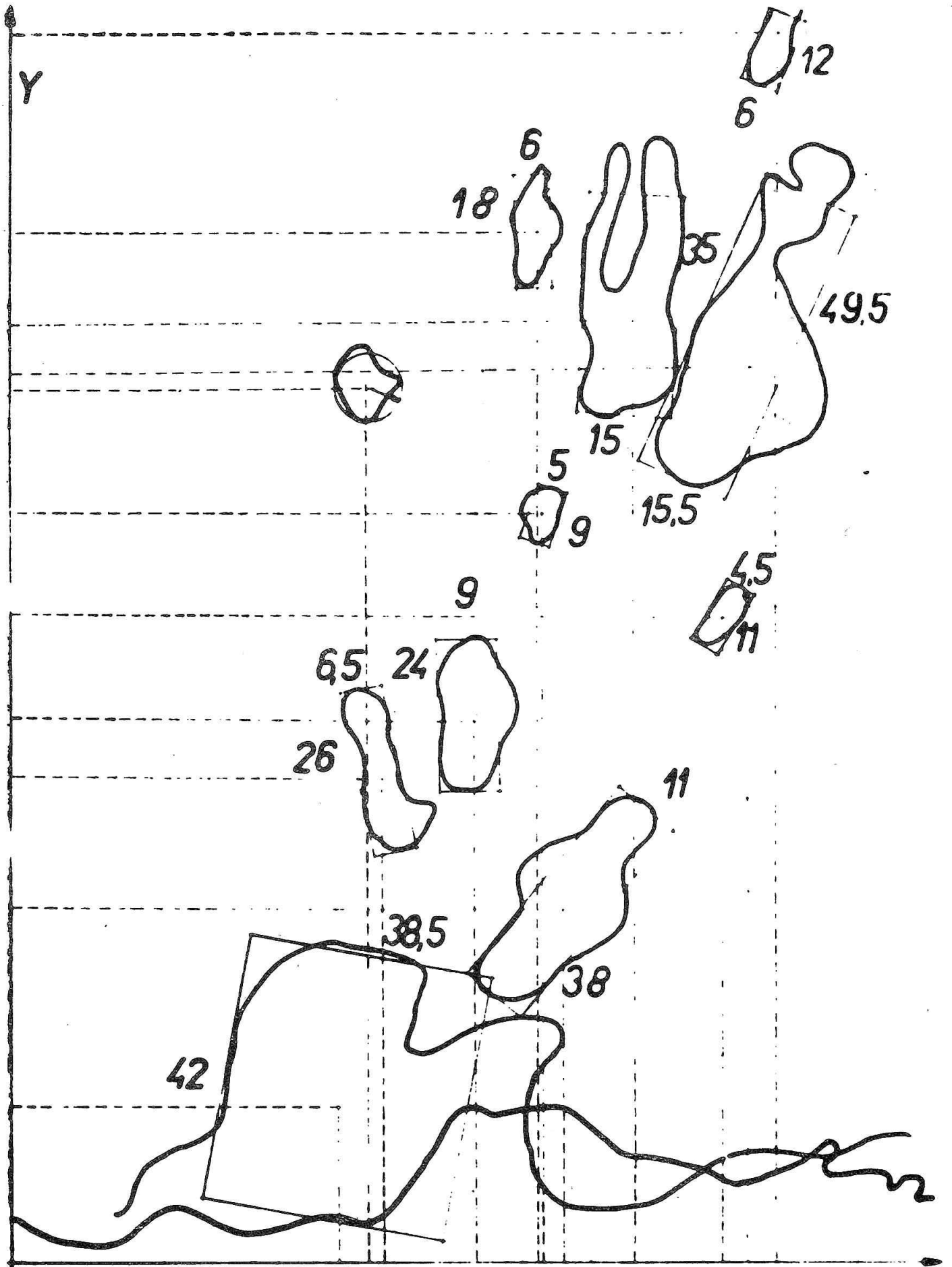
$$\vec{x}(u,v) = [u \cos v, u \sin v, ku] \quad /1/$$

kde hodnoty  $u$  a  $v$  sú z intervalu

$$u \in (0; \infty)$$

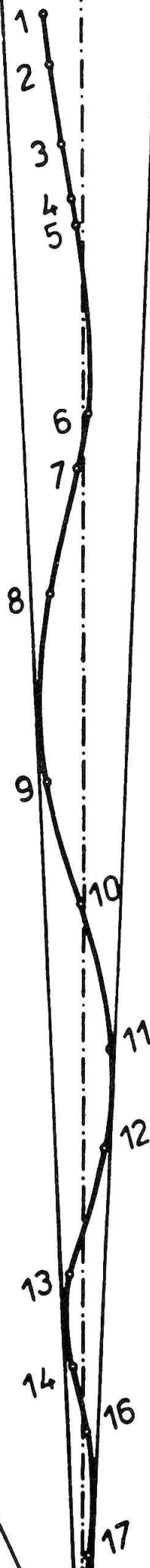
$$v \in (0; 2\pi) \quad /2/$$





Graf 1

-86-

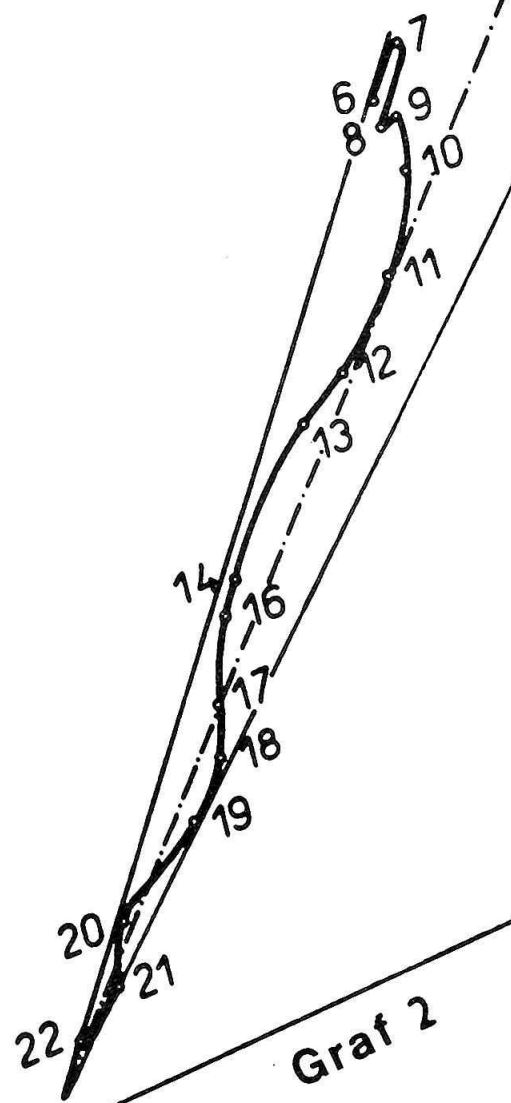


4

3

2

1



Graf 2

Ak teda predpokladáme kužeľovú plochu, potom je potrebné preriešiť pohyby, ktorých vnútorné parametrické rovnice sú:

$$u = at \quad /3/$$

$$v = \omega t$$

$$u = \frac{a}{t} \quad /4/$$

$$v = \omega t$$

$$u = ae^{\alpha t} \quad /5/$$

$$v = \omega t$$

kde  $t \in (-\infty; \infty)$  je parameter pohybu,  $\alpha \neq 0$  a  $a, \omega$  predstavujú amplitúdu a frekvenciu. Ak hodnoty  $a$  a  $\omega$  sú konštantné, potom vektorové rovnice

$$\vec{r} = [\vec{x} \ at; \ \omega t] \quad /6/$$

$$\vec{r} = [\vec{x} \ ae^{\alpha t}; \ \omega t] \quad /7/$$

$$\vec{r} = [\vec{x} \ \frac{a}{t}; \ \omega t] \quad /8/$$

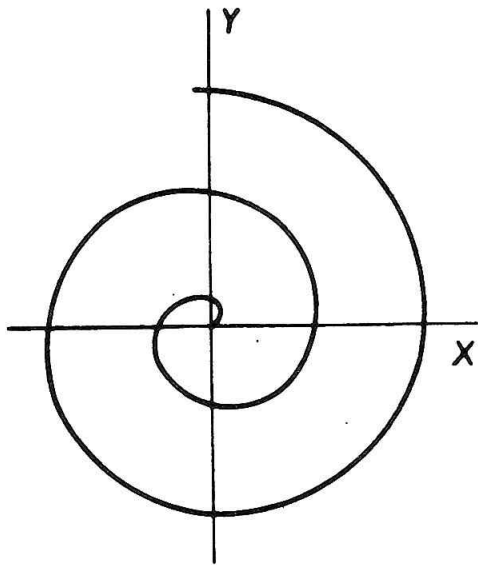
charakterizujú špirálové pohyby na kužeľovej ploche. Schema-tické zobrazenie týchto špirál do rovín  $O_{xy}$ ,  $O_{xz}$  a  $O_{xy}$ ,  $O_{yz}$  je na grafoch 3, 4, 5.

Po prevedení transformácie súradnicového systému, výpočte koeficientov  $a$ ,  $\omega$ ,  $\alpha$  a určení funkcie  $a = a(t)$ ,  $\omega = \omega(t)$  môžeme stanoviť optimálny teoretický model vyjadrený rovnicou

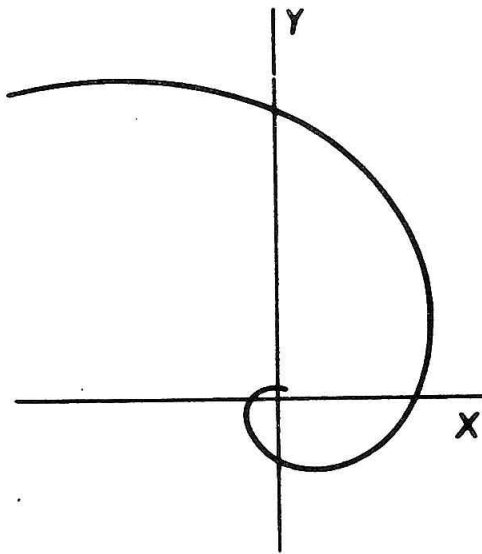
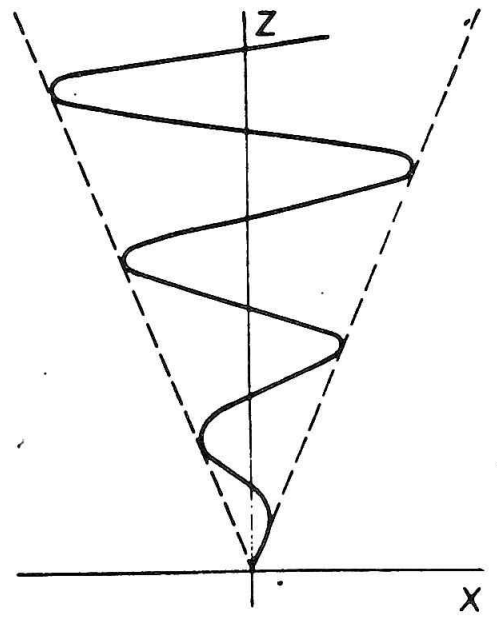
$$\vec{r} = \vec{x} \left[ \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right); \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right); \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \right] \quad /9/$$

Vypočítané hodnoty pre jednotlivé prípady sú zobrazené v priemetoch do rovín XY a XZ na grafe 6.

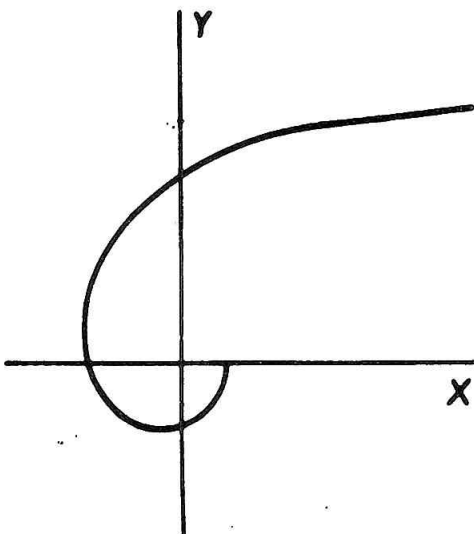
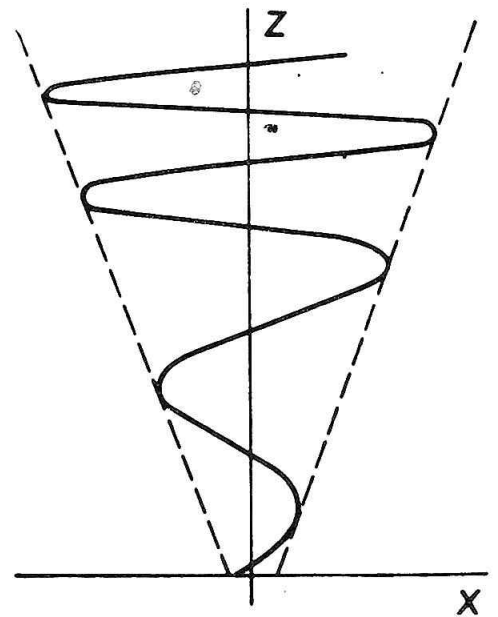
Najlepšiu charakteristiku študovaných prípadov nám dáva vzťah /9/, ktorý nám charakterizuje rovinnú krivku typu hyper-



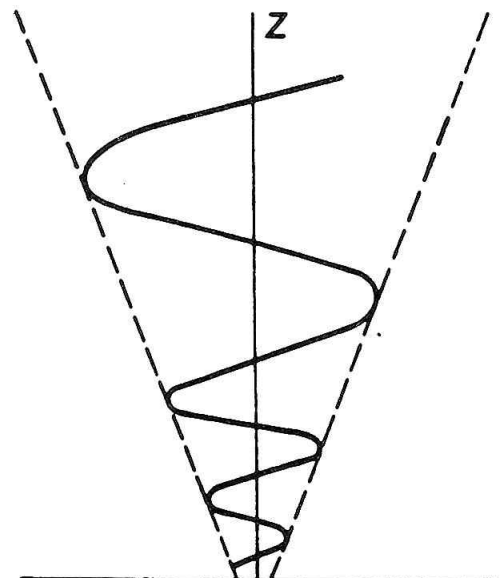
**Graf 3**

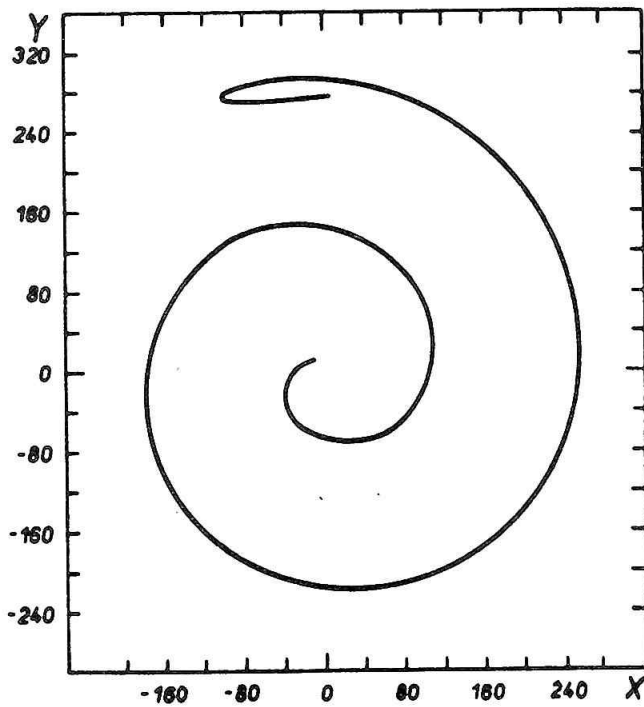
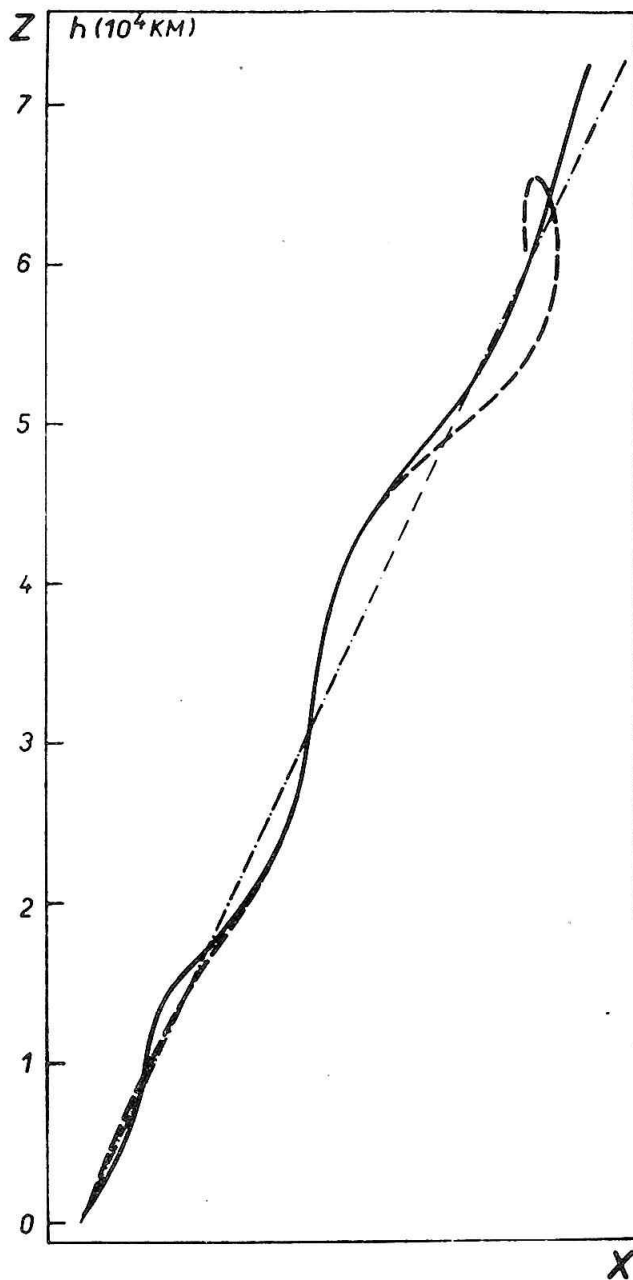


**Graf 4**



**Graf 5**





Graf 6

bolicej špirály, ktorej stúpanie závitov smerom od počiatku  $[0;0]$  t.j. bodu dopadu uzlu sa zväčšuje, čo adekvátne zodpovedá všetkým preskúmaným prípadom špirálového typu na kužeľovej ploche.

#### Silové pole pozdĺž trajektórie

Zvoľme teraz súradnicový systém tak, aby jej počiatok bol v dobe dopadu uzlu na povrchu chromosféry. Osi  $x$  a  $y$  budú umiestnené v rovine chromosféry. Os  $z$  je kolmá na túto rovinu. Za kladnú orientáciu považujeme smer klesajúcej hodnoty časového parametru v intervale  $t \in \langle 0; 10,5 \rangle$ . Transformácia je potrebná z dôvodu, že zložky sily kolmé k povrchu Slnka pôsobia na plazmu pod uhlom  $\alpha$ . Ide predovšetkým o zložky síl magneto-hydrodynamických, ako aj o silu gravitačnú. Priemet osi pohybu do roviny Oxy nech zvierá s kladným smerom osi  $x$  uhol  $\alpha$ .

Pre transformačné vzťahy máme:

$$x = \frac{a}{t} (\cos \omega t \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$y = \frac{a}{t} \sin \omega t \quad /10/$$

$$z = \frac{a}{t} (\cos \alpha + \sin \alpha \cos \omega t)$$

S použitím uvedených transformačných rovníc dostávame nový tvar pohybovej rovnice

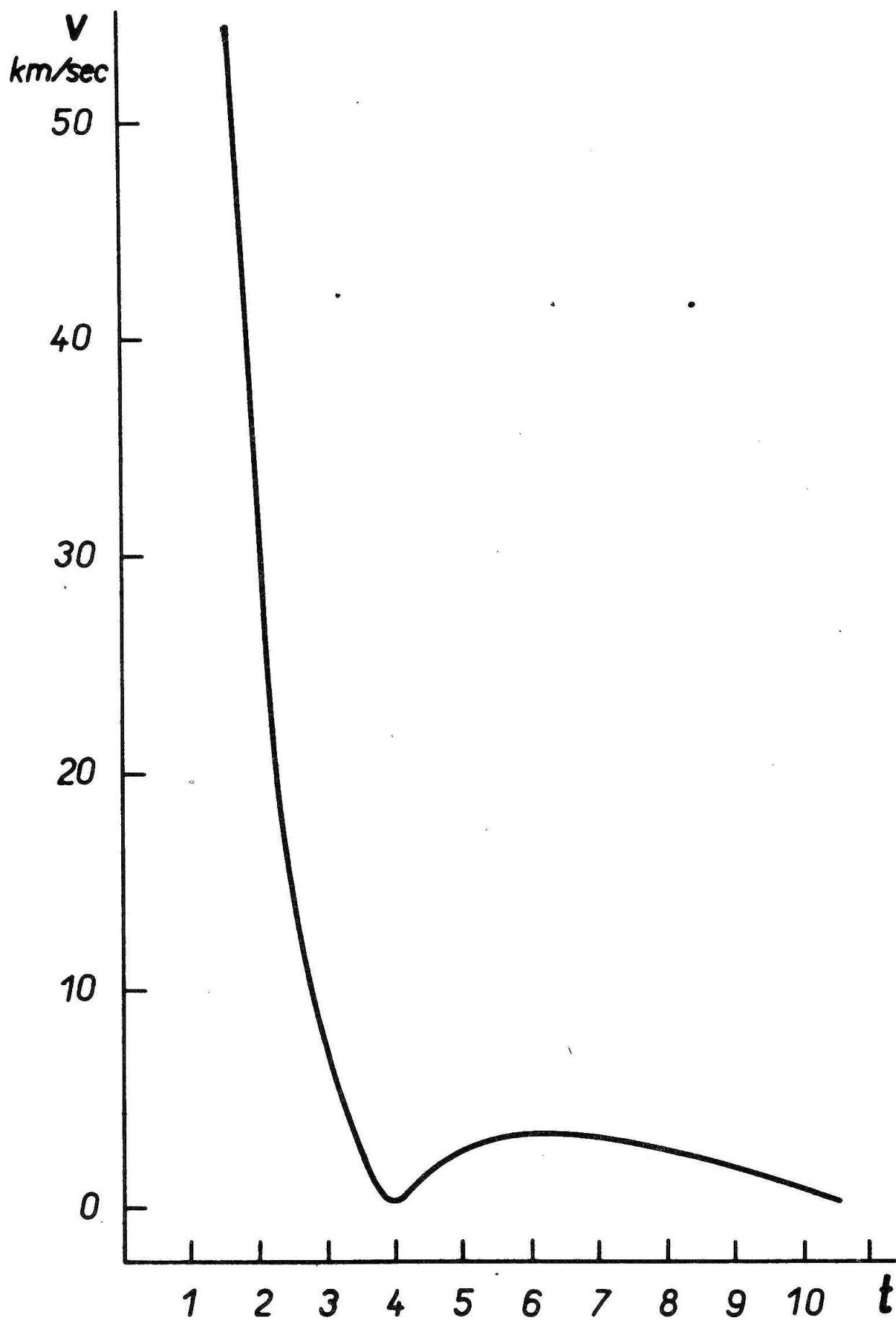
$$r(t) = \left[ \frac{a}{t} (\cos \omega t \cos \alpha - \sin \alpha); \frac{a}{t} (\cos \omega t \cos \beta - \sin \beta); \frac{a}{t} (\cos \alpha + \sin \alpha \cos \omega t) \right] \quad /11/$$

Vytvorením prvej a druhej derivácie môžeme dostať obraz o rýchlostnom poli a poli zrýchlenia pre ľubovoľné  $t$ .

Dostávame:

$$\begin{aligned} \dot{\vec{r}} = & \left\{ \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left[ \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \cos \alpha - \sin \alpha \right] + \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \right. \\ & \left( \frac{F}{t^2} - G \right) \cos \alpha \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right); \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left[ \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \right. \\ & \left. \cos \beta - \sin \beta \right] + \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) \cos \beta \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right); \\ & \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left[ \cos \alpha + \sin \alpha \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \right] + \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \\ & \left. \left( \frac{F}{t^2} - G \sin \right) \alpha \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \right\} \quad /12/ \\ \ddot{\vec{r}} = & \left\{ 2 \cos \alpha \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) - \frac{F}{t^3} \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \right] + \right. \\ & + \cos \alpha \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \frac{2C}{t^3} - \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) \right]^2 - \\ & - \frac{2C}{t^3} \sin \alpha; \\ & 2 \cos \beta \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) - \frac{F}{t^3} \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \right] + \\ & + \cos \beta \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \frac{2C}{t^3} - \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) \right]^2 - \\ & - \frac{2C}{t^3} \sin \beta; \\ & 2 \sin \alpha \sin \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \left( A - \frac{C}{t^2} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) - \frac{F}{t^3} \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \right] + \\ & + \sin \alpha \cos \left( E + \frac{F}{t} + Gt \right) \left[ \frac{2C}{t^3} - \left( At + B + \frac{C}{t} \right) \left( \frac{F}{t^2} - G \right) \right]^2 + \\ & \left. + \frac{2C}{t^3} \cos \alpha \right\} \end{aligned}$$

Grafické zobrazenie rýchlostí je na grafe 7.



Graf 7



### Hodnoty zložiek a celkové silové pole - výpočet

Vzhľadom na známe hodnoty a pre ľubovoľný časový interval, ako aj hodnoty  $\rho$  protuberančnej plazmy, môžeme s použitím Newtonovho zákona  $\vec{F} = \rho \cdot \vec{a}$  vypočítať zložky sily  $\vec{F} = (F_1, F_2, F_3)$ . V smere osi z pôsobí na plazmu sila gravitačného poľa  $\phi$ . Zložky síl v smere osi x a z sú harmonicky tlmené, s rovnakými periódami a amplitúdami pohybu účinkom koeficientu  $\omega$ .

Zo získaných numerických hodnôt a grafického zobrazenia pre zložky  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  je možné usúdiť, že v prvej fáze pri pohybe prevláda turbulentný pohyb častíc plazmy nad celkovým usporiadaným pohybom. Amplitúda zložky  $\vec{F}_3$  je zväčšená o príspevok gravitačnej sily  $g_0$ . Výsledná sila  $\vec{F}$  je znázornená na grafe 8.

Ekvipotenciálne hladiny výsledného silového poľa sa vzhľadom na tlmené oscilácie zložiek zhutňujú k bodu dopadu v priemete do roviny Oxy. Túto skutočnosť potvrdzuje i výsledný graf pre veľkosť sily.

### Výpočet polomerov nosnej plochy

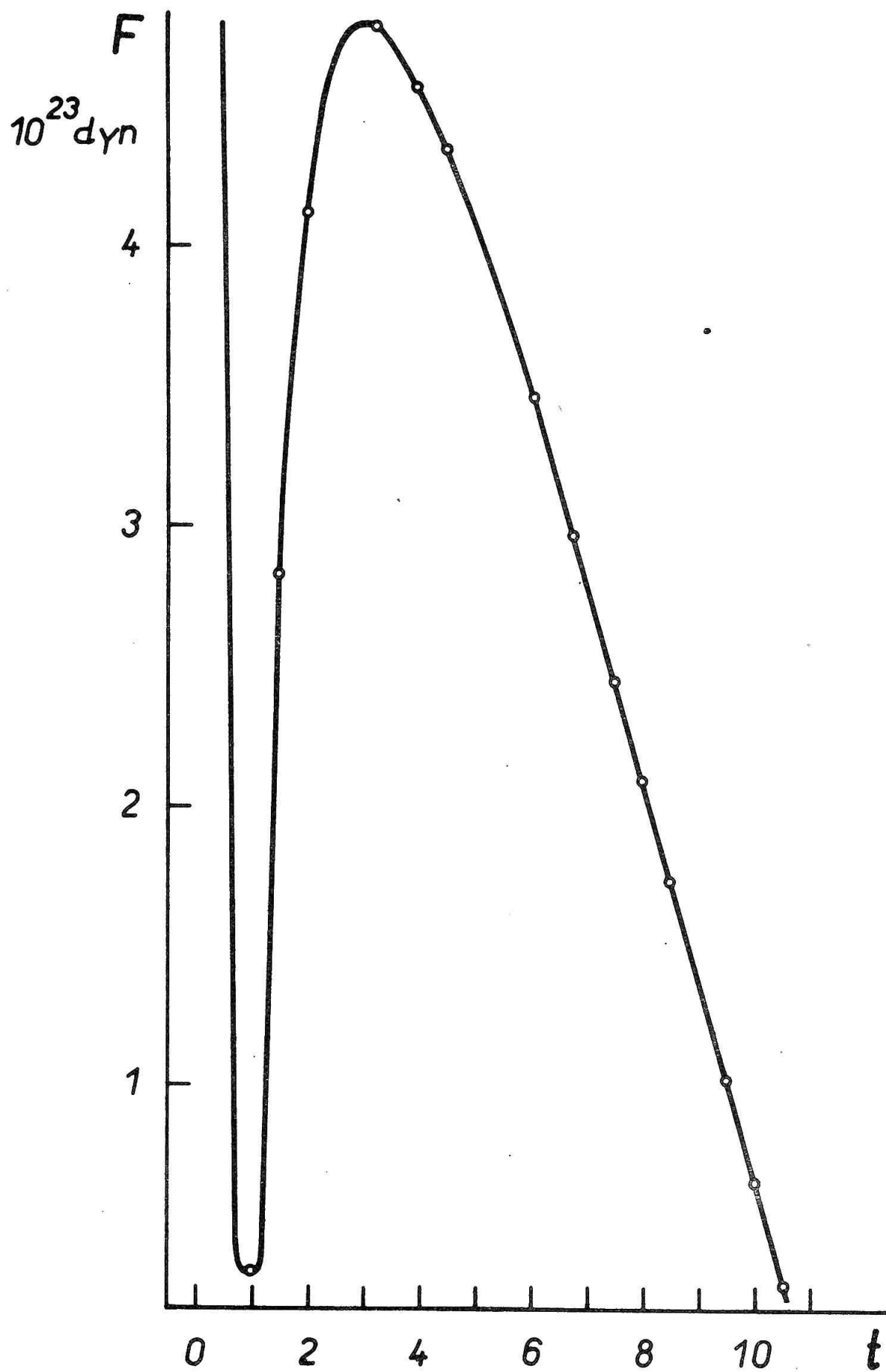
Pre uvažovanú protuberanciu môžeme vypočítať hodnoty veľkého a malého polomeru nosnej plochy /kužeľ resp. anuloid/, po ktorej prebieha špirálový pohyb.

Pre hodnoty  $a_1 \max$  a  $\omega_1 \max$  dostávame pre polomer

$$R = a_1 \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\omega_1 \sin \omega_1 t}{\omega_1 t} \quad /14/$$

Po dosadení a vyčíslení dostaneme  $R_{\max} = 5305,7$  km.

Podobne pre  $a_1 \min$  a  $\omega_1 \min$  dostaneme  $R_{\min} = 523,2$  km.



Graf 8

# Dvojzložkové pole - toroidálne a poloidálne

Spirálové pohyby v protuberanciách prebiehajú v poli, ktoré je určené dvoma zložkami: poloidálnou a toroidálnou. Poloidálna zložka v centre resp. v ose pohybu je obopnutá toroidálnou zložkou, ktorá stláča zložku poloidálnu v ose kužeľa resp. anuloidu uvažovanej protuberancie.

Hodnoty polomerov poloidálneho jadra na povrchu chromosféry a v počiatku sledovaného pohybu je možné vypočítať z krivosti siločiar poľa v okrajových podmienkach. V dôsledku hyperbolického charakteru pohybu uzlu dochádza totiž k asymptotickej konvergencii priemetov siločiar poľa v rovine xy k bodu dopadu.

Pre krivosť máme:

$$\frac{1}{R} = \frac{\ddot{y}\dot{x} - \dot{y}\ddot{x}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}} \quad /15/$$

Po dosadení hodnôt derivácií zložiek pohybových rovníc za predpokladu konštantnej frekvencie siločiar poľa a úprave vzťahov dostaneme výsledný výraz v tvare:

$$\frac{1}{R} = \omega \frac{2\left(A - \frac{C}{t^2}\right)^2 - \left(At + B + \frac{C}{t}\right) \left[\frac{2C}{t^3} - \omega^2 \left(At + B + \frac{C}{t}\right)\right]}{\sqrt{\left[\left(A - \frac{C}{t^2}\right)^2 + \omega^2 \left(At + B + \frac{C}{t}\right)^2\right]^3}} \quad /16/$$

Z uvedeného vzťahu pre  $t = 1$  a  $\omega(1) = 48605,0$  dostávame hodnotu polomeru poloidálneho jadra v počiatku /t.j. na vrchole protuberancie/  $R \approx 1400$  km. Pre  $t = 10$  a  $\omega(10) = 537,8$  dostávame hodnotu jadra v dobe dopadu  $r \approx 0,5$  km.

Nasazení radiové emise nárazové vlny  
ve vývoji sluneční erupce

L. KRIVSKÝ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov u Prahy

Nedávno publikovaný "Catalog of solar particle ..." /Dodson et al. 1975/ založený na obsáhlém materiálu pozorování a měření emise erupcí na pozemských observatořích, meziplanetárních sondách a satelitech je zdrojem dat pro další zkoumání těchto jevů a vzájemných souvislostí některých parametrů. Zmíněný Catalog nám umožnil odpovědět si na otázku v jaké fázi vývoje high-energy flare dochází k identifikaci radiové emise typu II, která je projevem generace a průchodu nárazové vlny od erupce přes koronu do prostoru.

