

O polarizácii v emisnej čiare koróny 530.3 nm

T. Pintér, M. Rybanský, Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbanovo, Slovensko

M. Minarovjech, Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied, 059 60 Tatranská Lomnica, Slovensko

Abstrakt.

Pohyby plazmy v koróne sú kontrolované magnetickým poľom. Podľa teoretických prác, nám meranie polarizácie v emisnej čiare koróny 530,3 nm umožňuje určiť smer magnetických siločiar, ktorý má byť totožný so smerom polarizačnej roviny, t.j. so smerom kmitania elektrického vektora.

V príspevku sú opísané výsledky merania polarizácie v emisnej čiare koróny 530,3 nm počas úplného zatmenia 21. júna 2001. Na pozorovanie bol použitý ďalekohľad 120/1500 mm spojený s fotografickým aparátom. Čiara bola separovaná úzkopásmovým filtrom s pološírkou 0,15 nm a koróna bola fotografovaná v troch polohách polarizačného filtra.

Z meraní v 2371 bodoch môžeme usudzovať, že stupeň polarizácie je blízky nule, klesá s rastúcou intenzitou čiar a smery polarizácie sú s veľkou prevahou (2340 : 131) radiálne.

ÚVOD

Podľa súčasného, všeobecne prijímaného názoru sú pohyby hmoty v koróne, ktorá je v plazmatickom stave, riadené magnetickým poľom. Problémom pri interpretácii pozorovaní je neznalosť veľkosti a smeru magnetickej indukcie v koróne. Podľa teoretických prác, napr. House (1972), Sahal-Bréchet (1981), by smer magnetických siločiar mal byť totožný so smerom lineárnej polarizácie niektorých koronálnych emisných čiar. Väčšina meraní polarizácie sa týka najjasnejšej emisnej čiar koróny 530,3 nm, ktorá patrí iónu FeXIV. Výsledky doterajších meraní sú kontraverzné.

V tomto príspevku sú opísané výsledky pokusu o meranie polarizácie v emisnej čiare koróny 530,3 nm, pri úplnom zatmení Slnka 21. júna 2001.

POZOROVANIE

Niektoré skutočnosti už boli publikované (Dorotovič, Pintér a Rybanský, 2003), ale pre úplnosť ich v skrátenej forme uvedieme.

Pozorovacie stanovište bolo neďaleko mesta Sumbe v Angole (11° 07' 29" S a 13° 55' 52" E). Pozorovacím prístrojom bol ďalekohľad d/f = 120/1500 mm, spojený s fotografickým aparátom. Použitý bol film ILFORD HP5 PLUS. Pred ohniskom bol umiestnený termostátovaný filter pre $\lambda = 530,3$ nm s FWHM = 0,15 nm a polarizačný filter s možnosťou nastavenia polarizačnej roviny v troch polohách s rozdielom 60°.

Počas zatmenia sme získali tri snímky v rôznych polohách filtra s expozíciou 10 s.

Technická porucha okulárovej časti, tesne pred zatmením znemožnila presné zaostrenie, preto snímky majú rozlíšenie iba okolo 30".

Ďalšie podrobnosti o pozorovaní sú uvedené v citovanej práci.

MERANIE A VÝPOČET

Snímky boli premerané na film-skeneri s priestorovým rozlíšením 4000 dpi a s fotometrickým rozlíšením 2^{16} . Po prevode cez gradačnú krivku boli intenzity spriemerované, aby približne odpovedali dosiahnutému rozlíšeniu (30") tak, že každá hodnota vstupujúca do ďalšieho výpočtu je zložená z 25 nameraných hodnôt. Fotometrická chyba sa takto redukuje na hodnotu okolo 1 ACU (absolute coronal unit). Údaje neboli redukované na príspevok K+F koróny, lebo ich príspevok pri danej presnosti je asi 1/10 fotometrickej chyby a teda je zanedbateľný.

Stupeň polarizácie bol určený podľa vzorca:

