KOZMOS

1992
ROČNÍK XXIII.
Kčs 10,-
1

EXPEDÍCIA DO STREDU SLNKA

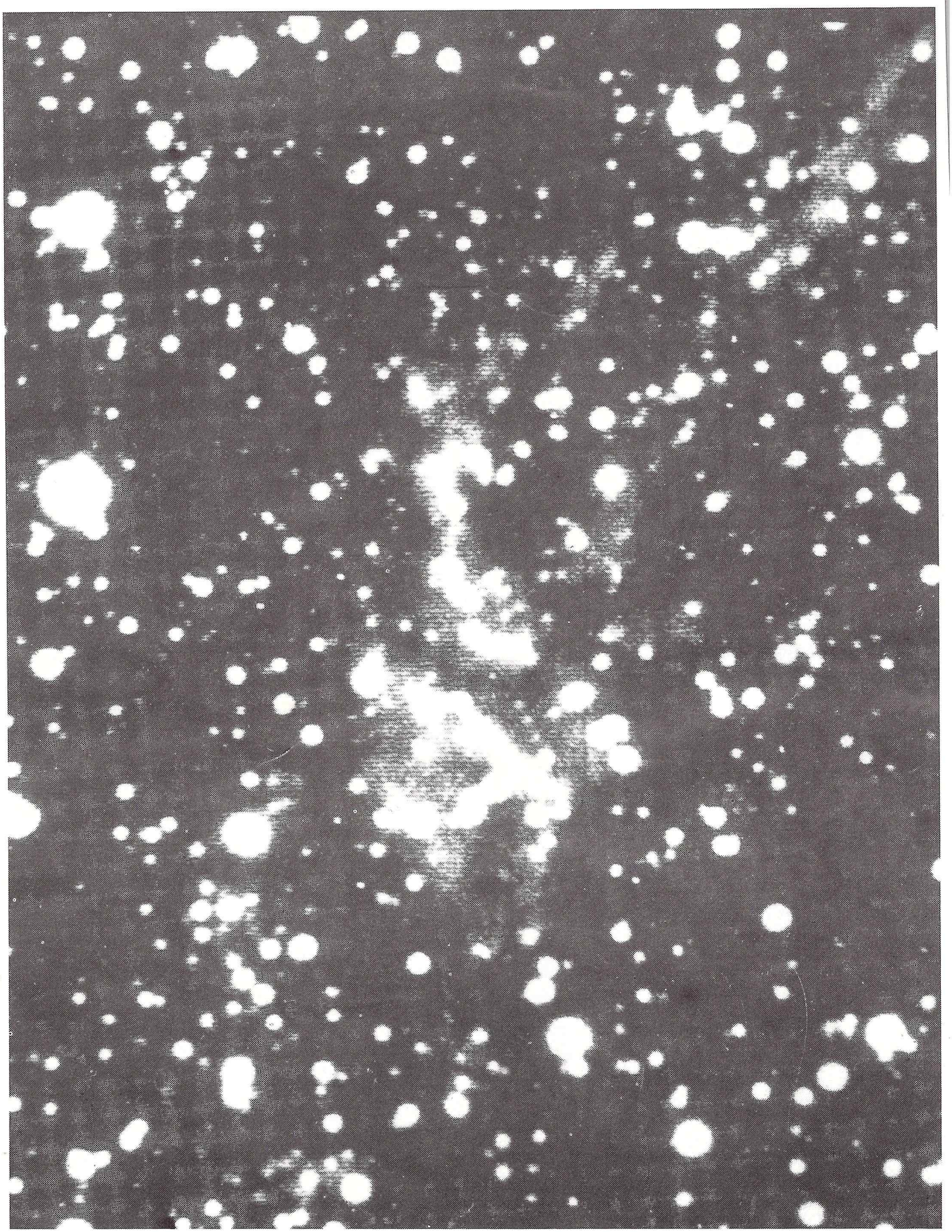
Hviezda zvaná Slnko

9000 dní so Slnkom

ÚPLNÉ ZATMENIE SLNKA

SLNKO NA DLANI

Rovný oblúk * Kozmická fatamorgána * Ako rastie ďalekohľad



Tento na prvý pohľad neveľmi zaujímavý obrázok pokladajú hvezdári za jeden z najunikátnejších fotoúlovkov lanského roka. Z dvoch článkov na strane 17 sa dozviete, prečo snímka neobyčajne slabučkého filamentu vzdialenej hmloviny, ktorá leží ďaleko za pravým okrajom snímky, odhaľuje tajomstvo jednej z najzaujímavejších dvojhviezd našej Galaxie: SS 433. Obrázok nám krátko pred uzávierkou čísla poslali z Informačného servisu ESO.

hvezdarna a planetarium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

2 SLOVO DO DISKUSIE — **V prvej línii (astrofyziky)** / *Milan Rybanský*

3 Z CIRKULÁROV IAU

4 — **Hvězda zvaná Slunce** / *Josip Kleczek*

8 — **Cesta do stredu Slnka** / *Luboš Neslušan, Ján Rybák*

14 — **Úplné zatmenie Slnka** / *Annie Dillardová*

15 HIGH LIGHTS — **Záhadný rovný oblúk**
Škvrny na 40 Eridani
V711 Tauri: rekordný výtrysk
Najvzdialenejšia kozmická fatamorgána...?
Röntgenová diagnóza „zdvojeného kvazaru"
Binárny systém SS 433
NTT: vzácna korisť

19 — **Hity, novinky, zaujímavosti (IAU v Argentíne)**

20 ZAUJÍMAVOSTI NOČNEJ OBLOHY — **Jesenné listovanie** / *Leoš Ondra*

22 POZORUJTE S NAMI — **Obloha v kalendári (február, marec)** / *Roman Piffl, Jiří Dušek*

26 NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE — **Jak roste dalekohled** / *Štefan Marčišovský*

28 ALBUM POZOROVATEĽA — **Nova Herculis 1991**
Vendelius
Vlastní pohyb na vlastní oči?

31 AMATÉRSKE POZOROVANIA — **RCP sa začali!** / *Luboš Neslušan*
Slnko na dlani
Fotografická fotometria premenných hviezd (1.časť) / *Zdeno Velič*
9000 dní so Slnkom / *Ladislav Schmied, Roman Piffl*

36 OZVENY

Vydáva: Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. **Adresa vydavateľa:** Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 86.

Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, PhDr. Anna Lackovičová, Roman Piffl – redaktori, Milan Lackovič – grafický redaktor. **Adresa redakcie:** Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel. 07/314 133, fax 07/312 035.

Redakčný kruh: RNDr. Ján Štohl, DrSc. – predseda, doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Vladimír Pohánka, RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Vladimír Vaculík, RNDr. Juraj Zverko, CSc.

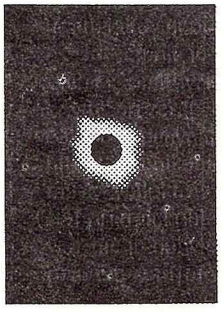
Tlačí: Tlačiareň GARMOND, š. p., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 08154/31 11.

Vychádza: 6-krát do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 10,– Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS – Ústredná expedícia a dovoz tlače, Martanovičova 25, 813 81 Bratislava, a redakcia časopisu Kozmos.

Zadané do tlače: 9.1.1992, expedícia 3.2.1992.
Indexné číslo: 498 24. **Reg. číslo** 9/8

CONTENTS • THE WORD INTO A DISCUSSION / *M. Rybanský:* In the First Line (of Astropfysics) /2/ • FROM THE IAU-CIRCULARS /3/ • *J. Kleczek:* The Star Called the Sun /4/ • *L. Neslušan, J. Rybák:* The Journey Into the Centre of the Sun /8/ • HIGH LIGHTS / Mysterious „Streight Arc" – The Spots on the 40 Eridani – V711 Tauri: Enormous Jet /15/ The Furthest Cosmic Fata Morgana...? – X-Ray Diagnosis of the Double Quasar /16/ Binary System SS 433 – NTT: The Most Precious Prey /17/ • The Matters of Interest and News (IAU in Argentina) /19/ • THE CONSPICUOUS OBJECTS OF THE NIGHT SKY / *L. Ondra:* The Autumn's Folding /20/ • LET US OBSERVE TOGETHER / *R. Piffl, J. Dušek:* The Sky in Calendar (February, March) /22/ • LET US KNOW ABOUT YOUR TELESCOPE / *Š. Marčišovský:* How the Telescope Grows /26/ • THE ALBUM OF THE OBSERVER /28/ • THE AMATEUR ASTRONOMY / *L. Neslušan:* Equaly Aimed Observations Have Begun /31/ The Sun on the Palm /32/ *Z. Velič:* Photographic Photometry of the Variable Stars (1st part) /33/ *L. Schmied, R. Piffl:* 9000 Days Along with the Sun /34/ • THE ECHOES /36/

INHALT • EIN WORT ZUR DISKUSSION / *M. Rybanský:* In der ersten Linie (der Astrophysik) /2/ • AUS DEN ZIRKULARE VON IAU /3/ • *J. Kleczek:* Der Stern, genannt Sonne /4/ • *L. Neslušan, J. Rybák:* Reise ins Zentrum der Sonne /8/ • HIGH LIGHTS / Der geheimnisvolle „gerade Bogen" – Flecken auf 40 Eridani – V711 Tauri: Der Rekordausbruch /15/ Die meist entfernte kosmische Fata Morgana...? – Die Röntgendiagnose des „Doppel-quasars" /16/ Das Binärsystem SS 433 – NTT: Die seltene Beute /17/ • Hits, Neuheiten, Merkwürdigkeiten (IAU in Argentina) /19/ SEHENSWÜRDIGKEITEN DES NACHTHIMMELS / *L. Ondra:* Herbstliches Blättern /20/ • BEOBACHTEN SIE MIT UNS / *R. Piffl, J. Dušek:* Das Himmelsgewölbe im Kalender (Februar, März) /22/ • SCHREIBEN SIE ÜBER IHR FERNROHR / *Š. Marčišovský:* Wie das Fernrohr wächst /26/ • ALBUM DES BEOBACHTERS /28/ • AMATEURASTRONOMIE / *L. Neslušan:* Die gleichmässig gezielten Beobachtungen begannen /31/ Die Sonne auf dem Handteller /32/ *Z. Velič:* Fotographische Fotometrie der Veränderlichen Sternen (1. Teil) /33/ *L. Schmied, R. Piffl:* 9000 Tage mit der Sonne /34/ • DIE ECHOS /36/

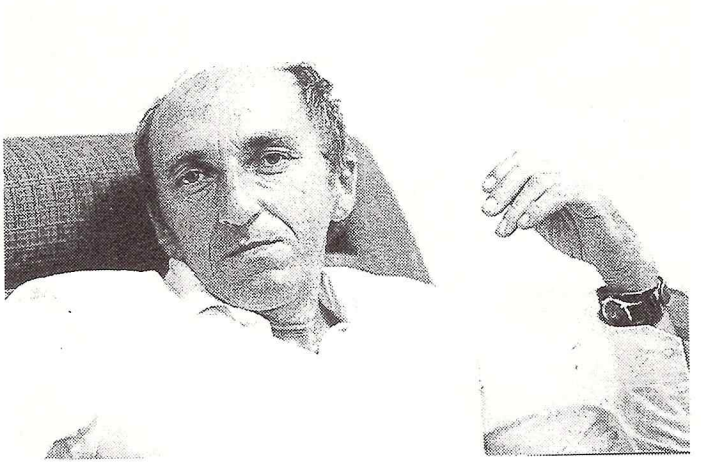


Nijaký nebeský úkaz v dejinách ľudstva (hádam okrem posledného návratu Halleyovej kométy) nevidelo toľko očitých svedkov. Do pásma totality, ťahajúceho sa zo severného Pacifiku až po dažďové pralesy v Amazónii, pribudli 11. júla spolu so stovkami astronómov z celého sveta (vyzbrojených klasickými i celkom novými a dômyselne inovovanými prístrojmi) milióny zvedavcov - „eclipsofilov", ktorým podnikavci, neraz za nehorázne ceny, predávali okrem „špeciálnych okuliarov" a začadených skiel i stovky tovarov najrozličnejšieho druhu, zhodnotených symbolom čier-neho Slnka. V Strednej Amerike, najmä v Baja California, však časť domorodcov očakávala mystérium zatmenia s úzkosťou: nad korunami stromov povievali zdrapy červenej látky, ochrana pred zlými silami. Podnikavci zasa priviezli do centra totality milióny fliaš naplnených vodou, ktorú sedem minút čierneho Slnka malo premeniť na vodu zázračnú. Našli sa aj takí, čo boli pripravení na zážitok priam mystický. Počas zatmenia, píše reportér Sky&Telescope, očakávali, že sa na čiernom Slnku objaví Kristova tvár. My na obálke uverejňujeme hádam najvydarenejšiu snímku, ktorú sa v pásme totality podarilo uloviť našim pozorovateľom.