Radiový typ II může být určován ze spektrogramů sestrojo-  
vaných ze záznamů jednotlivých frekvencí v metrovém a dekamet-  
rovém oboru pomocí radiometrů, nebo daleko spolehlivěji pomocí  
radiospektrogramů ze záznamů t.zv. dynamických spekter na spek-  
trogramech /kde osy jsou čas a frekvence/. Ve zmíněném katalogu  
jsou uvedeny začátky emise typu II, tato emise může být genero-  
vána nárazovou vlnou v různých výškách sluneční korony nad erup-  
cí /a tedy může se projevit na různých frekvencích vzhledem  
k různým plasmovým hodnotám koncentrací/ a jednak její zachyce-  
ní na pozemských stanicích musí záviset na složitých a proměn-  
livých /a ne plně známých/ podmínkách indexu lomu a šíření pro  
radiové vlny. Zda-li bude vyzářená emise na Zemi přijata, by mě-  
la ovlivňovat vzdálenost polohy erupce od středu slunečního disku.

/Radiová emise od nárazových vln pocházejících od erupcí při okraji slunečního disku by neměla být na Zemi vůbec zachycena, ale nebývá tomu tak/. Nárazová vlna bude pravděpodobně generována dříve, než odpovídá jednotlivým údajům podle radiového měření, radiová emise bude ve skutečnosti zachycena při postupu nárazové vlny až z určité výšky, kdy teprve z této výšky mohlo záření projít koronu směrem k Zemi. Určení času nasazení typu II může být ovlivněno dále na spektrogramech tím, že emise typu II může být zamaskována jiným typem emise kupř. typem IV /emise od plasmového oblaku/, nebo i různou citlivostí záznamu. Aspoň na tyto hlavní okolnosti je nutno poukázat, abychom si uvědomili, že ke skutečné generaci nárazové vlny může docházet ve skutečnosti dříve, než odpovídá začátkům zachycené radiové emise typu II podle měření na observatořích uvedených v Catalogu.

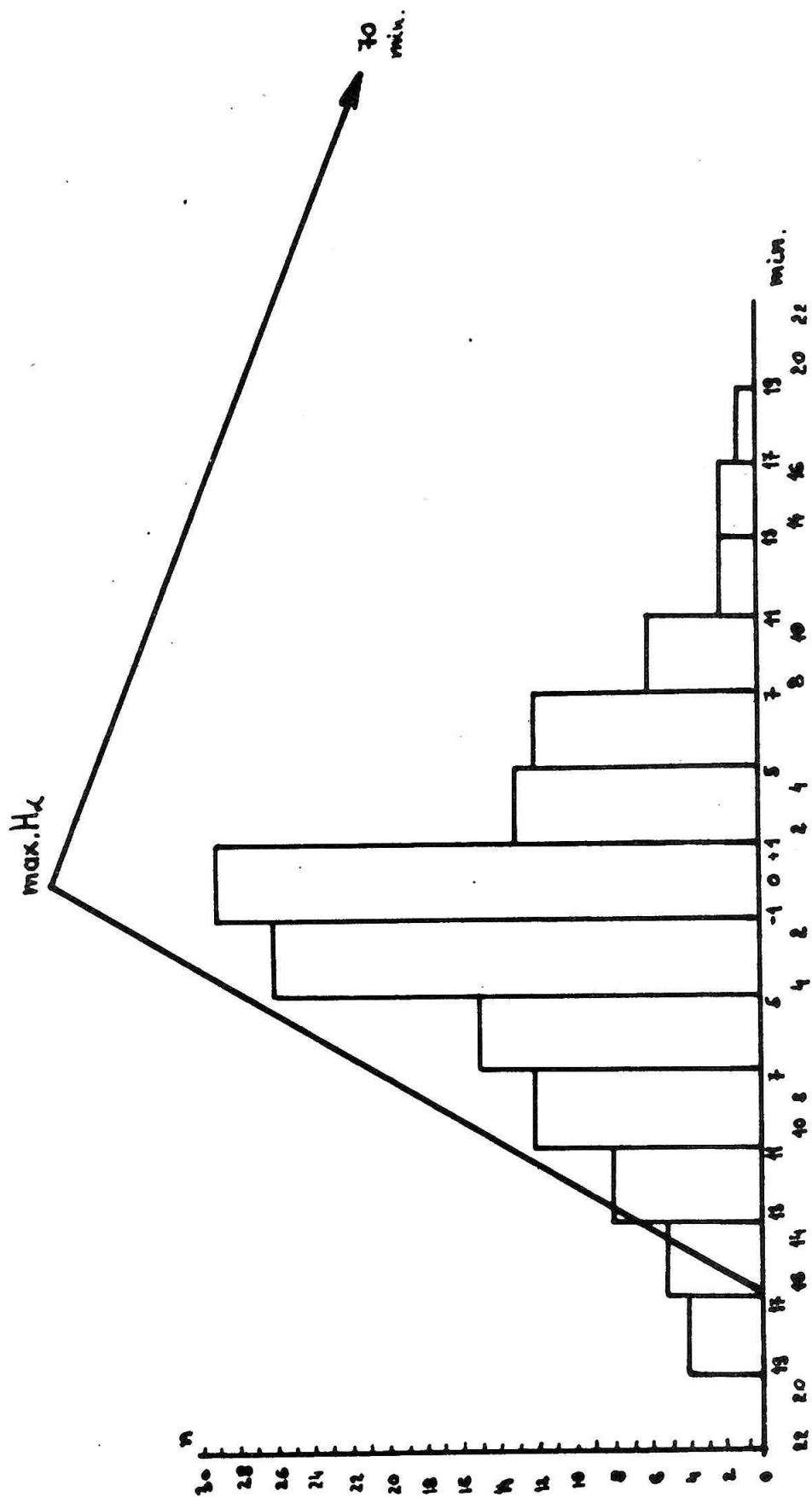
Ke stanovenému úkolu, který je možno sledovat statisticky je nutno zvolit ve vývoji erupce takový jev, který je fyzikálně významný, dá se stanovit s určitou dostatečnou přesností a lze jej poměrně dosti spolehlivě vyhodnotit z pozorování nebo z filmů. Na základě obsáhlých praktických zkušeností můžeme říci, že to nemůže být začátek erupce /zde je větší časová nepřesnost v určování/, tím více ne konec erupce, ale jediné maximum jasů erupce, určované obvykle podle snímkování erupce ve vodíkové čáře  $H\alpha$ . Čas maxima jasů erupce bývá téměř totožný s maximální šířkou čáry  $H\alpha$ , která bývá též někdy měřena pro stanovení vývoje erupce. Údaje o maximu jasů erupce uvedené v Catalogu mohou vykazovat nevelkou nepřesnost v určení momentu  $\pm 2$  min. K tomuto maximu jasů erupce nutno doplnit, že jde o vyvrcholení

emisních procesů z hlediska fyzikálních procesů převážně sekundární povahy, kdy dochází již k rozsáhlé termalizaci erupční plasmy a kdy t.zv. impulsivní fáze erupce již předtím dosáhla vrcholu t.j. kdy intenzita krátkotrvajícího vzplanutí tvrdé X-emise a radiové emise v oboru GHz již klesá, což bylo zároveň projevem spcušťové a impulsivní fáze hlavního urvchlení částic na energie  $10^6 - 10^{11}$  eV.

Bylo nutno upozornit na výše uvedené nejistoty pokud jde o použité údaje o radiové emisi typu II a o maximech jasu erupce, abychom mohli kriticky posuzovat statistický výsledek zkoumaného vztahu.

Catalog obsahuje 380 případů /=100%/ všech identifikovaných erupcí s výrony velmi rychlých částic. Z toho bylo 162 /43%/ erupcí doprovázených zjištěným typem II, u některých dalších erupcí sice emise tohoto typu zřejmě byla též, ale nemohla být z různých důvodů zjištěna. Pro statistiku bylo použito 143 případů /38%/, kdy byly relativně spolehlivé údaje o začátcích typu II a o maximu jasu v  $H\alpha$ . V případě, když bylo identifikováno při jedné erupci několik případů opakující se emise typu II, byl vzat v úvahu začátek prvního výskytu a hlavní první maximum jasu erupce. V případě, když bylo u erupcí několik časově separovaných vzplanutí a tím i maxim jasu /a i několik emisí typu II/, což bylo dosti vyjíméčné, byly využity tyto separované případy jako jednotlivé případy do statistického zpracování.

Zpracování bylo provedeno tak, že v intervalech po minutách před a po udávaném výskytu maximu jasu erupce v  $H\alpha$  byly sledovány počty nasazení typu II. Na obr. 1 je histogram používající časové intervaly třiminutové, což odstraňuje přílišnou rozkolí-



sanost v minutových intervalech. Z histogramu na obr. 1 je patrné, že přirozený rozptyl se pohybuje v mezích minus -19 a plus 19 minut kolem výskytu maxima erupce, neuvedených hodnot na histogramu vzdálených více jak 22 minus minut je 6, hodnot plus vzdálených více jak 22 minut je 2. Střední hodnota je -3 min, medián -2 min a modus  $\sim 0$  min.

Získaný výsledek je nutno hodnotit jako první pokus tohoto druhu odpovídající statistickou formou na kladenou otázku. Je zřejmé a nepochybné, že generace nárazové vlny při high-energy flares z hlediska jejich trvání a vývoje není náhodně rozprostřena po celé délce trvání erupce, kdy tyto erupce mohou trvat od několika desítek minut až do několika málo hodin. Pro charakterisování průměrného vývoje high-energetic flares bylo podle téhož Catalogu vypočteno průměrné trvání fáze od počátku erupce do jejího maxima a od maxima do zániku erupce. Křivka sestavená z 246 počtu případů/pouze ze spolehlivých časových údajů/ je též na Fig. 1. Je nesporné, že soustředění hlavního výskytu typů II je vázáno kolem maxima jasu erupce s určitým sklonem nepatrně toto maximum předbíhat. /Počet začátků výskytu typu II před maximem jasu erupce byl 87, po maximu 56/. Uvážíme-li, že z důvodů uvedených na počátku v diskusi o typu II je pravděpodobné, že skutečná generace nárazové vlny z řady důvodů bude předcházet momentu prvního zachycení radiové emise typu II, jak pak zřejmé, že se nárazová vlna generuje v převážném počtu případů erupcí v t.zv. explosivní fázi erupce, tj. od jejího začátku rozsvícení do momentu dosažení maximálního jasu v čáře H  $\alpha$  nebo těsně kolem maxima.



## Objev pulsace Slunce

L. KŘIVSKÝ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

Desetiletá snaha o zjištění výraznějších pulsací Slunce byla konečně korunována úspěchem. Severným, Kotovem a Capem z Krymské astrofysikální observatoře byl publikován v Nature základní článek /259, 1976, 87/, v kterém jsou uvedeny výsledky o zkoumání pulsací Slunce /jako celého tělesa/ prováděné v letech 1974 a 75. Pomocí slunečního magnetometru, který byl využit pro sledování radiálních rychlostí centrální oblasti Slunce byla zjištěna stálá perioda pulsů 2 h 40 min, amplituda činí kolem 10 km s rychlostí kolem  $2 \text{ m s}^{-1}$ . K témuž výsledku dospěla současně skupina anglických vědců a to zcela jinou metodou /Brookes, Isaak a van der Raay, Nature 259, 1976, 92/. Tatáž perioda byla dodatečně zjištěna Severným a jeho skupinou v kolísání intensity celkového magnetického pole Slunce /amplituda 0,01 gauss/.

Není zatím rozhodnuto, zda-li jde o radiální pulsace slunečního tělesa, nebo o t.zv. kvadrupolové oscilace. Je pravděpodobné, že tento objev bude mít za následek základní změnu názorů o uvolňování energie ve Slunci a u některých typů hvězd. Předběžně se ukazuje, že teorie očekávající toky neutrin /které nebyly zjištěny/ budou nahrazeny jinými teoriemi o produkci energie v nitru Slunce, a totéž se bude týkat i složení a dynamiky vnitřních oblastí Slunce. Očekáva se též, že další výzkum této vlastnosti Slunce přispěje k prověření Einsteinovy a Dicke-

ho teorie gravitaci a gravitačním záření. Není též zatím rozhodnuto, zda-li jde o pulsace akustického či gravitačního charakteru. První teoretické interpretace se kloní spíše k druhému výkladu /Nature 259, 1976, 89/. Pulsace a procesy s nimi spojené mohou být též dodavatelem energie pro sluneční korónu a sluneční vítr, zdroj energie koróny je stále diskutovanou otázkou. Též byla v teoretické úvaze Christensen-Dalsgaardem a Goughem nadhozena otázka o úloze interakce těchto oscilací /nebo jejich spouštění/ při uvolňování velkých energií při slunečních erupcích.

Je zřejmé, že uvedené práce představují objev mimořádného významu a to nejen pro samotné Slunce, ale i pro rozvoj nových názorů na stavbu a vývoj hvězd a pro verifikaci některých teoretických závěrů Einsteinovy teorie gravitace. Objev bude základním impulsem pro zrod velkého množství prací, které budou z tohoto nového poznatku vycházet.

Nové poznatky o krátkodobých predpovediach  
heliogeofyzikálnych úkazov

Š. PINTÉR

Geomagnetické observatórium GFÚ SAV Hurbanovo

Úvod

V dobe posledného desaťročia kozmické výskumy otvorili novú éru aj na poli predpovedania slnečnej, magnetosferickej a ionosferickej aktivity, ktorú súhrnne môžeme nazvať heliogeofyzikálnou aktivitou. O predpovedaní heliogeofyzikálnej aktivity nemôžeme hovoriť veľmi zjednodušene, pretože jej rozmanitosť vyžaduje študovať a pochopiť podstatu slnečných aktívnych procesov. Predpovedanie slnečnej aktivity je komplexná operácia, ktorá vyžaduje rýchle nahromadenie pozorovaného materiálu a jeho rýchle doručenie do centier predpovedí a varovaní. Metódy predpovedania sa v poslednej dobe rýchle vyvíjajú. Ako základný materiál pre predpovedanie využívajú sa magnetické polia slnečných aktívnych centier, toky roentgenového žiarenia, rádiové emisie, komplexné pozorovania slnečných erupcií a erupčných javov, častice slnečného pôvodu, hladina kozmického žiarenia a niektoré geomagnetické a ionosferické merania.

V súčasnej dobe v slnečnej fyzike záujem sa posunul od globálneho výskumu vývoja aktívnych centier na Slnku do detailného štúdia ich magnetických mikroštruktúr. Toto dáva možnosti identifikovať vyvíjajúce sa erupčné lokality, ale zatiaľ ani zďaleka nerozumieme fyzikálnym procesom prebiehajúcim sa v spúšťacom me-

chanizme slnečných erupcií. Túto prednášku začneme problémom zrodu a vývoja aktívnych centier majúcich za následok prejav rôznych foriem slnečnej aktivity: Chromosferické erupcie, ne-termálne slnečné žiarenie, urýchlenie častíc atď. V podstate u aktívnych centier hlavným problémom je pochopiť prederupčné štádium a erupčný spúšťací mechanizmus.

### Erupčné centrá

83 % aktívnych centier sú jednoduché bipolárne a produkujú len niekoľko suberupcií alebo malé erupcie. Oni samotné nehrajú veľmi úlohu v produkcii veľkých geoeфекtívnych úkazov, obyčajne obsahujú len termálnu emisiu. Veľkým problémom, ktorý zostáva je výskyt ostatných 17 % aktívnych centier, ktoré sú z rôznych hľadísk značne zložité.

Pokusy predpovedať lokalitu a dobu vzniku mohutnejších slnečných erupcií vychádzajú z analýzy slnečných magnetických polí. Výskyt slnečných erupcií je v tesnej spojitosti s neutrálnou čiarou longitudinálneho magnetického poľa, ostrými gradientami magnetického poľa blízko neutrálnej čiary, zmenami vo veľkosti a v intenzite magnetického poľa škvŕn a zmenami v konfigurácii magnetického poľa /Martres a kol. 1966; Moreton a kol. 1968; Severný 1958 a Bumba 1958/. Keď berieme v ohľad všetky tieto vzájomné vzťahy, vedie to k abstraktívnej teórii vzniku slnečných erupcií zakladajúcej sa na rozložení intenzívnych elektrických prúdov indukovaných magnetickým poľom /Severný 1964, 1965; Alfvén a Carlqvist 1967/. Použitím H $\alpha$  fotografií chromosféry o dobrej rozlišovacej schopnosti môžeme zistiť, že

erupčné zjasnenia sa vyskytujú v blízkosti neutrálnej čiary a na oboch jej stranách /Severný 1965/. V mnohých prípadoch sa erupcia vyvíja do dvoch jasných emisných pásov, ktoré sa pohybujú v dobe vývoja erupcie smerom od neutrálnej čiary rôznou rýchlosťou a vytvárajú charakteristický tvar Y. Zo spomenutého je jasné, že existuje fyzikálna spojitosť medzi erupciou a obrysmi neutrálnej čiary a tieto skutočnosti pri predpovediach lokalít slnečných erupcií môžeme úspešne využiť.

Ešte je nutné poukázať na ďalšiu skutočnosť, o ktorej sa ešte zmienim aj v ďalšom, že poruchy magnetických polí na Slnku priamo prechádzajú v magnetickú štruktúru medziplanetárneho priestoru /Wilcox 1968; Severný a kol. 1970/. Z uvedených príčin magnetické mapovanie Slnka dáva časť základného materiálu pre predpovedanie heliofyzikálnej aktivity. Magnetické mapovania slnečného disku zatiaľ však z technických dôvodov nie je bežnou záležitosťou. Našťastie, ako ukázali výskumy McIntosha /1972/, štruktúru magnetických polí slnečných aktívnych centier je možné zmapovať alebo určiť aj z H $\alpha$  filtrogramov.

#### Metóda predpovedí erupčnej aktivity

Ako som už uviedol, celý rad prác poukazuje na to, že tvar aktivity a zmeny neutrálnej čiary longitudiálneho magnetického poľa sú dobrými prorokmi erupčnej aktivity, a že erupcia samotná sa vyskytuje blízko alebo rovnobežne s neutrálnou čiarou. Táto skutočnosť je veľmi dôležitá pre predpovede miesta a času výskytu slnečných erupčných úkazov.

Podstatou nasledujúcej metódy vedúcej k predpovedaniu

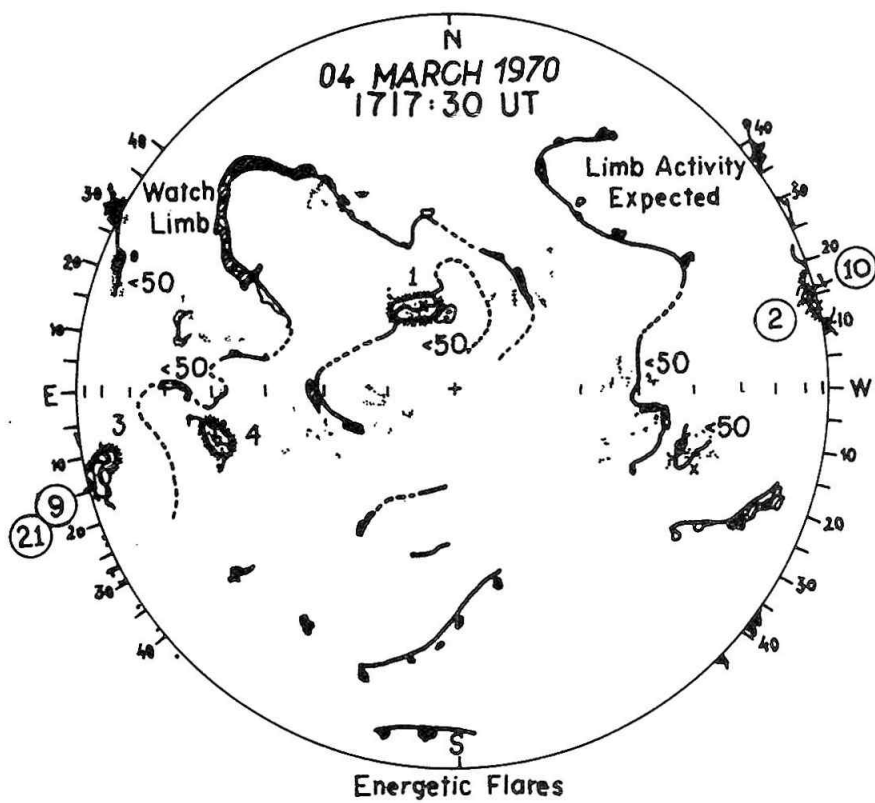
slnečnej erupčnej aktivity je určenie respektívne zakreslenie neutrálnej čiary longitudinálneho magnetického poľa na slnečnom disku /McIntosh, 1972/. To je možné vyhotovením mapy veľkoškálových  $H_{\alpha}$  obrysov alebo z priamych meraní magnetických polí na Slnku.  $H_{\alpha}$  mapa v centre predpovedí v Bouldri, USA, je kreslená denne pre viditeľný slnečný disk s projekciou 35 mm  $H_{\alpha}$  filtrogramu na kartu o priemere 26 cm /obr. 1/. Na týchto mapách neutrálna čiara magnetického poľa je odvodená z takých  $H_{\alpha}$  charakteristík, ako sú filamenty, jasné polia, vlákna, smýčkové filamenty, protuberancie atď. Taktiež sú na mape znázornené slnečné škvrny. Všetky zjavné lokality pozorovaných neutrálnych línií sú kreslené s patričnou pozornosťou vzhľadom na magnetickú konfiguráciu v aktívnych oblastiach, v ktorých jasné plochy a intenzívne škvrny ležia blízko k čiare opačnej polarizácie. Na obrázku 1 vidíme zakrúžkovane vyznačené predpovedané erupčné centrá.

Svetové centrum v Bouldri v širokom rozsahu tiež využíva k predpovediam aj telemetrické údaje z družíc, a to najmä X-žiarenie merané na družiciach typu SOLRAD. Za účelom zjednotenia optickej erupčnej klasifikácie so vzplanutiami X-žiarenia bola zavedená Bakerom /1970/ nová klasifikácia, ktorá je uvedená v tabuľke I.

Trieda C1 až C9	vrcholový tok	1 až $9 \times 10^{-3} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$
Trieda M1 až M9		1 až $9 \times 10^{-2} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$
Trieda X1 až X9		1 a viac $9 \times 10^{-1} \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$

Uvedená metóda predpovedí slnečných erupcií bola veľmi úspešne použitá v dobe letu Skylab a Apollo-Sojuz.

# FLARE FORECASTING



② CLASS M, IN, FORECAST	2	⑩ CLASS M, IN, FORECAST	2
⑨ CLASS M IN FORECAST	3	⑪ CLASS M IN FORECAST	3

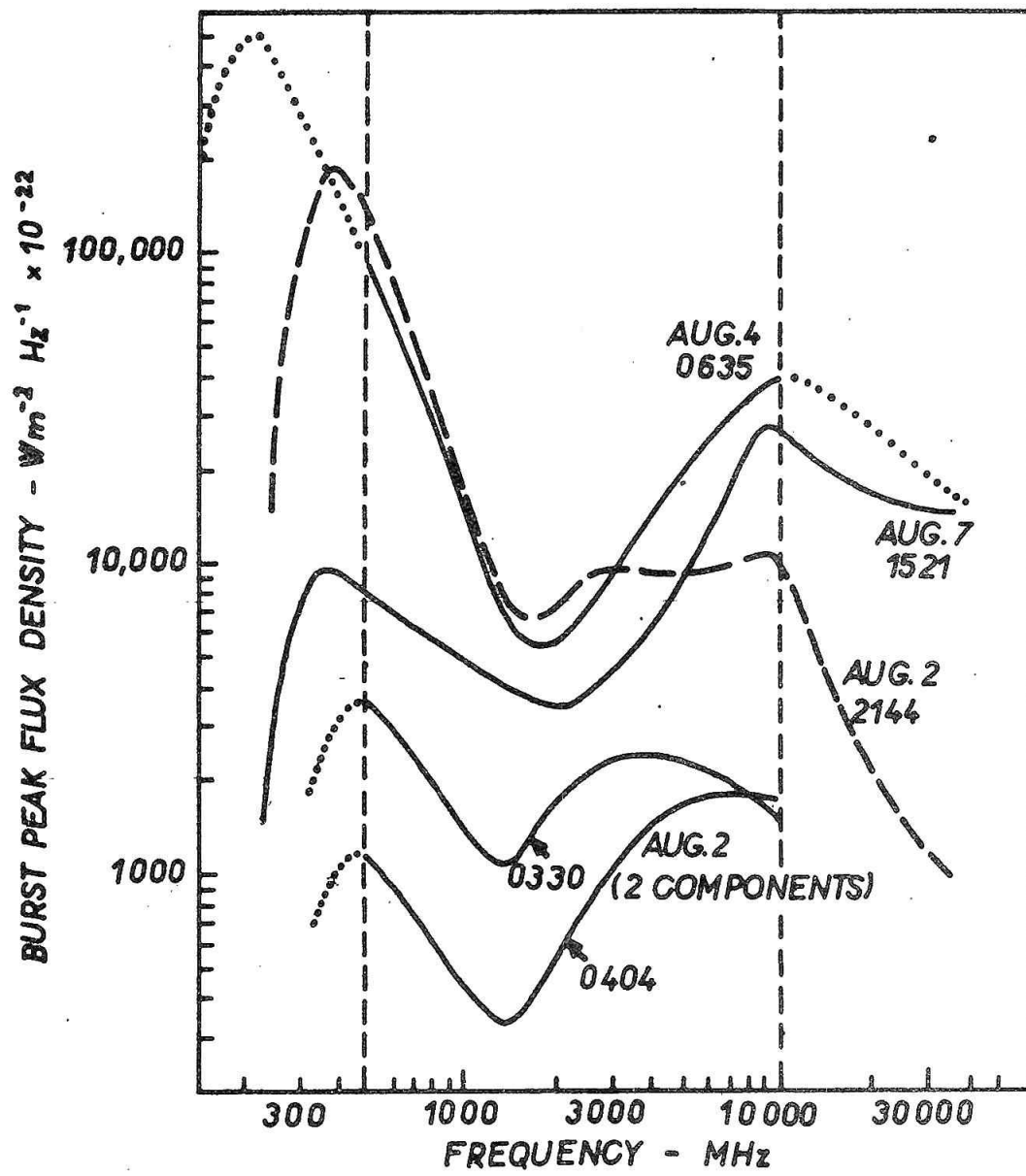
Obr. 1.

### Rádiové vzplanutia

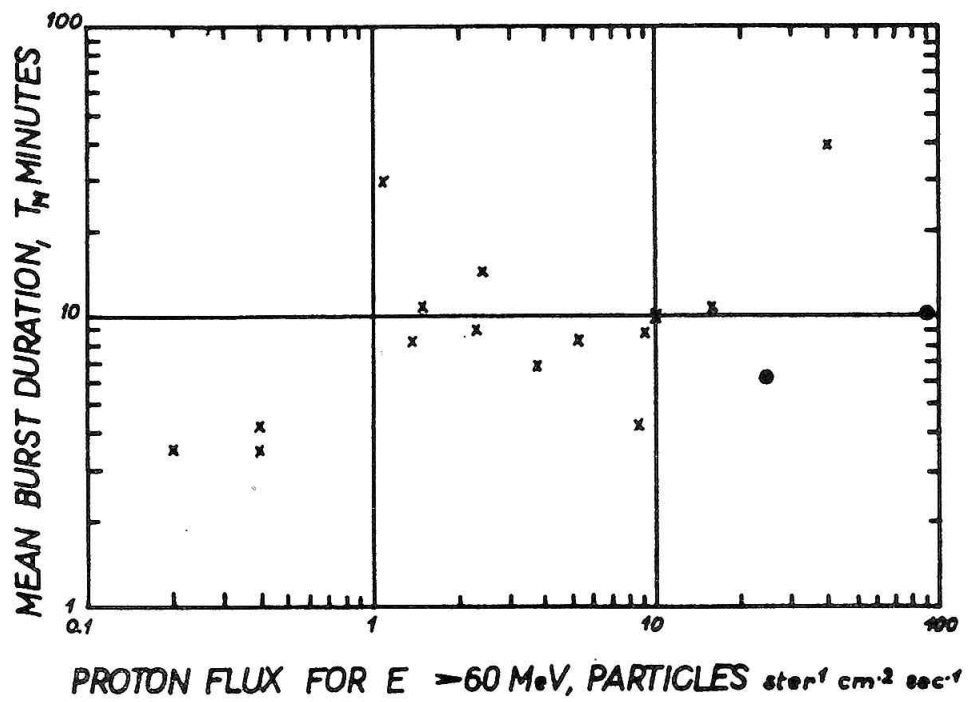
Rádiové vzplanutia doprevádzajúce slnečné erupcie sú dôležitým článkom pre predpovede hlavne geomagnetických a ionosferických porúch. Dodsonová a Hedemanová /1958/ prvé zistili, že rádiové vzplanutie pozorované na frekvencii okolo 200 MHz sú obyčajne nasledované geomagnetickými búrkami. Sino a Hakura /1958/ poukázali na to, že rádiové vzplanutia, ktorých spektrum sa zvyšuje smerom k nízkym frekvenciám, majú tendenciu byť v spojitosti s geomagnetickými búrkami. Bell /1963/ uvádza, že po mohutných erupciách doprevádzaných širokofrekvenčnými /100-2 800 MHz/ vzplanutiami typu IV v 87 percentách nasledovala geomagnetická búrka. Existuje celý rad prác, ktoré poukazujú na dobrú koreláciu kombinovaných rádiových vzplanutí typu II-IV s náhlvm počiatkom geomagnetických búrok.

Rádiové pozorovania Slnka môžu byť tiež použité pre predpovede slnečných protónových úkazov. Tanaka a Kakinuma /1964/ zistili, že pomer rádiovej emisie na 3 cm k emisii na 10 cm je dobrým indikátorom pre predpoveď slnečných protónových úkazov. Castelli a Aarons /1970/ ukázali, že rádiové vzplanutia, ktoré sú v spojitosti s protónovými erupciami, majú charakteristický U-tvar spektra /obr. 2/. Táto spektrálna vlastnosť tiež dovoľuje dať krátkodobé prognózy slnečných protónových úkazov a za nimi nasledujúcich PCA efektov. Rádiové vzplanutia zaregistrované na fixných frekvenciách môžu byť tiež použité k identifikácii protónových úkazov. Croom /1971/ ukázal, že časovo intenzitný profil rádiových vzplanutí meraných na frekvenciách medzi 5 až 20 GHz sú vo vzťahu k intenzite toku protónov, ako to ukazuje obr.3





Obr. 2.



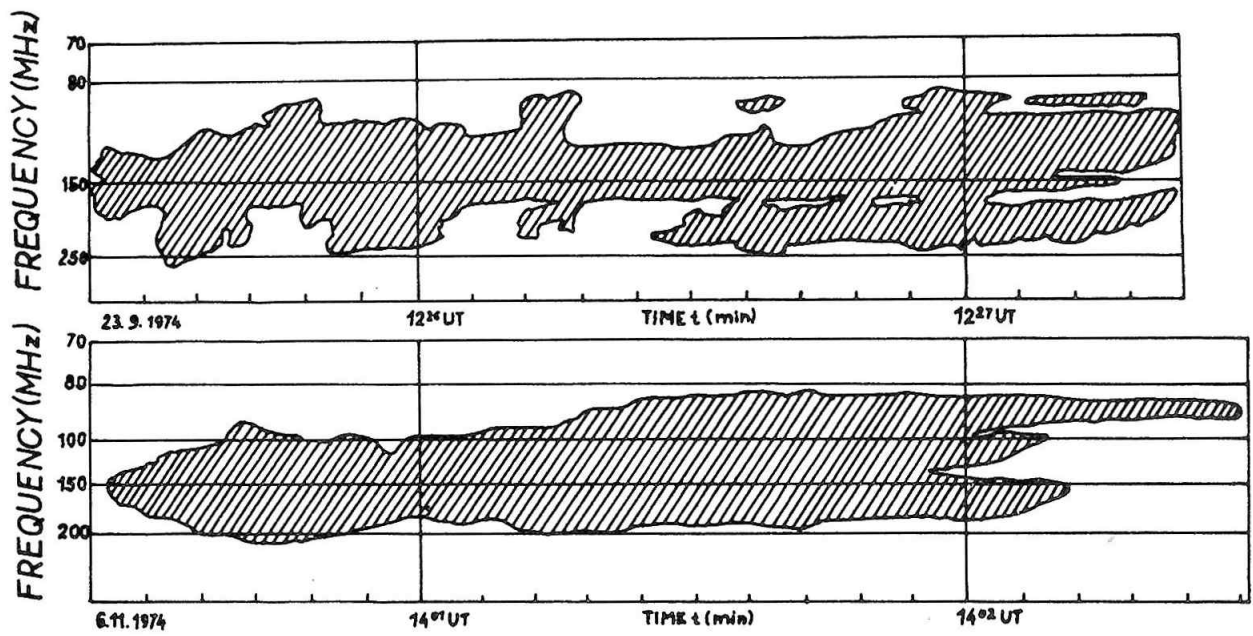
Obr.3.

a môžu byť použité k predpovedi výskytu PCA efektov.