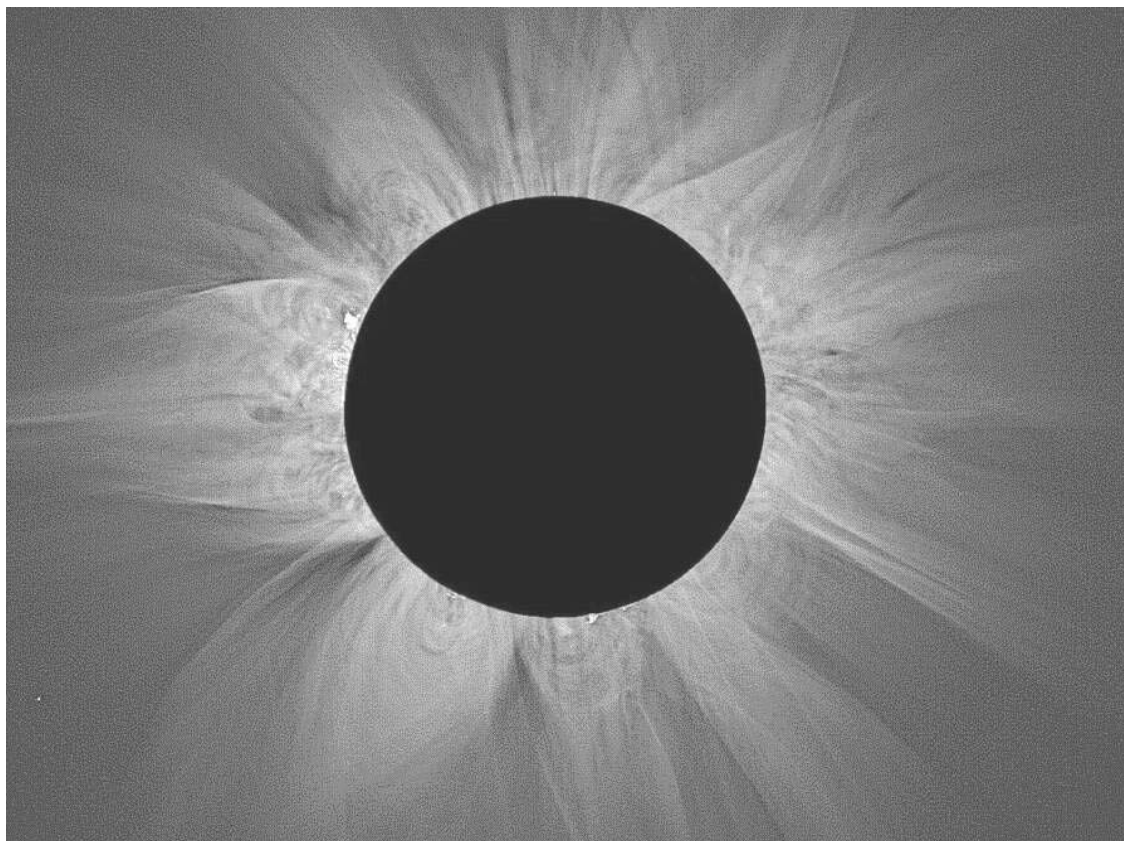
$$(1) \quad p = 2 [(I_1 - I_2)I_1 + (I_2 - I_3)I_2 + (I_3 - I_1)I_3]^{1/2} / (I_1 + I_2 + I_3),$$

smer polarizačnej roviny podľa vzorca:

$$(2) \quad \text{tg} 2\alpha = 3^{1/2} (I_2 - I_3) / (2I_1 - I_2 - I_3).$$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

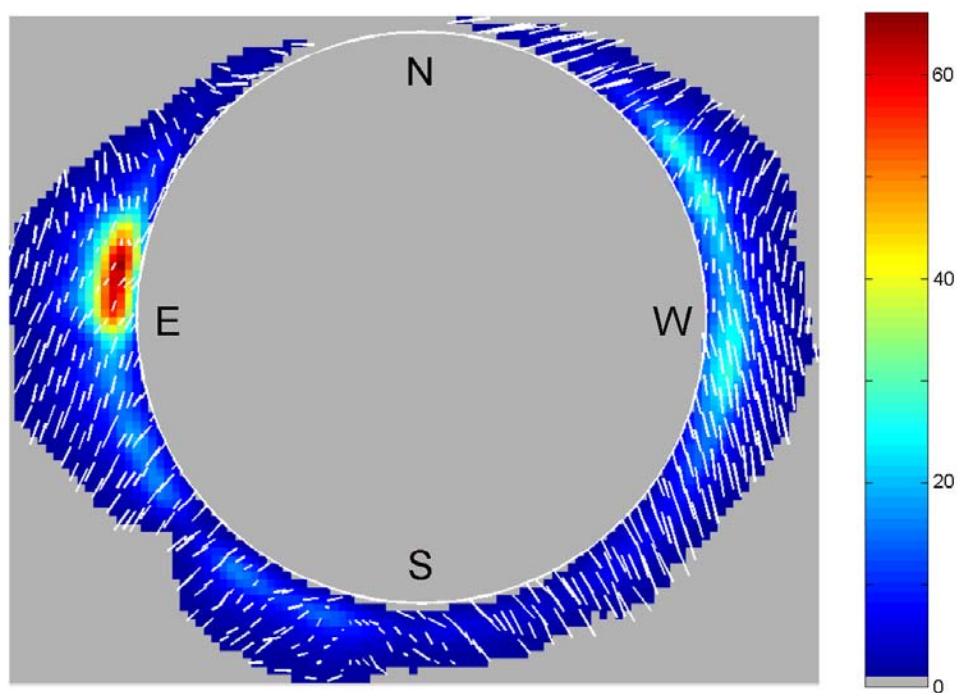
Výsledky sú uvedené prevažne vo forme obrázkov. Obr. 1 znázorňuje štruktúry koróny pri zatmení 21. júna 2001 na číslícovo spracovanom snímku koróny. Na snímku vynikajúco vidieť koronálne štruktúry, ktoré môžeme porovnať s nameranou polarizáciou. Snímok nám láskavo poskytli kolegovia z observatória Upice (Bělík et al., 2003).