Autorom je Ing. Teodor Pintér, riaditeľ hurbanovskej hvezdárne.

V poslednom čísle Kozmosu '91 sme uverejnili viacero materiálov o výsledkoch a perspektívach českej a slovenskej astronómie. Už tam sme vyslovili predpoklad, že uverejnený súbor názorov bude treba postupne dopĺňať, spresňovať a v prípade potreby aj prehodnocovať. Prvý príspevok do diskusie nám poslal **RNDr. Milan Rybanský, CSc.** Pripomína, že hodnotitelia našej astronómie pozabudli na výsledky tatranských výskumníkov slnečnej koróny, hoci sú porovnateľné s výsledkami hŕstky vo svete renomovaných tímov, pracujúcich v tomto (vari najperspektívnejšom) odbore slnečnej astronómie. Milan Rybanský je dokonca presvedčený, že práve vďaka dosiahnutým výsledkom stojí výskum slnečnej koróny (i u nás, ak ho nepribrzdí nedostatok prostriedkov) pred možným kvalitatívnym skokom, ktorý prinesie hlbšie pochopenie zložitých nerovnovážnych procesov v slnečnej atmosfére.

V prvej línii (astrofyziky)



Robím to nerád, ale musím reagovať na dva články z č. 6/1991 — **Vesmír je (aj) náš český a slovenský svet** a **Česká a slovenská astronómia: Rok nula.**

V týchto článkoch sa z najvyšších pozícií hodnotia výsledky astronomického výskumu, ale ani jediným slovom sa nespomína výskum slnečnej koróny. Dá sa to vysvetliť buď tak, že tieto výsledky nestoja za reč, alebo tak, že nepatria do astronómie. Myslím, že ani jedno stanovisko nie je správne. Pracujem v tejto oblasti takmer 30 rokov. Nejde však iba o mňa, ale o celú skupinu ľudí, ktorí sa na základe takého hodnotenia dostávajú do druhoradého postavenia.

A to sa deje práve vtedy, keď začíname (a nielen my) vidieť plody nášho dlhoročného snaženia. Na rozdiel od hodnotenia výsledkov fyziky Slnka prof. Vanýskom („...Mám pocit, že vrchol je už jaksi za námi...") mám práve opačný názor, aspoň pokiaľ ide o slnečnú korónu. Mimochodom, na Skalnatom Plese sa už štyri roky slnečná astronómia nerobí.

Skúste uvažovať so mnou:

1. Vysokohorské observatórium na Lomnickom štíte je fungujúca koronálna stanica, akých je na svete iba pár (Sacramento Peak a Mauna Loa v USA, Pic du Midi vo Francúzsku, Kislovodsk v Rusku a Norikura v Japonsku).

2. Pôvodne, podľa zámeru d'Azambuju (1947), bola sieť koronálnych staníc zriadená na vzájomné dopĺňanie medzier v pozorovaniach spôsobených nepriaznivým počasím. Tento zámer sa podarilo uskutočniť až nám. Údaje z celej siete koronálnych staníc, homogenizované **u nás** a podľa **našej metódy**, distribuuje „World Data Center, A, Boulder", USA.

3. Existujú iba dva fotoelektrické spektrofotometre na svete, ktorými je možné sledovať slnečnú korónu dostatočne blízko pri fotosfére a s dostatočným časovým rozlíšením. Jeden je na Sacramento Peak. Môže pracovať od výšky 2'20", s časovým rozlíšením okolo jednej sekundy, avšak iba v spektrálnych oblastiach, ktoré vymedzujú úzkopásmové filtre. Druhý je u nás, na Lomnickom štíte. Môže pracovať od výšky 30", s časovým rozlíšením 40 milisekúnd, v ľubovoľne zvolenom úseku spektra.

4. Podľa našej konštrukcie vyrobili v Ústave merania SAV kozmický koronograf, určený pre projekt KORONAS—I, so štartom v auguste 1992. Prístroj bol testovaný na skúšobnom zariadení pre projekt SOHO v „Institut d'Astrophysique CNRS, Paris". Ukázalo sa, že jeho parametre (prístrojový rozptyl 10^{-9}) umožnia nepretržité pozorovania koróny v bielom svetle z kozmického priestroru. Doteraz takéto prístroje boli vyrobené iba v USA a vo Francúzsku.

Mohol by som spomenúť aj viac (aj publikácie a citácie), ale myslím, že o našom príspevku do svetového výskumu nemožno pochybovať.

Pokiaľ ide o otázku, či výskum slnečnej koróny je astronomickým výskumom, takisto nemám žiadne pochybnosti. Skôr si myslím, že stojí v prvej línii astrofyziky. Sú oblasti astronómie, kde na úspešnú prácu stačí poznať gravitačný zákon a numerickú matematiku. V našom prípade, ak chceme pracovať na vysvetlení procesov, čo vedú ku vzniku a ohrevu koróny, musíme siahnuť takmer po všetkom, čo je vo fyzike známe, ale ani to zatiaľ neumožnilo vybudovať uspokojivú teóriu. Ide pravdepodobne o procesy, ktoré zďaleka nie sú rovnovážne — na rozdiel od procesov skúmaných klasickou astrofyzikou hviezdnych atmosfér.

Ak je to možné, prosím, aby ste tento môj list uverejnili, hoci sa obávam, že vzhľadom na oneskorenie to môže byť takmer zbytočné. V tomto čase totiž (december 1991) sa v grantovej agentúre posudzuje naša žiadosť o udelenie grantu na projekt „Výskum slnečnej koróny a protuberancií". Nepoznám ľudí, ktorí sú v komisii, ale nemám dôvod nesúhlasiť s dr. Harmancom, keď hovorí: „Vašu žiadosť posudzuje okruh ľudí, z ktorých každý sa zaoberá niečím iným. Kto si trúfne posúdiť niečo v odbore, kde nie je doma?..." Keď si však niekto z tohto okruhu ľudí prečíta Vaše články hodnotiace úroveň čs. astronómie, nemožno sa čudovať, ak nepochodíme.

Ešte jednu poznámku. Neverím, že je veľká a malá veda, alebo veľká a malá astronómia. Je len kombinácia vedy a dramatického umenia. Ak má veda zastúpenie 100 %, môžeme očakávať aj stopercentný výsledok, ale máme takmer nulovú nádej na získanie peňazí. Naopak, ak má veda nulové zastúpenie, aj výsledok bude nulový, ale stopercentná účasť dramatického umenia zaručuje, že peniaze takmer určite pridelené budú.

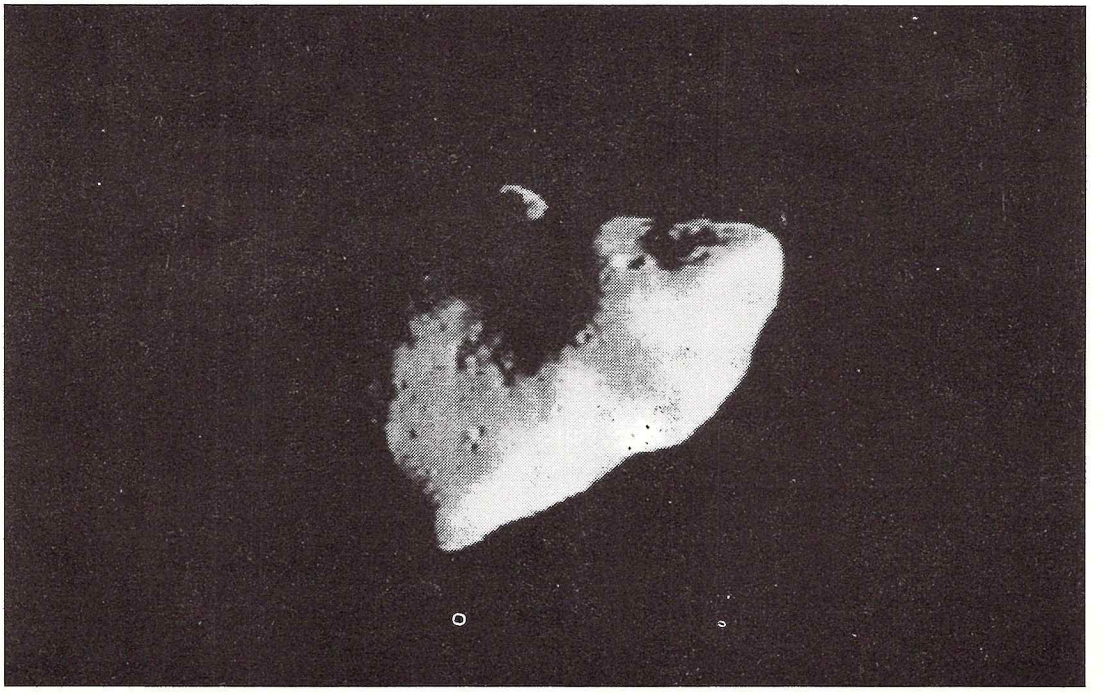
Milan Rybanský

Vážení čitatelia,

istotne ste si v priebehu posledných dvoch rokov všimli, že v snahe poskytnúť Vám čo najviac kvalitného čítania (v minulom ročníku to bolo už okolo 150 rukopisných strán na číslo) zmenšovali sme mnohokrát až neúmerne veľkosť písma. Aby sme ušetrili Vaše oči, inovovali grafickú tvár časopisu a zvýšili jeho aktuálnosť, rozhodli sme sa investovať nemalé prostriedky do redakčného počítačového systému na zhotovovanie tlačových predlôh. To súviselo aj so zmenou tlačovej techniky i tlačiarne. Prešli sme z kníhtlače na ofset a časopis nám tlačí Garmond Partizánske. Výrobný štrnásťtýždenný (!) cyklus sme skrátili na 24 dní.