#### Predpovede náhlych počiatkov geomagnetických búrok

V súčasnej dobe je veľká snaha vypracovať metódy pre predpovede rôznych úkazov aj v zemskej magnetosfére. Takéto predpovede bude možné uskutočniť v prevažnej miere len vtedy, keď si osvojíme metodiku predpovedania slnečných erupčných úkazov, spoznáme špecifické vlastnosti týchto úkazov, budeme poznať počiatkové podmienky vývoja koronálnych nárazových vln šíriacich sa v slnečnom vetre, a ktoré neskôr vyvolajú náhly počiatok geomagnetických búrok. Taktiež si musíme osvojiť vlastnosti šírenia porúch v medziplanetárnej plazme medzi Slnkom a Zemou.

Počnúc rokom 1859 od prvého pozorovania slnečnej erupcie a za ňou nasledujúcej geomagnetickej búrky je všeobecne známe, že ejektovaná porucha z erupcie môže dôjsť do oblasti Zeme a vyvolať geomagnetickú búrku. Zatiaľ ale nie sú dostatočne presne známe, aké sú špecifické vlastnosti slnečných erupcií, ktoré sú zodpovedné za tieto medziplanetárne nárazové vlny. Niektoré medziplanetárne nárazové vlny respektívne geomagnetické búrky môžu byť priradené k veľkým erupciám, niektoré môžu byť priradené k malým erupciám, a u niektorých nenachádzame erupčnú spojitosť. Je však skutočnosťou, že aj zalimbové erupcie môžu byť v spojitosti s nárazovou vlnou pozorovanou v oblasti Zeme. Samotné slnečné erupcie pozorované v čiare  $H\alpha$ , v rádiovom obore alebo v obore roentgenového žiarenia ukazujú, že v niektorých prípadoch sa jedná o čiste termálne erupčné úkazy, u ktorých nedochádza k plazmovej explózii, v dobe ktorej môže dôjsť



Obr. 4.

ku generovaniu nárazovej vlny. Tieto termálne erupcie nebývajú doprevádzané rádiovými vzplanutiami typu II, charakterizujúcimi koronálnymi nárazovými vlnami. Za účelom predpovedania geomagnetických búrok musíme natoľko poznať špecifické vlastnosti slnečných erupcií, aby sme po ich výskyte hneď mohli predpovedať, či geomagnetická búrka je pravdepodobná alebo nie.

Bolo ukázané v rade prác /Maxvell a kol. 1959; Roberts 1959/, že rádiové vzplanutia typu II a IV majú veľmi dobrú koreláciu s medziplanetárnymi nárazovými vlnami zodpovedajúcimi za náhle počiatky geomagnetických búrok a Forbushove spády kozmického žiarenia. Je známe, že vzplanutia typu IV dávajú priame svedectvo o oblakoch plazmy ejektovaných zo slnečnej erupcie, zatiaľ čo typy II naznačujú existenciu nárazovej vlny, ktorá pri dostatočnej kinetickej energii putuje do oblasti Zeme, kde zapríčiní SSC.

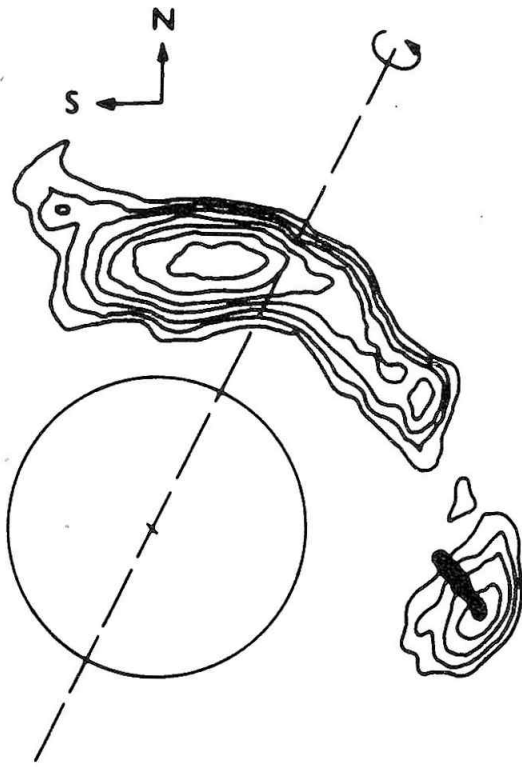
Vzhľadom k tomu, že rádiové vzplanutia typu II sú hlavným indikátorom pre predpovede /krátkodobé/ geomagnetických búrok, tak sa o nich podrobnejšie zmienime. Rádiové vzplanutia typu II sú charakterizované pomalým driftom frekvencie, ako to ukazuje obr. 4. Tento drift frekvencie sa vysvetľuje tým, že exciter sa pohybuje hore do koróny z hustejších vrstiev do menej hustejších vrstiev slnečnej atmosféry. Nárazová vlna vyvolávajúca vzplanutie typu II je generovaná erupciou v dobe spúšťajúcej nestability, ktorú opticky pozorujeme v čiare H $\alpha$  ako explozívnu fázu erupcie.

Rádiové spektrogramy a 80 MHz rádioradiografické pozorovania na observatóriu Culgoora, Austrália, poukazujú na to, že prameň sférickej alebo quai-sférickej koronálnej nárazovej vlny

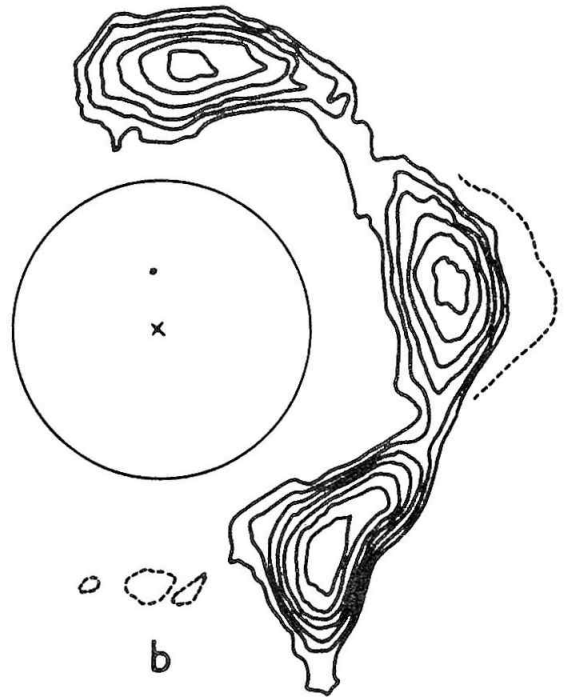
sa pohybuje rýchlosťou od 500 do 5 000 km/sec. Takúto koronálnu nárazovú vlnu ukazuje obrázok 5, na ktorom je vidieť, že prameň vzplanutia typu II obkľučuje viac ako polovicu slnečného disku.

Autor práce študoval šírenie erupciou generovaných medziplanetárnych nárazových vln v dobe ich prechodu od Slnka po Zem. Získané výsledky svedčia o silnom spomaľovaní medziplanetárnej nárazovej vlny. Za predpokladu, že spomaľovanie prebieha lineárne, boli pre jednotlivé prípady počítané počiatočné rýchlosti nárazových vln v slnečnej atmosfére. Bol zistený veľmi dôležitý vzťah aj z hľadiska predpovedí geomagnetických búrok, že rýchlosť koronálnej nárazovej vlny počítaná z driftu frekvencie rádiových vzplanutí typu II je blízka alebo s počiatočnou rýchlosťou medziplanetárnych nárazových vln. Tento vzťah predstavuje obrázok 6. Z uvedených vyplýva, že koronálne nárazové vlny reprezentované rádiovými vzplanutiami typu II môžu unikať do medziplanetárneho priestoru, kde sa šíria sféricky alebo quasi-sféricky a sú pozorované ako spomaľujúce sa bezzrážkové medziplanetárne nárazové vlny, ktoré v magnetosfére Zeme vyvolajú náhly počiatok geomagnetických búrok. Získané hodnoty o veľkosti spomaľovania nárazových vln sú veľmi dôležité z hľadiska predpovedania geomagnetických búrok, a to z toho dôvodu, že v niektorých prípadoch erupciou generovaná medziplanetárna nárazová vlna môže sa rozpadnúť ešte pred príchodom do oblasti Zeme.

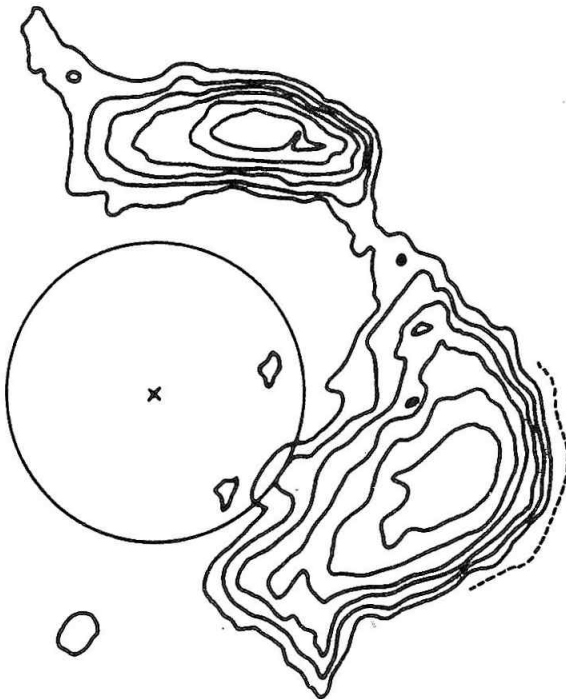
Ďalšie priame svedectvo o šírení erupciou generovaných nárazových vln dávajú družicové pozorovania šírenia rádiových vzplanutí typu v medziplanetárnom priestore až po Zem.



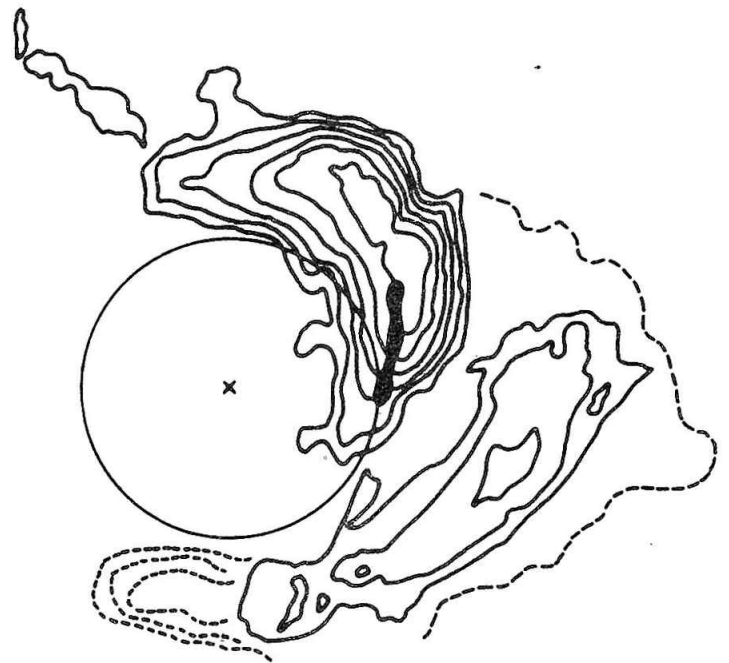
a



b

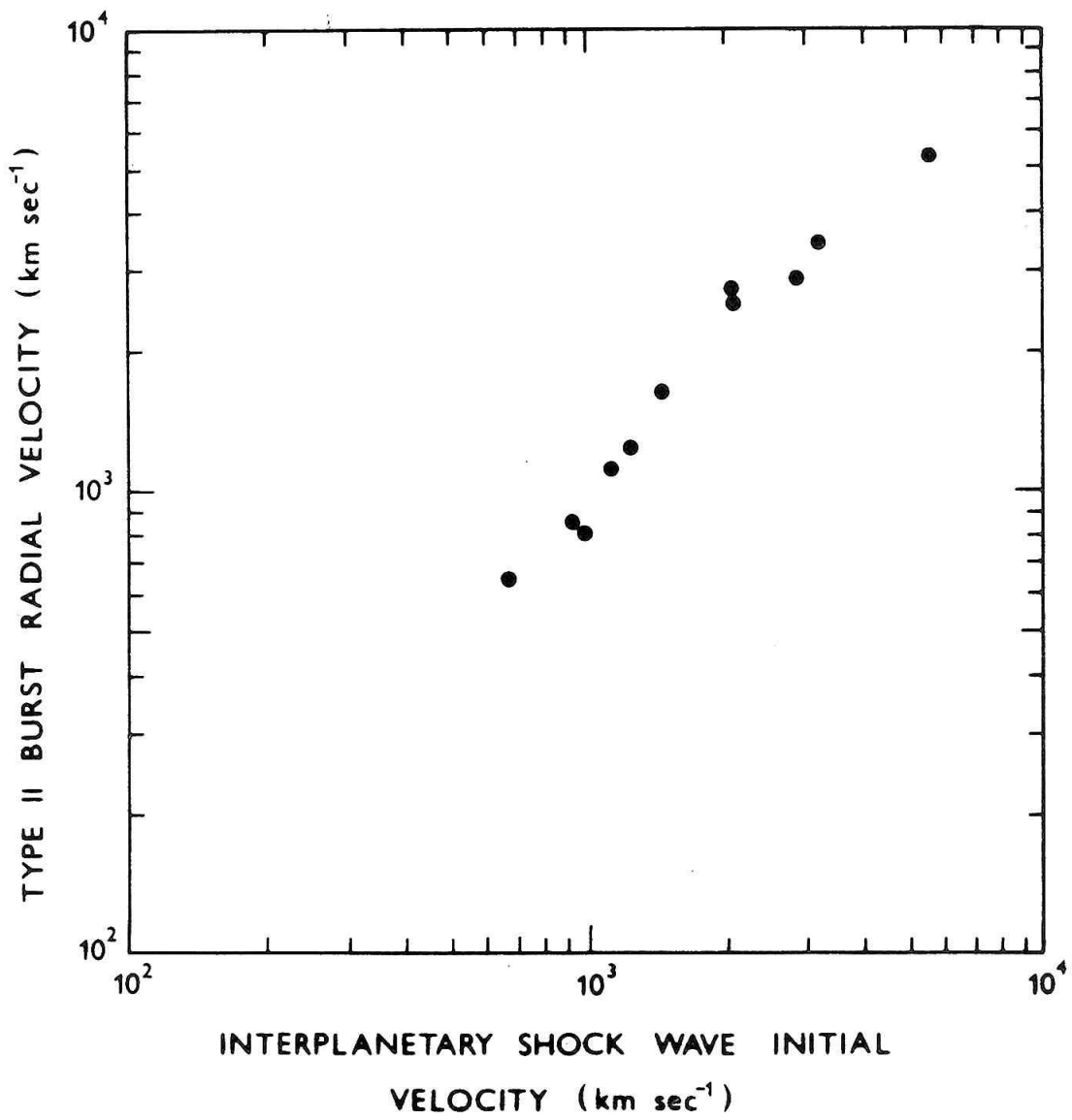


c



d

HALF - POWER  
BEAM



Obr. 6.

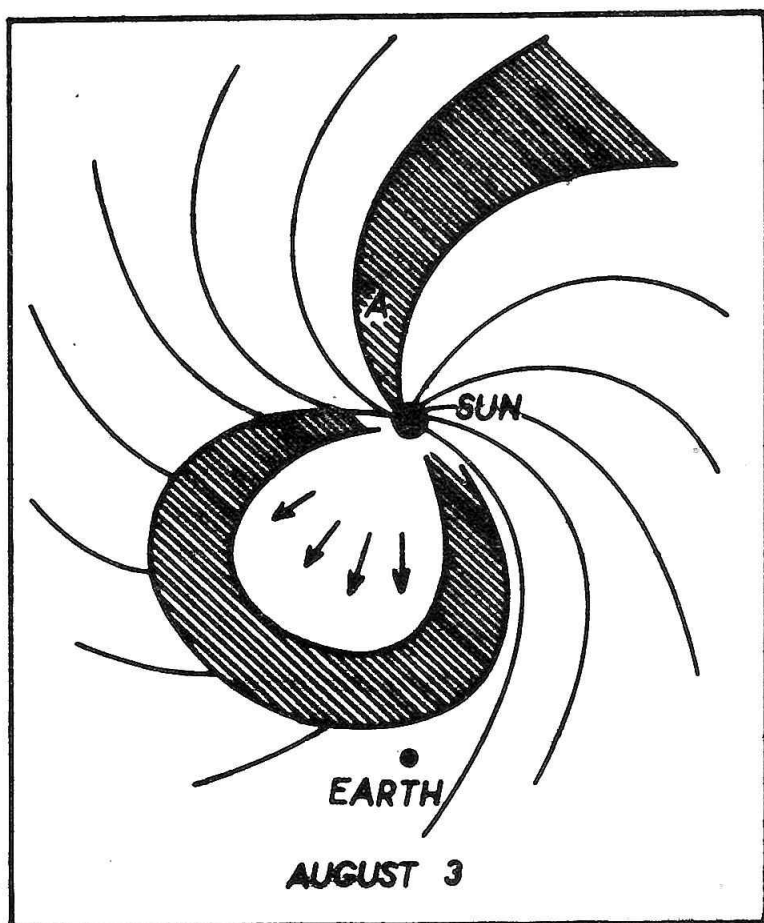


Wiseman a Dennison /1972/ použitím metódy medziplanetárnej scintilácie siete diskretných rádiových zdrojov pomocou 80 MHz rádioradiografu na observatóriu Culgoora, skúmali vývoj nárazovej vlny od 0,3 do 1,0 astronomických jednotiek. Význačnou charakteristikou týchto pozorovaní bolo veľké zvýšenie scintilačného indexu u väčšiny zdrojov v dobe prechodu nárazovej vlny. Na obrázku 7 je ukázaná veľkoškálová štruktúra medziplanetárneho priestoru, skonštruovaná na základe medziplanetárnej scintilácie. Zdá sa, že medziplanetárne scintilácie siete rádiových zdrojov sú užitočné pre sledovanie vývoja a pohybu nárazových vln za účelom predpovedania geomagnetických búrok.

Na základe našich doterajších poznatkov môžeme uviesť niekoľko dôležitých kritérií pre predpovedanie náhlych počiatkov geomagnetických búrok.

1. V prvom rade treba vychádzať zo špecifických vlastností slnečných erupcií, to znamená, či došlo k explozívnej alebo u protónových erupcií k fáze, v dobe ktorej dochádza ku generovaniu nárazovej vlny. V slnečnej chromosfére nárazová vlna pozorovaná v čiare  $H\alpha$  sa môže šíriť po slnečnom povrchu, a keď križuje kľudný filament, tak ho rozochveje alebo filament vymizne. Obyčajne erupcie explozívneho typu sú tiež doprevádzané sprayom alebo surgeom.

2. Erupcie sú doprevádzané impulzívnymi a energetickými vzplanutiami X-žiarenia, ktoré niekedy mávajú dvojité maximum, pričom druhé maximum pripadá na začiatok rádiového vzplanutia typu II. Toto energetické X-žiarenie, ktoré sa vyskytuje 20-40 hodín pred výskytom SSC zapríčiňuje v ionosfére SFE-efekt pozorovaný ako geomagnetický háčik. Tieto háčiky sú dobrými pred-



Obr.7.

zvestníkmi geomagnetických búrok.

3. Geoeфективne erupcie sú doprevádzané rádiovými vzplanutiami typu II alebo kombinovanými vzplanutiami typu II a IV. Z počiatkovej rýchlosti určenej z driftu frekvencie vzplanutí typu II môžeme určiť veľkosť spomaľovania medziplanetárnej nárazovej vlny.

4. Vo väčšine prípadov protónové erupcie, po ktorých v polárnych alebo subpolárnych oblastiach pozorujeme PCA-efekt, sú doprevádzané aj geomagnetickými búrkami.

#### Rekurentné geomagnetické poruchy

V rokoch blízkyh slnečnému minimu búrky s 27-dňovou rekurenciou sú dominujúce. Tieto sú pozvoľne nastupujúce búrky, ktoré Bartels pripísal M-oblastiam, pretože viditeľná slnečná aktivita nebola prítomná, pričom 27-dňová perióda slnečnej rotácie naznačovala pôvod týchto porúch v dlhožijúcich zatiaľ hypotetických prameňoch na Slnku.

V rokoch 1963-64 objavenie medziplanetárnej magnetickej sektorovej štruktúry dalo nové priestory uvedenej problematike. Wilcox /1968/ študoval vzťah sektorovej štruktúry ku geomagnetickej aktivite. Zvýšil sa aj počet nepriamych dôkazov, ktoré dávajú do súvislosti orientáciu vektoru medziplanetárneho magnetického poľa /s ohľadom na ekliptikálnu rovinu/ s dobou začiatku subbúrok. Táto závislosť nastupuje vtedy, keď pole sa obracia tak, že južne smerujúca zložka je prítomná, pričom pozorujeme začiatok subbúrky. Keď pole stráca svoju južne smerujúcu zložku, geomagnetická aktivita zaniká. Takýto vzájomný vzťah určili Arnoldy a kol. /1971/.

Družicové merania ukázali, že geomagnetické pole je silne porušené dva dni po tom, keď Zem vstúpila do sektoru, ktorého magnetické pole je smerované od Zeme. Táto perióda súčasne zodpovedá vysokej strednej hodnote intenzity medziplanetárneho magnetického poľa, vysokej rýchlosti slnečného vetra a poklesu hladiny kozmického žiarenia. Za účelom hľadania slnečných prameňov sektorov, autor práce skúma rádiové, šumové búrkové oblasti, pozorované na 169 MHz pomocou interferometra a ich vzájomný vzťah k sektorovej štruktúre medziplanetárneho magnetického poľa. Bolo zistené, že počet oblastí rádiovej šumovej búrky typu I je rovnaký ako počet hraníc sektorov. Na základe týchto poznatkov môžeme súdiť, že rádiové oblasti šumových búrok dávajú vedomosti o tých slnečných aktívnych centrách, ktoré hrajú dôležitú úlohu vo vysvetľovaní problémov týkajúcich sa vytvárania sektorovej štruktúry medziplanetárneho magnetického poľa a generovania vysokorýchlostných prúdov v slnečnom vetre. Roelof a Gold /1965/ rozsiahle študovali pozorovania slnečného vetra a porovnávali ich s fotografiami slnečného X-žiarenia o vlnových rozsahoch 3-32 Å a 44-54 Å zhotovených v dobe letu Skylabu,                      Analýza týchto fotografií ukázala, že rekurentné vysokorýchlostné prúdy slnečného vetra pochádzajú z "koronálnych dier", ktoré predstavujú oblasti nízkej X-emisie. Tieto vzájomné vzťahy dávajú nám možnosť 3-4 dni dopredu predpovedať rekurentné geomagnetické búrky. Záverom treba konštatovať, že metódy krátkodobých predpovedí slnečnej a geofyzikálnej aktivity sú v začiatkovej fáze vývoja. Vylepšenie metodík predpovedí si v prvom rade vyžaduje, ako som to na začiatku prednášky spomenul, pochopiť fyzikálnu podstatu slnečných aktívnych

procesov, ďalej pochopiť procesy prebiehajúce v medziplanetárnom priestore a v magnetosfére Zeme. Ďalšia fáza predpovedania heliogeofyzikálnej aktivity vyžaduje rýchle nahromadenie a spracovanie veľkého množstva napozorovaného materiálu.

#### Literatúra

- Alfven, H. Carlqvist, P.: Solar Physics 1, 220, 1967
- Arnoldy, R.L.: J.Geophys.Res. 76, 5189, 1971
- Baker, D.: AIAA Paper 70-1370, 1970
- Bell, B.: Smithsonian Contributions to Astrophysics 8, 119, 1963
- Bumba, V.: Izvestia Krym.Astrophys.Obs. 19, 105, 1958
- Castelli, J.P. a Aarons, J.: Ionospheric Forecasting No 49, 1970
- Croom, D.L.: Solar Physics 19, 152, 1971
- Dodson, H.W., Hedeman, E.R.: J:Geophys.Res. 63, 77, 1958
- Maxwell, A., Thompson, A.R., Garmire, G.: Planetary Space Sci. 1, 325, 1959
- McIntosh, P.S.: Progress in Astron. and Aeronautics Vol.30, 1972
- Martres, M.J. Michard, R., Soru-Iscovisci, I.: Ann, Astr. 29, 245, 1966
- Moreton, G.E., Severny, A.B.: Solar Physics 3, 282, 1968
- Severny, A.B.: Izvestia Krym.Astr.Obs. 20, 22, 1958
- Severny, A.B. : Izvestia Krym.Astr.Obs. 31, 217, 1964
- Severny, A.B., Wilcox, J.M., Scherer, P.H.: Solar Physics 15, 3, 1970
- Sino, T., Hakura, Y.: Ionop.Space Res.Japan, 12, 459, 1958
- Tanaka, H., Kakinuma, T.: Report Ionospheric Res.Japan, 18, 32, 1964
- Wilcox, J.M.: Space Science Rev. 8, 258, 1968
- Wiseman, M., Dennison, P.A.: Proc.Soc.Austr. 2, 79, 1971

## Družicové pozorovania rádiových vzplanutí typu II

Š. PINTÉR

Geomagnetické observatórium GFÚ SAV Hurbanovo

### Abstrakt

Pozemské pozorovania slnečných rádiových vzplanutí typu II môžu byť prevádzané do frekvencie 10 MHz. Nižšie ako 10 MHz pozorovania obmedzuje okolozemská ionosféra, preto pre sledovanie "travelling type II" rádiových vzplanutí, ktoré sú generované s frontou erupciou indukovaných nárazových vln, ktoré sa pohybujú cez korónu do medziplanetárneho priestoru, je možné cez družicové prístroje. Tieto družicové experimenty, ktoré majú dráhu nad zemskou plazmosférou, dávajú možnosť skúmať dynamické spektrum slnečných rádiových vzplanutí typu II cez frekvenčný pás od 10 MHz dole do 30 kHz, zodpovedajúce heliocentrickej vzdialenosti 1 AU ( $215 R_{\odot}$ ), /Malitson et al., 1973/. Súčasné pozorované rádiové vzplanutia typu II zo spodnej koróny /s pozemskými prístrojmi/ s rádiovými pozorovaniami na nízkych frekvenciách z medziplanetárneho priestoru podnikajú nám možnosť študovať šírenie excitujúceho agentu MHD nárazových vln od Slnka sa pohybujúcich do medziplanetárneho priestoru.

Možnosť identifikácie rádiovej emisie typu II na hektometrických vlnových rozsahoch bola poprvé publikovaná Slyshom /1967/. Avšak len nedávno Malitson et al., /1973/ celkom úspešne identifikovali rádiové vzplanutie typu II dole do frekvencie 30 kHz zodpovedajúca emisii o vzdialenosti 1 AU.

Ťažkosti spojené s identifikáciou rádiovej emisie typu II na hektometrových a kilometrových vlnách vyplývajú z nízkej pravdepodobnosti výskytu a z ich špecifických charakteristík vyplývajúcich z uvedenej dlhovlnovej oblasti /Stone and Fainberg, 1973/. Vzhľadom k tomu, že doteraz bolo pozorovaných pomocou družicových prístrojov len niekoľko "travelling type II" rádiových vzplanutí na veľmi dlhých vlnách, a každá má iné vlastnosti, v prednáške ich uvediem podrobne vo vzťahu k medziplanetárnym nárazovým vlnám.

## Projekt SMY - Rok slnečného maxima

J. SÝKORA

Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

Štúdium slnečnej aktivity sa stále viac zameriava na vývojové aspekty aktívnych oblastí a vyžaduje synoptické pozorovania na báze celosvetovej spolupráce. Podnet na koordinované štúdium slnečnej aktivity vyšiel z 10. komisie /Solar Activity/ Medzinárodnej astronomickej únie, v rámci ktorej bola vytvorená pracovná skupina s úlohou vypracovať program pre projekt Solar Maximu Year /SMY/. Je už stanovené, že tento projekt sa uskutoční v období 1. apríl 1979 - 1. november 1980, kedy sa predpokladá, že nastane maximum 21. cyklu slnečnej aktivity.

Problémy, na ktoré by sa v rámci SMY mala sústrediť pozornosť sú nasledovné:

1/ Aký je priebeh vývoja aktívnej oblasti na Slnku a interakcia s inými centrami magnetickej aktivity ? Aké sú vývojové charakteristiky vedúce k vzniku slnečných erupcií ?

2/ Aký je vzájomný vzťah aktívnych oblastí a veľkorozmerových magnetických štruktúr na Slnku /"obrie" buňky/ a vzťah k zmene polarít celkového slnečného magnetického poľa, ku ktorému podľa doterajších poznatkov dochádza počas maxima slnečného cyklu ?

3/ Aké rôzne sú príspevky Slnka k slnečnému vetru a stavu medziplanetárneho magnetického poľa ?



#### 4/ Aké sú detaily mechanizmu slnečných erupcií ?

Zoznam potrebných druhov pozorovaní pre tento program je uvedený v závere článku. Problém /1/, zvlášť pre štúdium procesov vedúcich k vzniku erupčných javov sa ukazuje byť veľmi dôležitým 24-hodinové nepretržité sledovanie vybranej aktívnej oblasti prostredníctvom fotografovania v bielom svetle s veľkou rozlišovacou schopnosťou, čím by sa mali odhaliť rýchle zmeny vo vývoji slnečných škvŕn súvisiace s veľkou erupčnou aktivitou, ktorá je sústredená do pomerne krátkeho časového intervalu. Pozorovania s takým zámerom neboli v minulosti nikdy uskutočnené. Tiež detailné štúdium vývoja rýchlostných polí v aktívnej oblasti by bolo veľmi dôležité, pričom by bolo potrebné dôsledne diferencovať horizontálne toky od vertikálnych a navyše študovať zmeny rýchlosti s výškou. V probléme /2/ by sa pravdepodobne nepodarilo dospieť ku konečným záverom počas krátkeho obdobia SMY; avšak pretože taká práca by bola zvlášť dôležitá pre pochopenie fyziky slnečného cyklu, SMY by bol dobrou príležitosťou započat' s dlhými pozorovaniami.

Hoci SMY organizujú "slnečníci", so zameraním sa na Slnko, je zrejmé, že sa zároveň ukazuje veľká možnosť koope-rovať s projektom International Magnetospheric Study /Medziná-rodny výskum magnetosféry Zeme/ - IMS, ktorý už beží od 1.1.1976, ale ktorého časť sa bude ešte prekryvať so SMY. Bolo by totiž rozumné využiť náš "bližší" pohľad na Slnko k akejsi inventarizácii príspevkov jednotlivých prejavov slnečnej aktivity k slnečnému vetru a pokúsiť sa určiť ich účinok na

zemskú magnetosféru. Za takýmto účelom by bolo potrebné sústavne sledovať Slnko počas aspoň niekoľkých rotácií a súčasne merať parametre slnečného vetra. Existujú prinajmenšom tri zdroje slnečného vetra: 1/ koronálne pohyblivé javy /coronal transients/ - oblaky, bubliny - objavené predovšetkým pomocou OSO-7 a Skylabu, 2/ koronálne diery, 3/ erupcie. Hoci všetky sú najlepšie pozorovateľné v oblasti krátkovlnného a mäkkého X-žiarenia, to znamená mimo zemskú atmosféru, bolo by ich možné detekovať aj pomocou pozemských pozorovaní.

Akýkoľvek pozemský pozorovací program však veľmi stúpe na cene, ak bude dopĺňovaný pozorovaniami z družíc a naopak. Z tohoto hľadiska bude ešte potrebné zabezpečiť spoluprácu so všetkými možnými letmi družíc a rakiet počas intervalu SMY. Z našej strany bude záujem predovšetkým o celkové obrazy Slnka s veľkým priestorovým a časovým rozlíšením v krátkovlnnej oblasti spektra, mäkkých a tvrdých X-lúčoch.

Pre úspešnú koordináciu pozorovaní treba ešte vykonať niekoľko vecí:

- 1/ Urobiť definitívny súpis slnečných observatórií, ktoré sa chcú zúčastniť SMY a mať prehľad o ich potenciálnom príspevku k tomuto projektu.
- 2/ Stanoviť presný vedecký program s určením špecifických problémov, ktoré by mohli byť objasnené zo spoločných a v niektorých prípadoch dlhodobých pozorovaní. Bude snaha zoskupiť jednotlivé observatóriá na takéto problémy a rozdeliť medzi nimi úlohy. Jednotlivé observatóriá zo skupiny môžu

prispieť k úspechu akcie alebo tým, že môžu pozorovať v čase keď iné pozorovať nemôžu, alebo simultánnym pozorovaním iných parametrov než pozorujú ostatné observatóriá.

- 3/ Stanoviť ako sa budú určovať zaujímavé aktívne centrá alebo magnetické konfigurácie a ako sa budú vyhlasovať "poplachy" k pozorovaniu.
- 4/ Premyslieť ako bude najlepšie možné vymieňať si napozorované údaje a urobiť ich dostupnými pre analytické spracovanie.

Predpokladá sa publikovať "slnečné noviny" každých 27 dní, v ktorých by boli operatívne publikované stav a pokroky v jednotlivých riešených problémoch. Bolo by možné i predbežné publikovanie fotografií a iných údajov, ktoré by mohli stimulovať ďalšiu výmenu pozorovacích materiálov, obecné však treba povedať, že pre výmenu materiálov treba vymyslieť principiálne novú formu, pretože doterajšie spôsoby nevyhovujú.

#### Navrhovaný zoznam problémov a pozorovaní v SMY

- 1/ Priebeh vývoja aktívnej oblasti a jej interakcia s inými aktívnymi oblasťami; vývojové charakteristiky vedúce k vzniku slnečných erupcií.