Obr.1 štruktúry koróny 21. júna 2001 podľa digitálne spracovanej fotografie, ktorú získala výprava hvezdárne Úpice (Bélik et al. 2003).

Na obr. 2 sú znázornené výsledky nášho experimentu. Farebne sú odlišené intenzity emisnej čiary

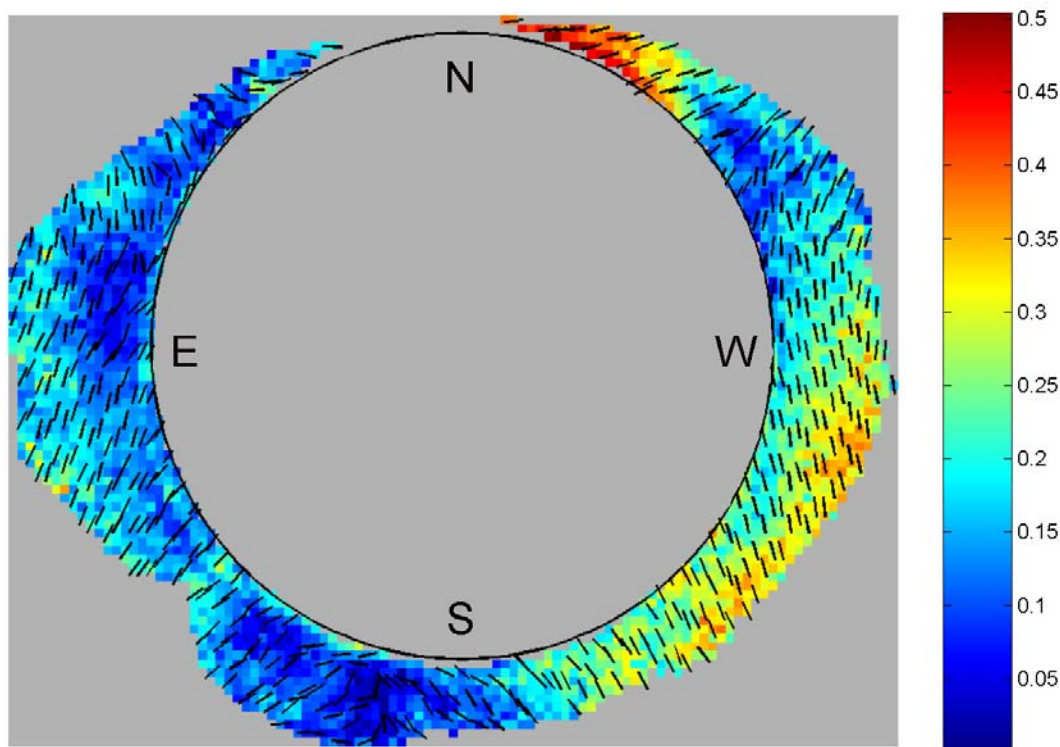
($I = I_1 + I_2 + I_3$), dĺžka úsečky znázorňuje stupeň polarizácie, jej smer je súhlasný so smerom polarizačnej roviny (elektrický vektor).



Obr. 2 Fyzikálne parametre koróny v čiare 530,3 nm. Celkové intenzity ($I = I_1 + I_2 + I_3$) sú odlišené farebne. Dĺžka a smer úsečky znázorňuje stupeň a smer polarizácie v danom mieste.

Obr. 3 znázorňuje rozdelenie stupňa a smeru polarizácie. Celkovo bola polarizácia určená v 2471 bodoch, v ktorých je $I > 1$ ACU. Ukazuje sa však, že