Medzi inovácie patrí aj vytvorenie a lepšia špecifikácia rubrík, ktoré budú mať svoje stále miesto v každom čísle Kozmosu. Jednou z nich je aj Slovo do diskusie, *ktorá je určená každému, kto by nám chcel pomôcť vytvárať novú tvár časopisu svojimi návrhmi, pripomienkami i kritikou. Vzhľadom na neuveriteľne krátky čas prerodu (museli sme ho uskutočniť za posledný mesiac minulého roka) je možné, že sme sa nevdojak dopustili nejakých chybičiek, ktoré nám zatiaľ do očí neudreli. Ak ich zbadáte, ospravedlňte nás.*

Eugen Gindl
šéfredaktor



Gaspra je prvá planétka, ktorej snímku z tesnej blízkosti získala pozemská sonda. Vidíte ju v plnej kráse tak, ako ju prístroje medziplanetárnej sondy Galileo letiacej k Jupiteru nasnímali 29. októbra 1991 zo vzdialenosti necelých 1600 kilometrov. NASA tento záber uverejnila až 14. novembra, pretože pretrvávajúce problémy s anténou Galilea znemožnili „priamy prenos" z pásma asteroidov. Ďalšie podrobnosti sa dozvieme zrejme až po poslednom prelete sondy v blízkosti Zeme koncom roka. Dovtedy môžu lační vedci skúmať dva veľké a tridsaťsedem malých kráterov, ktoré sa na povrchu planétky podarilo spoľahlivo rozlíšiť.

Foto: NASA

Nova Sagittarii 1991 bola objavená 29. júla minulého roku (pozri Kozmos 6/91), stále sa však nepodarilo na archívnych snímkach objaviť jej predchodcu. Robert H. McNaught z viacerých pozorovaní získal spresnenú polohu novy s neistotou 0,5" v rektascenzii a 0,2" v deklinácii, ale ani tento údaj neviedol k nájdeniu hviezdy, ktorá bola predchodcom novy. V blízkosti objektu sú dve hviezdy 17^m a jedna s jasnosťou 21^m. Isté zatiaľ je, že na mieste novy sa pred jej výbuchom nenachádzal nijaký objekt jasnejší než 18^m v červenej oblasti spektra.

Arakelian 120 patrí medzi Seyfertove galaxie typu I, známe vysokou aktivitou svojho jadra. Podľa pozorovaní astronómov na Lowell Observatory dosiahla aktivita jadra tejto galaxie v polovici vlaňajšieho septembra najnižšiu úroveň od roku 1976, iba $7{,}4\times10^{-15}$ erg.s^{-1}.cm^{-2}.A^{-1} v kontinuu na vlnovej dĺžke 520 nm. J. Noble zmeral pomocou CCD kamery na 1,07 metrovom teleskope Georgia State University jasnosť jadra galaxie, ktorá vo vizuálnej oblasti spektra dosiahla 22. septembra hodnotu $14{,}08^m$, jednu z najnižších za posledné roky. Počas nasledujúceho obdobia sa vedci zamerajú na spektrofotometrické sledovanie objektu, ktoré by mohlo priniesť nové poznatky o procesoch prebiehajúcich v jadrách takýchto objektov.

MWC 560 je pekuliárna premenná hviezda, ktorá po dvojročnom pokojnom období prešla koncom septembra opäť do štádia zvýšenej aktivity. Pozorovania pomocou stále výkonnej ultrafialovej družice IUE ukázali, že v období medzi 26.9. 1990 a 27.4.1991 prevládalo spektrum charakteristické pre tmavú obálku novy niekoľko dní po výbuchu. Neskôr sa v spektre MWC 560 začali objavovať silné absorpčné čiary, výrazne posunuté do modrej oblasti, podobné, aké sme pozorovali medzi 4.2. a 29.4. 1990. Znamená to, že v objekte MWC 560 prebieha určitý cyklický proces s periódou zhruba 18 mesiacov — hviezda opakovane vytvára obálku, ktorá sa za pomerne krátky čas rozplynie. Záhadou však je, prečo sa namiesto spektra typického pre symbiotickú hviezdu v „postobálkovom štádiu" objavujú v spektre MWC 560 znaky charakterizujúce pekuliárne Be-hviezdy. Odpoveď môžu priniesť len ďalšie podrobné spektroskopické pozorovania.

EF Pegasi tvorí jednoznačne novú podtriedu trpasličích nov. Po Japoncoch (Kato a Takato, Tokijská univerzita), ktorí na základe povahy zjasnenia hviezdy v októbri 1991 potvrdili príslušnosť EF Pegasi k triede SU UMa, dospeli k podobnému výsledku i Američania Howell a Fried. Navyše, pomerne presne určili aj orbitálnu periódu v sústave tohto objektu: 2,1 hodiny. Bola by to len druhá perióda, ktorá leží v rozpätí period kataklizmických eruptívnych premenných hviezd typu SU UMa. J. DeYoung a R. Schmidt získali pomocou 0,6 m ďalekohľadu so CCD kamerou 374 obrázkov hviezdy v červenej spektrálnej oblasti I. Medzi 18.10. a 27.10. sa im podarilo napozorovať sedem maxím EF Pegasi, z ktorých metódou najmenších štvorcov vypočítal Kyoto efemeridu premennosti tejto hviezdy:

$$HJD_{max} = 2448547{,}954 + 0{,}08696.E.$$

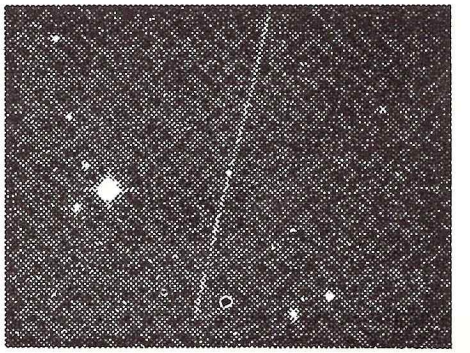
Zdá sa však, že pre kataklizmické premenné hviezdy je táto perióda predsa len malá. EF Pegasi však stále púta pozornosť astronómov.

„Kamienky" akoby v okolí Zeme pribúdali. Špeciálne ďalekohľady s citlivými detektormi objavujú v okolí našej planéty čoraz viac telies, ktoré do nás len tak-tak nenarazia. Asteroidy **1991 TT** a **1991 TU** sa v októbri priblížili k Zemi na vzdialenosť iba 0,031 astronomickej jednotky (1991 TT 7.10. o 17^h UT), resp. na púhych 0,0049 a.j. (1991 TU 8.10. o 7^h UT), čo je 735 000 kilometrov. V takejto vzdialenosti preletel okolo Zeme legendárny Hermes roku 1937. Objav obidvoch objektov, ktorých veľkosť predstavuje rádove desiatky metrov, si pripísal ďalekohľad Spacewatch, zostrojený práve na tento účel, na objavovanie telies v tesnej blízkosti Zeme. Hodno pripomenúť, že už objavil aj svoju prvú kométu, dokonca krátkoperiodickú, ktorá nesie označenie **P/Spacewatch 1991x**.

1991 VG je ďalší rekordér medzi planétkami. Tento objekt bol objavený opäť pomocou ďalekohľadu Spacewatch, a to 6. novembra 1991. Z výpočtu dráhy tohto záhadného telesa sa ukázalo, že má dráhu v slnečnej sústave najpodobnejšiu dráhe Zeme. To znamená, že je prakticky vylúčené, aby 1991 VG malo prirodzený pôvod — je to zrejme kus starej rakety, ktorá bola pred mnohými rokmi použitá na vypustenie sondy do medziplanetárneho priestoru. Pikantné na celej veci je, že všetky oficiálne štarty rakiet sa presne sledujú a evidované sú aj pozostatky po ich vypustení. Raketa, ktorej zvyškom by mohlo byť 1991 VG, však v nijakom kozmonautickom prehľade nefiguruje, takže ide zrejme o dôkaz nevydareného pokusu o ovládnutie kozmického priestoru niektorou z veľmocí. Isté je, že odteraz toto teleso evidujú astronómovia ako súčasť medziplanetárneho priestoru. Najbližšie pri Zemi bol „asteroid", ktorého veľkosť odhadli vedci na zhruba 10 m, 5. 12. 1991 o 9^hUT vo vzdialenosti 0,0031 a.j., teda 465 000 km. V tom čase bol jeho denný pohyb po oblohe vyše 12^o, napokon, jasne ho dokumentuje naša fotografia, ktorú získali vedci počas 4-minútovej expozície pomocou 1,54 m Dánskeho teleskopu 2.12. o $3{,}6^h$UT na La Silla v Chile. Objekt 1991 VG sa zaradil na tretie miesto v tesných priblíženiach k Zemi. Prvých šesť objektov uvádzame v tabuľke.

Tesne vedľa...

	dátum	označenie	Δ (a.j.)
1.	18. 1.1991	1991 BA	0,0011
2.		Mesiac	0,0024
3.	5.12.1991	1991 VG	0,0031
4.	22. 3.1989	1989 FC	0,0046
5.	8.10.1991	1991 TU	0,0049
6.	30.10.1937	1937 UB Hermes	0,0050



1991 VG...

Podľa Cirkulárov IAU 5350–5388
– rp + eg –

JOSIP KLECZEK

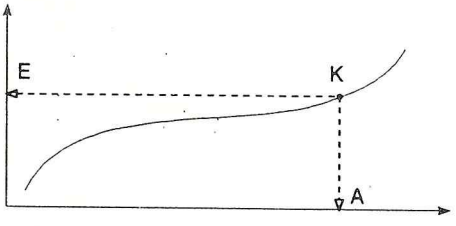
HVĚZDA zvaná SLUNCE

Sluneční fyzikové tvoří nejpočetnější skupinu ve světové obci atronomické, v rámci astrofyziky se natolik izolující, až se někdy mluví o "slunečním ghettu". A přitom hvězdná astrofyzika nesmírně mnoho skýtá fyzice sluneční, a naopak, mnohé poznatky sluneční fyziky lze přenášet i na ostatní hvězdy.

První domněnka o hvězdné podstatě Slunce pochází od Giordana Bruna (16. století). Pochopitelnější se však stala až o sto let později, v dobách Isaaka Newtona, když se ujala myšlenka jednotné platnosti fyzikálních zákonů ve sluneční soustavě i mimo ni. Tvrzení, že "hvězdy jsou vzdálená slunce", bylo dlouho domněnkou bez důkazů. Avšak po objevu spektrální analýzy a po vzniku harvardské klasifikace na konci minulého století se ukázalo, že Slunce patří ke konkrétnímu typu hvězd - ke hvězdám spektrálního typu G2V, což jsou hvězdy hlavní posloupnosti, jejichž energetickým zdrojem je proměna vodíku v hélium. Slunce je tedy hvězda a hvězdy jsou slunce.

Slunce je normální hvězda

Ve všech charakteristických veličinách je Slunce normální hvězdou: má pět miliard let a povrchovou teplotu něco méně než 6000 K. Jsou hvězdy co do objemu mnohomilionkrát větší i mnohomilionkrát menší, s hmotou od 1/20 do 20 hmot slunečních, se stářím od statisíciny do mnoha miliard let, se zářivostí mnohotisíckrát menší i větší od sluneční. Jsou hvězdy s teplotou povrchu od poloviny do čtyřnásobku povrchové teploty Slunce. Proto je pro nás praktické vyjádřovat poloměr, hmotu a zářivost hvězd pomocí slunečních jednotek ($R_\odot$, $M_\odot$, $L_\odot$). I jako jednotka vzdálenosti nám nejlépe vyhovuje střední vzdálenost Slunce – Země - astronomická jednotka, AU ($1{,}4710.10^8$ km).