Potrebné: všetko s veľkým priestorovým rozlíšením a len z danej aktívnej oblasti:

- biele svetlo /24 hodín/
- $H_{\alpha}$  /24 hodín/
- magnetogramy /každé dve hodiny/
- rýchlostné polia /horizontálne a vertikálne/ a ich zmeny s výškou /každé dve hodiny/

- rýchlostné polia /horizontálne a vertikálne/  
a ich zmeny s výškou /každé dve hodiny/
- rádiové obrazy /vrátane polarizačných me-  
raní/
- obrazy v mäkkých X-lúčoch a UV-žiarení.

2/ Vzťah vývoja aktívnych oblastí k celkovej veľkorozmerovej  
štruktúre magnetických polí.

Potrebné: - celý disk v H

- magnetogramy celého Slnka /prinajmenšom každých  
12 hodín/
- obrazy Slnka v mäkkých lúčoch a UV-žiarení.

3/ Príspevky k slnečnému vetru počas daného obdobia. Možní  
"prispievatelia" k slnečnému vetru:

a/ koronálne pohyblivé javy /2 krát za deň/ - korono-  
graf na dráhe okolo Zeme; koľko protuberancií vy-  
buchuje za 1 deň ?

Potrebné: - patrola disku v H  
- patrola slnečného okraja /koronograf/  
- patrola koróny v rádiovom žiarení

b/ koronálne diery

Potrebné: - mäkké X-žiarenie, veľmi krátkovlnné  
žiarenie  
- He I 10830 Å filtrogramy z pozemských  
pozorovaní

c/ erupcie.

4/ Detaily mechanizmu slnečných erupcií

Potrebné: - to isté ako v 1/

- rádiová <sup>ter</sup> interferometria s veľkým rozlíšením
- pozorovanie s veľkým rozlíšením v tvrdých X-lúčoch
- spektroskopia gamma oblasti
- fotografické magnetogramy.

Slnčné oddelenie Astronomického ústavu SAV sa na SMY zúčastní pozorovaním detailov aktívnych oblastí v bielom svetle a H alfa, patrolovým pozorovaním emisných čiar koróny a protuberancií na okraji Slnka, ďalej sa predpokladá snímať bielu korónu pomocou nášho experimentu na družicu AUOS-S a pokiaľ bude potrebné a náš nový spektrograf už bude v chode, prevádzať spektroskopické merania. Z uvedeného vyplýva, že by sme mohli prispieť k riešeniu problému - vývojové charakteristiky vedúce k slnečným erupciám - a to hlavne štúdiom jemnej štruktúry a pohybov vo fotosfére a chromosfére /H alfa/ a tiež štúdiom koronálnych prejavov aktivity a koronálnych dier z pozorovaní v zelenej čiare.

V tejto súvislosti by som rád upozornil na potenciálne možnosti i amatérskych observatórií v programe SMY, pričom AÚ SAV by na Slovensku mohol zohrať určitú informačnú a koordinačnú úlohu. Jednálo by sa asi hlavne o fotografické pozorovanie aktívnych oblastí i celého Slnka v bielom svetle, k čomu svojim spôsobom postačujú i jednotlivé prístroje na niektorých hvezdárňach, napríklad v Hurbanove, Banskej Bystrici a Prešove. Materiál, i menej kvalitný, by značne získal na cene hlavne vtedy, ak by pomohol vyplniť časovú medzeru v pozorovaniach profesionálnych observatórií, ako sa to stalo už

neraz v minulosti.

I keď' je to z uvedeného vedeckého programu SMY zrejmé, predsa by som chcel podtrhnúť na záver príbuznosť jeho programu s problematikou nášho seminára. Znamená to, že sme si zvolili tématiku aktuálnu, ktorá patrí v súčasnosti medzi ťažiskové problémy slnečnej fyziky, lepšie povedané fyziky vzťahov Slnko - Zem. Vplyvy slnečnej činnosti na deje v zemskej atmosfére, magnetosfére a dokonca biosfére sú už dnes neoddiskutovateľné. Praktický význam ich štúdia má a v krátkej budúcnosti ešte veľmi získa na dôležitosti. Sme radi, že sa môžeme radiť k vedným odborom s takouto perspektívou. Možno predpokladať, že SMY bude dôležitým krokom na tejto ceste.

# Vlivy Slunce na Zemi a některé obtíže jejich statistického vyjádření

P. AMBROŽ

Astronomický ústav ČSAV Ondřejov

## Abstrakt

Na konkrétním pozorovacím materiálu je znázorněna metoda jeho obvyklého zpracování a provedena její zevrubná analýza. Je poukázáno na nedostatečnost obvyklých kritérií a nebezpečí zcela nesprávných interpretací. Je navržena nová metoda selekce dat a podmínky pro jejich reprezentativní zpracování. V závěru je provedena kritická diskuse dřívějších prací /cca 10 min/.

V poslední době se ve vědecké literatuře objevila řada studií, poukazujících na vztah mezi sluneční aktivitou a vývojem počasí na Zemi. Současně byla k tomuto problému publikována rozsáhlá bibliografie /Shapley a kol. /1975/ /, která dokumentuje rozsah prací a zájem, který je tomuto problému věnován.

Studium meziplanetárního prostoru pomocí umělých družic Země v průběhu šedesátých let obohatilo naše znalosti o meziplanetárním magnetickém poli natolik, že v podstatě chápeme, co je prostředníkem mezi magnetickou strukturou na Slunci a rekurentními variacemi geomagnetického pole. Je to sluneční vítr, který při své expanzi z korony "vytahuje" siločáry magnetického pole a vytváří daleko až za dráhu Země uspořádanou strukturu me-

ziplanetárního magnetického pole. V rovině ekliptiky tak vzniká poměrně jednoduchá struktura několika sektorů, v nichž se střídá kladná a záporná polarita. Sektory jsou oddeleny zpravidla úzkým a poměrně dobře definovaným rozhraním. Polarita sektoru je dána průměrnou polaritou velkorozměrových magnetických polí v oblasti jejich zakotvení na Slunci. Rozhraní i struktura siločiar v sektorech je určována rychlostí expanze slunečního větru a sluneční rotace a má v klidovém stavu tvar Archimedovy spirály. Tvar rozhraní je takový, že Země prochází rozhraním v průměru 4,5 dne po průchodu jeho zakotvení na Slunci centrálním meridiánem. Sektory jsou zpravidla čtyři a jejich rozložení se od otočky k otočce mění jen velmi zvolna a průchody rozhraní si tedy zachovávají přibližně 27-denní rekurenci. Při průchodu rozhraní Země dochází v oblastech geomagnetických pólů k markantním změnám v denním chodu  $V$  i  $H$  - komponenty geomagnetické pole. Uvedené změny jsou natolik zákonité, že na základě měření geomagnetického pole v polárních oblastech bylo možno odvodit sektorovou strukturu až do roku 1926 [Svalgaard /1972/ ]. Uvádí se, že dochází k celkovému narušení stavu magnetosféry, což má za následek typické změny geomagnetických indexů  $K_p$  i  $A_p$ . Všechny tyto vlastnosti vytvářejí z rozhraní sektorové struktury velmi důležitou strukturální anomálii, která je výhodná pro řadu předpovědí v oboru vztahů Slunce-Země.

Před několika lety bylo zjištěno [Wilcox a kol. /1973/ ], že průchod rozhraní je doprovázen markantní změnou indexu planetární vorticity, který má přímý vztah ke globální planetární cirkulaci atmosféry. Tato cirkulace má významnou úlohu při tvorbě a vývoji počasí. Poněvadž index planetární vorticity se vzta-





huje k vývoji tlakových útvarů vždy na celé polokouli, položil si autor otázku, jestli nelze těchto výše uvedených zákonitostí využít pro nalezení vztahu mezi průchodem rozhraní sektorů a vývojem barometrického tlaku na jedné stanici. Za tímto účelem bylo z Katalogu průchodu rozhraní /Wilcox /1973/ / vybráno 101 průchodu, které byly klasifikovány jako "dobře definované". Z toho 53 bylo rozhraní  $/- +/$  a 48 rozhraní typu  $/+ -/$ . Tlaková měření pocházejí ze stanice Hydrometeorologického ústavu v Praze /Měsíční přehled meteorologických pozorování observatoře Praha-Karlov/. Materiál pokrývá období let 1962-1970.

K analýze bylo použito metody, která se k podobným účelům běžně používá. Využívá k definování epochy tzv. nultého dne /v našem případě den průchodu rozhraní sektorů/ a jednotlivé epochy se na sebe superponují. Očekávaný výsledek má představovat odpověď na otázku, jak se v průměru vyvíjí tlak po průchodu rozhraní sektoru. Byl studován vývoj tlaku v období od nultého až do patnáctého dne po průchodu rozhraní.

Zvolena metoda má zdánlivě řadu předností:

1. Nultý den je zpravidla příčinně zdůvodněným klíčem pro výběr hodnot.

2. Soubor příslušný určitému nultému dni je zpravidla málo početný.

3. Počet souboru není ničím určen, takže celkový počet náhodných veličin může být malý.

4. Metoda superpozice epoch dává vždy výsledek.

5. Celá výpočetní procedura je formálně velmi jednoduchá.

V praxi se stává, že je tohoto postupu velmi často používáno a je mu dáвана přednost před korelační analýzou, poněvadž je vý-

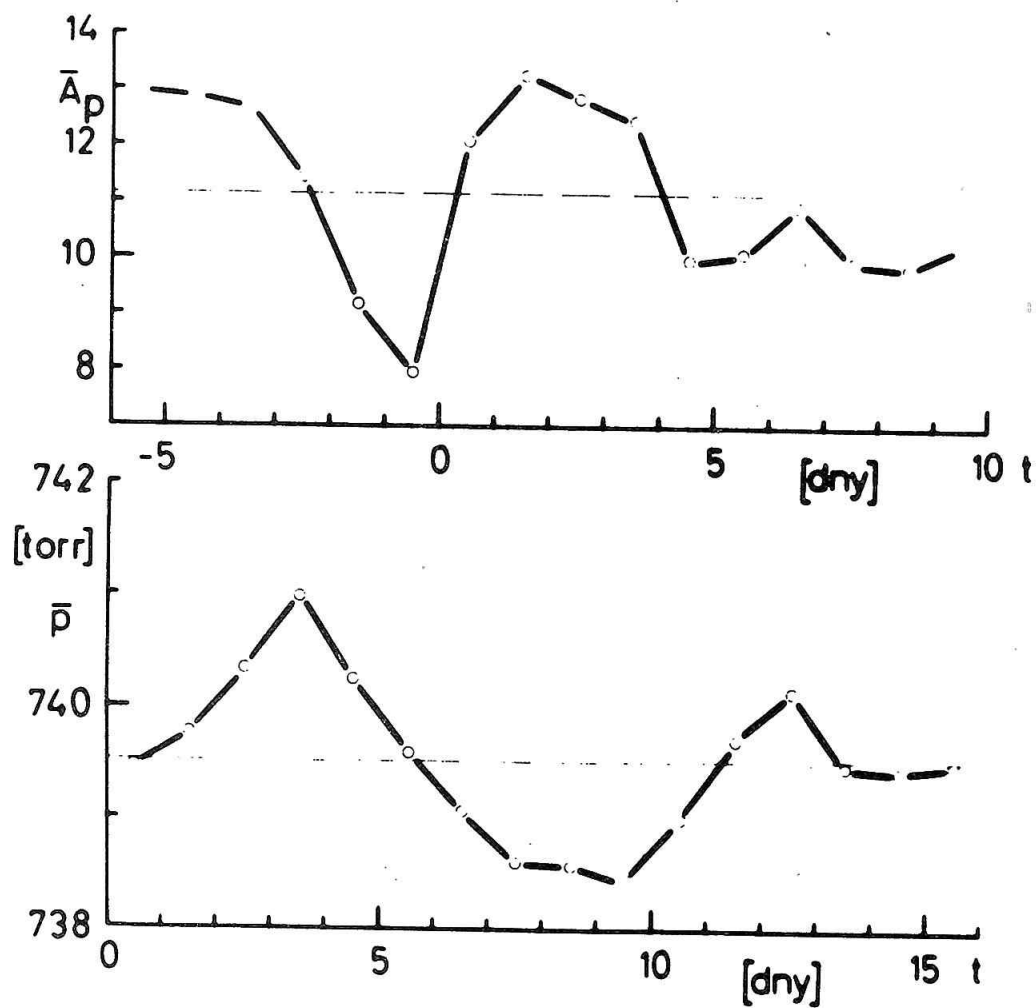
početně jednodušší a na první pohled přesvědčivější. Oba tyto klady mizí v okamžiku, kdy jsme nuceni dokumentovat statistickou významnost výsledků, získaných metodou superpozice epoch, vztažených k nultému dni.

Pro výsledné hodnoty v jednotlivých dnech používáme průměrování:

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n},$$

kde  $j$  představuje index vztažený k nultému dni a  $i$  pořadový index souboru.

Výsledný soubor obsahuje tedy hodnoty  $\bar{X}_j, \bar{X}_{j+1}, \bar{X}_{j+2}, \dots, \bar{X}_{j+L}$  /v našem případě je  $L = 15$ /. Tento postup byl aplikován pro měření chodu  $A_p$  indexu a atmosférického tlaku kolem nultého dne a výsledek je na obr. 1. Každá hodnota  $\bar{X}_j$  je tedy aritmetickým průměrem /matematickou nadějí/. Pouze v případě, že hodnoty  $X_{ij}$  mají symetrické statistické rozložení, představuje hodnota  $\bar{X}_j$  veličinu s největší pravděpodobností. Nás ale při interpretaci zajímá časový vývoj hodnot  $\bar{X}_j$ . O nich můžeme říci, že jsou to průměrné hodnoty ale o jejich chodu již nelze říci nic. Vždyť to obecně není ani průměrný chod /je to pouze chod průměrných hodnot/, ani chod s největší pravděpodobností a ani nejčtetnější chod. My potřebujeme nalézt chod s největší pravděpodobností. Z tohoto důvodu je třeba provést typizaci chodu jednotlivých souborů v oblasti kolem nebo po nulovém dni. Pro studium pozorovacích řad /souborů/ je výhodné použít koeficientu kolerace. Soubor  $\bar{X}_j$  je souborem matematických nadějí a není to již náhodný soubor, nýbrž plně determinovaný skladbou hodnot  $X_{ij}$ .



Obr. 1 Aplikace metody nultého dne a superpozice epoch na měřené hodnoty  $A_p$  indexu /rozmezí od -6ého dne do -9ého dne/ a denních průměrných hodnot atmosferického tlaku v Praze /od nultého do patnáctého dne/. Oba grafy zahrnují všech 101 souborů.

Můžeme se ptát, jaká je míra kolerace mezi chodem hodnot  $\bar{X}_j$  a chodem hodnot  $X_{ij}$  pro zadané  $i$  / $i$  je pořadový index souboru přímo měřeného/. Tuto míru kolerace lze popsat koeficientem kolerace

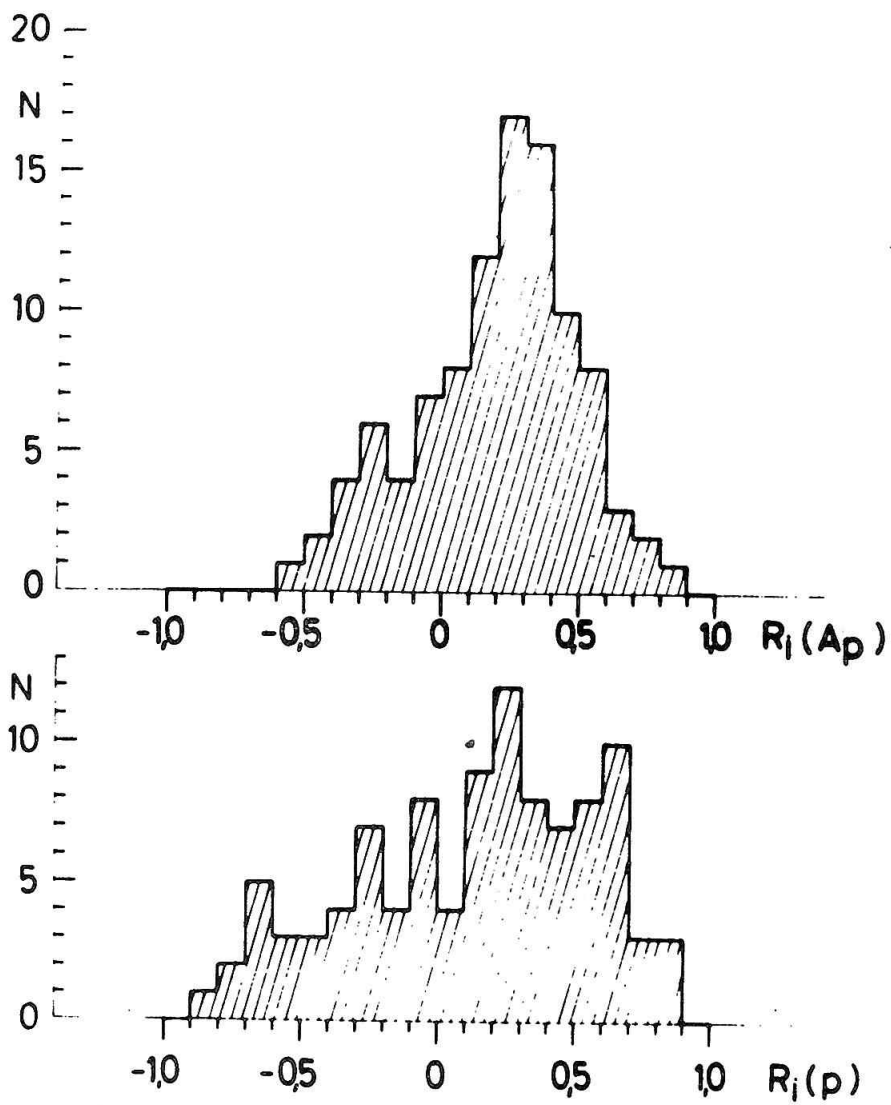
$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^{L+1} (X_{ij} - \bar{X}_i)(\bar{X}_j - \bar{X})}{(L+1) \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{L+1} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{L+1}} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{L+1} (\bar{X}_j - \bar{X})^2}{L+1}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{L+1} \bar{X}_j}{L+1} \quad \bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^{L+1} X_{ij}}{L+1}$$

Za předpokladu tzv. perzistence souborů  $X_{ij}$  pro  $i=1$  až  $n$  by všechny koeficienty korelace  $R_i$  měly být kladné. Jedině v tomto případě má metoda superpozice epoch své určité opodstatnění, zvláště tehdy, je-li takové rozdělení unimodální /s jedním maximem/. Statistické rozložení koeficientu korelace  $R_i$  je možné velmi snadno zjistit. Bylo studováno pro některé řady jako je průběh  $A_p$  indexu kolem a po nulovém dni  $i$  vývoj atmosferického tlaku po nulovém dni a je znázorněno na obr. 2.

Z provedené analýzy je zřejmé, že v žádném z uvedených případů nelze hovořit o tom, že data jsou plně perzistentní, poněvadž vždy se objevuje určité množství souborů, pro které koeficient korelace  $R_i$  je záporný.

Pro ilustraci kvality typizace pomocí koeficientu  $R_i$  /p/



Obr. 2 Statistické rozložení koeficientu korelace  $R_i$  pro stejné soubory jako u obr. 1.

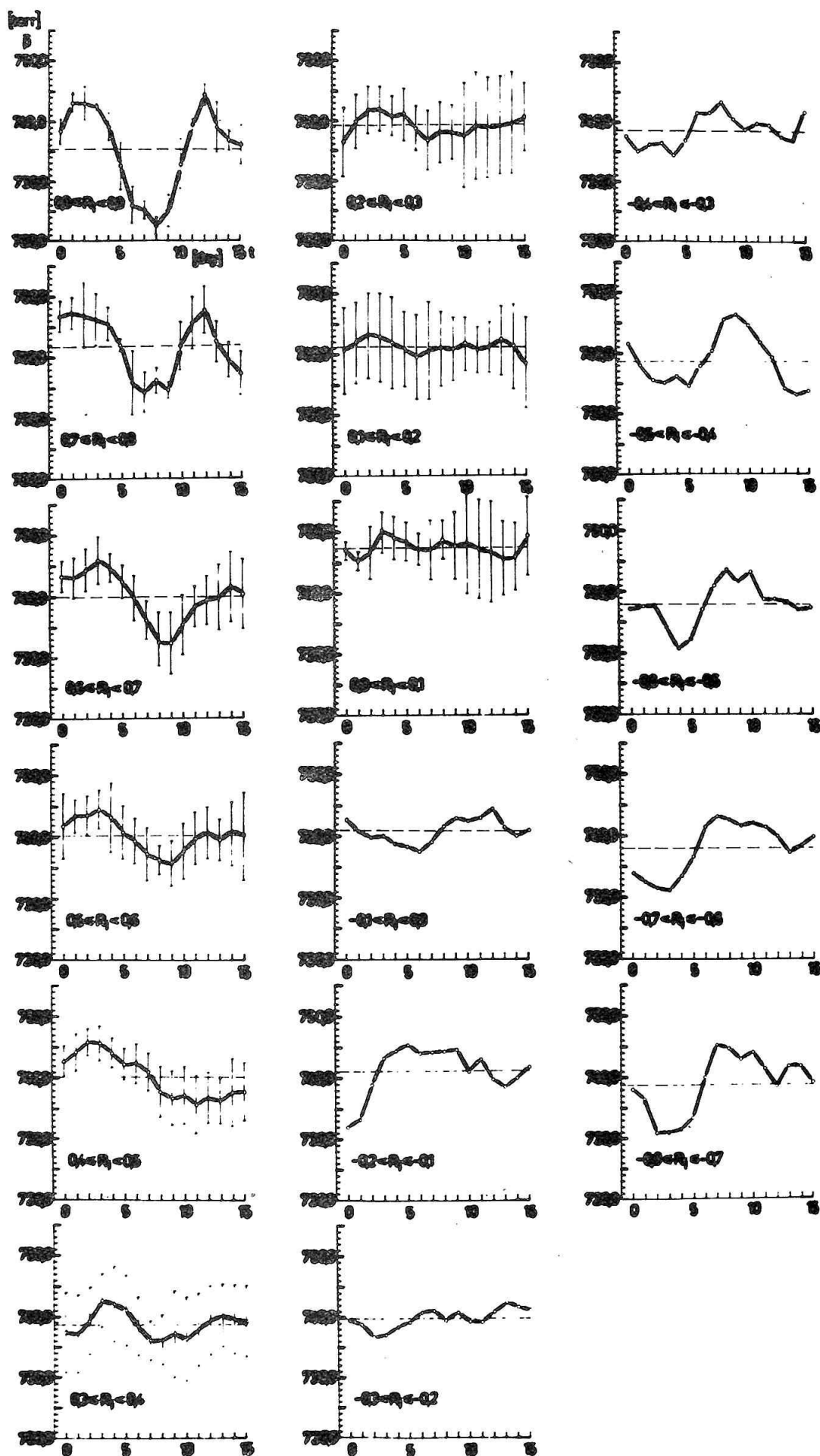
byly z celkového materiálu měření atmosferického tlaku vybrány soubory, jejichž  $R_1 / p /$  leží v určitém intervalu /jeho šířka je 0,1/ a pro ně byla znovu použita metoda superpozice epoch. Takových souborů bylo 17 a každý z nich obsahoval již daleko méně podsouborů  $X_{1j}$  /zde se  $n$  pohybovalo od 3 do 12/. Koeficient korelace pro jednotlivé soubory byl již kladný, podmínka perzistence byla splněna a tedy chod  $\bar{X}_j$  lze považovat za typický. Jednotlivé průběhy jsou znázorněny na obr. 3.

Z uvedeného obrázku je zřejmé, že typizace, provedená tímto způsobem, dovoluje rozsáhlý materiál roztrždit a nahlédnout do jeho skladby. Jestliže pro studované soubory vyšetřujeme disperzi a porovnáme ji s odchylkami chodu  $\bar{X}_j$ , dostáváme další kritérium reprezentativnosti výsledků. Za měřítko disperse zvolme standardní odchylky

$$\tau_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{1j} - \bar{X}_j)^2}{n}}$$

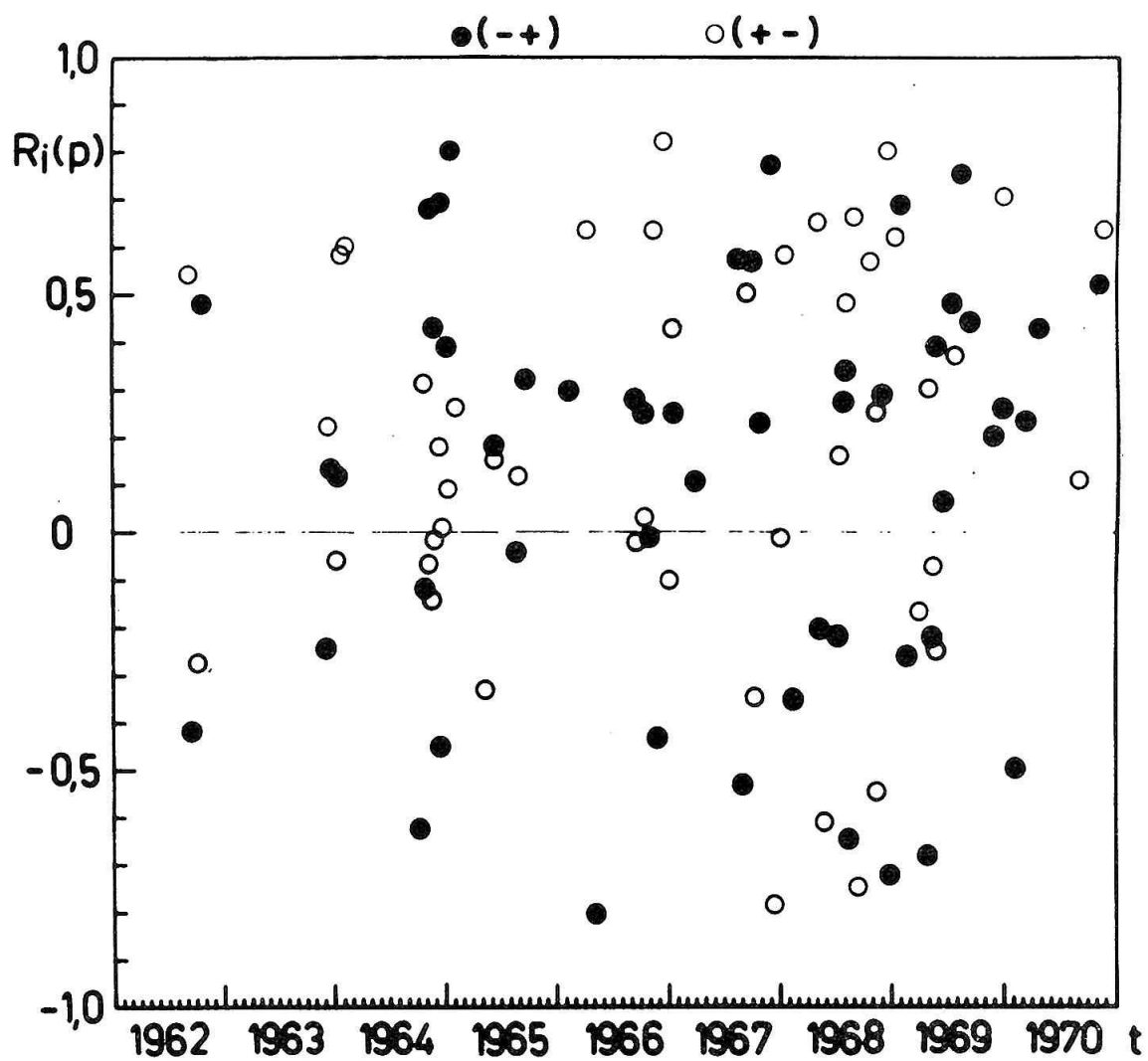
Z předchozího obrázku je zřejmé, že již pro soubory s koeficientem korelace  $R_1 / p / < 0,4$  jsou zjištěné odchylky málo reprezentativní. Znamená to, že chod, který nám indikovala metoda superpozice epoch, je dán v podstatě velmi malým počtem měřených souborů /asi 1/3 z celku/, jejichž vyloučením se výsledek dosti podstatně změní.

Pro ilustraci nedostatečnosti běžně užívaného testu na perzistenci rozdělením dat na několik částí byl sestaven obrázek 4, kde je v závislosti na čase vynášen koeficient korelace  $R_1 / p /$ , /počítaný vůči průměrům z celého souboru/. Odtud je zřej-



Obr. 3 Aplikace metody superpozice epoch na měření atmosférického tlaku v souborech, typizovaných podle rozložení koeficientu korelace  $R_1/p$ .





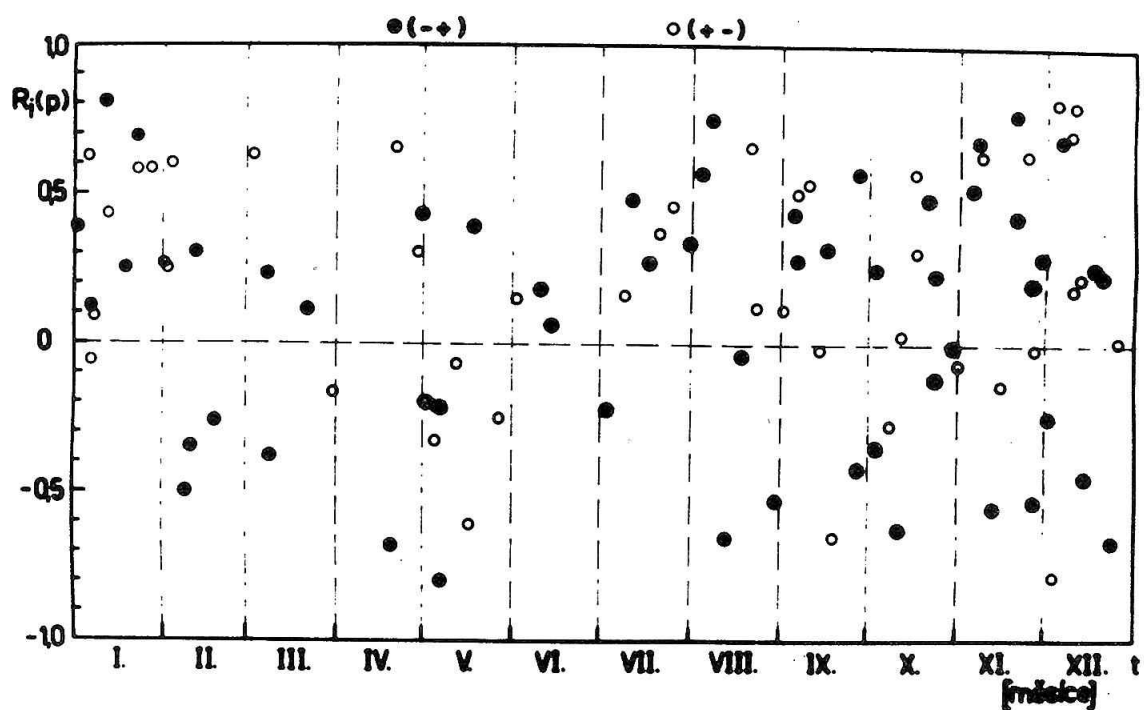
Obr. 4 Rozložení koeficientu korelace  $R_i$  /p/ v závislosti na čase.

mé, že rozdělením materiálu z období 9 let např. i na deset částí nedostaneme o perzistenci úplnou představu, poněvadž v každém z deseti takto vytvořeném podsouboru může dojít k převážení ostatních hodnot jednou velmi výraznou o velké amplitudě.

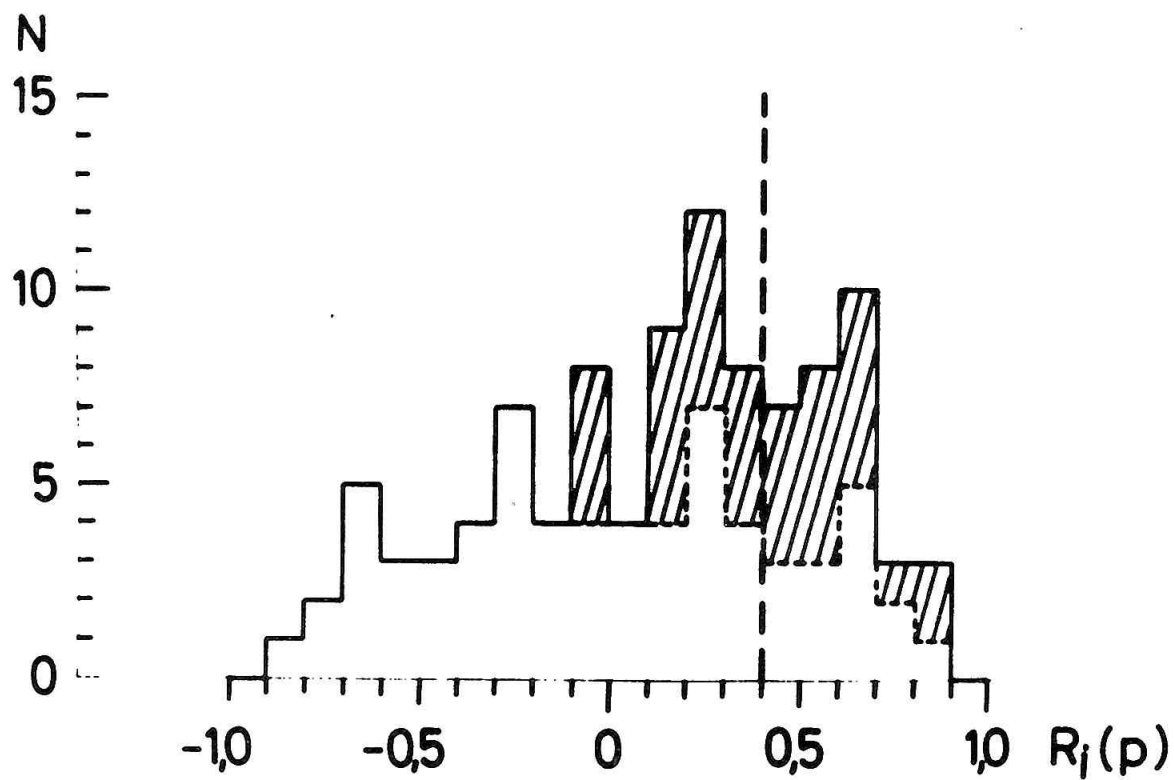
Podobná situace při vyšetřování prvků, které se mění sezonně, se může stát při superpozici v průběhu roku. Rozložení koeficientů korelace  $R_1 / p$  v průběhu roku nedává žádnou charakteristickou diferenci mezi rozdělením chodu tlaku v létě a v zimě /obr. 5/. Chod průměrných hodnot se ale dosti podstatně liší.

