

Zatmenie 2006 – Turecko

(Vedecký program expedície SÚH a predbežné výsledky)

T. Pintér a M. Rybanský, Slovenská ústredná hviezdáreň, Hurbanovo

Abstrakt

V príspevku sú opísané plánované experimenty, ich vedecký cieľ a predbežné výsledky, pokiaľ ide o úspešnosť pozorovania. Zároveň je z obcejšieho stanoviska posúdená účelnosť pozorovaní koróny pri úplných zatmeniach Slnka.

Úvod

Úplné zatmenia Slnka sú jedinečnou príležitosťou na pozorovanie koróny, najvyššej vrstvy slnečnej atmosféry, fyzikálna podstata ktorej stále predstavuje nevyriešený astronomický problém.

Slovenská ústredná hviezdáreň vyslala v roku 2006 už svoju jedenástu expedíciu, tentoraz do Turecka, na pozorovanie koróny pri úplnom zatmení Slnka, dňa 29. marca. V programe výpravy boli experimenty, zamerané na určenie fyzikálnych podmienok v tomto tajomnom objekte.

Fotometria koróny v integrálnom svetle (K + F koróna)

Zmyslom toho experimentu je zmerať rozdelenie hmoty v koróne podľa jasú. Je známe, že najžiarivejšou časťou koróny je tzv. K koróna, prejavujúca sa rozptylom žiarenia fotosféry, viditeľného povrchu Slnka, na voľných elektrónoch. K koróna reprezentuje 90% intenzity žiarenia koróny. Fotometria môže zviditeľniť rozdelenie hmoty v premenlivom, nestálom a dynamickom útvere bielej koróny, odhaliť v nej nehomogenity. Aký mechanizmus prerodzuje hmotu Slnka do týchto nehomogenít, predbežne nevieme. Synergické vyhodnocovanie globálne získavaných údajov (pozemské solárne ďalekohľady, vesmírne sondy, výsledky expedícií za zatmením) však toto tajomstvo krok za krokom odhaľuje. Záznam obrazu sa robil fotografickou aj digitálnou technokou.

Polarizácia bielej koróny

Zmyslom tohto experimentu je poodhaliť mechanizmy žiarenia v koróne. Odhadnúť počet voľných elektrónov, ktorými sa prejavuje K koróna. Takéto experimenty prispievajú k spresneniu našich poznatkov. Každá koróna je výnimočná. V dynamickej koróne sa

výsledky odlišujú nielen od zatmenia k zatmeniu, ale v každej chvíli. Čím lepšie je pripravený experiment, tým presnejšie výsledky sa dosiahnu. Suma výsledkov, získaných z experimentov všetkých expedícií, môže prispieť k objasneniu dynamiky koróny. Reálnych, náhodných či opakujúcich sa zmien... Výsledky získané počas zatmenia sú neoceniteľné: solárna družica SOHO dokáže získavať údaje iba nad hranicou 1,6 slnečného polomeru. Špeciálny slnečný ďalekohľad na Mauna Loa (Havaj) iba od 1,1 polomeru vyššie, pričom tieto údaje sú získané nepriamo, polarimetriou a teda môžu byť dosť nepresné.

Aj v tomto prípade sú údaje získané počas zatmenia nenahraditeľné.

Polarizácia zelenej koróny:

V tomto experimente ide o zmeranie (gradientu teploty, ktorý sa mení v závislosti na hustote plazmy v koróne) smeru a stupňa polarizácie v tzv. zelenej čiare koróny (530,3 nm). Podľa teórie Hanleho efektu, smer polarizácie v tejto čiare je totožný so smerom magnetických siločiar v koróne. A na pohyb a vlastnosti plazmy v koróne vplývajú najmä magnetické polia. Intenzitu týchto (väčšinou do Slnka ponorených) polí nedokážeme zmerať obvyklými metódami – z rozštiepu spektrálnych čiar. Podľa týmto experimentom získaných smerov magnetických siločiar dokážeme odhadnúť rozloženie magnetických polí v koróne.

Všetky experimenty sa vydarili. Ich vyhodnocovanie, interpretácia potrvá najmenej dva roky. Pozorovania v integrálnom svetle, fotometria a polarizácia smerujú k určeniu rozdelenia hmoty v priestore koróny a prispievajú k štúdiu mechanizmu jej vyžarovania. Monochromatické meranie polarizácie v emisnej čiare koróny 530,3 nm nám umožní určiť smery magnetickej indukcie v koróne, ktoré sa iným spôsobom zistiť nedajú. Pozorovania boli úspešné, ich interpretácie budú publikované v odbornej tlači. Na ukážku prikkladáme fotografiu koróny pri tomto zatmení.



Obr. 1 Fotografia slnečnej koróny pri úplnom zatmení Slnka 29. marca 2006

Obecnejšie úvahy

V tomto článku však chceme pozornosť čitateľa upriamiť na obecnejšie otázky spojené s výskumom slnečnej koróny. Interpretácie pozorovaní pri zatmeniach majú totiž dosah na celú astrofyziku. Ako uvádza klasik zatmeňových pozorovaní Dr. J.M. Pasachoff, existujú najmenej štyri dôvody, pre ktoré je potrebné v pozorovaní koróny pri zatmeniach pokračovať:

„Po prvé, koróna nám môže objasniť, ako vlastne Slnko pracuje. Všetka energia, ktorú Slnko vysiela, prechádza cez korónu. Otvorenou otázkou ostáva, prečo jej teplota dosahuje až niekoľko miliónov Kelvínov. V súčasnosti dominujú teórie, podľa ktorých sa energia do koróny prenáša prostredníctvom magnetického poľa.