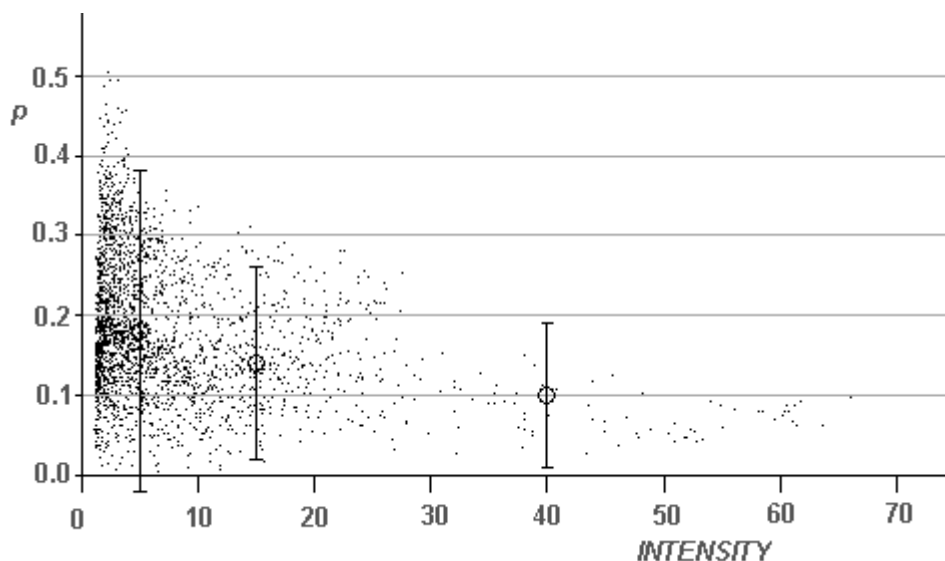
čím je vyššia hodnota intenzity čiary, tým je stupeň polarizácie nižší. Tento fakt súhlasí s tvrdením Badalyan et al., (1999).



Obr. 3 Výsledky merania polarizácie v emisnej čiare koróny 530,3 nm. Spôsob zobrazenia je rovnaký, ako pri obr. 2.

V 25 prípadoch intenzita presahuje 50 ACU, pričom ani v jednom z nich p nepresahuje 0,1. Tvrdenie demonštruje obr. 4, na ktorom sú znázornené krajné chyby. Tieto boli získané generovaním na PC. Použitie obvyklého postupu, t.j. použitie pravdepodobnej chyby, vedie k skresľujúcemu dojmu, napr. ak sú intenzity rádovo jednotky (t.j. na úrovni presnosti merania), sú

krajné chyby stupňa polarizácie $\pm 0,4$ a pravdepodobné chyby okolo $\pm 0,05$. Je celkom možné, že stupeň polarizácie je skutočne blízky nule všade a pozorovaný efekt sa dá vysvetliť poklesom relatívnej chyby pri vzraste intenzity alebo stupeň polarizácie je blízky nule následkom projekcie elementov s rôznymi smermi polarizácie do jedného zorného lúča.



Obr. 4 Stupeň polarizácie v emisnej čiare 530,3 nm, ako funkcie celkovej intenzity. Podrobnosti v texte.

Analýza smerov polarizácie ukazuje, že tento je prevažne radiálny, na rozdiel od tvrdenia Badalyan (2002).

Smer polarizácie považujeme za radiálny, ak sa odchyľuje od radiálneho smeru v danom mieste o menej, ako 45° . Pri odchýlke medzi 45° a 90° považujeme smer polarizácie za tangenciálny. Pri takejto definícii zisťujeme, že z našich 2471 meraní má polarizácia v 2340 prípadoch radiálny smer a iba v 131 prípadoch tangenciálny smer. Aj pri vyšších intenzitách vyššie nad mesačným okrajom, kde už nezasahuje rozptyl a neostrosť je rozdelenie podobné. Z 351 prípadov, kde intenzita čiary je väčšia, ako 10 ACU a pri $\rho > 1,14$ je v 347 prípadoch smer polarizácie radiálny.

PodĎakovanie

Veľmi pekne ďakujeme Dr. E. Markovej za poskytnutie fotografie, ktorá je použitá, ako obr. 1. Autori vyjadrujú vďaku ministerstvu kultúry Slovenskej republiky za poskytnutie finančnej podpory. Táto práca bola podporovaná aj grantovou agentúrou VEGA pod č. 2/4011, ktorej takisto ďakujeme.

LITERATÚRA

- Badalyan, O.G., Livshits, M.A., Sýkora, J.: 1999, *Astron. Astrophys.* **349**, 295.
- Badalyan, O.G. 2002, *Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso*, **32**, 39.
- Bélik, M., Druckmüller, M., Marková, E., Krivský, L.: 2003, Faint coronal structures and the possibilities of visualization; in Proc. International Solar Cycle Studies (ISCS) Symposium 2003 "Solar Variability as an Input to the Earth's Environment", Tatranská Lomnica, Slovak Republic, June 23 - 28, 2003, ESA SP-535, A. Wilson (ed.), September 2003, p. 74.
- Dorotovič, I., Pintér, T. and Rybanský, M., 2003, Solar Polarization 3, ASP Conference Series, Vol. 307, 493.
- House, L.L. 1972, *Solar Phys.*, **23**, 103.
- Sahal-Bréchet, S. 1981, *Space Sci. Rev.*, **29**, 391.