V další části se omezíme na problém použitelnosti získaných výsledků pro eventuelní prognózy.

Chod rozdělení koeficientů korelace je v podstatně úměrný rozdělení hustoty pravděpodobnosti výskytů různých typických chodů. Ze získaného rozdělení lze usuzovat, že určitá část realizací je vyloženě náhodná, daná denním a dlouhodobým vývojem barické situace v důsledku globální atmosferické cirkulace /viz obr. 6/. Zbývající nadbytek v oblasti kladných hodnot koeficientu korelace lze považovat za "efekt rozhraní". Budiž ale zdůrazněno, že pro soubory s koeficientem korelace  $R_1 / p < 0,4$  nelze dosti dobře efekt rozhraní formulovat, poněvadž chody průměrných hodnot jsou zatíženy takovým rozptylem dat, že amplitudy změn jsou uvnitř mezí, určenými standardní odchylkou. Z celkového počtu souborů, který udává  $n = 101$  lze jako "efekt rozhraní" definovat 31 souborů /to reprezentuje 32,5%/. Souborů, pro které  $R_1 / p \geq 0,4$  je méně, již jen 17 a tedy z celkového objemu dat pouze 16,9%.



Obr. 5 Rozložení koeficientu korelace  $R_1$  /p/ v závislosti na čase v průběhu roku.



Obr. 6 Rozložení koeficientu korelace  $R_i$  /p/ a vymezení "efektu rozhraní".

Pokud nás celá záležitost vývoje tlakové situace na jedné stanici po průchodu rozhraní zajímá z prognostického hlediska, lze ji formulovat asi takto. Poměr počtu souborů, pro které  $R_i / p > 0$  a počtu všech souborů

$$\frac{n[R_i(p) > 0]}{n} = \frac{62}{101} = 0,61$$

Poměr počtu souborů, pro které  $R_i / p \geq 0,40$  a počtu všech souborů

$$\frac{n[R_i(p) \geq 0,4]}{n} = \frac{31}{101} = 0,3$$

Tento poměr reálně vystihuje pravděpodobnost, že výsledek je prakticky použitelný, kdy do tří dnů po průchodu rozhraní tlak vzrůstá, od čtvrtého do sedmého dne klesá, od desátého do dvanáctého dne tlak opět vzrůstá a v období od třináctého dne se dostává na výchozí úroveň. /situace na obr. 1/. Každý jiný typ vývoje je méně pravděpodobný. Je sice pravda, že největší četnost vykazují soubory, pro které  $0,2 \leq R_i < 0,3$ , avšak zde rozptýlení měření nedovoluje stanovit statisticky reprezentativní typický chod a tedy údaje jsou pro předpověď nepostačující. Stanovená pravděpodobnost realizace předpovědi  $/P \sim 0,3/$  je příliš malá než aby měla praktický smysl.

Poslední otázkou zůstává opodstatněnost hypotézy, že typický vývoj geomagnetických indexů v období kolem průchodu rozhraní sektorů vyvolává typické změny v atmosferickém tlaku. Chod průměrných hodnot  $A_p$  indexu v rozmezí -6 až 9 den kolem průchodu rozhraní sektorů je znázorněn na obr. 1. Výsledek vykazuje typický chod kolem průchodu rozhraní a je zatížen směrodatnými

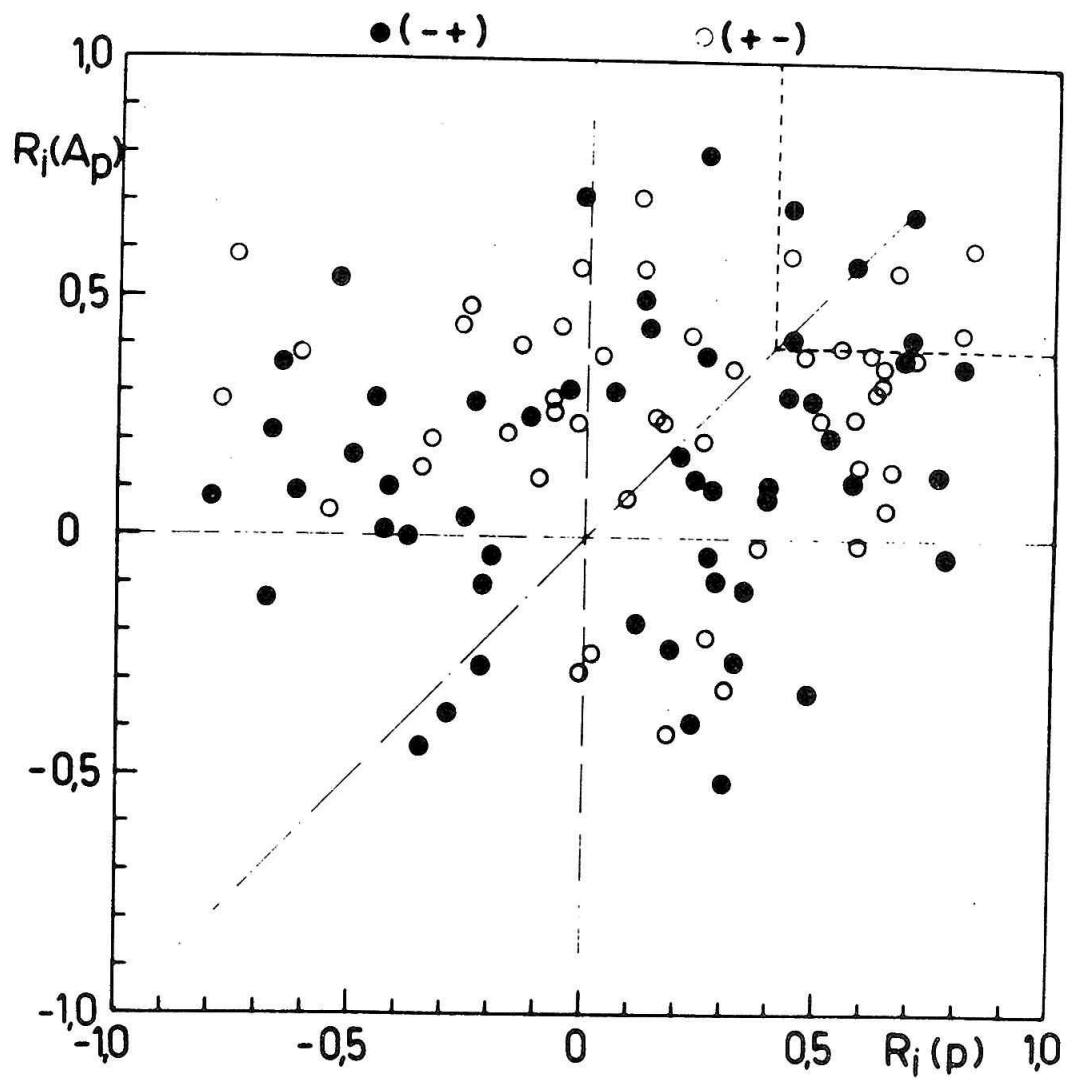
odchylkami, které převyšují amplitudu. I pro tento materiál byla provedena typizační analýza. Bylo nalezeno jediné výrazné maximum koeficientů korelace  $R_j / A_p$  v kladné oblasti a málo výrazné monotonní rozložení v záporné oblasti. Největší četnost mají koeficienty korelace v rozmezí od 0,20 do 0,39. Jak bylo ukázáno při analýze průběhu atmosferického tlaku, mají hodnoty s hodnotami  $R_j < 0,4$  malou statistickou významnost v důsledku velkého rozptylu. Klademe-li si tedy otázku, jaká je pravděpodobnost, že v souvislosti s průchodem rozhraní dojde k typické změně  $A_p$  indexu / na obr. 1/, který vyvolá typickou změnu tlaku, potom musíme hledat ty soubory, pro které je současně splněna podmínka  $R_1 \geq 0,40$ . Na obr. 7 je vynášena závislost  $R_1 / A_p$  na  $R_1 / p$  pro  $n = 101$  souborů. Pravděpodobnost, že výše uvedená podmínka je splněná, se dá vyjádřit

$$P \sim \frac{n(R_1(A_p) \geq 0,4, R_1(p) \geq 0,4)}{n} = \frac{10}{101} = 0,099$$

Pokud podmínku pro  $R_1 / A_p$  položíme méně přísně, dostáváme pro

$R_1 / A_p \geq 0,3$	$P \sim \frac{19}{101} = 0,188$
$R_1 / A_p \geq 0,2$	$P \sim \frac{23}{101} = 0,228$
$R_1 / A_p \geq 0,1$	$P \sim \frac{27}{101} = 0,267$

Je zřejmé, že ve všech těchto případech je  $P$  o hodně menší než 0,5 a tedy vlastně nelze říci, že předchozí hypotéza je správná. Důvodů pro tento výsledek může být několik. Obtíže jsou jak v tom, že měření tlaku jsou z přízemních měření jedné stanice, tak i zřejmě ve volbě intervalu pro chod  $A_p$  indexu, resp. ve



Obr. 7 Závislost koeficientů korelace  $R_i/A_p/$  na  $R_i/p/$  pro všech 101 souborů.

volbě tohoto indexu samotného. Krátce řečeno, obtíže vznikají z těch důvodů, že neznáme dobře fyzikální mechanismus vztahu mezi strukturou meziplanetárního magnetického pole, chodu planetárních geomagnetických indexů a globální atmosférickou cirkulací, která působí tlakové variace na jedné stanici. Z předvedené studie lze usoudit, že pouhé statistické zpracovávání materiálu bez účinného fyzikálního klíče sice vede k výsledku, avšak jeho správnost je dosti pochybená. Řešení nepřinese ani zvýšení počtu souborů. Autor zde má na mysli u meteorologických prvků studium na základě současného materiálu z celé sítě stanic. Bude-li tento materiál pro každou stanici zpracováván způsobem, který zde byl kritizován /z literatury je známo, že se to tak dosti zhusta děje/, budou výsledky stejně málo přesvědčivé a celkový obraz zkreslený. Podobné obtíže vzniknou při zvýšení počtu souborů pro jednu stanici. To při obdobné analýze přinese sice zpřesnění pravděpodobnostního vyjádření avšak ne zásadní zvýšení hodnot pravděpodobností. Jedinou možností je zvýšení počtu fyzikálních kritérií, což povede nikoliv ke statistické, nýbrž k fyzikální typizaci, která může být cestou k budování fyzikální /resp. geofyzikální/ teorie.

Z uvedeného je zřejmé, že chápání statistického zpracování dat jako unifikaci výsledků cestou nejmenšího odporu, je velmi mylné. Ošidnost spočívá v tom, že řada velmi jednoduchých početních postupů ve statistice užívaných, nám dává vždy výsledek. Ovšem zde je třeba mít na mysli, že se jedná o výsledek statistický a tedy určený svou pravděpodobností. Jak bylo ukázáno, může být pravděpodobnost takového výsledku velmi nízká.

Závěrem ještě krátká poznámka k problematice sluneční ak-



tivity a jejích vlivů na Zemi. Uvedené výsledky staví možnost vlivu sluneční aktivity na meteorologické prvky do velmi nepříznivého světla. Naproti tomu je autorovi z literatury známa celá řada velmi povzbudivých výsledků. Kde je tedy omyl? Autor jej vidí ve formě přístupu k problému. Příkladem může být statistika slunečních skvrn. Již více než sto let se zaznamenávají různé indexy, popisující sluneční skvrnotvornou aktivitu. Tyto statistické materiály nám dovolily nalézt řadu závislostí, kterým se tato aktivita podřizuje. V tom je jejich nesporný přínos. Doposud ale neposloužily a zřejmě ani neposlouží k nalezení fyzikálního mechanismu, který tuto aktivitu působí. To je totiž v možnostech fyziky, příp. astrofyziky, nikoliv však v možnostech statistiky. Řečeno terminologií statistika - , podařilo se zhruba vymezit prostor všech možných realizací a mnohde i stanovit pravděpodobnosti studovaných realizací. Další statistické studium tedy dovolí tyto údaje upřesnit, avšak bez fyzikálního modelu nelze předpovědět, která z tohoto prostoru se uskuteční, poněvadž nevíme proč. Pokud jde o vztah sluneční aktivity a změny meteorologických prvků, jsme v situaci obdobné, ne-li obtížnější. Řada prací ukazuje, že v minulosti lze vyhledat v materiálu určité pozitivní a na první pohled přesvědčivé zákonitosti. Znamená to, že zde určitá naděje reálného vlivu na meteorologické jevy existuje. Nemůže být ale řídicí a tedy dominantní. To by totiž každé objevení skvrny na disku, každá erupce či každý průchod rozhraní musely jednoznačně vyvolat určitou konkrétní meteorologickou situaci. A to se nestává, jak víme z běžné praxe a jak bylo ukázáno na předloženém materiálu. Je ale známo, že řada autorů se získané statistické výsledky takto

snaží interpretovat, což je omyl, na který zde autor chtěl upozornit. Statistická metoda nulového dne šíření tohoto omylu velmi vydatně napomáhá a tak zpravidla stojíme před problémem, který výsledek je správný.

Kriteriem pravdivosti našich závěrů je prognoza. Autorovi není známo, že by některá meteorologická služba na světě soustavně zahrnovala do svých předpovědí korekci na vliv sluneční aktivity. Nehledě na to, že dosud není tato korekce uspokojivě formulována, má řada meteorologů k úvahám tohoto druhu výhrady. Zpravidla bývají přičítány určitému konzervativismu pracovníků předpovědních služeb. Příčina bude ale asi někde jinde. Je známo, že prognoza v meteorologii je naprosto špatná, jestliže její správnost je menší než 50%. Z toho, co zde bylo uvedeno, je ale zřejmé, že korekce, které můžeme nabídnout, mají zpravidla naděje na realizaci daleko menší, a nejeví se tedy zatím jako přínos.

Cílem tohoto referátu bylo na řadě praktických případů ukázat, že bez důkladné analýzy materiálu a patřičného kvantitativního zdůvodnění výsledku nemá statistická metoda své opodstatnění a její výsledky mohou být zcestné. S ohledem na to, že v posledních letech se řada autorů vědeckých prací málo, příp. vůbec nevěnuje statistické významnosti svých výsledků, je to i varování před pracemi tohoto druhu, poněvadž jejich výsledky mohou být naprosto nesprávné.

Literatura

- Shapley,A.H., Kroehl,H.W. a Allen,J.H.: 1975, Solar-Terrestrial  
Physics and Meteorology, A Working Document,  
SCOSTEP Material, Washington
- Svalgaard,L.: 1972, Journal of Geophysics Research, 77, 4027
- Wilcox,J.M., Scherrer,P.H., Svalgaard,L., Roberts,W.O. a Olson,  
R.H.: 1973, Science, 180, 185 /preprint/

O niektorých geofyzikálnych aspektoch aktívnej oblasti

M<sup>C</sup> Math N<sup>O</sup> 11976 v prvej dekáde augusta 1972

S. KRAJČOVIČ

Geofyzikálny ústav SAV Bratislava

#### Abstrakt

V práci sú zhrnuté niektoré geofyzikálne experimentálne údaje, získané v medziplanetárnom priestore a na zemskom povrchu, ako dôsledok mimoriadnych erupcií v prvej dekáde augusta 1972.

Analyzujú sa dve - z energetického hľadiska významné - geomagnetické búrky, zo 4.-6.8.1972 a z 9.8.1972. Poukazuje sa na extrémne rýchlosti slnečného vetra a medziplanetárnych nárazových vln, zistené PIONIEROM 9, vo vzdialenosti 0,77 astr. jednotky.

V závere práce sa uvádzajú údaje o mimoriadne vysokej intenzite medziplanetárneho magnetického poľa a poukazuje sa na ich súvislosť s Forbushovým efektom kozmického žiarenia z 5. augusta 1972.

Ako je známe, [1], vyskytli sa v auguste 1972 na Slnku dve erupcie veľkosti 3B, z ktorých jedna bola bezpečne protónovou erupciou, dve erupcie dosiahli veľkosť 2B, niekoľko erupcií malo veľkosť 1B a vyskytlo sa do päťdesiat drobnjších erupcií.

Geomagnetická búrka v období 4.-6. augusta 1972 bola veľmi intenzívna a geomagnetická búrka 9. augusta 1972 bola

tretia najväčšia v spomínanom roku. Táto skutočnosť ma priviedla na myšlienku posúdiť tieto - poblíž minima slnečnej aktivity sa vyskytujúce javy - z geofyzikálneho hľadiska.

#### Geomagnetická aktivita v prvej dekáde augusta 1972

Porušenosť geomagnetického poľa charakterizujeme v planetárnom meradle pomocou  $K_p$  indexov, ktoré sa menia v intervale:

$$0_0 \leq K_p \leq 9_0 \quad /1/$$

S týmito indexami sú jednoznačne viazané tzv. planetárne amplitúdy  $a_p$ , ktorých veľkosti sú vyjadrené v jednotkách  $\gamma / 10^{-5} \text{Oe/}$ . Funkčná závislosť medzi týmito indexami:

$$a_p = f(K_p) \quad /2/$$

je vyjadrené v tabuľke 1. Ako vidno z tabuľky, odpovedá každému  $K_p$  indexu určitá amplitúda geomagnetického poľa, ktorá sa mení v intervale:

$$0\gamma \leq a_p \leq 400\gamma \quad /3/$$

$K_p$	$0_0$	$0_+$	$1_-$	$1_0$	$1_+$	$2_-$	$2_0$	$2_+$	$3_-$	$3_0$
$a_p$	0	2	3	4	5	6	7	9	12	15
$K_p$	$3_+$	$4_-$	$4_0$	$4_+$	$5_-$	$5_0$	$5_+$	$6_-$	$6_0$	$6_+$
$a_p$	18	22	27	32	39	48	56	67	80	94
$K_p$	$7_-$	$7_0$	$7_+$	$8_-$	$8_0$	$8_+$	$9_-$	$9_0$		
$a_p$	111	132	154	179	207	236	300	400		

Tabuľka 1

Ak vieme, že hustota energie magnetického poľa je daná vzorcom:

$$w = \frac{H^2}{8\pi}, \quad /4/$$

môžeme určiť pre každé  $K_p$  hustotu energie, ak do /4/ dosadíme namiesto  $H$  hodnotu  $a_p$  pre patričný  $K_p$  index, ako je to uvedené v tab. 1. Pretože vo vzorci /4/ dosadzujeme  $a_p$  v jednotkách  $\gamma$ , budeme mať hustotu energie geomagnetického poľa s rozmerom:

$$[w] = \frac{10^{-10}}{8\pi} \text{ erg cm}^{-3}, \quad /5/$$

čo bude naša jednotka hustoty energie - energetická jednotka.

Sumárna hustota energie porušeného geomagnetického poľa pre viac trojhodinových intervalov sa potom dostane súčtom hustôt energií pre jednotlivé trojhodinové intervaly, ktorých je  $n$ , takto:

$$\sum w = \sum w_1 + \sum w_2 + \dots + \sum w_n. \quad /6/$$

Takýmto spôsobom boli vybrané v posledných štyroch slnečných cykloch tzv. Katastrofálne geomagnetické búrky a bola určená ich sumárna hustota energie. V geofyzike sú katastrofálne geomagnetické búrky definované takto: sú to aspoň tri po sebe nasledujúce trojhodinové intervaly, ktorým odpovedajúce  $K_p$  indexy spĺňajú podmienky:

a/ najmenšia hodnota indexu  $K_p \geq 5_-$ ;

b/ aspoň jedna hodnota indexu  $K_p \geq 7_+$ .

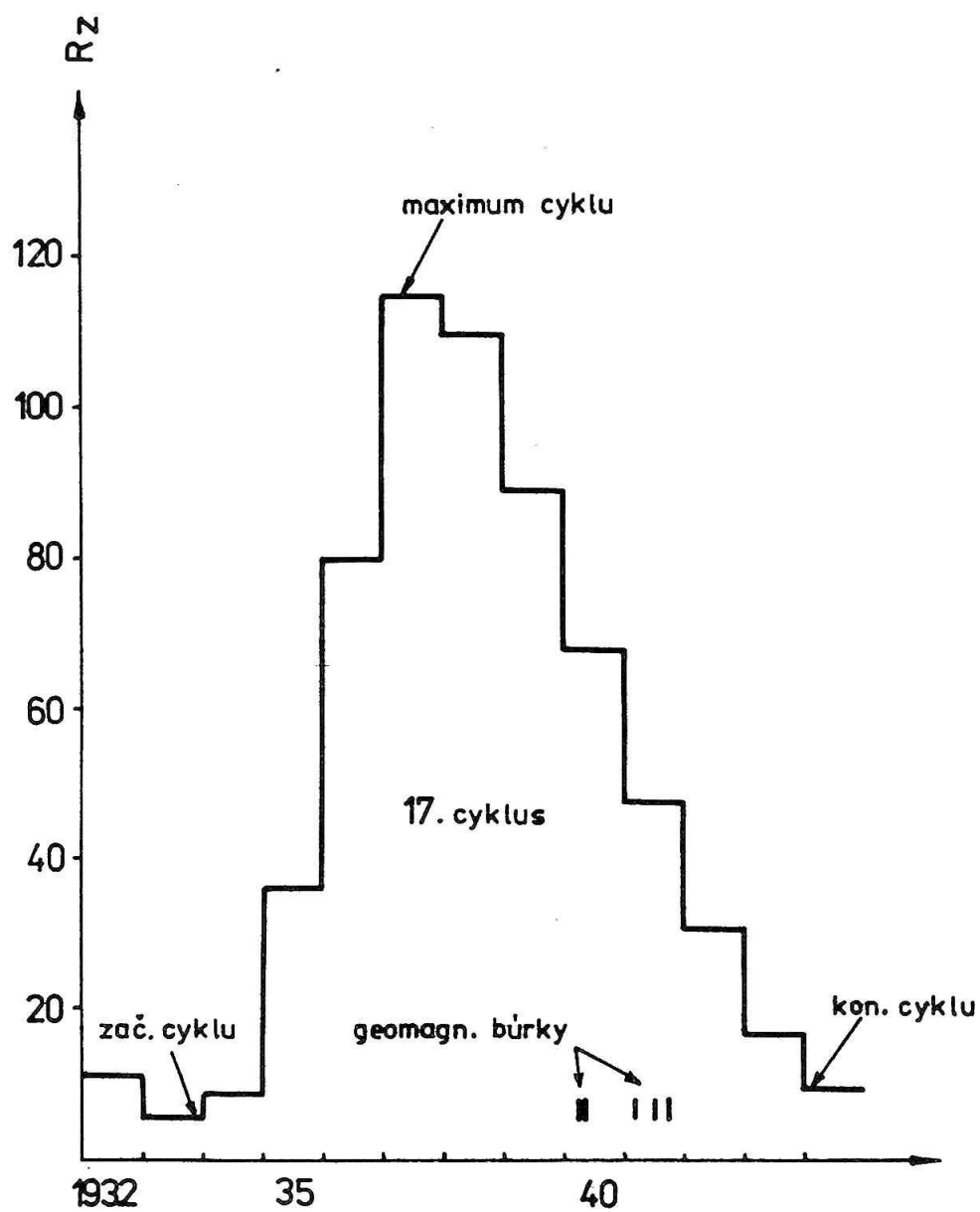
Príklad: Pre deň 9. augusta 1972 boli prvé štyri po sebe nasledujúce  $K_p$  indexy:  $5_-$ ;  $7_-$ ;  $7_-$ ;  $8_+$ . Je teda katastrofálna energetická búrka, ktorá trvala 12 hodín, a ktorej  $\sum w = 81.859$  energetických jednotiek.

Podľa týchto kritérií bolo pre každý slnečný cyklus vybraných 5 energeticky najintenzívnejších geomagnetických búrok, ktoré sú chronologicky usporiadané v tabuľke 2. Pre každú búрку sa uvádza rok, mesiac, deň a osmina dňa jej začiatku a konca,  $\Sigma w$ , počet trojhodinových intervalov jej trvania a špecifická hustota energie, pripadajúca na jeden trojhodinový interval.

Č.	Trvanie búrky	Rok	$\Sigma w$	Intervaly	$\frac{\Sigma w}{K_p}$	Pozn.
32	mar.24 /5/-mar.26 /3/	1940	768.538	15	51.236	17.cyk-lus
33	mar.29 /4/-apr.01 /4/	1940	686.630	33	20.807	
38	mar.01 /2/-mar.02 /1/	1941	455.094	8	56.887	
41	júl 04 /7/-júl 05 /8/	1941	496.691	10	49.669	
43	sep.18 /2/-sep.19 /4/	1941	875.441	11	79.586	
54	feb.07 /4/-feb.08 /6/	1946	363.018	11	33.001	18.cyk-lus
56	mar.24 /8/-mar.26 /4/	1946	348.368	13	26.797	
57	mar.27 /8/-Mar.29 /4/	1946	446.650	13	34.357	
61	sep.22 /2/-sep.24 /1/	1956	606.829	16	37.927	
76	máj 12 /3/-máj 13 /2/	1949	332.813	8	41.601	
125	júl 08 /3/-júl 09 /6/	1958	499.742	12	41.645	19.cyk-lus
136	júl 15 /2/-júl 16 /2/	1959	592.005	9	65.778	
142	mar.31 /2/-apr.02 /5/	1960	720.254	20	36.012	
151	okt.05 /8/-okt.08 /1/	1960	738.138	18	41.008	
153	nov.12 /6/-nov.14 /3/	1960	808.516	15	53.901	
173	sep.03 /4/-sep.04 /5/	1966	311.306	10	31.131	20.cyk-lus
176	máj 25 /3/-máj 26 /5/	1967	502.947	10	50.295	
186	mar.08 /3/-mar.09 /2/	1970	306.726	8	38.341	
198	aug.04 /7/-aug.06 /7/	1972	553.777	17	32.575	
207	júl 04 /8/-júl 06 /7/	1974	248.341	16	15.521	
199	aug.09 /1/-aug.09 /4/	1972	81.859	4	20.465	aug. 72

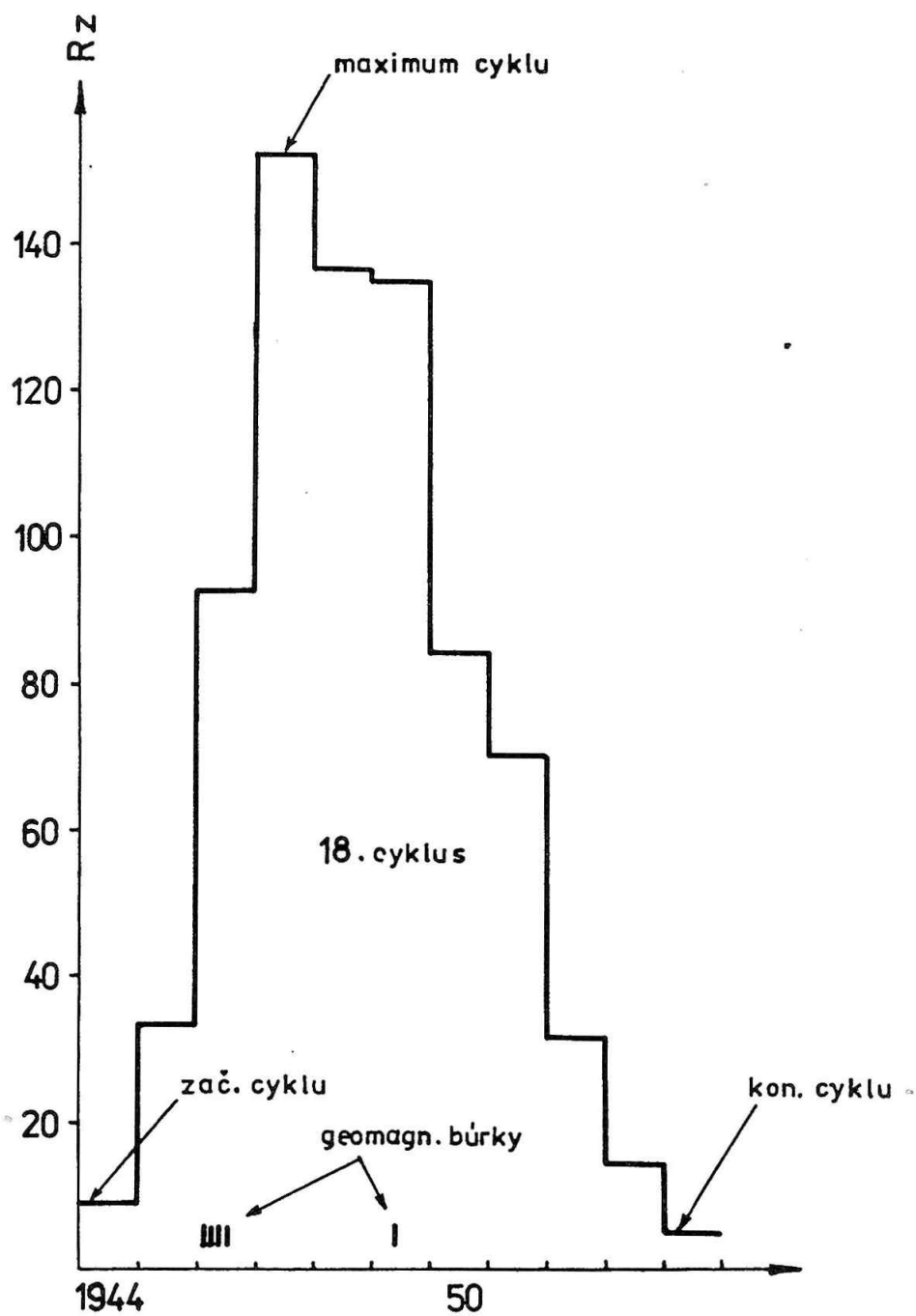
Tabuľka 2

Grafické znázornenie časového rozloženia týchto búrok je na obr. 1 - 4, na ktorých sú vynesené Wolfove čísla  $R_z$  /ročné priemery/, začiatky, maximá a konce jednotlivých cyklov, okrem posledného cyklu, ktorý ešte neskončil. Všimnite si, že v 17. slnečnom cykle sa vyskytlo všetkých 5 geomagnetických búrok na zostupnej vetve cyklu - s najväčším odstupom 4,5 roka od maxima