Křivka růstu. **Znázorňuje, jak závisí ekvivalentní šířka (svislá osa) na počtu atomů v atmosféře (vodorovná osa). Za změřené ekvivalentní šířky čáry ve spektru E určíme bod K na křivce růstu a pak bod A, který udává množství prvku v atmosféře. Naše znázornění je zjednodušené.**

Také chemické složení Slunce se stalo normou (75 % vodíku, 23 % hélia a 2 % ostatních prvků - uhlíku, dusíku, kyslíku, hořčíka, hliníku, křemíku a železa). Všechny stabilní (ne radioaktivní) prvky jsou na Slunci a jsou tam ve stavu plynu. O hvězdách s podobným chemickým složením hovoříme, že mají normální složení. Určujeme ho z ekvivalentní šířky čar ve spektru, závislé na počtu atomů v atmosféře. Nejstarší hvězdy mají ve srovnání s "normálními" nedostatek těžkých prvků. Najdeme je zejména v kulových hvězdokupách. Tvoří je především vodík a hélium, podobně jako hvězdy na sklonku života, kde na 1 atom hélia připadá až 10 000 atomů vodíku.

Atmosféra
(pozorovatelná část hvězdy)

Nitro hvězdy je ta její část, odkud nemůže uniknout ani jediný foton. Nitro je tedy neviditelné. Z vnější části fotony mohou unikat z atmosféry, proto do ní vidíme. Záření Slunce i hvězd je záření vyslané z atmosféry. Atmosféra je řídká a rozsáhlá a je v ní desetmilionkrát méně látky než v nitru. Atmosféry vlastně představují přechod od žhavého nitra k mrazivému mezihvězdnému prostoru.

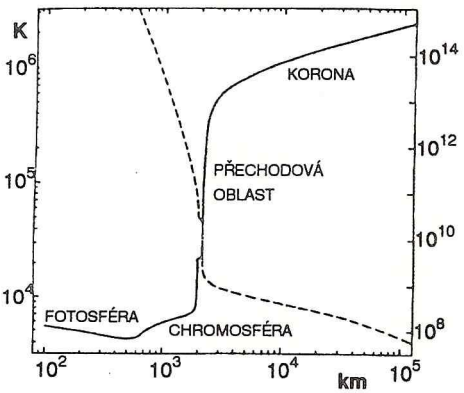
Pozorovat můžeme jen nesmírně malou část hvězdy (Slunce). Nejnižší viditelnou vrstvu, jakési rozhraní mezi nitrem a atmosférou, ze kterého Slunce vysílá téměř všechno záření, nazýváme povrchem, neboli fotosférou. Tato relativně velmi tenká "slupka" je zdrojem všeho hvězdného záření. V ní se tvoří absorpční spektrum hvězdy. Zde klesá její teplota, v případě Slunce ze 6000 K (nejnižší část nad konvektivní vrstvou) na 4000 K (nejvyšší část fotosféry na styku s chromosférou). Základní proces emise fotonů ve fotosféře je rekombinace neutrálních atomů vodíku s elektrony a vytvoření záporných iontů vodíku. Tak jsou emitovány fotony světla ze sluneční fotosféry. Tmavé čáry (Frauenhoferovy) vznikají pohlcením fotonů spojitého spektra atomy různých prvků. Oblasti fotosféry o průměru několika tisíc kilometrů rytmicky stoupají a klesají – s periodou kolem 5 minut.

V prvním přiblížení lze vyjádřit rozložení intenzity spojitého spektra hvězd pomocí Planckovy formule. Fotosféra byla totiž pokládána za černé těleso, za plyn v termodynamické rovnováze (TE – thermodynamic equilibrium). Do uvažovaného objemu plynu ve fotosféře Slunce vnikají fotony zespodu, tedy z velmi teplých míst. Shora do ní přicházejí fotony z méně teplých míst. Teplota záření zespodu je proto vyšší. Mezi částicemi fotosférické plazmy dochází ke srážkám, které určují všechny statické veličiny - disociační, excitační i ionizační kinetickou teplotu. Zářivé procesy (pohlcení, rozptyl a emise fotonů) se uplatňují jen málo. Rozložení fotonů podle kmitočtu (energie) lze popsat planckovskou funkcí. Takovémuto stavu plazmy říkáme "místní termodynamická rovnováha" (LTE – local thermic equilibrium).

Klasický model fotosféry je založen na LTE. Předpokládá, že v malém objemu fotosféry je určitá teplota, která určuje rozložení rychlostí částic, disociaci, excitaci a ionizaci. Termodynamická rovnováha je proto omezena na jisté místo. Tento klasický model sluneční fotosféry vysvětlil vznik Frauenhoferových čar ve spektru, okrajové ztemnění slunečního povrchu a některé jiné vlastnosti.

Původní model sluneční fotosféry předpokládal termodynamickou rovnováhu v celé fotosféře. Co je tedy termodynamická rovnováha? Pro nás bude účelné vysvětlit si to z hlediska "mikroskopického". Představme si objem fotosféry, dokonale odrazivý pro záření a uzavírající uvnitř všechny částice včetně fotonů. Dochází zde ke srážkám, výměně energie i fotonů mezi částicemi, k rekombinacím, až se nakonec všechny elementární procesy vyrovnají. Jsou vyváženy tak, že počet atomů vodíku v různých hladinách je stejný (určený Boltzmanovou funkcí), neměnný je i počet iontů hélia (určený Sahovou formulí), stejné je rozložení rychlostí elektronů (maxwellovské), konstantní je počet molekul a fotony jsou rozloženy podle Planckova zákona. Všechny teploty jsou si navzájem rovny. Tehdy a jenom tehdy můžeme mluvit o teplotě plazmy. Termodynamická rovnováha je ideálním stavem, k němuž se pouze přibližuje plazma ve středu hvězd (i Slunce), kde není gradient teploty a tlaku.

Téměř všechno záření Slunce pochází z fotosféry, pro niž platí místní termodynamická rovnováha. Avšak Slunce je také zdrojem rádiového a rentgenového záření, které vyžaduje teploty podstatně vyšší, než je teplota fotosféry. Obě horní části sluneční fotosféry (chromosféra a korona) nemohou být zahřívány fotosférou (je chladnější), ale jsou zahřívány zvukovými a hydromagnetickými vlnami, generovanými v konvektivní vrstvě nad fotosférou. Tyto vlny přenášejí mechanickou



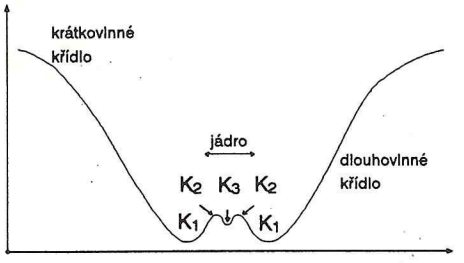
Sluneční atmosféra. **Průběh hustoty (čárkovaná čára udává počet atomů vodíku v 1 cm^3) a teploty v závislosti na výšce nad povrchem Slunce. Zahřívání fotosféry je zářením přecházejícím z nitra - všimněte si poklesu teploty ve fotosféře. Naopak v chromosféře a v koroně teplota prudce stoupá. Zahřívání je mechanickou energií - to jest vlnami přicházejícími z konvektivní vrstvy: jejich energie se disipuje v teplo. Při průchodu fotosférou zvukové vlny svoji energii neztrácejí. V chromosféře a koroně se ze zvukových vln stanou vlny rázové, které se snadno mění v teplo.**

energii konvekce fotosférou do chromosféry a koróny. Tam se jejich energie disipuje v teplo. Avšak srážky jsou ve velmi řídké plazmě vzácné, a tak zdaleka nemůže dojít ke spravedlivému rozdělení dodané energie mezi elektrony, ionty a fotony. Fyzikální podmínky zde nejsou určovány zářením, ale magnetickým polem, turbulencí, rázovými vlnami, oscilacemi, proudy plazmy (spikulemi) – tedy vesměs pochody netepelnými. Pro Slunce však byly vypracovány metody ("detailní rovnováha"), které dovolují studium všech elementárních procesů plazmy, která není v LTE. Tato rovnováha je nazvána "non-LTE". Tak vzniká třetí model sluneční atmosféry. Díky tomu je možné podrobné studium netepelných procesů na Slunci – můžeme je pozorovat v celém spektrálním rozsahu – od tvrdých gama paprsků provázejících protonové erupce až po synchrotronové rádiové záření. Pro blízkost Slunce můžeme netepelné procesy pozorovat s vysokou rozlišovací schopností v prostoru, čase i ve vlnové délce. Sluneční jevy tak poskytují jedinečnou možnost poznávat podobné procesy na ostatních hvězdách.

K netepelným jevům na Slunci patří i sluneční vítr, dující rychlostí 300–700 km.s^{-1} kolem Země. Jeho studium nám pomáhá porozumět i hvězdnému větru, který mnohé (ne všechny) hvězdy vysílají.

Hvězdné chromosféry a korony

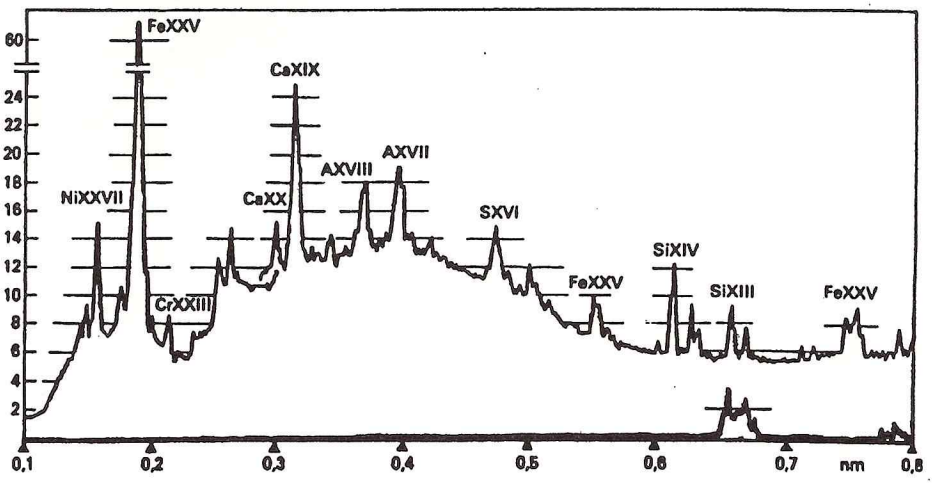
Obdobně jako ve sluneční chromosféře projevuje se i u mnoha hvězd vzrůst teploty emisním jádrem v několika silných čarách ionizovaného vápniku, hořčíku a vodíku, což je důkazem (nepřímým) chromosféry, podobně jako infračervená čára hélia a ultrafialová čára ionizovaného hélia. Dalším důkazem chromosféry jsou ultrafialové čáry některých prvků (CI, CII, OI, SiII, SI, FeII, symbol I značí



Profil vápníkové čáry K (396,8 nm) a její části. Na svislé ose je intenzita, na vodorovné vlnová délka.

neutrální, symbol II jednou ionizovaný atom). Tato vyzářená energie je doplňována přítokem energie mechanické – zvukovými a hydromagnetickými vlnami. (Naopak, ve fotosféře je každá část zahřívána zářením zespodu a zářením také svoji energii ztrácí.)