Po druhé, pri štúdiu koróny sa môžeme viac dozvedieť o okolí Zeme a o poruchách, ktoré sú v tomto okolí spôsobené slnečnou aktivitou. Vonkajšia koróna, totiž plynule prechádza do medziplanetárneho priestoru, ako prúd nabitých častíc, ktorý nazývame *slnečným vetrom* a ktorý zaplňa celú slnečnú sústavu. Silné poruchy na Slnku, také ako slnečné erupcie, alebo koronálne tranzienty, sú príčinou vzniku polárnych žiar na Zemi, navigačných a komunikačných porúch. Takisto poškodzujú elektronické obvody na satelitoch a diaľkové elektrorozvodné siete na Zemi. Zmeny celkového žiarenia Slnka môžu byť príčinou zmien počasia a klímy.

Po tretie, Slnko je dosť priemernou hviezdou, žltým trpaslíkom na hlavnej postupnosti. Pri jeho detailnom

štúdiu získavame obecné informácie, ktoré využívame v stelárnej astronómii. Napr. pozorovania satelitu CHANDRA v röntgénovej oblasti spektra objavili korónu okolo mnohých hviezd, ktoré sú podobné Slnku. Štúdium slnečnej koróny poskytuje jedinečnú možnosť detailami prispieť k rozšíreniu našich znalostí v tejto oblasti.

Nakoniec, po štvrté, Slnko je pre nás fyzikálnym laboratóriom s podmienkami, ktoré sú na Zemi neuskutočniteľné. Napríklad, hustota v koróne je tak nízka, že jej modelovanie by vyžadovalo zriadenie vákua nepredstaviteľných parametrov. Koróna je horúca plazma, ktorú magnetické polia usporiadajú do rôznych útvarov, dlhých rovníkových strímerov, alebo štetochiek polárnych lúčov. Toto všetko môžeme vidieť pri zatmení. Koróna poskytuje množstvo príkladov správania sa horúcej plazmy, pri jej umiestnení do magnetického poľa. Teoretická disciplína, ktorá sa touto témou zaoberá - *magnetohydrodynamika* môže osvetliť mnohé procesy, ktoré pozorujeme vo vesmíre, avšak zatiaľ ich len ťažko môžeme modelovať na počítačoch, alebo skúmať v laboratóriu. Na Zemi tieto poznatky využívajú plazmoví fyzici, hlavne v odbore jadrovej fúzie, kde sa črtá revolúcia vo výrobe energie. Slnečná koróna je natoľko dôležitým objektom, že sa využívajú všetky možnosti na jej štúdium.“

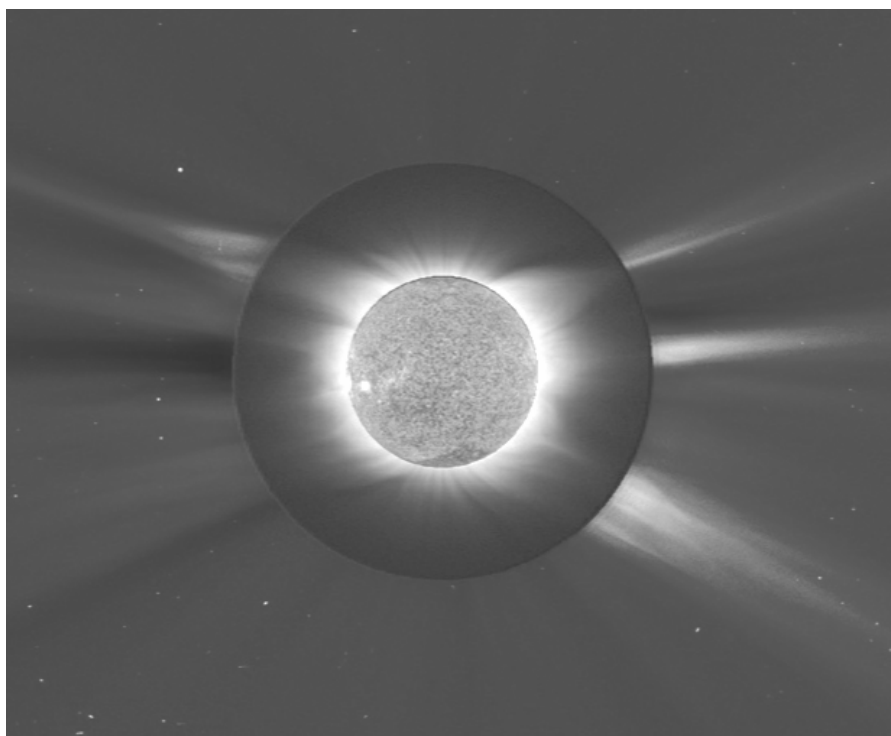
K týmto slovám experta môžeme ešte dodať, že zatiaľ neexistujú prístroje, včítane kozmických, ktoré by dokázali zatmeňové pozorovania nahradiť.

Pozemské koronografy (systému Lyot) môžu pozorovať iba silné čiarové emisie a polarimeter pre bielu korónu, ktorý je v prevádzke na svete iba jeden

(na Mauna Loa vo výške cca 4200 m) zobrazuje tiež iba silnejšie štruktúry a z malým rozlíšením detailov.

V kozmickom priestore pozorujú korónu prístroje LASCO na družici SOHO. Pre tieto sú však z konštrukčných dôvodov nedostupné vnútorné časti

koróny, kde však pravdepodobne prebiehajú procesy, ktoré umožňujú jej existenciu. Tvrdenia ilustruje fotografia z prístroja LASCO C2 doplnená pozorovaním vnútornej koróny pri zatmení:



Obr. 2 Kombinovaná fotografia koróny z družice SOHO a z pozorovania zatmenia 29. marca.