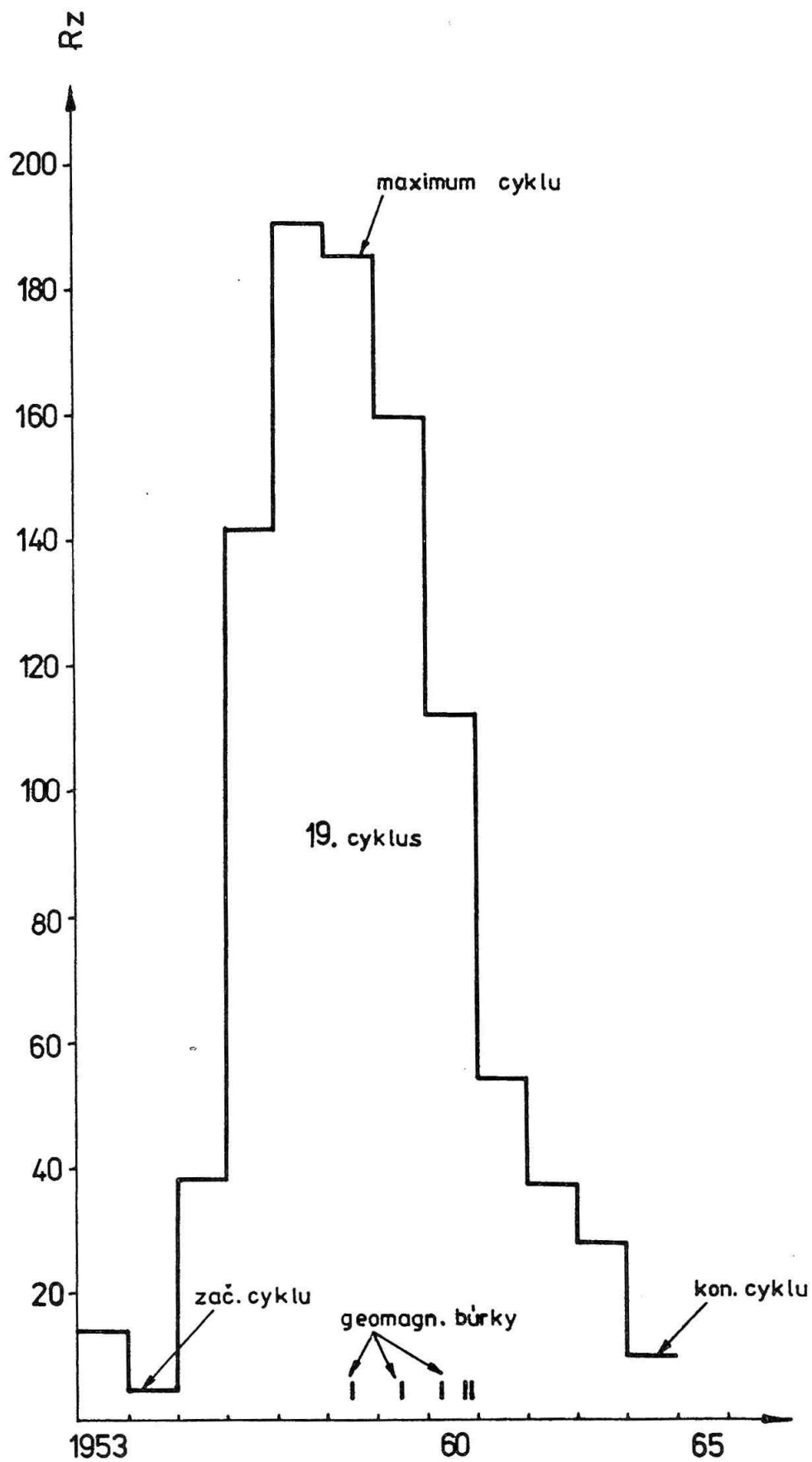


obr. 1

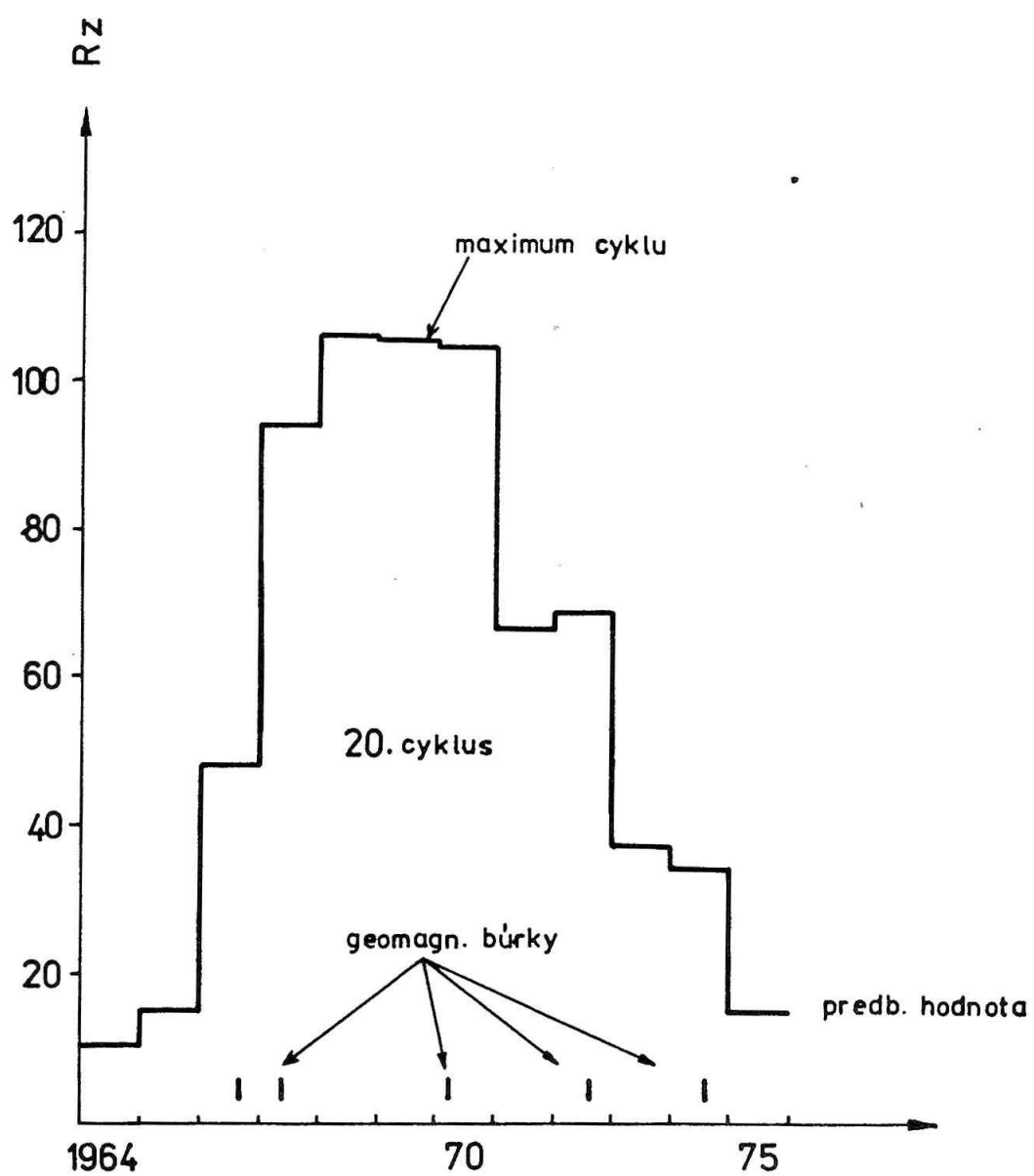




obr. 2



obr. 3



obr. 4

slnečnej aktivity. V 18. cykle sa vyskytli 4 geomagnetické búrky na vzostupnej vetve - s najväčším odstupom 2,0 roka pred maximom slnečnej činnosti a 1 búrka na zostupnej vetve - s najväčším odstupom 2,0 roka od maxima slnečnej činnosti. V 19. cykle sú 4 búrky na zostupnej vetve - s najväčším odstupom 1,9 roka, kým 1 búrka je na vzostupnej vetve - s odstupom asi 0,5 roka od maxima slnečnej činnosti. 20. cyklus je charakterizovaný dvomi búrkami na vzostupnej vetve - s najväčším odstupom 3,2 roka od maxima slnečnej činnosti a 3 búrkami na zostupnej vetve, pričom posledná búrka má od slnečného maxima odstup 4,5 roka.

Geomagnetická búrka 4.-6. augusta 1972 bola - čo do energie - najväčšou búrkou súčasného slnečného cyklu a deviatou geomagnetickou búrkou za posledné štyri slnečné cykly vôbec.

#### Rýchlosti slnečného vetra v prvej dekáde augusta 1972

Zaujímavé údaje o rýchlostiach slnečného vetra, ako aj o rýchlostiach medziplanetárnych nárazových vln, sú uvedené v práci [2], z ktorej uvádzame výťah z tabuľky 3. Heliografické súradnice v tabuľke uvedených erupcií sú nasledujúce:

N 13 ; E 35

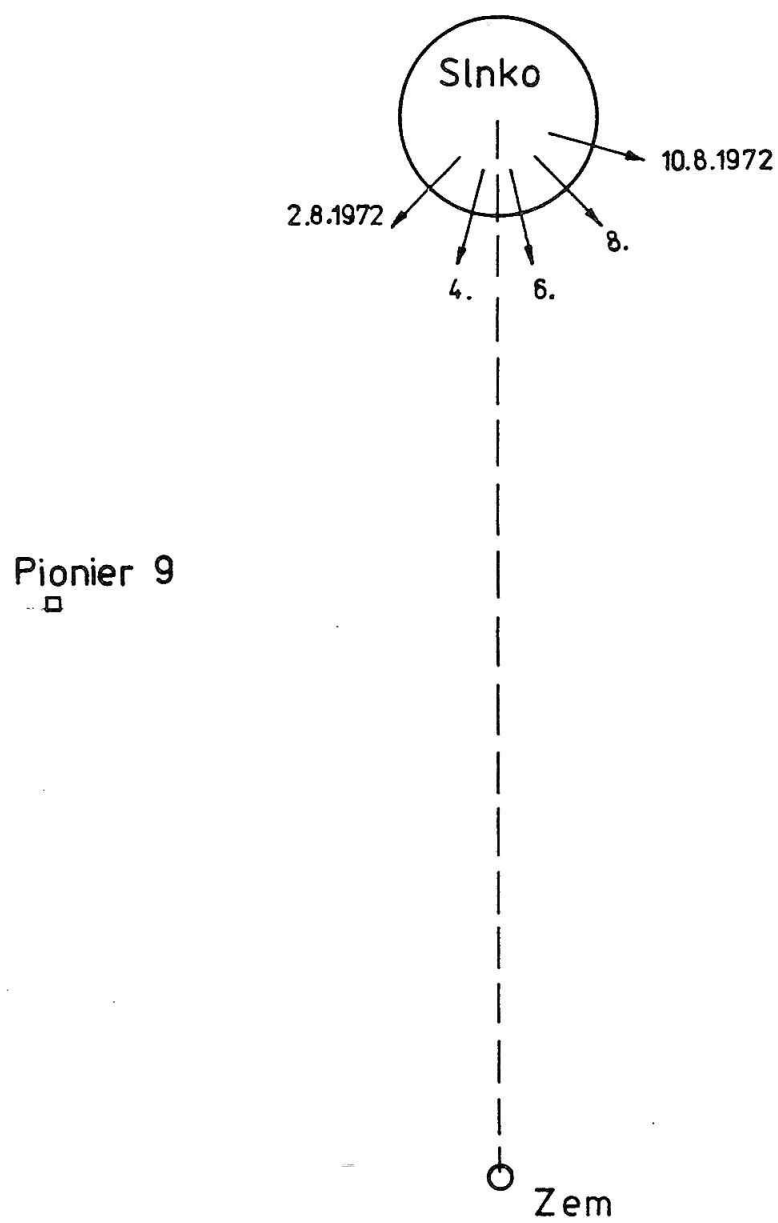
N 13 ; E 27

N 14 ; E 08

N 14 ; W 36

pričom aktívna oblasť prešla centrálnym meridiánom 4. augusta 1972. Schématické znázornenie prechodu aktívnej oblasti centrálnym meridiánom je znázornené na obr. 5.

Nás zaujíma predovšetkým tretia erupcia, ktorá vyvolala geomagnetickú búrku 4.-6. augusta 1972. Všimnite si, že náhly



začiatok tejto búrky /ssc/ pripadá na  $20^{54}$  UT, pričom už 7. trojhodinový interval  $K_p$  indexov jednoznačne hovorí o katastrofálnej geomagnetickej búrke. Veľmi vysoká hodnota planetárneho indexu  $K_p = 7_-$  na jednej strane jednoznačne svedčí o spomínanej búrke, na strane druhej treba brať do úvahy aj predošlú búrku, ktorej ssc spadá do 1. osminv dňa, ovšem už s vysokým planetárnym indexom  $K_p = 6_-$ , čo označuje predošlú búrku, podstatne kratšiu, ale tiež veľmi intenzívnu - jej  $\Gamma_w = 77.609$  energetických jednotiek, teda rádovo takú, ako bola búrka z 9. augusta 1972, ktorej  $\Gamma_w = 81.859$  energetických jednotiek [3].

Zač. erupcie UT	ssc UT	Opozď. hod.	Rýchlosť nár.vlny	Rýchlosť sln.vetra	MMP $\gamma$
1972 aug.2 -03 <sup>16</sup>	aug.4 -01 <sup>19</sup>	46	900km/sek	585km/sek	6,6
1972 aug.2 -19 <sup>58</sup>	aug.4 -02 <sup>20</sup>	30	1400km/sek	804km/sek	5,2
1972 aug.4 -06 <sup>05</sup>	aug.4 -20 <sup>54</sup>	15	2800km/sek	1130km/sek	19,2
1972 aug.7 -15 <sup>05</sup>	aug.8 -23 <sup>54</sup>	33	1300km/sek	523km/sek	7,8

Tabuľka 3

Čo sa týka medziplanetárnvch nárazových vln a rýchlostí ich šírenia, uvedených v tabuľke 3, sú tieto určené za predpokladu, že nárazová vlna sa šíri medziplanetárnym priestorom konštantnou rýchlosťou a radiálnym smerom. V skutočnosti sa radiálne vyslaný rozruch šíri po Archimedovej špirále. Je to dôsledok rotácie Slnka, ktorého uhlová rýchlosť je daná hodnotou  $\Omega_{\odot} = 2,7 \cdot 10^{-6}$  rad/sek.

Uhlová odchýlka tangenty Archimedovej špirály od radiálneho smeru - vo vzdialenosti 1 astr. jednotky, môže byť určená

podľa vzorca, odvodeného v práci [4]:

$$\Phi(\Phi^2 + 1)^{1/2} + \ln[\Phi + (\Phi^2 + 1)^{1/2}] - \frac{2\Omega_{\odot} L}{v_s} = 0, \quad /7/$$

v ktorom je označené:  $L$  - vzdialenosť 1 astr. jednotkv;  $v_s$  - príslušná rýchlosť nárazovej vlny;  $\Omega_{\odot}$  - uhlová rýchlosť rotácie Slnka;  $\Phi$  - hľadaný uhol, odchýlka od radiálneho smeru /v radiánoch/. Pre horeuvedené rýchlosti nárazových vln boli podľa /7/ určené tieto odchýlky, už vyjadrené v uhlovej miere:

$$\Phi_{900} = 25^{\circ} ; \Phi_{1400} = 17^{\circ} ; \Phi_{1300} = 18^{\circ} ; \Phi_{2800} = 9^{\circ}. \quad /8/$$

To prakticky znamená, že v prípade šírenia rozruchu v tvare vysokorýchlostného prúdu, ktorého rozmery poblíž Zeme sú pomerne malé  $/3 \cdot 10^6 \text{ km}/$ , minuli by prvé 3 nárazové vlny oblasť Zeme, a to z dvoch dôvodov:

- a/ všetky tri zdroje nárazových vln sa vyskytli na východnej strane slnečného disku, teda aj v prípade radiálneho šírenia /v tvare vysokorýchlostného prúdu/ by prúdy minuli oblasť Zeme najmenej o  $8^{\circ}$  pre prvý prúd a  $35^{\circ}$  pre tretí prúd;
- b/ pretože rozruchy sa musia šíriť po Archimedovej špi rále, minuli by oblasť Zeme o  $33^{\circ}$  pre prvý a  $53^{\circ}$  pre tretí prúd.

Ani štvrtý rýchlostný prúd by nebol geoaktívny, pretože by prebiehal Zem o  $27^{\circ}$ . Musíme preto prijať priestorový model šírenia nárazových vln, napr. sférický tvar. Okrem toho bolo experimentálne dokázané, že medziplanetárne nárazové vlny sa pri postupe

smerom k Zemi spomaľujú. Napr. Pionier 9 pozoroval 3. augusta 1972 o 12<sup>00</sup> UT - vo vzdialenosti 0,77 astr. jednotky rýchlosť nárazovej vlny 650 km/sek, zatiaľ čo pri Zemi to bolo už len 500 km/sek. Grafické znázornenie priebehu rýchlosti slnečného vetra, zistené Pionierom 9 je znázornené na obr. 6. Všimnite si, že na grafe sú tri významné maximá rýchlosti slnečného vetra, jedno na rozhraní 3. a 4. augusta, druhé na rozhraní 5. a 6. augusta, kým posledné - menej výrazné maximum sa vyskytuje ku koncu 10. augusta 1972.

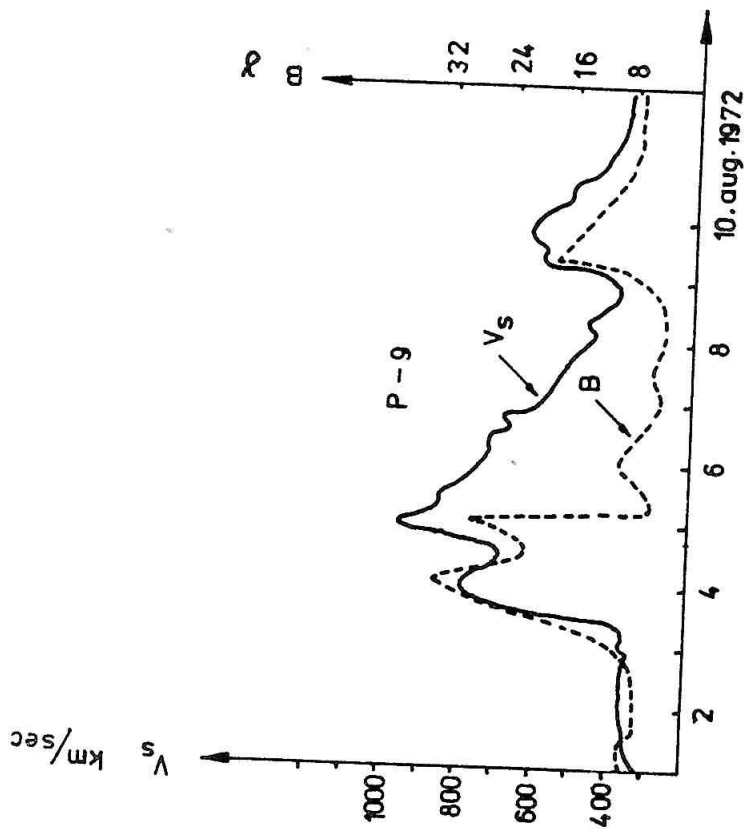
#### Medziplanetárne magnetické pole

Medziplanetárne magnetické pole v analyzovanom období bolo merané na viacerých družiciach /IMP 6, HEOS 1, PIONIER 9/, avšak ich údaje práve pre kritické obdobie, sú veľmi chudobné. Najprv spomenieme údaje z Pioniera 9. Je možné konštatovať, [5], že skalárna veličina totálneho vektora medziplanetárneho magnetického poľa  $|\vec{B}_T|$  hod sa v dňoch 2., 5. a 6. augusta 1972 udržiavala na priemernej úrovni 5 - 7  $\gamma$ , čo je experimentálne dokázané z viacerých meraní. Pravda, z tohoto priemeru sa v každom ohľade vymyká medziplanetárne pole z 3. augusta 1972, kedy bola dosiahnutá maximálna hodnota intenzity MMP vôbec - aj keď zrejme zistená v nárazovej vlne:

$$|\vec{B}_T|_{1 \text{ hod}}^{\max} = 95\gamma \quad /8/$$

K vôli porovnaniu uvádzame niektoré extrémne hodnoty intenzity MMP /trojhodinové priemery/, zistené v priebehu posledného slnečného cyklu, tab. 4.





obr. 6

Družica	Dátum /osmina dňa/	Intenzita MMP $\gamma$	Planet.index $K_p$	Pozn.
IMP 3	3.sept.1966 /8/	28,00	9 <sub>-</sub>	$R_z < 0$
IMP 3	4.sept.1966 /1/	26,00	9 <sub>-</sub>	$R_z < 0$
AIMP 1	13.jan. 1967 /6/	34,00	3 <sub>-</sub>	$R_z > 0$
AIMP 1	13.jan. 1967 /7/	32,63	4 <sub>+</sub>	$R_z > 0$
AIMP 1	16.febr. 1967 /3/	30,26	5 <sub>o</sub>	$B_z > 0$
HEOS 1	24.mar. 1969 /2/	24,76	6 <sub>+</sub>	$R_z > 0$
HEOS 1	8.mar. 1970 /7/	32,80	9 <sub>o</sub>	$B_z < 0$
Heos 1	8.mar. 1970 /6/	29,40	8 <sub>o</sub>	$B_z > 0$
IMP 5	17.apr. 1970 /2/	26,60	4 <sub>o</sub>	$B_z < 0$
HEOS 1	18.dec. 1971 /1/	31,20	4 <sub>-</sub>	$B_z > 0$
IMP 6	7.mar. 1972 /1/	26,13	6 <sub>+</sub>	$R_z > 0$
HEOS 1	27.mar. 1972 /1/	27,03	4 <sub>o</sub>	$R_z < 0$
IMP 6	16.máj 1972 /1/	29,03	6 <sub>o</sub>	$B_z > 0$
IMP 6	17.jún 1972 /8/	23,60	7 <sub>+</sub>	$R_z < 0$
HEOS 1	13.sept.1972 /6/	30,03	6 <sub>-</sub>	$B_z > 0$

Tabuľka 4

Z tabuľky je na prvý pohľad zrejmé, že južnej zložke MMP  $/B_z < 0/$ , odpovedajú všeobecne väčšie  $K_p$  indexy, ako severnej zložke  $/B_z > 0/$ . Pritom zvláštnu výnimku pre toto tvrdenie tvorí práve analyzované obdobie z prvej dekády augusta 1972. Časový priebeh MMP, zistený Pionierom 9, je znázornený na obr. 6, z ktorého vidno, že MMP dosiahlo maximum ku koncu 4. augusta, trojhodinovým priemerom asi  $33\gamma$ , čo na jednej strane dobre zapadá medzi horeuvedené extrémne intenzity MMP, na druhej strane malo MMP výraznú severnú zložku, ktorej odpovedali veľmi veľké planetárne indexy, čo samo o sebe by vyžadovalo zvláštnu analýzu.

Takéto veľmi vysoké intenzity MMP majú, okrem iného, za následok Forbushov pokles v intenzite kozmického žiarenia. Tu stačí spomenúť, že veľkosť Forbushovho poklesu dosahovala v tomto prípade 20-32% pod normálnou úrovňou, približne v prvej hodine 5. augusta 1972.

## Záver

Solárno-terrestrické udalosti, ktoré sa vyskytli na Slnku v prvej dekáde augusta 1972, a ktorých odozve v medziplanetárnom priestore, v magnetosfére a na zemskom povrchu bolo venované len v zborníku [6] okolo 100 štúdií a niekoľko desiatok vedeckých článkov v svetových časopisoch, sú jasným dôkazom o nutnosti analyzovať takéto vzácne javy nielen v celosvetovom meradle, ale aj zo všetkých možných aspektov, a to aj vo vzťahu k podobným vzácnym udalostiam z predchádzajúcich slnečných cyklov. Posledne menovaný cieľ - aspoň v čiastočnej miere - spĺňa aj táto práca.

## Literatúra

- [1] J.Roederer - A.H.Shapley, Overall Summary of August 1972 Phenomena and Data, World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, Collecte Data Reports on August 1972-Terrestrial Events Part I, pp. 1-2, 1973
- [2] R.A.Zevakina - E.E.Gončarova, Ionospheric and Geomagnetic effects of the Solar-Aktivty Event in August 1972, Part II, pp.549-556, 1973
- [3] S.Krajčovič, Rozloženie intenzívnych geomagnetických búrok v posledných štyroch slnečných cykloch, nepublikované, 1975
- [4] S.Krajčovič, Mikroštruktúra medziplanetárneho magnetického poľa, nepublikované, 1973
- [5] F.L.Scarf, The August 1972 Events: Pionier 9 Plasma Observations, Part II, pp.378-380, 1973

- [6] Collected Data Reports on August 1972 Solar Terrestrial  
Events, Part I - III, World Data Center  
A for Solar - Terrestrial Physics, 1973

## Geomagnetická aktivita a sluneční činnost na středu disku

J. HALENKA

Geofysikální ústav ČSAV, Praha

Geomagnetická aktivita je výrazným indikátorem složitých dějů v blízkém okolí Země, které v mnoha směrech závažně ovlivňují životní prostředí a lidskou činnost. Snaha o jejich předpovídání musí být nezbytně podložena podrobnou znalostí celého řetězu příčin a následků od prvotního zdroje, jímž je Slunce, až k projevům na Zemi. Při komplikovanosti procesu v celku je pozoruhodné, že nyní jsou již poměrně jasné některé základní souvislosti mezi prvním a posledním článkem zmíněného řetězu, t.j. mezi opticky pozorovatelnými jevy a ději na slunečním povrchu a geomagnetickou aktivitou, vyhodnocovanou z registrací změn geomagnetického pole na zemském povrchu. Zjištěné souvislosti umožnily v souhrnu vypracovat koronální model vztahů mezi sluneční a geomagnetickou aktivitou [1, 2], zdůrazňující roli koronálních struktur nad oblastí středu slunečního disku.

Koronální model, který se dobře osvědčil, jak je patrné z 90 % úspěšnosti předpovědí geomagnetické aktivity [3], je nutno dále zpřesňovat. Jednou z cest k tomu bylo i provedené podrobné vyšetření geomagnetické aktivity v období únor až červenec 1972 a předcházejících slunečních situací kolem středu disku na základě analýsy slunečních patrolních H alfa filmů, jehož podrobnosti jsou uvedeny v [4, 5]. Lze totiž důvodně očekávat, že při adekvátních slunečních pozorováních /"spojitých"/ by bylo možné vysvětlit celý časový průběh geomagnetické aktivity. I když použitý ma-

teriál - patrolní filmy z observatoří Carnarvon, Austrálie, Kanárske ostrovy a Boulder, USA - nebyl z hlediska "spojitosti zdaleka ideální, přesto umožnil podstatně detailnější a spolehlivější přiřazování jednotlivých geomagnetických a slunečních jevů, než je možno docílit použitím pouze denních map a nutně přetržitých pozorování na jedné observatoři. Patrolní H alfa filmy byly zvoleny pro vyšetřování dále proto, že podle dosavadních zkušeností sluneční obraz v čáře H alfa podává pro zamýšlený účel nejvíce informací, kterými je možno do jisté míry nahradit údaje o zatím běžně nepozorovatelných koronálních útvarch na slunečním disku.

Při vyhodnocování filmů byl průběžně sledován časový průběh geomagnetické aktivity na 27 denním diagramu indexu  $K_p$ , který sloužil jako podklad pro výběr intervalů, jimž měla být věnována obzvláštní pozornost, avšak kromě toho, tento průběh měl být také z právě probíhající sluneční situace vysvětlen, podobně jako je tomu při zkušebních prognosách geomagnetické aktivity, vydávaných v GFÚ ČSAV po každém pozorování Slunce. Snahou bylo, aby byly přiřazeny pokud možno všechny morfologicky jasně odlišitelné úseky v časovém průběhu geomagnetické aktivity přecházejícím slunečním situacím na středu disku. Základním kriteriem při vyčlenění jednotlivých případů byl tvar průběhu aktivity, zejména existence lokálních maxim a minim, a jen v omezené míře dosažená úroveň geomagnetické aktivity, které bylo použito při výběru případů geomagnetického klidu.

Byly rozeznávány čtyři třídy případů:

1. Geomagnetický klid - období výrazného poklesu aktivity, definované výskytem aspoň dvou po sobě následujících tříhodinových

intervalů s  $K_p \leq 0+$  nebo aspoň čtyř po sobě následujících tříhodinových intervalů s  $K_p \leq 1-$ ; pokud mezi dvěma obdobími geomagnetického klidu je pouze jeden interval s  $K_p > 1-$  jsou tato období brána jako jeden případ geomagnetického klidu.

2. Ostatní dostatečně výrazné poklesy geomagnetické aktivity.

3. Oživená geomagnetická aktivita - interval nevýrazného průběhu s mírně zvýšenou, zpravidla rozkolísanou aktivitou, typicky s  $K_p = 2$ .

4. Zvýšení geomagnetické aktivity - typickým představitelem jsou sporadické geomagnetické bouře, patří sem i slabší kratší poruchy převážně impulsivního tvaru.

Ve všech třídách se nepřihlíží k tomu, z jaké úrovně aktivity vyšetřovaný případ vychází, nebo jaké úrovně dosahuje /s uvedenými výjimkami/.

Při analýze filmů byly po rozboru plynule na sebe navazujících situací poznamenány všechny pozorované jevy a děje v bližším okolí středu slunečního disku, významné pro následující geomagnetickou aktivitu, při čemž pro časový interval mezi slunečním indikátorem a odpovídajícím důsledkem v geomagnetické aktivitě byla používána již dříve zjištěná a osvědčená hodnota, typicky 1,5 až 2 dny. V další fázi vyšetřování byl získán popis slunečních situací pro ověření a zpřesnění polohy konfrontován s denními slunečními mapami Fraunhoferova ústavu ve Freiburgu a v případě potřeby doplněn údaji o eruptivní činnosti aktivních oblastí podle Quarterly Bull. IAU.

Při přiřazování jednotlivých případů v geomagnetické aktivitě předcházejícím slunečním situacím se ukázalo, že i přes vel-

kou rozmanitost jednotlivých situací lze je pro daný účel roz-  
třídit do pěti skupin podle geomagneticky určujícího indikátoru:

1. Skvrny - bez ohledu na jejich charakteristiky, avšak bez přítomnosti proměnného filamentu.
2. Flokule - bez přítomnosti skvrn a proměnných filamentů.
3. Nerušený prostor kolem středu disku.
4. Nerušený filament - mimo skvrny a flokule, neproměnný.
5. Proměnný filament - jakékoliv změny, libovolné oklí.

Vesměs jde o indikátory na středu disku nebo v nejtěsněj-  
ší blízkosti středu na centrálním poledníku, zpravidla v nízko-  
šířkové aktivní zoně přivrácené polokoule.

Na základě detailního srovnání sluneční a geomagnetické  
aktivity, jehož výsledek je souhrnně uveden v tab. 1, se opět  
potvrdilo, že dvěma základním protikladným stavům geomagnetické  
aktivity, t.j. geomagnetickému klidu a geomagnetickému zvýšení,  
systematicky odpovídají také zcela protikladné sluneční situace.

Sluneční situace na středu	Geomagnetická aktivita				Celkem
	Klid	Pokles	Oživení	Zvýšení	
Skupina skvrn	13	21	4	2	40
Flokule	21	47	10	2	80
Nerušený střed	-	-	26	4	30
Nerušený filament	-	-	3	6	9
Proměnný filament	-	-	11	46	57
Celkem	34	68	54	60	216

Tabuľka 1

Zvýšení geomagnetické aktivity ve vyšetřovaném období  
souvisejí ve velké většině případů s přítomností proměnných fi-  
lamentů na středu disku, zatím co případy geomagnetického klidu



a ostatních poklesů geomagnetické aktivity odpovídají přítomnosti skvrn nebo pouze flokulí na středu a nikdy nejsou v souvislosti s proměnnými či nerušenými filamenty na středu, ani s nerušeným prostorem středu disku. To znamená, v souladu s dřívějšími výsledky, že před geomagnetickým klidem nebo jiným poklesem je na středu přítomno pouze silnější lokální magnetické pole, indikované skvrnami nebo pouze flokulemi, které navíc je patrně během průchodu centrálním poledníkem relativně stabilní. Naproti tomu přítomnost nestabilních lokálních magnetických polí na středu disku, většinou slabších, jak vyplývá z polohy proměnných filamentů, které je zpravidla indikují /okraj skupiny skvrn a nejčastěji flokulová pole nebo prostor mezi flokulemi/, souvisí s velkou většinou případů zvýšení geomagnetické aktivity.

S hlediska koronálních struktur to znamená, že v případě geomagnetického klidu jde o neexistenci koronálního útvaru nad středem disku /rozštěpení korony, odklon do nepříznivého směru, vázání příslušného objemu korony příčným magnetickým polem/, zatímco v případě zvýšení geomagnetické aktivity nad středem disku existuje relativně trvalý či přechodný radiální koronální útvar /helmice, proud, vvržení příslušného objemu korony/.

Je nutno zdůraznit, že výskyt geomagnetického klidu a vůbec poklesu geomagnetické aktivity není efektem nedostatku sluneční činnosti na středu disku nebo dokonce projevem klidného Slunce; naopak, nízká geomagnetická aktivita může nastat i po CMP částí slunečního povrchu, které jsou s hlediska sluneční aktivity značně porušené. Nerušený prostor v oblasti středu disku je spíše příznivý pro oživenou geomagnetickou aktivitu.

V některých případech se před oživením nebo zvýšením geomagnetické aktivity vyskytly na středu disku flokule /případně i se skvrnami/, které ve velké většině případů indikují pokles geomagnetické aktivity nebo geomagnetický klid. Nejprostším vysvětlením tohoto rozporu může být na př. nepozorování změn, které ve skutečnosti mohly ve flokulích nastat, případně obtížná klasifikace složitějších případů, kde se střídají krátké úseky nerušeného prostoru na středu disku s rozptýlenými flokullemi.

Provedené vyšetřování vcelku ukazuje, že jsou-li k dispozici vhodná pozorovací data, je možné velmi detailní přiřazení slunečních situací a geomagnetických jevů v celém rozsahu geomagnetické aktivity.

#### Literatura

- [ 1] B.Bednářová-Nováková, J.Halenka: A.Universal Interpretation of the Generation of Geomagnetic Storms Using Features of Solar Corona.Planet.Space Sci., 17 /1969/, 1039
- [ 2] B.Bednářová-Nováková, J.Halenka: Results of Investigating the Relations Between Solar and Geomagnetic Activity Obtained at the Geophysical Institute CSAS. Travaux Inst.Geophys.Acad.Tchécosl.Sci. No 424, Geofysikální sborník 1974, Academia, Praha 1976
- [ 3] B.Bednářová-Nováková, J.Halenka: New Method of Forecasting Geomagnetic Activity Using Features of the Solar Corona. Nature, 220 /1968/, 250
- [ 4] J.Halenka: A Detailed Co-ordination of Geomagnetic Activity with Central Solar Situations During February,

March and April 1972. Travaux Inst.Acad.Tchécosl.  
Sci. No 440, Geofysikální sborník XXIII /1975/,  
Academia, Praha /v tisku/.

- [5] J.Halenka: Podrobné přiřazení geomagnetické aktivity středovým slunečním situacím během května, června a července 1972. Geofysikální sborník XXIV /1976/, Academia, Praha /v tisku/.