Všechny hvězdy na hlavní posloupnosti od F po M mají emisní čáry H a K ionizovaného vápníku. Hvězdy ranějších spektrálních typů (O, B, A) je nemají. Znamená to, že buď nemají chromosféru, nebo její spektrální čáry zanikají v intenzivním spojitém záření fotosféry. (Při studiu emisního jádra čáry K ionizovaného vápniku zjistili Wilson a Bappu, že



Sluneční rentgenové spektrum při erupci, kdy teplota může dosáhnout desítky miliónů kelvinů. Svislá osa udává intenzitu záření (pulsy počítače za sekundu). Na vodorovné ose je vlnová délka v nanometrech. Čáry jsou označeny příslušným iontem, který je vysílá (např. CaXX je iont devatenáctkrát ionizovaného vápníka). Zcela dole vpravo je označeno spektrum klidného Slunce bez erupce.

závisí na zářivosti hvězdy – čím je zářivost hvězdy větší, tím větší je i šířka emisního jádra.) Analogií se Sluncem bychom měli očekávat i korony kolem hvězd. Pro jejich studium je nejvhodnější rentgenové spektrum. Nejvíce výsledků získala HEAO-2. Zdrojem rtg záření jsou všechny hvězdy hlavní posloupnosti. U typů ranějších než F5 je rtg záření tím větší, čím větší je jejich zářivost optická. U typů pozdějších je rtg záření závislé na rychlosti rotace, roste s jejím čtvercem. Pro F jsou to hodnoty 10^{-7}–10^{-4} celkové zářivosti, pro G a K $10^{-7,5}$–$10^{-4,5}$, pro M 10^{-5}–10^{-3}. Pro nejchladnější obry a veleobry typu M nebylo X záření detegováno. Pokud koronu mají, je X záření pod citlivostí dosavadních měřicích přístrojů.

Ztráta hmoty, sluneční a hvězdný vítr

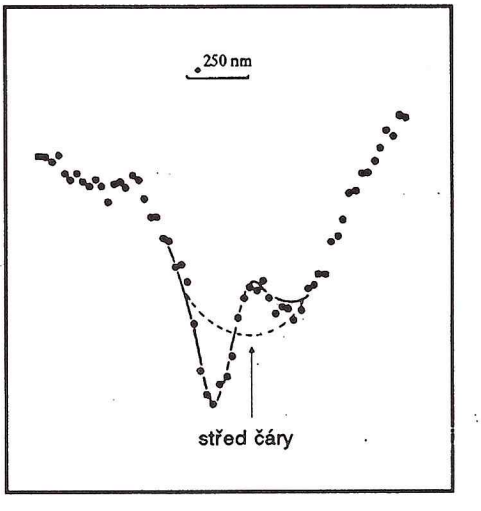
Během svého života hvězdy strácejí hmotu jednak krátkodobými explozemi, a jednak nepřetržitě – ve formě hvězdného větru. Mimo neutronového záření (ze středu) a fotonového vysílá hvězda korpuskulární záření z korony – protony, elektrony, alfa částice a jádra těžších prvků. Tento tok se nazývá hvězdný vítr, v případě Slunce tedy vítr sluneční. Tepelná energie koronální plazmy je tak veliká, že gravitační pole ji nestačí udržet a některé částice se z ní uvolňují. Úniková rychlost ze Slunce je 618 km.s^{-1}. Pomalejší složky slunečního větru mají nižší hustotu částic (400 km.s^{-1}).

Rychlé proudy slunečního větru vznikají v oblastech slabého otevřeného (unipolárního) magnetického pole. Takovými oblastmi jsou především koronální díry. Díky jejich stálosti opakují se proudy po otočkách. Uzavřená magnetická pole jsou překážkou slunečního větru. Proto se pomalejší složka slunečního větru často vyskytuje v období slunečního maxima.

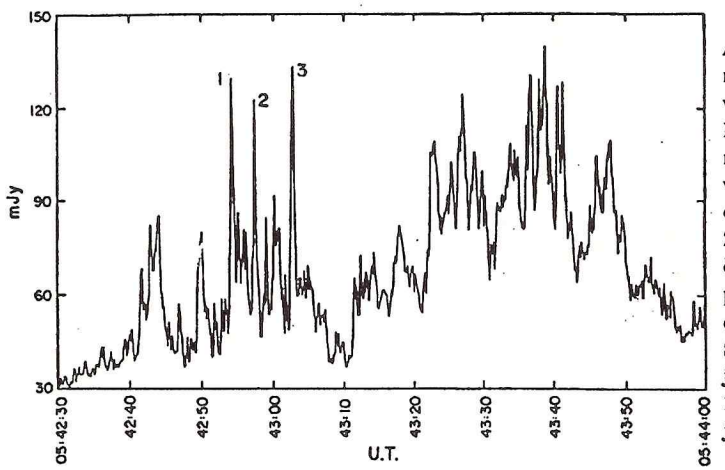
Za předpokladu hustoty 5 protonů v 1 cm^{-3} a rychlosti slunečního větru 400 km.s^{-1} ve vzdálenosti 1 AU projde jedním cm^2 za sekundu $5{,}4.10^7$ protonů. Za sekundu unáší sluneční vítr ze Slunce 9.10^{11} gramů hmoty, teda přibližně 1 milion tun. To je pouze kinetická energie slunečního větru, která je asi stokrát větší než jeho energie tepelná.

Sluneční vítr unáší sebou ze Slunce do meziplanetárního prostoru i magnetické siločáry, které jsou rotací zavíjeny do spirál. Většina magnetických siločar je zakotvena v koronálních dírách. Sluneční vítr s magnetickým polem zasahuje zhruba do 50–100 AU (několikrát vzdálenost k Neptunu). Prostor kolem Slunce, zaplněný slunečním větrem a meziplanetárním magnetickým polem, se nazývá heliosféra. Na jejím pomezí, v heliopauze, se tlak slunečního větru vyrovnává s tlakem mezihvězdného plynu.

Hvězdný vítr bychom mohli očekávat u hvězd, které mají korónu. Hvězd, jež jsou zdroji X záření, je mnoho. Rychlost rotace



Sluneční vítr ve veleobru Betelgeuze. Na obrázku je čárkovaně vyznačen profil čáry manganu 403,08 nm, jak je vysílán fotosférou (teoretický výpočet). Skutečně pozorovaný profil však ukazuje silné posunutí absorpční čáry k ultrafialovému konci spektra. K absorpci dochází v poměrně hustém větru, který vane z veleobra. Intenzita roste směrem nahoru, vlnová délka doprava.



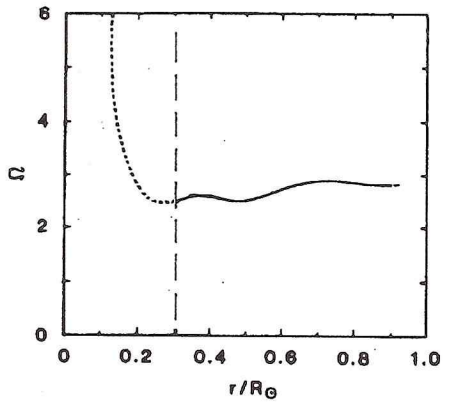
Erupce na hvězdě AD Leonis pozorovaná největším rádiovým dalekohledem (v Puerto Rico). Na obrázku je pouze začátek vzplanutí, které trvalo celkem půl hodiny. Záblesky označené číslicemi 1 - 3 trvaly pouze pětinu sekundy, podobně jako na Slunci. Jednotka toku je milijansky (1 mJy = 10^{-29}W.m^{-2}.Hz^{-1}). UT je světový čas.

hvězd klesá v hlavní posloupnosti za spektrálním typem F5, klesá však i stářím. Hvězdy pozdějších spektrálních typů ztrácejí svoji hmotu i úhlový moment větrem, magneticky svázaným s rotující hvězdou. A to je sice nepřímý, zato však velice pesvědčivý důkaz toho, že hvězdy skutečně ztrácejí svoji hmotu větrem, který je magneticky svázán s rotující hvězdou.

Hvězdný vítr lze dokázat přímo ve spektru hvězdy. Pro Betelgeuze vychází množství unášené hmoty za rok na $10^{-6}M_\odot$, pro T Tauri až 10^{-7} $M_\odot$, pro Be hvězdy 10^{-7} $M_\odot$. Wolfovy-Rayetovy hvězdy ji vyfoukávají rychlostí 2000 km.s^{-1}, až 10^{-6} $M_\odot$ za rok. Protože rychlosti hvězdných větrů nejsou příliš odlišné od rychlosti větru slunečního, jejich hustoty musí být zřejmě mnoho milionů krát vyšší.

Na hvězdách občas dochází i k hvězdným vichřicím (v případě Slunce hovoříme o meziplanetarní bouři). Při mohutných erupcích je během desítky minut ze Slunce vyvrženo až 10^{99}protonů (10^{15}g plazmy). V době slunečního maxima takových erupcí přibývá. Ke srovnatelným erupcím dochází i na hvězdách, zejména na tzv. eruptivních: jsou to mladé hvězdy typu M v nejmladších hvězdokupách. Otáčí se ještě rychle, neboť nebyl čas k jejich zabrzdění hvězdným větrem. Erupce v jejich chromosféře jsou mnohem dramatičtější než na Slunci. Snadněji než fotograficky je možno objevit v záření rtg, rádiovém nebo UV (v těch nejlépe). K nejmohutnějším vývrhům plazmy dochází u nejmasivnějších hvězd s vysokou zářivostí (Hubble-Sandageovy proměnné) a u proměnných typu P Cygni a η Carinae, při opakovaných erupcích může hvězda typu P Cygni ztratit až $10^{-4}M_\odot$ za rok. Jsou to katastrofické výbuchy, při nichž je vyvrženo bilionkrát více plazmy než při největších erupcích na Slunci. Nejdramatičtější ztráty hmoty mají novy (až 10^{-3} $M_\odot$) a supernovy (0,1 − 1 $M_\odot$).

Koróny, chromosféry, hvězdný vítr, erupce nám ukazují, že jiné hvězdy jsou vskutku podobné našemu Slunci. Nejrozmanitější dodatečné detaily pozorované na Slunci nám připomínají, abychom příliš nezjednodušovali naše představy o ostatních hvězdách.



Rychlost rotace Slunce v nitru. Na vodorovné ose je vzdálenost od středu Slunce, na svislé je rychlost rotace (v jednotkách 10^{-6} za sekundu). Křivka byla získána z rozštěpu pětiminutových zvukových p-kmitů. Tečkovaná část křivky je nejistá.

Helioseizmologie a astroseizmologie

Tyto moderní obory astrofyziky se zabývají oscilacemi v nitru a v atmosféře. Astroseizmologie zůstává zatím omezena na rychle rotující Ap hvězdy a bílé trpaslíky.

Kmity obrovské koule ionizovaného plynu (Slunce nebo hvězdy) lze odhalit pomocí Dopplerova posuvu. Síť observatoří kolem Země a speciální družice zaznamenaly již na Slunci několik typů oscilací. Jeden typ představují p-mody (p-vlny, p-kmity, p-oscilace) — vlny zvukové, podélné, jejichž zhuštění se pohybuje ve směru šíření. Druhým základním typem jsou g-mody (g-kmity), gravitační. V nich se mění potenciální energie gravitační v energii kinetickou. (Gravitační vlny v plazmě, plazmové g-vlny, jsou zcela jiné povahy než ty, jimiž se zabývá obecná teorie relativity.)

Sluneční kmity byly objeveny před třiceti lety. Nejdříve ty nejvýraznější (perioda 5 minut, rozkmit 1 km.s^{-1}), později další, méně výrazné (perioda 30 − 60 min.). Lze je srovnat s kmity v píšťale, avšak k jejich popisu třeba vzhledem ke trojrozměrnosti Slunce užít tři "kvantová čísla" — l, m, n, obdobně jako v atomové fyzice).