## Vzťahy Slnko - Zem a program INTERKOZMOS

M. RYBANSKÝ

Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

Jednou z hlavných úloh slnečnej fyziky a geofyziky je vyriešenie problému vzťahov Slnko - Zem. Čiastkovým problémom pri riešení tejto úlohy je odpoveď na otázku "Ktorý prejav slnečnej aktivity alebo komplex prejavov slnečnej aktivity spôsobuje poruchy v magnetickom poli Zeme?"

Doterajšie výsledky výskumu v tejto oblasti sú dosť protichodné a vlastne neumožňujú predpovedať z pozorovania prejavov slnečnej aktivity zmeny geomagnetického poľa. Pri rekurentných poruchách však poznáme niekoľko faktorov, ktoré nás navádzajú na myšlienku o možnom mechanizme prenosu. Sú to napríklad tieto fakty:

1. Zvýšenie geomagnetickej aktivity sa pozoruje 3 - 5 dní po prechode koronálnej diery cez centrálny meridián Slnka.
2. K magnetickej búrke dochádza po prechode vysokorýchlostného prúdu slnečného vetra cez magnetosféru Zeme.
3. K magnetickej búrke dochádza po prechode hranice sektoru cez magnetosféru.

Spojením týchto troch faktov, môžeme vysloviť nasledujúcu hypotézu: koronálny lúč sa formuje nad koronálnou dierou, prechádza cez hranicu sektoru a vo väčších vzdialenostiach od Slnka je totožný s vysokorýchlostným prúdom slnečného vetra.

Na overenie tejto hypotézy potrebujeme pozorovania, ktoré v súčasnej dobe neexistujú. Treba si uvedomiť, že vlastne potre-

bujeme kontrolovať celý obrovský priestor medzi Slnkom a Zemou. Pritom ani nepoznáme zákonitosti vzniku koronálneho lúča, t.j. nevieme z pozorovania iných prejavov slnečnej aktivity, či už na slnečnom povrchu alebo vo vnútornej koróne povedať, kde bude umiestnený koronálny lúč a aká bude jeho životná doba.

Je jasné, že na to, aby sme mohli vytvoriť solídnejšiu teóriu týchto javov, potrebujeme kvalitatívne nové pozorovania. Jednou z ciest, pomocou ktorých ich chceme získať je naša účasť na programe INTERKOZMOS.

Pomocou družice AUOS-S-1K, chceme na obežnú dráhu okolo Zeme vypustiť koronograf, ktorý umožňuje pozorovať slnečnú korónu v integrálnom svetle od troch do desať slnečných polomerov. Prenos obrazu sa bude realizovať televíznym spôsobom, a to najmenej raz denne. Rozlišovaciu schopnosť chceme dosiahnuť lepšiu ako bola na podobnom koronografe na americkej družici OSO 7. Prístroj, umožňujúci takéto pozorovania bol vyvinutý v USA v r. 1962, vyskúšaný na balónoch a výškových raketách. Prvý raz pracoval takýto prístroj s televíznym prenosom obrazu na družici OSO 7 v r. 1971-73. Podobný prístroj pracujúci s filmovou kamerou bol umiestnený v orbitálnej stanici SKYLAB.

Náš prístroj má byť vypustený na obežnú dráhu v r. 1979. V súčasnosti máme vyriešené všetky hlavné technické problémy - máme zostavené laboratórne vzorky samotného prístroja, televíznej aparatury a jej spojenia s telemetriou družice.

Perspektívne chceme podobný prístroj vypustiť na héliocentrickú dráhu, aby bolo možné získať stereoskopický obraz koronálnych lúčov. Pripravujeme tiež projekt koronografu s filmovacou kamerou na orbitálnu stanicu typu SALJUT.

Únik ionosférických vln  
spôsobený zmenami geomagnetického poľa

P. BOBOVNICKÝ

Geofyzikálny ústav SAV Bratislava

Krátke rádiové vlny pod 100 m sa šíria ionosférickými cestami. Na ionosférickú vlnu pôsobia parametre ionosféry: koncentrácia elektrónov v ionosfére, geomagnetické pole. Vplyvom geomagnetického poľa sa ionosférická vlna štiepi na riadnu a mimoriadnu vlnu. Pritom vznikajú nové zložky elektromagnetického poľa. Výsledná elektromagnetická vlna je zložená zo zložiek riadnej a mimoriadnej vlny. Výsledné pole takto vytvorené, je fázovo posunuté proti pôvodnému polu. Pole rádiového vysielača v mieste príjmu je dané vzorcom

$$E_v = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2\cos\phi}, \quad /1/$$

kde  $E_{1/2}$  je elektrické pole riadnej a mimoriadnej vlny,  $\phi$  je fázový rozdiel medzi obidvoma vlnami. Pre fázový rozdiel oboch vln možno napísať

$$\phi = \frac{2\pi}{c} fP, \quad /2/$$

kde  $f$  je frekvencia vysielača,  $P$  je rozdiel fázových dráh riadnej a mimoriadnej vlny,  $c$  je rýchlosť svetla. Predpokladá sa šírenie v smere geomagnetického poľa. Rozdiel fázových dráh je daný vzdialenosťou medzi vysielačom a prijímačom, indexami lomu ionosféry pre riadnu a mimoriadnu vlnu.

Pre tento dráhový rozdiel platí

$$P = r \left( \frac{1}{n_2} - \frac{1}{n_1} \right), \quad /3/$$

kde  $r$  je vzdialenosť medzi vysielačom a prijímačom,  $n_{1/2}$  sú indexy lomu ionosféry pre riadnu a mimoriadnu vlnu. V prípade šírenia v smere geomagnetického poľa platí pre uvádzané indexy lomu ionosféry

$$n_1 = 1 - \left( \frac{f_k^2}{f^2 + ff_H} \right)^{\frac{1}{2}} \quad /4/$$

$$n_2 = 1 - \left( \frac{f_k^2}{f^2 - ff_H} \right)^{\frac{1}{2}} \quad /5/$$

kde  $f_k$  je kolmá frekvencia ionosféry,  $f_H$  je cyrofrekvencia ionosféry, ktorá závisí od geomagnetického poľa. Gyrofrekvencia ionosféry je priamoúmerná geomagnetickému poľu podľa vzťahu

$$f_H = KH, \quad /6/$$

kde  $K$  je konštanta,  $H$  je horizontálna intenzita geomagnetického poľa. Vplyvom zmeny geomagnetického poľa mení sa gyrofrekvencia ionosféry podľa vzťahu

$$\Delta f_H = f_H \frac{\Delta H}{H}, \quad /7/$$

kde  $\Delta H$  je zmena geomagnetického poľa. Zmena cyrofrekvencie ionosféry vyvoláva zmeny indexov lomu /4/, /5/, a tým aj dráhového rozdielu /3/. S tým súvisí aj zmena fázového rozdielu /2/ a tiež zmena výsledného poľa rádiového vysielača /1/.

Zo vzorcov /2/ až /7/ možno pre zmenu fázového rozdielu odvodiť vzorec

$$\Delta \Phi(\Delta H) = \frac{\pi}{c} f_H \frac{\Delta H}{H} r \left( \frac{f_k^2 f^2}{(f^2 - f f_H)^2} - \frac{f_k^2 f^2}{(f^2 + f f_H)^2} \right) \quad /8/$$

So zmenou fázového rozdielu /8/ mení sa pole vysielacza /1/. Pole nadobúda maximálne a minimálne hodnoty. Vzniká tak únik ionosférickej vlny pri minimách poľa. Perióda krátkovlnného úniku vyvolaného zmenou geomagnetického poľa sa dá vyjadriť rovnicou

$$T = \frac{2\pi}{\Omega} = \frac{2\pi}{\Delta \Phi} \Delta t, \quad /9/$$

kde  $\Omega$  je kruhová frekvencia úniku krátkovlnného poľa, čas zmeny geomagnetického poľa je označený  $\Delta t$ . Pre vytvorenie jednej periódy úniku je potrebná nasledovná zmena geomagnetického poľa

$$\Delta H_{2\pi} = \frac{2cH}{f_H r} \left( \frac{f_k^2 f^2}{(f^2 - f f_H)^2} - \frac{f_k^2 f^2}{(f^2 + f f_H)^2} \right)^{-1} \quad /10/$$

V tabuľke 1 sú uvedené vypočítané hodnoty zmeny fázového rozdielu  $\Delta \Phi$  a periódy úniku pre pomery  $\Delta H/H = 1/1000, 1/100, 1/10$ . Výpočet bol prevedený pre dve frekvencie krátkovlnného rozhlasového pásma  $f = 3$  MHz a  $f = 6$  MHz. Kolmá frekvencia bola braná podľa uhlu dopadu rádiovkej vlny na ionosféru, pre vzdialenosť rádiového spojenia  $r = 1000, 2000, 4000$  km. Gyrofrekvencia ionosféry bola braná  $f_H = 1,4$  MHz odpovedajúca geomagnetickému polu  $H = 2 \cdot 10^{-5}$  T. Z tabuľky 1 vidno, že perióda krátkovlnného úniku sa znižuje so zvyšujúcou sa frekvenciou rádiovkej vlny a zvyšovaním zmeny geomagnetického poľa. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou od vysielacza perióda úniku sa znižuje. Pre vytvorenie



jednej periódy krátkovlnného úniku stačí zmena geomagnetického poľa  $H = 1 \cdot 10^{-9}$  T. Periódy úniku boli počítané pre typický priebeh geomagnetickej búrky.

	f=3 MHz $\Delta H_{2\pi} = 8 \cdot 10^{-9}$ T			r=1000 km f=6 MHz $\Delta H_{2\pi} = 4 \cdot 10^{-9}$ T		
$\Delta H/H$	1/1000	1/100	1/10	1/1000	1/100	1/10
$\Delta \Phi, 2\pi$	1,4	14	140	2,9	29	290
T/sek/	6200	620	62	3000	300	30
	r=2000 km $\Delta H_{2\pi} = 4 \cdot 10^{-9}$ T			$\Delta H_{2\pi} = 2 \cdot 10^{-9}$ T		
$\Delta H/H$	1/1000	1/100	1/10	1/1000	1/100	1/10
$\Delta \Phi, 2\pi$	2,8	28	280	5,8	58	580
T/sek/	3100	310	31	1500	150	15
	r=4000 km $\Delta H_{2\pi} = 2 \cdot 10^{-9}$ T			$\Delta H_{2\pi} = 1 \cdot 10^{-9}$ T		
$\Delta H/H$	1/1000	1/100	1/10	1/1000	1/100	1/10
$\Delta \Phi, 2\pi$	5,6	56	560	11,6	116	1160
T/sek/	1550	155	15,5	750	75	7,5

Tabuľka 1 - Zmeny fázového rozdielu a periódy úniku.

V tabuľke 1 sú uvedené aj vypočítané hodnoty zmeny geomagnetického poľa, potrebnej pre vytvorenie jednej periódy krátkovlnného úniku. Potrebná zmena poľa  $\Delta H$  sa mení s frekvenciou a vzdialenosťou vysielača. V prípade vzdialenosti  $r=1000$  km vychádzajú hodnoty  $\Delta H_{2\pi}(3\text{MHz}) = 8 \cdot 10^{-9}$  T,  $\Delta H_{2\pi}(6\text{MHz}) = 4 \cdot 10^{-9}$  T. V tomto prípade na krátkovlnný únik má vplyv začiatok a samotná

geomagnetická búrka. Zmena geomagnetického poľa pri búrkach dosahuje hodnôt niekoľkých násobkov  $10^{-7} \text{T}$ . Perióda krátkovlnného úniku bude závisieť od časovej zmeny geomagnetického poľa podľa vzorca /9/. Pre väčšie vzdialenosti od vysielača vychádzajú potrebné zmeny geomagnetického poľa  $\Delta H_2(3\text{MHz}) = 4 \cdot 10^{-9} \text{T}$ ,  $\Delta H_2(6\text{MHz}) = 2 \cdot 10^{-9} \text{T}$  pre  $r = 2000 \text{ km}$  a  $\Delta H_2(3\text{MHz}) = 2 \cdot 10^{-9} \text{T}$ ,  $\Delta H_2(6\text{MHz}) = 1 \cdot 10^{-9} \text{T}$  pre  $r = 4000 \text{ km}$ . Z toho plynie, že pre vyššie frekvencie a väčšie vzdialenosti vysielača, únik krátkovlnného poľa môže byť spôsobený aj geomagnetickými pulzáciami. Perióda úniku je v tomto prípade daná periódou príslušnej geomagnetickej pulzácie.

#### Záver

Účelom príspevku bolo analyzovať vplyv zmien geomagnetického poľa na výsledné pole krátkovlnného rozhlasového vysielača. Komplexná analýza krátkovlnného úniku vyžaduje zahrnúť aj zmeny koncentrácie elektrónov v ionosfére, čo nebolo cieľom tohoto príspevku.

#### Literatúra

- /1/ Peter Bobovnický, Vzorec pre rýchlosť zmeny fázovej výšky ionosférického odrazu, Contributions Geophys.Inst.SAS, Vol.3, 1972
- /2/ Pietro Dominici, Radiopropagazione ionosferica, Annali di geofisica, Vol. 24, 1971

## Svetlo nočnej oblohy a jeho meranie

M. RYBANSKÝ

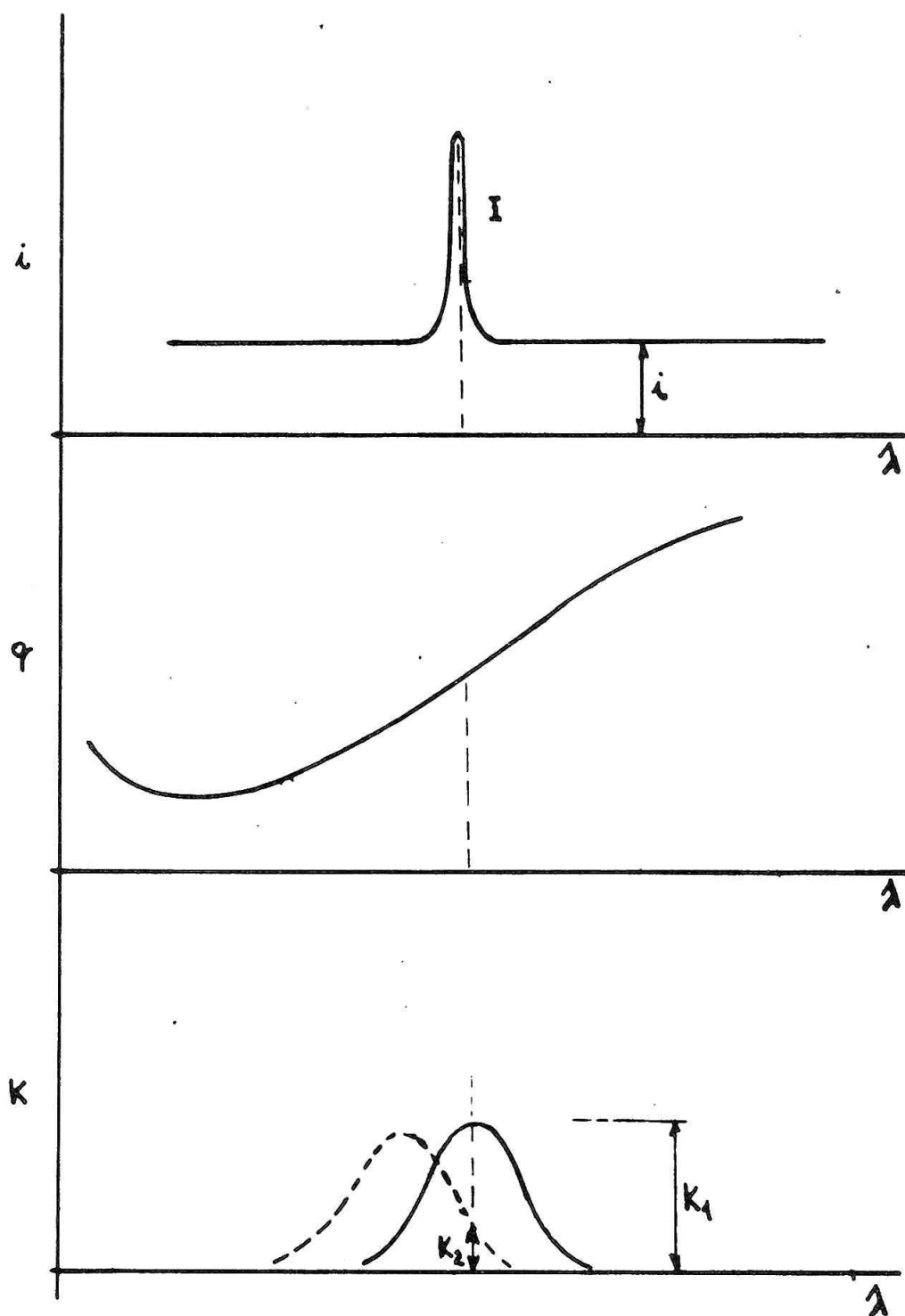
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

Prvými ukazmi, u ktorých bola nájdená súvislosť s jedennástročným cyklom výskytu slnečných škvŕn, boli poruchy magnetického poľa Zeme a výskyt polárnych žiar. Vzhľadom na to, že výskyt polárnych žiar je v našich šírkach pomerne vzácny /1-5 x za 10 rokov/, venuje sa tomuto predmetu malá pozornosť. Medzi svetlom nočnej oblohy a polárnou žiarou je však iba ten rozdiel, že zmeny intenzity svetla nočnej oblohy sú voľným okom nepozorovateľné, a pri polárnej žiare sú zmeny intenzity a spektra takého rozsahu, že sa dajú ľahko pozorovať voľným okom. Inými slovami - spektrum je podobné a medzi oboma ukazmi existuje iba intenzitná rozdielnosť.

Ďalej popísaný postup merania svetla nočnej oblohy bol vypracovaný a používaný už v medzinárodnom geofyzikálnom roku. Postup je pomerne jednoduchý a pri dnešnej úrovni elektroniky je dostupný aj pre pokročilejších amatérov. Najjednoduchší prístroj na meranie jasů nočnej oblohy je tzv. zenitový fotometer. Prístroj sa skladá z objektívu, z dvoch filtrov pre každú spektrálnu čiaru, z clony, ktorá vymedzuje v zenite priestorový uhol  $5^{\circ}$ , z Fabryho šošovky, fotonásobiča a registračného prístroja.

Postup merania si najlepšie vysvetlíme podľa obrázku. V jeho hornej časti je schématicky znázornený úsek spektra nočnej oblohy.

i - spektrálna intenzita spojitého spektra



$I$  - intenzita emisnej čiary

$q$  - prevodný koeficient medzi jasom a napätím

$k$  - koeficient priepustnosti filtra v mieste čiary

$\Delta\lambda$  - ekvivalentná šírka filtra

Pri meraní dostaneme napätia  $u_1$  a  $u_2$ :

$$u_1 = k_1 I q + \Delta\lambda_1 \bar{q}_1 i$$

$$u_2 = k_2 I q + \Delta\lambda_2 \bar{q}_2 i$$

Riešením tejto sústavy rovníc dostaneme hľadané intenzity  $I$  a  $i$ .

Na Lomnickom Štíte meriame takýmto spôsobom intenzity čiar 5577 Å a 6300 Å, patriace atomárnemu kyslíku a intenzitu čiary 5893 Å, patriacu sodíku.

Najväčšia závislosť na slnečnej činnosti sa prejavuje u čiary 6300 Å. Táto vzniká vo výškach okolo 300 km nad zemským povrchom. Prejavuje sa u nej polročná perióda, podobne, ako pri výskyte geomagnetických búrok a 11-ročná perióda, ako u cyklu slnečných škvrn. Obidve tieto skutočnosti ukazujú, že štúdium variácií intenzity tejto čiary má veľký význam pri výskume slnečno-zemských vzťahov.

Dynamika denných rytmov jedinca v geomagnetickom poli

/Druhá práca z cyklu: Vesmír a jeho človek/

Predbežné zdelenie

S. PIVÁRČI

Psychiater NSP, Bratislava, Bezručova 5

Pracovný kolektív:

S. KRAJČOVIČ, Geofyzikálny ústav SAV Bratislava

M. MOSNÝ, Výskumný ústav zvaračský Bratislava

E. PISARA, Geomagnetické observatórium GFÚ SAV Hurbanovo

Veda v hľadaní sa snaží o objektívny obraz dejov sveta. Dáva si vždy podstatnú otázku: kde a ako hľadať. V historickom vývoji poznania zaberá prvoradé miesto filozófia, ktorá prešla mnohé úskalia v snahe dať objektívnu realitu dejov. Nastáva nové obdobie syntézy - jednotnosť procesov v kozme vzhľadom k rozšíreniu poznávania ich zákonitostí. K interpretácii dejov u človeka hľadáme vzťahy cestou magnetických polí a v dvojrovej - binárnej sústave. V tomto pohľade musíme dať za pravdu Demokritovi: Veci sa ukazujú len zasvätencom, ktorí sa im venujú a ostatným len vtedy, keď prinesú obeť v hľadaní výberom správnych /vektorových/ informácií a v ich dokonale objektívnom interpretovaní - čiže, aby naše poznanie bolo zhodné s priebehom dejov v prírode.

Najháklivejšou témou v hľadaní je existencia človeka - seba samého - jeho vznik, čomu a ako podlieha a čo je príčinou

jeho zániku. O jeho pôvode hovoria v podstate dve teórie:

1. Kreačná - hovorí o stvoriteľskej bytosti nepodliehajúcej fyzikálnym zákonitostiam.

2. Evolučná - hovorí o fyzikálnych zákonoch - o schéme, ktorú neustále dopĺňujeme novými poznatiami.

Tu si musíme postaviť najprv definíciu života vôbec, aby sme sa mohli patrične na vec dívať. Čo je teda život? Život je premena a závislosť energie od organizácie, v ktorej sa táto premena deje.

Telesná činnosť viazaná na fyziologické ev. patofvziologické deje ako relatívne univerzálna organizácia so svojimi vnútornými variabilitami v zmysle biologickej "normy".

Duševná činnosť - u kreačnej teórie ako nemateriálna, abstraktná činnosť nezávislá od matérie; u evolučnej ako produkt hmoty - abstraktná, nemateriálna - nezávislá od organizácie a stavu hmoty. Obidve teórie považujú myslenie, a tým aj voľné jednanie prevažne nezávislé od organizácie a stavu hmoty ako i od energetických premien vonkajšieho prirodzeného poľa.

Naproti tomu prax vlastná a prax ľudí samotných pociťuje závislosť od energetických premien vonkajšieho poľa. Toto poznanie ľudu nenašlo patričné povšimnutie vo vedeckom svete, najvyšš ak sa pripúšťa aká - taká parciálna závislosť. Dosiaľ nikto nevylúčil závislosť - nezávislosť motoriky a psychiky od vonkajšieho poľa a jeho premien. Prof. A.L. Čiževskij k tomu hovorí: "Pretrváva mienenie, že organický svet je doslova vvrhnutý z prírody, postavený nasilu nad ňu a do nej". Potešujúca je, že snaha sa uberať cestou hľadania vzťahu poľa a jedinca ako prejav organizovanej matérie.

Čo má ľudstvo - človek spoločné na tejto Zemi?

Sú to energetické polia: gravitačné, geomagnetické, kozmického žiarenia, svetelnú a tepelnú energiu, atmosféru s jej fyzikálnymi dejmi dlhodobe determinovanými solárnou činnosťou, energetickú interakciu s variabilným zemským pólom, solárna sústava, mliečna galaxia, ...

Ďalej je to jednotná schéma jedinca, ktoré funkčne delíme v závislosti na vonkajšom poli, teda v závislosti fyzikálnej energie a jej variability. Chémia sa stáva elektrolytom pre fyzikálne deje - pre vedenie informácií o premene energie v organizme /organizácii/ jedinca. Táto podstata spočíva na iontových nosičoch, lepšie povedané na kladných a záporných nábojoch. Interakcia tu vystupuje ako podstata a v uzavretom energetickom priestore ako nezbytná nutnosť.

Najlepším dôkazom fyzikálnej organizácie je oko, kde tyčinky a čípky prijímajú fotón, transformujú ho vo svojej organizácii a nakoniec vedú do zrakového centra.

Vonkajší obal jedinca - koža - ako oddelujúci a modulujúci faktor vonkajšieho energetického poľa. Jej význam najlepšie vidíme pri ťažkých popáleninách, kedy vnútorné orgány priamo podliehajú energetickej záťaži vonkajšieho prostredia.

Podstatnou automatickou reguláciou jedinca je vegetatívny nervový systém v zmysle nepretržitej funkcie i počas vypätia VNČ-vedomia.

Ako sa dívať na jedinca a na deje v jeho organizácii? Kde máme ďalej hľadať k zdokonaleniu poznania?

Staré cesty: Historickým vývojom a výškou poznania v objektívnych vedách vzniká naša doterajšia diagnostika. Vyšľapanými cestami sa



nesporne dostaneme len k výsledkom dávno známym a eventuelne predpokladaným pri reálnom uvažovaní o možnostiach. Pri skúmaní solárnych dejov a vplyvov na človeka operajú sa vedci prevažne intuitívne hlavne o infekčné choroby. U týchto možno nájsť relatívne priamu závislosť na solárnej činnosti. Štatistické spracovanie nedáva možnosť vidieť priestoročas, jeho náplň, a tým menej nám povie niečo o jedincovi.

Nové cesty: Hľadať v energetickom poli prirodzenom vo vzťahu k jedincovi bez a s interakciou tretieho telesa:

1. Ako interakcia energetických dejov jedinca a poľa zbavených psychologizácie problematiky. Tu sa zvýrazní potenciálny stav organizmu v interakciu pozitívnu alebo negatívnu, ako i urýchlenia ev. spomalenia - nezáleží od jej kvanta /intenzity interakcie/ ale od kvality.

2. Hľadať v umelých poliach a zanedbať prirodzené, na ktoré sa jedinec adaptoval vývojom, a ktoré sú iniciátorom jeho existencie. Tu nemôžeme prísť k pozitívnemu poznaniu jak pre variabilitu geopoľa, tak pre nejednotnú interakciu umelého a prirodzeného poľa.

3. Vo vnútornej organizácii jedinca /interakcia vnútorných orgánov a organizácii/ vystupuje ďalšia závislosť ako podstatná v zmysle vektorových obtiaží reprezentujúcich dysharmóniu dejov. Tieto majú zas fázový charakter aktivítv a útlmu.

4. Množstvo energetických dejov vo vesmíre dáva nám prirodzené laboratórium a jedinca ako registrujúci aparát.

Je potrebné vytvoriť skelet - kde a ako začať:

1. Od hrubého k jemnému - tak ako sochár si vytvorí z ka-

meňa začiatky svojho budúceho diela. Je potrebné zanedbať nepodstatnosť detailov, ktoré nás zvädzajú a zneprístupňujú nám vidieť podstatu dejov a ich dynamiku.

2. Od najjemnejšieho skeltu k celkovému obrazu. Tak ako pri stavbe tehlového domu. Cesta omnoho ťažšia a veľmi náročná, nakoľko nepoznáme plán vývoja jedinca. Môžeme veľmi ľahko skĺznúť.

### Denný rytmus jedinca

Najjednoduchší rytmus je 24 hodín deliaci sa na obdobie svetla a tmy. Ďalej je to obdobie 7 dní, čo by zodpovedalo podielu solárneho cyklu 27 dňového a lunárneho 29 dňového ako zlatá stredná cesta. Ďalšia perióda je 365 dní a "niečo", slnečný 11 ročný cyklus - plus-mínus "niečo"...

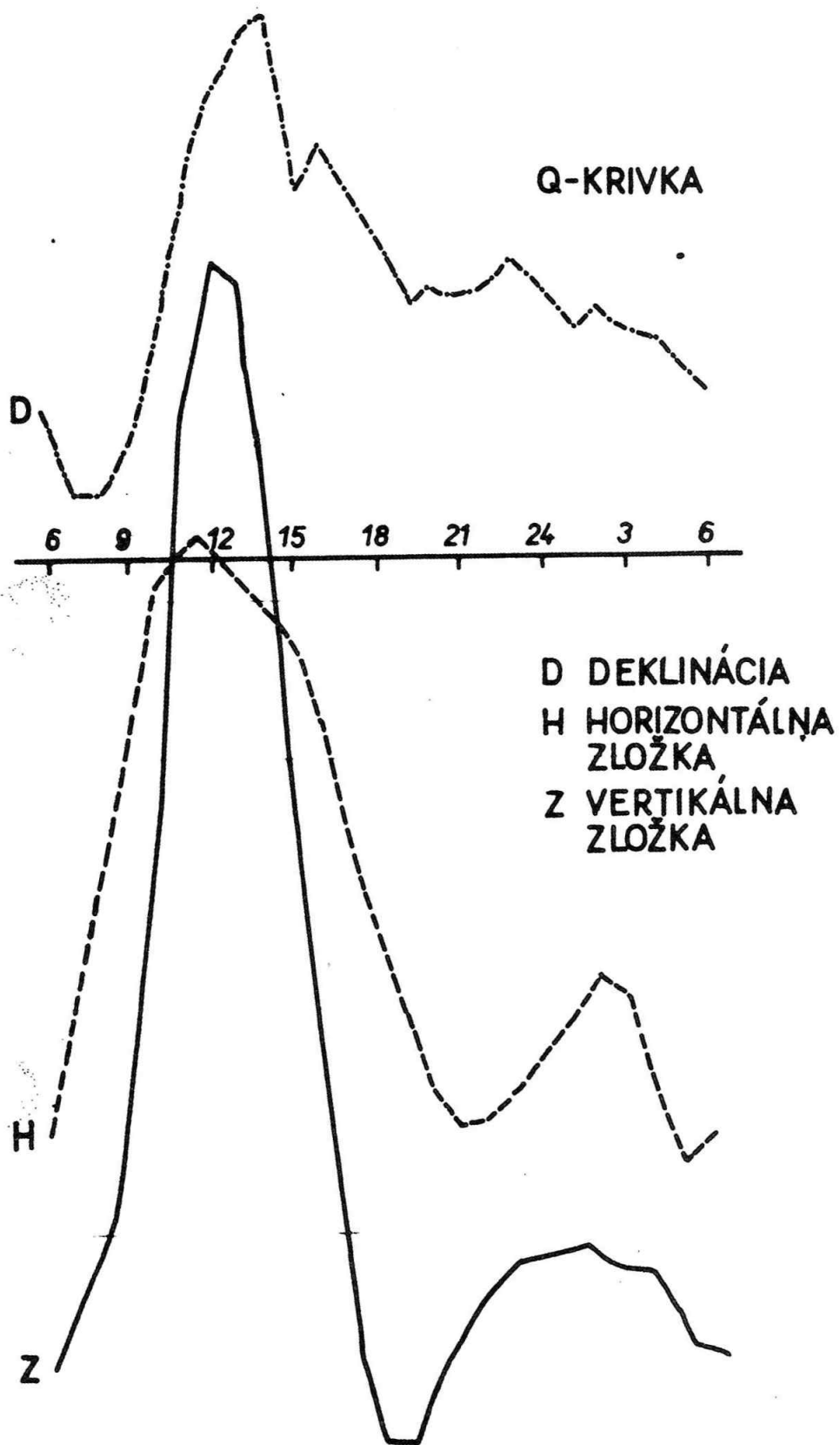
V perióde 24 hodín vystupuje striedanie svetla a tmy. Ich variabilná časová základňa je podmienená ročnými a energetickými variáciami Slnko - Zem cez medziplanetárne pole a dynamika Zeme samotnej.

Energetické deje na Slnku a v jeho sústave sa pozorujú na rôznych observatóriách. Jedným zo sledovaných parametrov je geomagnetické pole a jeho zmeny. Jeho denné variácie sa určujú pre každý mesiac tak, že sa zo záznamov observatória vyberie päť najkľudnejších dní a z nich sa skonštruujú priemerné krivky pre dennú zmenu v deklinácii, v horizontálnej a vo vertikálnej intenzite /viď obrázok/. Tieto najkľudnejšie dni nazývame QQ dni.

### Každá krivka dňa má dve periódy

1. Obdobie 6 - 18 hod. lokálneho času charakterizované strmým úbytkom poľa cca do 12 hod. a strmým prírastkom poľa

OBR. 1



cca do 18 hod. /veľký časový gradient poľa/.

2. Obdobie 18 - 6 hod. lokálneho času charakterizované miernym úbytkom a prírastkom poľa /malý časový gradient/.

V období okolo 6. a 18. hod. sa objavujú drobné časové variácie vzhľadom k celkovej dynamike. krivky bývajú niekedy fázove posunuté v zložkách Z, H, D. Sú i ročné variácie. Celková dynamika však zostáva rovnaká. Denná variácia je aj v kozmickom žiarení. Veľké poruchy geomagnetického poľa a tzv. búrky nazývame D dni. Vyhodnocovanie zmien geomagnetického poľa sa deje v 3 hod. intervaloch k vyššie spomínanej krivke z 00 dní. Indexy týchto zmien nazývame K.

Dlhodobá dynamika energetických zmien v geomagnetickom poli vystupuje ako kvalita dejov /D a 00 dni/ a eja deformácia v krátkom časovom úseku dáva zas kvantitu dejov.

V adaptabilite na dlhotrvakúciu periódu premeny geomagnetického poľa počas 24 hod. je jedinec nastabilnejší, zmeny najmarkantnejšie a najmenej premenné. Túto periódu dáva dynamika tzv. 00 dní.

Predbežne spracovaný materiál:

Záverý nášho myslenia a konania sú závislé od kvality a kvantity informácií a od časového úseku s jeho frekvenčnou variabilitou.

M e t o d a : Test spočíval v popisovaní zmien - dlhodobe zakotvených periód motoriky a psychiky počas 24 hod., ich aktivity a útlmu za vedenie lekára. Išlo o periód zakotvené v organizácii jedinca zbavených psychologizácie problematiky - t.j. dôvodov k zmenám milión, príčina zmeny je len jedna - ako objektivizujúci faktor.

Vybrala sa perióda 24 hod. jak perióda u jedinca, tak perióda v geomagnetickom poli v priemernej krivke 00 dní. Od zmien aktivity a útlmu vo vegetatívnom systéme sa upustilo pre veľkú nepresnosť údajov. Slovné prejavy sa zakódovali do znázornenia aktivity a útlmu.

Krivka z 00 dní sa globálne schematicky javí:

a/ vo veľkom gradiente v dobe 6 - 9 hod fáza útlmu, 9 - 12 hod fáza aktivity, 12 - 15 hod fáza útlmu, 15 - 18 hod fáza aktivity. Teda v strmom úbytku a prírastku sa vstriedajú obidve fáze. Celkove ide o striedanie fáze: útlm, aktivita; útlm, aktivita.

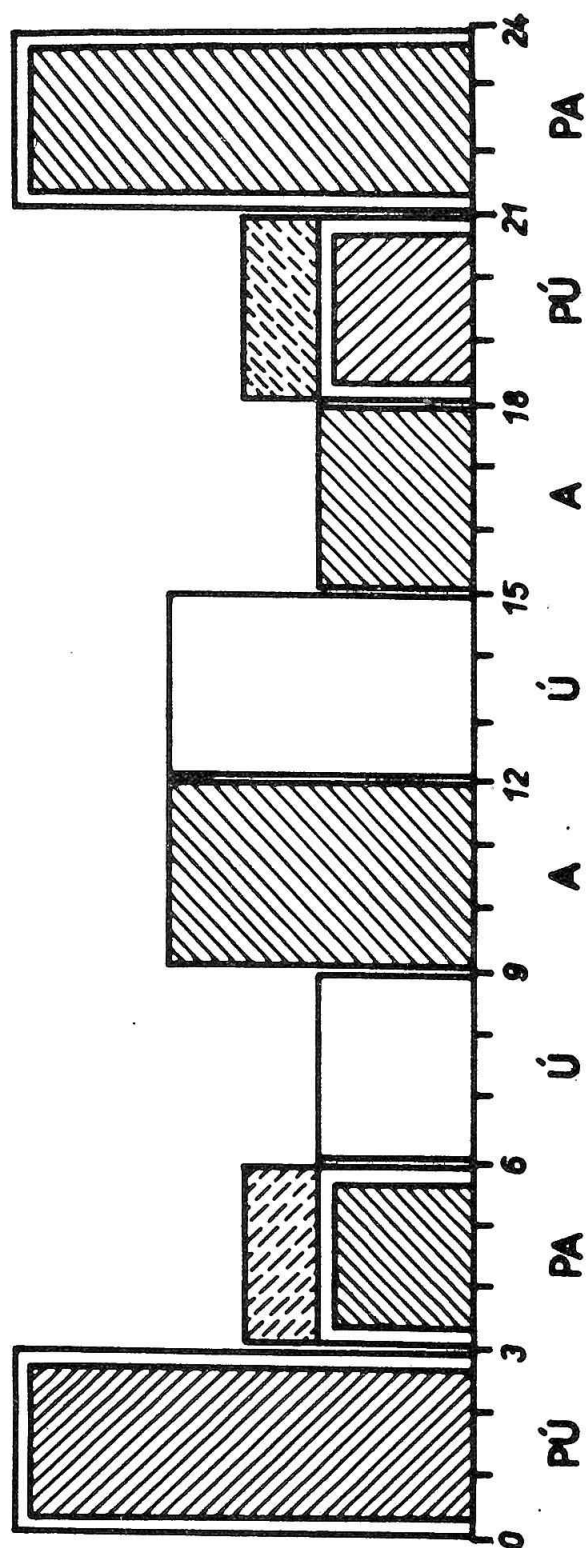
b/ v malom gradiente v dobe 18 - 21 hod fáza paradoxného útlmu, do 24 hod fáza paradoxnej aktivity. Do 3 hod fáza paradoxného útlmu a do 6 hod fáza paradoxnej aktivity. Teda v mier-  
nom úbytku a prírastku poľa sa vstriedajú obidve fáze. Kvôli porozumeniu ukážeme si schému priebehu fáz /obr. 2/.

Tam , kde sa stretajú jednotlivé fáze, vznikajú tzv. uz-  
lové body - alebo body labitivity. V nich nastáva preladenie or-  
ganizmu - čiže peispôsobenie sa zmene poľa, k adaptácii orga-  
nizácie k energetickej zmene. Tento bod neprichádza rovnako  
rýchlo do vedomia jedinca. Uzlové body sú podstatou dejov a od  
jedného k druhému sa vytvárajú reťazové reakcie ako následok.

Globálne vo veľkom gradiente je skorej v prevahe motorika,  
v malom gradiente skorej psychika.

Okrem parametrov aktivity a útlmu v motorike a psychike  
práca je zameraná na obdobia nových myšlienok na produktívne  
obdobie štúdia, kvalitu spánku, na sny a na obdobie budenia sa.

OBR. 2



P PARADOXNÝ  
A AKTIVITA  
Ú ÚTLM

Jedinec č. 1

V prvej perióde po zobudení krátkodobejší útlm, v druhej perióde pomerne skoršie nastúpenie motorickej aktivity pred psychickou. V druhej perióde útlmu skoré nastúpenie maxima v duševnej činnosti, opoždnejšie v motorickej. V druhej perióde aktivity nevýrazné maximum stúpa v krátkom časovom úseku v duševnej činnosti a v motorike sa časový úsek posúva až do fáze paradoxného útlmu. V prvej paradoxnej fáze je výrazný posun aktivít. Po skončení motorickej aktivity nastupuje fáza psychickej aktivity a zasahuje do periódy paradoxnej aktivity. Ďalej je diskrepancia v druhej fáze paradoxnej aktivity - motorický útlm nastáva hneď po uzlovom bode o 21. hod a v psychike až na začiatku tretej tretiny. V druhej fáze paradoxného útlmu je spánok výdatný a je doprevádzaný snami. Periodické budenie nastáva na začiatku fáze paradoxnej aktivity, je krátkodobé a od tohoto bodu nastáva horšia kvalita spánku. Nové myšlienky prichádzajú v obdobiach dysharmónie medzi motorickou a psychickou činnosťou a v diskrepancii medzi fázami aktivity a útlmu. Najkvalitnejšie a časovo najdlhšie obdobie pre nové myšlienky je 19,30 - 2,00 hod. Akási symetria aktivity nastáva v hodinách: 3,30 a 15,30; ďalej je to posun psychickej aktivity v obdobiach 10,30 až 12,30 a 20,00 až 22,30 hod. Potenciálny spánok je do 9,30 hod. Je pravdepodobné, že motorická činnosť bráni ďalšiemu spánku.

Jedinec č. 3

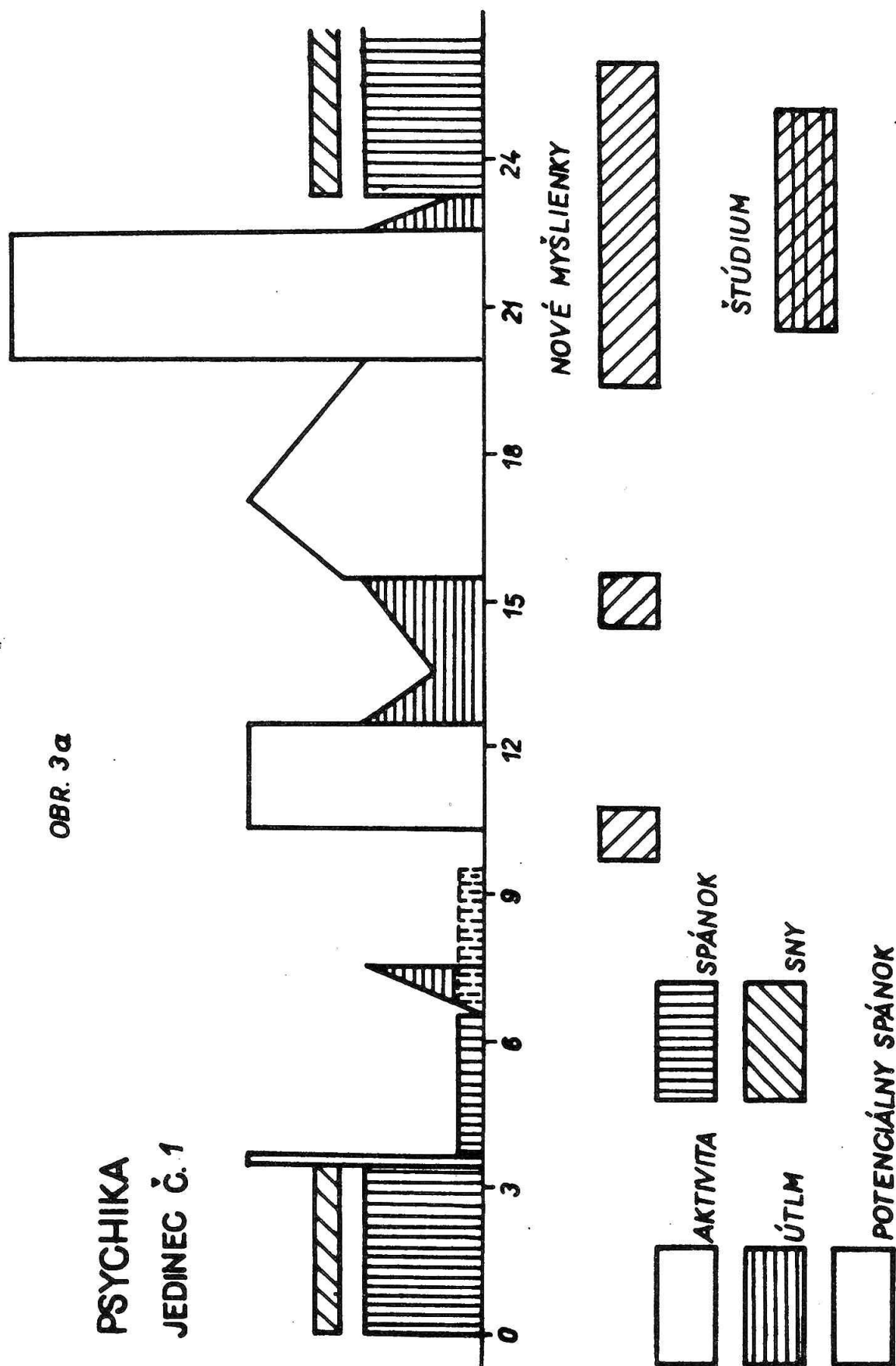
V prvej fáze útlmu negatívna aktivita sa prejavuje najmä v duševnej oblasti - v zmysle zvýšenej intenzity a zasahuje až fázu aktivity. V druhej - vo fáze aktivity zas prevláda motoric-

# PSYCHIKA

JEDINEC Č. 1

OBR. 3a

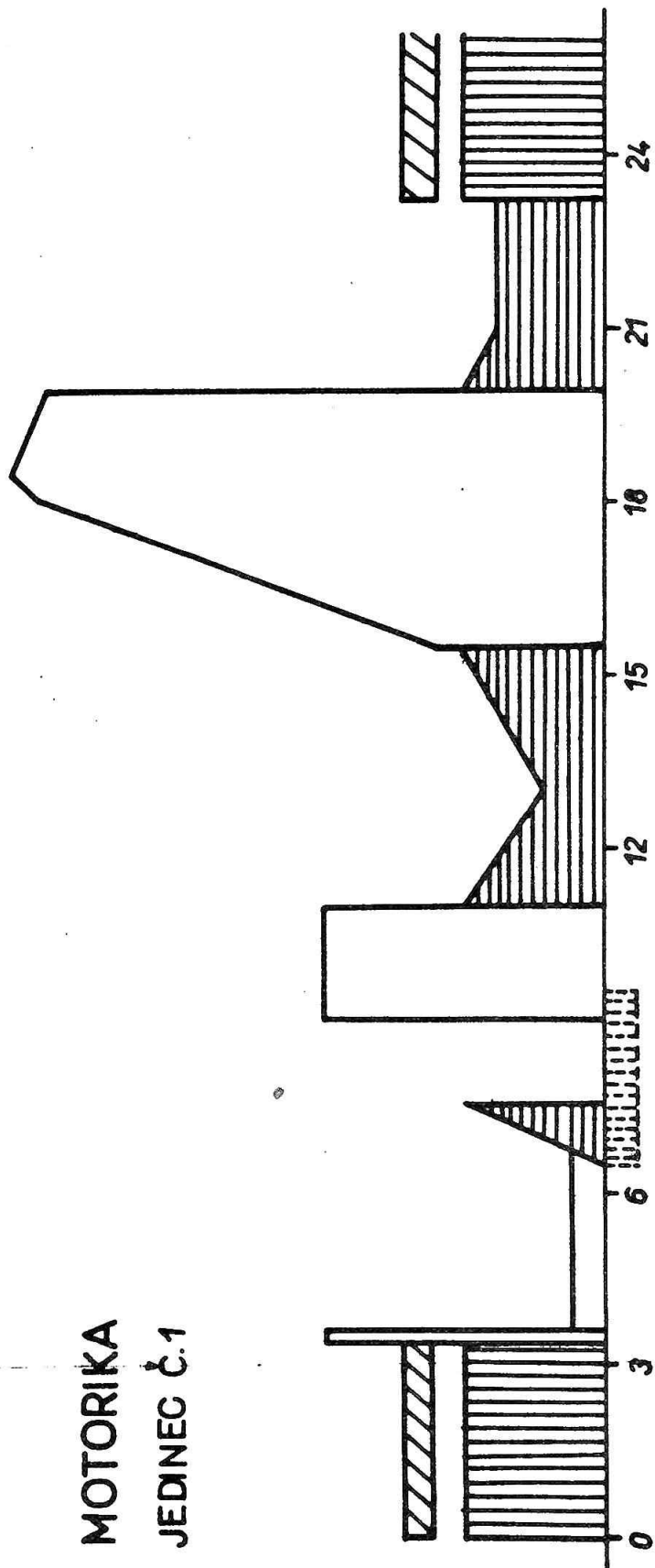
-196-





OBR. 3b

MOTORIKA  
JEDINEC Č.1



ká činnosť nad duševnou. V uzlovom bode o 12 hod do pretrvávajúcej aktivity začína nastupovať fáza útlmu, ktorá relat. vrcholí 13 hod, kedy nastupuje zvýšenie intenzity v negatívnom zmysle do 14 hod. V tomto bode nastáva rovnomerné maximum trvajúce do 16.hod. Druhá katívna fáza začína s posunom a končí aj s posunom o 19 hod, čiže zasahuje do prvej paradoxnej fáze. Táto fáza je časove skrátená. V motorickej činnosti vidíme ustálenú rovnomernú aktivitu až s potenciálnou možnosťou zvýšenej aktivity. V oblasti psychickej je možnosť zvýšenej aktivity alebo zosíleného útlmu. V uzlovom bode o 21 hod nastáva zlom: buď sa zintenzívni motorická a duševná činnosť a pretrváva do 2. hod, resp. potenciálne u psychickej činnosti až do 3. hod. Alebo v inej možnosti nastáva v paradoxnej fáze aktivity útlm najprv v duševnej činnosti, zosilí sa nad maximum o 22. hod, a pripojí sa paradoxná aktivita /útlm/ v motorickej činnosti taktiež nad maximum. O 23 hod nastáva náhly pokles paradoxnej aktivity, dostaví sa spánkový rytmus. V druhej fáze paradoxnej aktivity nastáva krátkodobé prerušenie spánku o 1,00 hod. V druhej fáze paradoxnej aktivity nastáva pravidelné prerušenie spánku na pol hodinu o 3,00 hod. Intenzita spánku je stále rovnaká, bez snov. Kvalitné myslenie je v prvej fáze aktivity a zasahuje až do fáze útlmu - je celkove nevýrazné. Intenzívnejšie je v druhej fáze aktivity a je kvalitnejšie. Najkvalitnejšie je od konca poslednej tertiny prvej paradoxnej fáze do konca prevej tertiny druhej paradoxnej fáze. Symetrické body vidíme 9,00 a 21,00 hod; 13,00 a 01,00 hod; 14,00 a 02,00 hod; 16,00 a 04,00 hod. V podstate jedinec reaguje jak na strmé a rýchle zmeny poľa náhle, tak i na málo strmé zmeny v nočnej fáze rýchlymi zmenami reagovania

organizmu, ovšem v nočnej fáze ďaleko výraznejšie.

#### Jedinec č. 5

Je podobný ako jedinec č. 1. Zmeny sú: Prvá fáza útlmu je až do uzlového bodu. Fáza aktivity je posunutá, súfazná, kvantitatívne menej výrazná. Druhá fáza útlmu taktiež súfazná, posunutá, viac výrazná. V druhej fáze aktivity opozdený, nevýrazný nástup, ako i nevýrazné maximum v uzlovom dobe. V prvých dvoch paradoxných fázach - útlmu a aktivity - nastupuje najkvalitnejšia motorická a psychická činnosť, ktorej intenzita mierne stúpi v uzlovom dobe o 21,00 hod, ale už o 22,00 hod sa kvantita aktivity zníži pod počiatočnú hladinu. V tomto bode sa zníži i kvantum nových myšlienok. Paradoxná aktivita zaniká v uzlovom dobe o 24. hod. Kvantitatívne lepšie štúdium sa zníži o 23 hod a trvá do 2,00 hod. Spánok menej výdatný do 2,00 hod a po krátkom prerušení nastáva spánok vo fáze paradoxnej aktivity do 6,30 hod a potenciálny spánok trvá do 11,00 hod. Symetria je 2,00 a 14,00 hod; 9,00 a 21,00 hod.

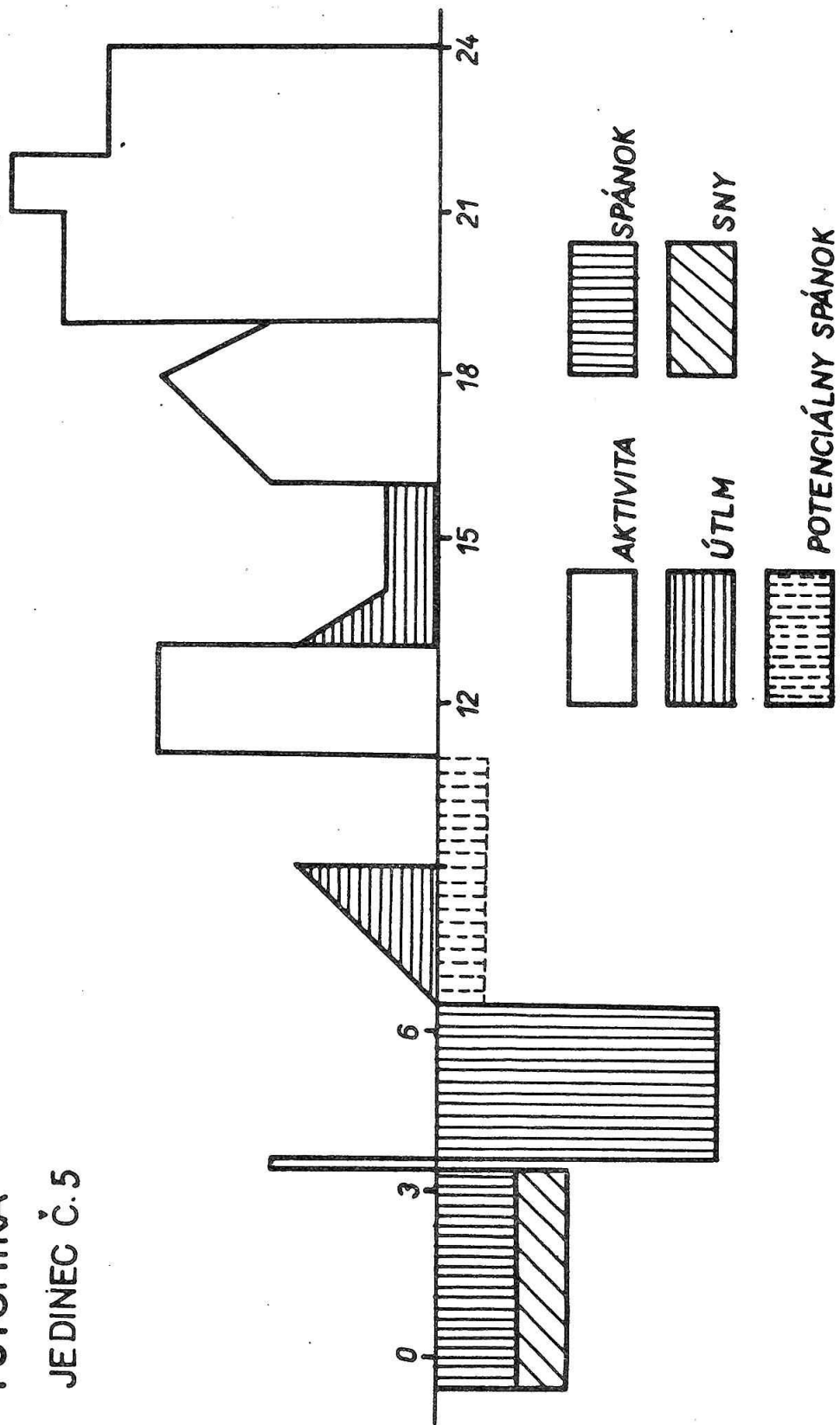
#### Jedinec č. 7

Celková dynamika je odlišná od predošlých. Najmarkantnejšia dynamika je v poli strmého úbytku. Nevýrazná aktivita nasadzuje už vo fáze útlmu, mení sa v uzlovom bode fáze aktivity a o 12,00 nastáva už fáza útlmu. Najkvalitnejšia, kvantitatívne najväčšia fáza je v hod. 10,00 - 12,00. Prudká zmena útlmu do spánku nastáva o 13,00 hod a trvá krátky časový interval. Nato hneď nasadzuje nevýrazná aktivita s nevýraznou motorickou činnosťou trvajúcou do 16,00 hod. V tomto období nevýrazná aktivita nových myšlienok. Po tomto období nastáva len potenciálna možnosť motorickej činnosti. Relatívne výraznejšie krátkodobé maximum aktivity

# PSYCHIKA JEDINEC Č. 5

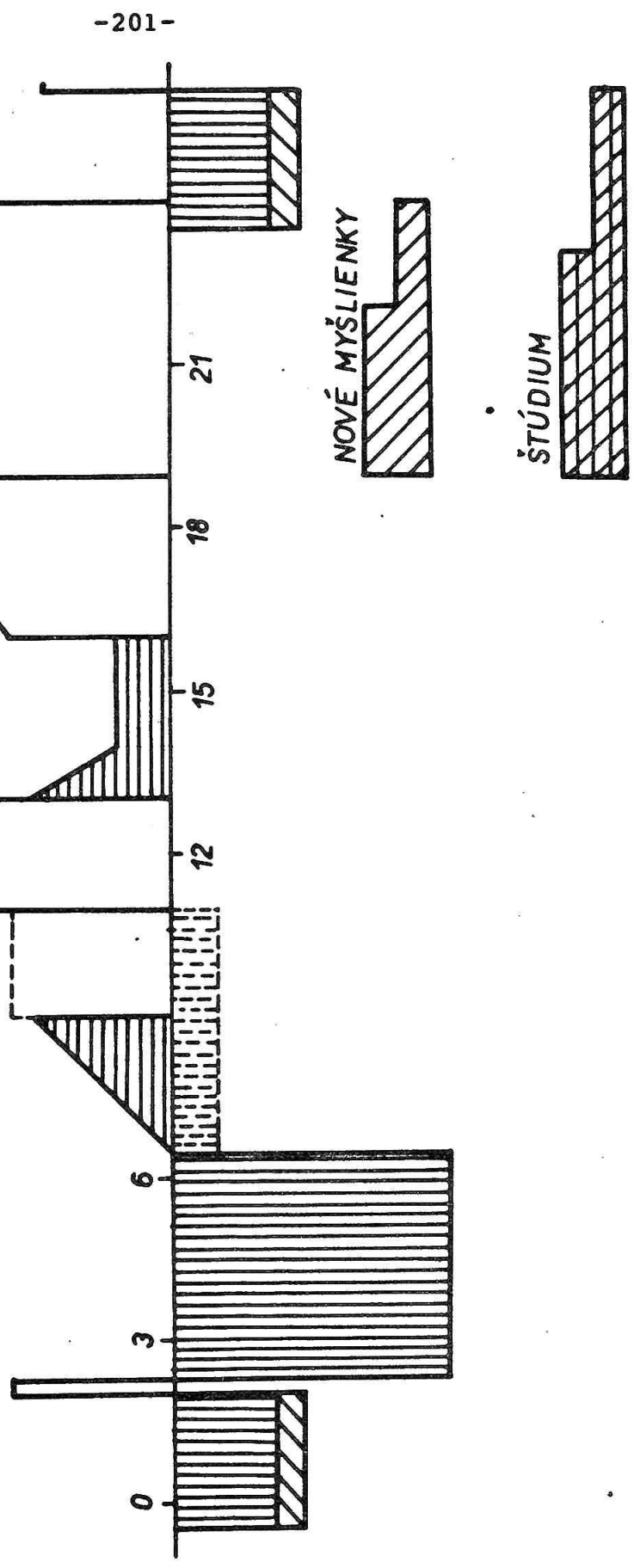
OBR. 4a

-200-



MOTORIKA  
JEDINEC Č. 5

OBR. 4 b



v oboch zložkách sa objavuje o 17,00 hod. Nevýrazná duševná činnosť trvá od 16,00 - 22,00 hod. V paradoxnej fáze útlmu dochádza o 19,00 hod ku krátkemu spánku. Od uzlového bodu o 18,00 hod do 20,00 hod je fáza relatívne kvalitatívne lepších a intenzívnejších myšlienok. Po 22,00 hod pred spaním vo fáze paradoxnej aktivita je obdobie pol hodiny veľmi kvalitných a intenzívnych nových myšlienok. Spánok je nevýrazný, prerušený o 1,00 hod s aktivitou hlavne v psychickej sfére, ktorá pokračuje po zaspátí v intenzívnych snoch. Nápadná symetria je: 1,30 a 13,30 hod; 10,00 a 22,00 hod. Najaktívnejšie štúdium je v dobe 18,00 - 22,00 hod a do 2,00 hod menej výrazné.

Globálne sa javí:

Denná perióda 6,00 - 18,00 hod je kvantitatívne a kvalitatívne skorej motorickou periódou; nočná perióda je zas skorej psychickej periódou.

Pri rozboře fáz aktivity a útlmu vidíme, že počiatočný úbytok a pribúdanie poľa sa prejaví v organizme - v organizácii - záťažou vo forme útlmu. Po adaptácii organizácie jedinca v uzlových bodoch lability sa preladí do fáze aktivity. Drobné variácie poľa medzi dvoma gradientmi ako i malá strmosť poľa organizmus stimulujú.

Javí sa určitá symetria dejov v organizme. Poukazuje sa tu na aktivitu jedinca a jeho schopnosť maximálnej aktivity jak v stereotype, tak aj v nových produktívnych myšlienkach. Ďalej poukazuje sa tu na negatívnu a pozitívnu záťaž organizmu od jedného uzlového bodu k druhému a na rozdielnosť v produktívnej aktivite jedinca.

Vystupujú tu viac-menej uzlové body útlmu, ktoré nemusia vždy vstúpiť do vedomia, a tým možno zdanlivo spojiť dve fáze do jednej - predĺženej - či už aktívnej alebo v opačnom prípade do pasívnej fáze. Prejavuje sa to najmä v prvých dvoch paradoxných fázach alebo v poslednej fáze paradoxnej aktivity a prvej fáze útlmu.

Pri interakcii jedinca s energetickým poľom vznikajú zmeny vnútornej organizácie po stránke fyzikálnej - preladenie. Tento časový bod nazývame uzlovým bodom - bodom kvalitatívnej zmeny, ktorý je začiatkom - impulzom - reťazovej reakcie a touto sa mení len dĺžka a veľkosť dejov - k v a n t i t a . Pri pozorovaní vzniku obtiaží u jedinca v uzlovom bode - obtiaž môže byť len malá a krátka /ev. bez vstupu do vedomia!/. Na druhej strane môže byť začiatkom dlhodobej zmeny - reťazovej reakcie. I dlhodobé kvalitatívne zmeny u jedinca opäť podliehajú dennej perióde energetických zmien jak v uzlových bodoch - kvalitatívne zmeny, tak i v reťazovej reakcii - kvantitatívne zmeny.

Veda sa môže pochváliť len jedným dokonalým poznaním: Všetko sa mení od periód v nanosekundách do qigačasu.

Aký prístup, akú časovú periódu si zvolíme, taký výsledok, také praktické použitie /teória informácií ako najpodstatnejší dej pre rozhodovací proces/. Pre lekára je dôležitá dynamika procesov! U jedinca vstupuje starnutie materiálu, starnutie organizácie /v časovej dynamike v zmysle produktívnom a reduk-tívnom/ a vplyv energetického poľa ako vplyv "korózie".

Pre zložitosť organizmu množstvo buniek, orgánov, nervového systému - a jeho interakcia - je nutné hľadať v dlhodobejších periódach. T.č. je najprístupnejšie hľadanie v základnej

dynamike prirodzeného poľa energetického - geomagnetického. Najreálnejšiu dynamiku nám poskytuje 24. hodinová perióda. Je to časový úsek, na ktorý sa človek vo vývoji a počas svojej existencie svojou organizáciou adaptoval. Od schematicnosti dejov prechádza kolektív k opravdovej dynamike. Tu naplní slovo prevencia svoj obsah nie konštatovaním, ale predchádzaním dejov nepriaznivých pre jedinca ...

Nakoniec povšimnime si slová Prof. A.L. Čiževského: ... eruptívna činnosť Slnka a biologické javy na Zemi sú efektom obecnej príčiny - veľkého elektromagnetického života Vesmíru. Tento život má svoj pulz, svoje periódy, svoje rytmy. Veda budúcnosti bude dĺžna riešiť otázku, kde vznikajú, odkiaľ vychádzajú tieto rytmy.

K tomu si dovoľím poznamenať: A ako pôsobia na jedinca a jeho organizáciu po fyzikálnej stránke!

Treba sa zamyslieť aj nad tým, že keď sa ľudia nevedia dohodnúť, znamená to, že si nezvolili správnu cestu k behu jednotnosti dejov v kozme!

Je možno urýchliť nástup na túto cestu?



Predpovede slnečnej aktivít  
pre zvýšenie bezpečnosti v cestnej doprave

Š. KNOŠKA

Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

Abstrakt

V prácach rôznych autorov môžeme nájsť potvrdenie poznatku, že v dobe zvýšenia slnečnej aktivít dochádza aj k určitému zvýšeniu dopravnej nehodovosti na cestách. Sú to napríklad práce Osipova, Desjatova, Masamuru a i.

Astronomický ústav SAV v súlade s uznesením vlád SSR č. 138 - 1975, pripravuje v súčasnej dobe vydávanie správ - varovaní pre vodičov v čase zvýšenia slnečnej aktivity. Tieto varovania majú pomôcť pri zvýšení bezpečnosti cestnej premávky a pri znížení nehodovosti na cestách.

## O b s a h

Zoznam účastníkov celoslovenského seminára .....	2	X
Modely sluneční aktivity /P.Ambrož/ .....	4	X
Počiatočná fáza vzniku aktívnej oblasti /Š.Knoška/.....	7	.
K prostorovým charakteristikám granulární sítě v aktivních oblastech na Slunci /L.Hejna/ .....	13	.
Zrod a vývoj aktívnej oblasti z 23.júna 1975 v jej fotosférických a chromosférických prejavoch /Sýkora/...	29	°
Některé vlastnosti aktivních oblastí s protonovými erupcemi /L.Křivský/ .....	40	°
Vývoj protonové oblasti s erupcí 7.9.1973 /Le Bach Yen a L.Křivský/ .....	42	.
Erupcia z 22. augusta 1975 pozorovaná na západnom okraji Slnka /V.Rušín/ .....	56	X
Silové polia v protuberanciách /P.Paľuš/ .....	84	X
Nasazení rádiové emise nárazové vlny ve vývoji slneční erupce /L.Křivský/ .....	96	°
Objev pulsace Slunce /L.Křivský/ .....	101	°
Nové poznatky o krátkodobých predpovediach helio- geofyzikálnych úkazov /Š.Pintér/ .....	103	.
Družicové pozorovania rádiových vzplanutí typu II /Š.Pintér/ .....	122	.
Projekt SMY - Rok slnečného maxima /J.Sýkora/ .....	124	.
Vlivy Slunce na Zemi a některé obtíže jejich statisti- kého vyjádření /P.Ambrož/ .....	131	.
O některých geofyzikálnych aspektoch aktívnej oblasti.	152	.
M <sup>C</sup> Math N <sup>O</sup> 11976 v prvej dekáde augusta 1972 /Krajčovič/ Geomagnetická aktivita a sluneční činnost na středu disku /J.Halenka/ .....	169	.

Vzťahy Slnko-Zem a program INTERKOZMOS /Rybanský/.....	176
Únik ionosferických vln spôsobený zmenami geo- magnetického poľa /P.Bobovnický/ .....	178
Svetlo nočnej oblohy a jeho meranie /Rybanský M./.....	183
Dynamika denných rytmov jedinca v geomagnetickom poli /S.Pivárči/ .....	186
Predpovede slnečnej aktivity pre zvýšenie bezpeč- nosti v cestnej doprave /Š.Knoška/ .....	205