Pomocí rozboru oscilací je možné rozhodnout, kolik hélia je v nitru Slunce. Helioseizmologie nám dovoluje také určit rychlost rotace v různých hloubkách ve Slunci. V důsledku rotace jsou pozorované kmity rozštěpeny — přibližující se oblast posouvá kmitočet k vyšším hodnotám, a naopak, západní, vzdalující se oblasti v nitru posouvají kmitočty k hodnotám nižším. Z poznatku, že krátké vlny v blízkosti slunečních skvrn se chovají jinak než v klidné fotosféře mimo aktivní oblasti, vyvinulo se pozorování, dovolující určovat strukturu slunečních skvrn hluboko pod povrchem. Říkáme tomu sluneční tomografie.

Pro poznání jádra Slunce (termojaderné oblasti) třeba použít nízkých frekvencí, jaké mají g-vlny. Studium podfotosférických p-vln dovolí určit, zda se sluneční poloměr mění, k jakým změnám dochází v konvektivní oblasti během 11-letého cyklu a během formování slunečních skvrn. Třeba k tomu dlouhé pozorovací řady (k tomu je organizována síť GONG — Global Oscillations Nettwork).

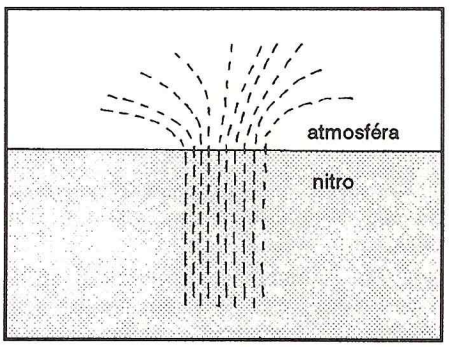
Zemská atmosféra vnáší značný šum do jemných pozorování slunečních kmitů, proto družicová pozorování (SOHO aj.) mají zařízení na registraci radiální rychlosti i na intenzitu slunečního záření — GOLF a VIRGO).

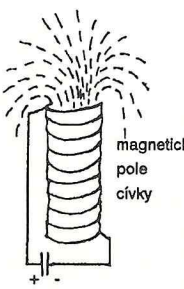
Plným právem se můžeme domnívat, že obdobné kmity jsou i na jiných hvězdách slunečního typu (ε Eri, HR 1217 aj.). Byly zjištěny i na bílých trpaslících. Helioseizmologie tedy ukazuje astroseizmologii cestu.

Činnost sluneční a činnost hvězdná

Činností (aktivitou) se v astrofyzice rozumí projevy proměnlivých magnetických polí, a to ve fotosféře (fakule, póry, skvrny), chromosféře (vlákna, flokule, spikule, erupce), koroně (smyčky, oblouky, vějíře, koronální výbuchy). V koronálním prostoru mohou být magnetické silotrubice naplněny chladnou (10^4 K) plazmou a vytvářejí v čáře H_α nepřehlednou řadu různých forem protuberancí. Bez magnetických polí by povrch Slunce byl fádní.

Magnetická pole se vynořují jako silotrubice z vrstev pod fotosférou. Rozsáhlé oblasti fotosféry jsou bez magnetického pole (rušení polarit). Kdybychom však měřili magnetické pole Slunce tak jako v případě hvězd, naměřili





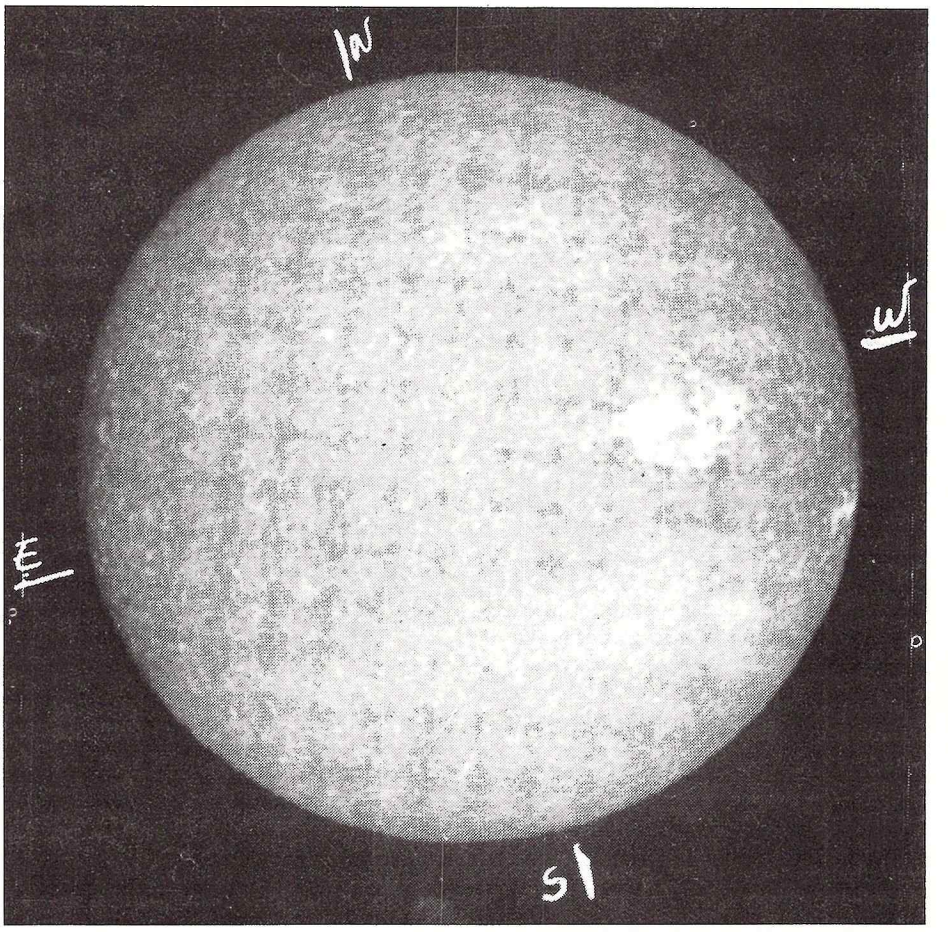
Prvkem všech magnetických polí na Slunci je svazek siločar, který vystupuje kolmo z konvektivní vrstvy a v atmosféře se rozpíná do horizontálního směru. Připomíná magnetické pole dlouhé cívky.

bychom hodnoty desettisíkrát menší. Vodivost sluneční plazmy je totiž konečná, magnetická pole se rozpadají a jejich energie se mění na teplo. Doplňování novými silotrubicemi se děje na úkor energie konvektivní oblasti a diferenciální rotace Slunce. Siločáry jsou "vmrzlé" do sluneční plazmy a všechna kinetická energie pod fotosférou se prolévá do energie magnetických polí. Magnetická pole na Slunci jsou tedy generována dynamovým jevem.

Siločáry vystupují z nitra Slunce do jeho atmosféry téměř kolmo, v koroně se uzavírají do smyček, nebo — jsou-li osamocené — rozevírají se do vodorovného směru. Osamocený magnetický prvek má tvar magnetického pole. Aktivní oblasti jsou nahuštěním velkého množství magnetických prvků a geometrie magnetického pole je zde složitá a proměnlivá. Přitom dochází k nestabilním konfiguracím a náhlým uvolněním energie, projevujícím se jako erupce, transienty (k eruptivním i smyčkovým protuberancím), vyvržení sprejů (jetům) do chromosféry atd. Rozpad magnetických prvků, když dochází k difuzi magnetických siločar a ohřevu okolní atmosféry, je pozvolný a nedramatický.

Protože Slunce není nikterak výjimečná hvězda, oprávněně se můžeme domnívat, že na hvězdách s korónou a chromosférou jsou také magnetická pole. U řady hvězd byla, jak víme, změřena. Mnohé magnetické hvězdy vykazují periodické, ale i nepravidelné změny intensity pole, u jiných se převrací dokonce polarity. Magnetická proměnnost je zpravidla provázena i změnami v jasnosti. V malém měřítku lze tento jev pozorovat i u Slunce. U některých hvězd lze dokonce zjistiti cyklus ve skvrnách — tedy obdobu 11-letého cyklu na Slunci. Je to především u rychle rotujících hvězd typu M a na rychle rotujících podobrech typu K.

Celková emise v jádru čar ionizovaného vápníku ve spektru hvězdy je taky velmi užitečný prostředek ke studiu magnetických polí. Intensita centrální emise je tím větší, čím je pole silnější. K tomuto poznatku dopomohlo studium Slunce: v jeho fotografii ve vápníkové čáře K jsou jasné oblasti (flokule nebo vápniková pole) v místech magnetických polí ve fotosféře. Víme, že celková emise ve vápnikových čarách na Slunci se mění v týdenních a měsíčních obdobích a s 11-letým cyklem sluneční činnosti. Na hvězdách pozdějších spektrálních typů jsou čáry H a K nejčastěji studované spektrální rysy. Mnohé z nich vykazují podstatně vyšší činnost ve chromosféře než naše Slunce. Některé hvězdy (ξ Bootis A, ε Eridani, 70 Ophiuchi A) mají intensitu H a K celého disku takovou, jako má Slunce jen ve svých aktivních oblastech. V emisi vápníkových čar lze pozorovat periodu rotace i obdobu slunečního cyklu. Čím rychleji hvězda rotuje, tím větší je její magnetická aktivita a tím intenzivnější je vápníková emise. S přibývajícím věkem hvězdy zpomalují svoji rotaci v důsledku hvězdného větru, který unáší úhlový moment, a zmenšují svoji činnost.

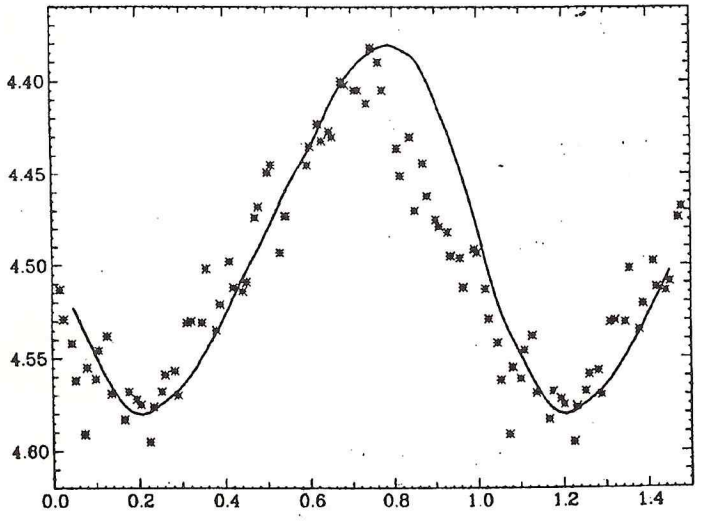


Spektroheliogram pořízený v čáře K_3. Snímek získali 5.11.1986 na univerzitě v Coimbře (Portugalsko). Tmavé uzlíky nazýváme vápníkové flokule a vyznačují zhuštění magnetických siločar. Velká oblast při západním okraji je vápníkové pole. Je v místě aktivní oblasti, kde je pole silné.

Závěr

Slunce zkrátka nemá žádné zvláštní postavení mezi ostatními hvězdami. Jen to, že nepatrná část jeho energie slouží životu na jedné z devíti planet. Mezi planetárními soustavami naší Galaxie (nejsou vyloučeny) nemusí však ani v tom být výjimečné. Pro nás je nejdůležitější, neboť nám dává milionkrát více energie než všechny hvězdy dohromady.

Navíc, Slunce je hvězdou nejbližší, takže můžeme procesy na jeho povrchu sledovat s vysokou rozlišovací schopností v prostoru, čase i ve spektru. Je to laboratoř v kozmickém měřítku, která nám dává představu o stavbě, životě a činnosti ostatních hvězd. Z druhé strany na HR diagramu je Slunce na hlavní posloupnosti, kde je zobrazeno 90 % všech hvězd. Platnost stejných zákonů nám dovoluje v závislosti na hmotě určit vývoj zářivosti, a tím i vývoj a budoucí zánik Slunce. I chemické složení hvězd souhlasí se slunečním a termonukleární reakce v různých stadiích hvězdného vývoje lze aplikovat na vnitřní život našeho Slunce v budoucnu.



Hvězdné skvrny na mladé hvězdě v Plejádách. Na svislé ose je jasnost hvězdy, na vodorovné ose zlomky jednoho dne v roce 1983, kdy počas devíti hodin probíhalo měření (křížky). Změnu oproti roku 1981 (plná čára) lze vysvětlit tak, že na povrchu hvězdy se posouvají dvě obrovské skupiny skvrn, které zabírají asi 8% hvězdného povrchu. Křivka s amplitudou 20% odpovídá rotační době 6 hodin.

RNDr. LUBOŠ NESLUŠAN
RNDr. JÁN RYBÁK

CESTA do stredu SLNKA

Z čoho je Slnko, aké podmienky panujú v jeho vnútre, prečo vôbec svieti? Odpovede na tieto otázky začali astronómovia (na základe objavov termodynamiky) formulovať už v minulom storočí. V prvej polovici nášho storočia ich potom vďaka kvantovej mechanike ďalej prehĺbili. Dnešná predstava o Slnku, ktorá sa vytvorila z mozaiky objavov tohto obdobia, je približne takáto:

Slnko tvorí plazma, ktorej prevažnú časť (99% hmotnosti) predstavujú dva najľahšie prvky - vodík a hélium. Teplota a hustota plazmy stúpajú od podpovrchových hodnôt 6000 kelvinov a 2.10^{-4} kg.m^{-3} až na 15,6 milióna kelvinov a 148 ton v metri kubickom v strede Slnka, kde sú už podmienky, v ktorých sa spustí prírodný jadrový reaktor a trvá nepretržité uvoľňovanie energie procesom jadrovej syntézy ľahkých prvkov. Túto základnú predstavu o Slnku dnes nazývame základným modelom. Uspokojivo vysvetľuje nielen produkciu energie v jadre Slnka, ale i jej prenos slnečným telesom či chemické zloženie našej hviezdy, alebo priebeh hodnôt základných fyzikálnych veličín od povrchu až do stredu Slnka.

Existujú však javy, ktoré tento model nedokáže vysvetliť. Najznámejším problémom je záhada slnečných neutrín, ktorých je, aspoň podľa doterajších meraní, prinajmenšom trikrát menej, ako by ich malo byť. Nezávislé potvrdenie štandardného slnečného modelu, alebo potreba revidovať ho, je preto aktuálnou úlohou nielen pre slnečnú astrofyziku, ale aj pre fyziku elementárnych častíc a jadrovú fyziku, ktoré napríklad navrhli pre riešenie tohto rozporu predpokladať nenulovú hmotnosť neutrín, resp. úpravy v CNO cykle jadrovej syntézy.

Táto slnečná hádanka už vyše 20 rokov vzrušuje najambicióznejších fyzikov po celom svete, ba možno povedať, že práve tento smer výskumu Slnka sa v súčasnosti najrýchlejšie rozvíja.

Cesta do stredu Slnka je dnes pre fyziku atraktívnejšia ako cesta do stredu Zeme.

Keď boli objavené magnetické polia na povrchu Slnka a ukázal sa ich význam pre ďalšie pochopenie tam prebiehajúcich javov, boli v 50. rokoch zostrojené pre slnečné ďalekohľady nové prídavné zariadenia – **magnetografy.** Tieto prístroje umožňovali nielen meranie magnetických polí, ale i dostatočne rýchle a presné meranie rýchlosti plazmy na povrchu Slnka.

Magnetografy zaznamenávajú posun slnečných absorpčných čiar v spektre, spôsobený pohybom slnečnej plazmy na povrchu Slnka voči pozorovateľovi na základe Dopplerovho javu. Tento jav existuje vďaka tomu, že hmota vyžarujúca svetlo pozorovanej dĺžky sa pohybuje k nám (od nás), čím sa hodnota dĺžky zmenšuje (zväčšuje) priamoúmerne rýchlosti pohybujúcej sa hmoty v smere od nás–k nám. Na základe rovnakého princípu sa mení výška tónu zvukových vĺn, vytváraných napr. rýchlo nás mínajúcimi automobilmi. Tón je iný, keď sa automobily približujú, a iný, keď sa vzďaľujú.

Prvé výsledky pozorovaní rýchlosti v neaktívnych oblastiach slnečnej fotosféry publikovali roku 1961 pracovníci observatória Mt. Wilson v USA - R. B. Leighton, R. W. Noyes a G. W. Simon. Ich kvalitné a podrobné pozorovania (získané vlastne ako "vedľajší produkt" prístrojom určeným na meranie magnetických polí na slnečnom povrchu) priniesli prekvapujúce výsledky, ktoré podstatne zmenili naše predstavy o podmienkach na povrchu Slnka. Zistili, že v každom okamihu sa viac ako polovica povrchu Slnka pohybuje v radiálnom smere rýchlosťou až 1000 m.s^{-1} periodicky hore a dolu v oblastiach s typickým rozmerom až 30 000 km. Oblasť vykoná najviac 6–7 kmitov okolo strednej polohy, potom sa ustáli. Najprekvapujúcejším zistením však bolo, že perióda týchto pohybov (t. j. doba, po ktorej sa pohyb rovnakým spôsobom opakuje) bola vždy okolo 300 sekúnd! Slnečná astrofyzika tak objavila nový, dovtedy netušený fenomén, dnes všeobecne nazývaný **5-minútové oscilácie** (kmity, vlnenie) slnečného povrchu.

Tento jav vzápätí potvrdili ďalšie nezávislé merania na mnohých observatóriách vo všetkých pozorovaných miestach "pokojného" slnečného povrchu. Najskôr sa tieto oscilácie slnečného povrchu vysvetľovali ako lokálne javy. Vzhľadom na to, že perióda kmitov i amplitúda a trvanie, ako aj rozmery oblasti sú rovnaké, myslelo sa, že ich vyvoláva rovnaký fyzikálny mechanizmus. Najpravdepodobnejším mechanizmom sa zdali turbulentné pohyby slnečnej plazmy na povrchu a v podpovrchových vrstvách Slnka. Na slnečnom povrchu sme toto vlnobitie plazmy pozorovali ako svetlejšie i tmavšie miesta – **granuly** a **medzigranulový priestor.** Viaceré pozorované vlastnosti 5-minútových oscilácií a granulácie však príliš do vžitých predstáv nezapadali. Slniečkárov mýlil najmä podstatný rozdiel medzi životnosťou granuly a 5-minútovou periódou kmitavých pohybov povrchu.

O chaotickom výskyte jednotlivých vlnení v čase a polohe na slnečnom povrchu nik nepochyboval, takže nikoho ani nenapadlo, že za 5-minútovými osciláciami sa skrýva nejaký presný a všeobecný princíp, ba priam "keplerovská harmónia čísel". Myšlienka, že práve tadiaľto povedie cesta do stredu Slnka, objaviteľov predbežne nenapadla.

Heuréka: stojaté vlnenie

Chaos priestorového rozloženia a stálosť periódy 5-minútových oscilácií dráždili astronómov viac ako 10 rokov a zaujali aj mnohých teoretikov. Stav sa podobal mnohým situáciám v dejinách ľudského bádania: ani tentoraz dlho neprichádzala tá rozhodujúca nová myšlienka, ktorá v spleti pozorovaných vlastností skúmaného javu odhalí jeho jednoduchú fyzikálnu podstatu, umožní zorientovať sa v zdanlivom chaose a odkryje nečakanú harmóniu.

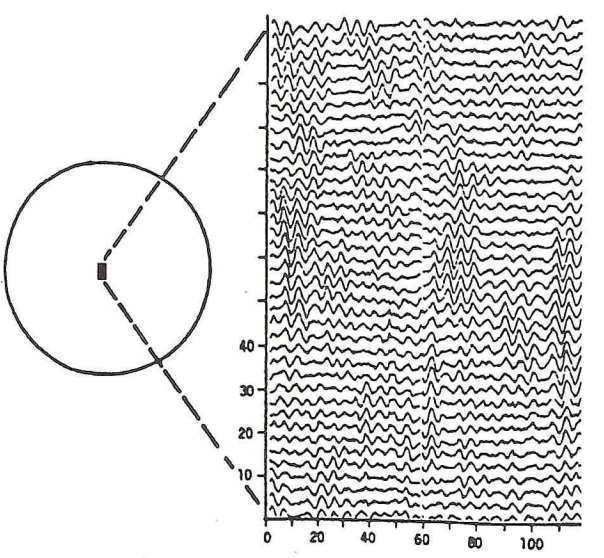
Kľúčom od trinástej komnaty sa v prípade 5-minútových oscilácií stala hypotéza, ktorú vyslovili americkí astrofyzici zaoberajúci sa šírením vlnenia v plazme (R. K. Ulrich roku 1970, J. W. Leibacher s R. F. Steinom roku 1971). Oslobodili sa od „prirodzených" súvislostí oscilácií s granuláciou a nezávisle prišli na rovnakú myšlienku – spojiť nepravidelné a lokálne pohyby slnečného povrchu (5-minútové oscilácie) s pravidelnými a globálnymi pohybmi a vlneniami celého slnečného telesa alebo väčších častí jeho objemu. Obidva tímy vychádzali z niekoľkých principiálnych poznatkov, pomocou ktorých je možné vysvetliť aj chaotický výskyt 5-minútových oscilácií, aj stálosť ich periódy:

1/ Slnečná plazma sa nachádza v takých fyzikálnych podmienkach, ktoré umožňujú efektívne šírenie rôznych vlnení.

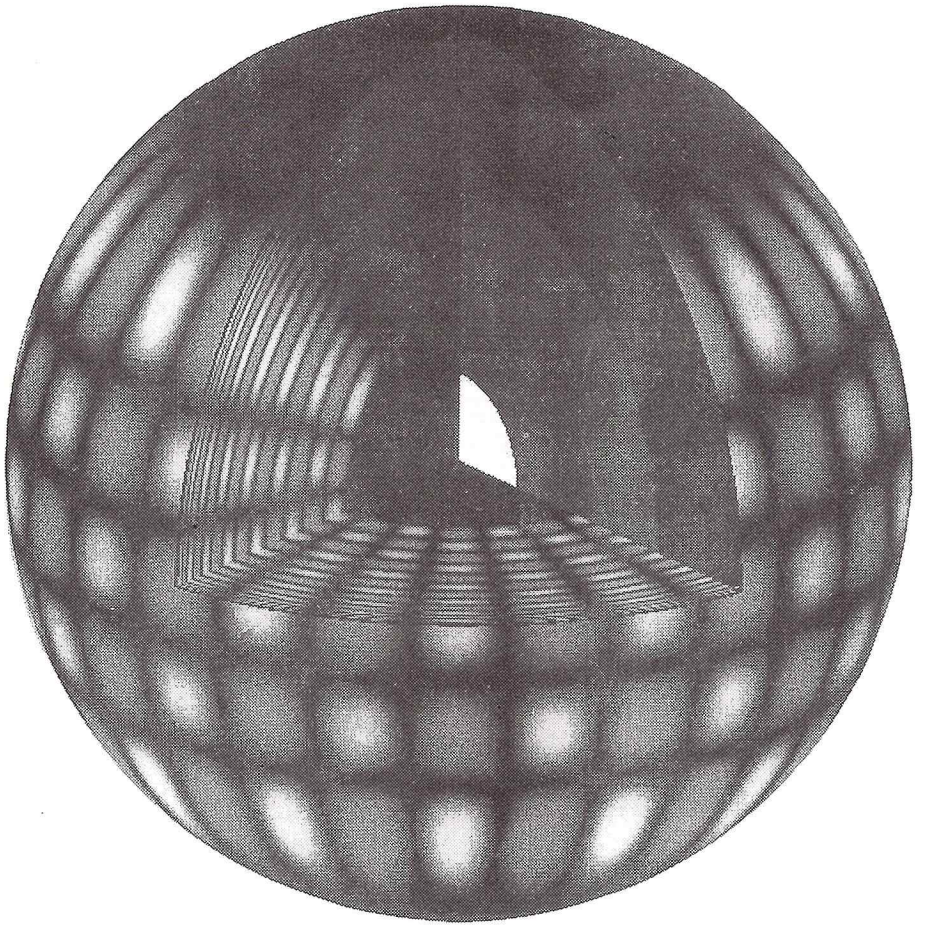
2/ Interferenciou vlnení – ich schopnosťou navzájom sa ovplyvňovať (skladať) sa dá vysvetliť i veľmi zložitý a neperiodický dej ako vzájomné skladanie jednotlivých periodických pohybov.

3/ Za určitých podmienok sa môžu skladať aj časti toho istého vlnenia (jednou časťou môžu byť napríklad vlny odrazené od prekážky). Ak je vlnenie priestorovo ohraničené prekážkami, môžu vznikať **stojaté vlny.** Vlnová dĺžka takýchto vĺn môže nadobúdať iba určité diskrétne hodnoty, ktoré závisia od rozmerov rezonátora.

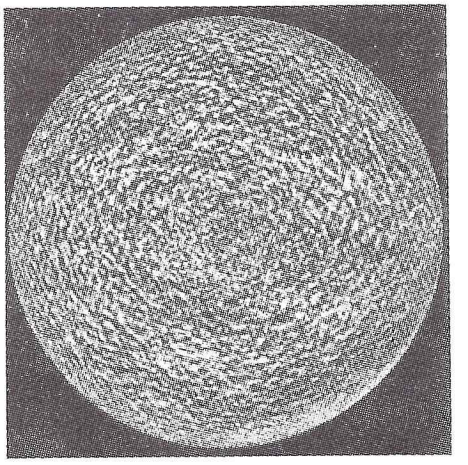
4/ Slnko je obrovský rezonátor – teleso, ktorého guľový tvar povrchu vytvára špecifické hraničné podmienky (prekážky) pre šírenie vlnenia v jeho vnútri a na jeho povrchu.



Päťminútové oscilácie slnečného povrchu. Obrázok znázorňuje výsledky pozorovaní dopplerovských rýchlostí na malej časti slnečného povrchu, ktorá je schematicky vyobrazená na disku Slnka. Každá krivka zodpovedá priebehu rýchlosti časti slnečného povrchu s lineárnym rozmerom, ktorý vidíme zo Zeme pod uhlom dve oblúkové sekundy (1500 km) počas dvoch hodín. Maximálna výchylka kriviek zodpovedá rýchlosti okolo 1000 m.s^{-1}. Chaotický výskyt vlnení na rôznych miestach slnečného povrchu v rôznom čase je dobre viditeľný.



Krížom-krážom cez slnečnú guľu prebiehajú milióny oscilácií. Na počítačovom modeli vidíte, ako by rozličné časti Slnka (jadro, v ktorom sa produkuje energia, stredná zóna, ktorá energiu prenáša, a konvektívna zóna, ktorá ju vyžaruje) reagovali na jediný hypotetický kmit. Tmavšie a svetlejšie oblasti vyjadrujú pohyb hmoty v danom okamihu k nám a od nás. Všimnite si, ako sa amplitúda, ktorá má na povrchu iba jeden až niekoľko cm, v radiálnom smere (do hĺbky) postupne predlžuje, až kým sa kmit celkom neutlmí, alebo neodrazí ešte pred dosiahnutím jadra. Skutočný vzhľad slnečného povrchu, poznamenaného miliónmi rôznych pohybov v smere od jadra či k jadru, ukazuje obrázok Slnka, ktorý poskla-dali z meraní rýchlosti rôznych miest na slneč-nom povrchu astronómovia na Big Bear Solar Observatory. (Pozri obr. na strane 10.)



5/ Lineárne skladanie vlnení (ktoré šírenie jednotlivých vlnení, ich vlnovú dĺžku, periódu-frekvenciu a amplitúdu neovplyvňuje) je v Slnku rozhodujúce a prevládajúce.

Do hlbín Slnka

Struna huslí alebo akéhokoľvek iného strunového nástroja nám môže poslúžiť ako príklad jednorozmerného rezonátora. Pevným uchytením struny na koncoch sa dosiahne odraz vlnenia vyvolaného v strune sláčikom či prstom. Vzájomné skladanie (interferencia) oproti sebe postupujúcich vlnení od koncov struny vedie ku vzniku len takého vlnenia, ktorého celočíselný násobok polvĺn (polovíc dĺžky vlny na strune) je rovný dĺžke struny. Ostatné vlny sa rýchlo utlmia. Dĺžka a pevnosť materiálu určujú výšku (frekvenciu, vlnovú dĺžku) základného tónu a harmonických vyšších tónov.

Tieto fyzikálne veličiny determinujú aj pomery výchyliek tónov – vĺn udávajúcich farbu zvuku. Stojaté vlny vznikajúce opísaným spôsobom nazývame **rezonančnými módmi vlnenia**.

Slnko má iné charakteristické tvarové a fyzikálne vlastnosti než husle, no základné fyzikálne princípy stojatého vlnenia platia rovnako pre obidve telesá, také rozdielne. Rozdielny prejav rezonančných módov oscilácií slnečného telesa ovplyvňujú tieto vlastnosti:

1/ Slnko je 3-rozmerné teleso. Popísať vlnenie takéhoto telesa môžeme (na rozdiel od huslí) iba pomocou troch strún. Dve obopínajú obvod Slnka (napr. okolo rovníka a v ľubovoľnom poludníku) a jedna prebieha v radiálnom smere medzi stredom a povrchom Slnka. V smere každej z týchto "strún" môžu existovať rezonančné módy nezávisle od seba.

2/ Fyzikálne podmienky (tlak, teplota, hustota) i chemické zloženie Slnka (zastúpenie vodíka, hélia) sa menia od povrchu k stredu Slnka. Tým sa menia aj podmienky šírenia oscilácií. "Slnečná radiálna struna" má v rôznej hĺbke pod povrchom Slnka rôznu "pevnosť".

3/ Na Slnku neexistuje ideálny odraz vlnenia od povrchu ani od ľubovoľných iných plôch v objeme slnečného telesa. (Uchytenie "slnečnej radiálnej struny" teda nie je pevné.)

4/ Vzhľadom na uzavretosť hraničnej guľovej plochy povrchu Slnka vytvára sa súvis medzi módmi šíriacimi sa v smeroch navzájom na seba kolmých, napríklad po rovníku a poludníku.

Ak v slnečnom telese a na jeho povrchu existujú predpovedané rezonančné módy, ich šírenie po povrchu aj vnútri Slnka ovplyvňujú meniace sa fyzikálne podmienky. Charakteristiky takých módov, akými sú frekvencia (perióda), amplitúda, vlnová dĺžka, budú preto prezrádzať vplyv slnečnej plazmy z celého objemu, v ktorom sa pohybujú. Teoretická interpretácia týchto charakteristík by mohla mylne dešifrovať vplyv podmienok panujúcich vnútri Slnka na vlnenie a z neho určiť priebeh základných fyzikálnych veličín až do stredu Slnka.

Pred použitím takýchto postupov bolo však nevyhnutné dokázať, že spomínané periodické oscilácie – rezonančné módy – na Slnku existujú a že ich produktom sú 5-minútové oscilácie pozorované na jeho povrchu.

Slnko, skladajúce sa hlavne z vodíka a hélia, sa nachádza v takých fyzikálnych podmienkach, že väčšina jeho hmoty je v stave ionizácie. Atómy tu preto nie sú elektricky neutrálne, ale vytvárajú elektricky nabité ióny a voľné elektróny. Na Slnku sa teda oproti nám známym pozemským podmienkam podstatne rozširuje počet možných fyzikálnych pôsobení. Výrazné sú vplyvy elektrických a magnetických síl na slnečnú plazmu, ktoré pôsobia súčasne s gravitáciou.

Ak tieto sily (alebo jedna z nich, ktorej pôsobenie prevláda) nespôsobujú usmernený nevratný pohyb hmoty z miesta na miesto, ale periodický pohyb okolo strednej plochy, hovoríme o **osciláciách** (vlnení) okolo rovnovážnej polohy. Tie oscilácie, ktoré ani pôsobenie vonkajších – geometrických, odrazových, ani vnútorných – fyzikálnych vlastností silno nestlmí, rezonujú v telese Slnka ako struny v hudobnom nástroji. Tieto oscilácie nazývame **módy**. Takýchto pohybov môže slnečná hmota vykonávať súčasne viacero. Výsledný efekt takejto aktivity je potom súčtom pohybov jednotlivých módov.

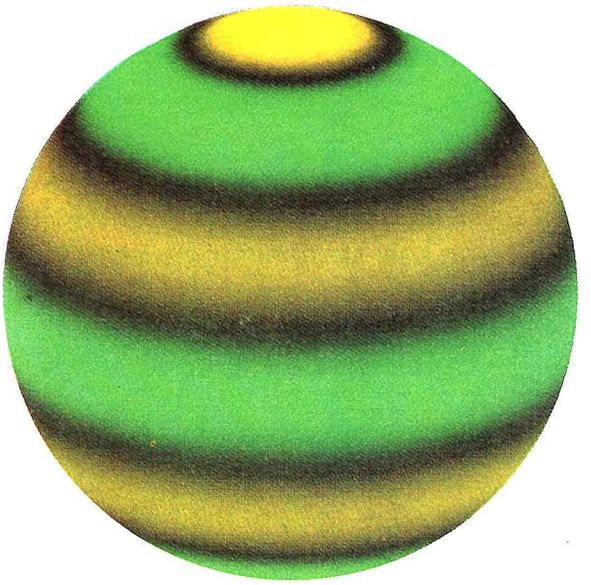
Teoretici zameraní na fyziku slnečnej plazmy už dávnejšie predpovedali dva základné mechanizmy, spôsobujúce oscilácie na Slnku (usúdili, že aspoň v istej časti jeho objemu by sa mohli šíriť bez výrazného utlmovania). Prvý mechanizmus súvisí so stlačiteľnosťou slnečnej plazmy, druhý s dobre známym Archimedovým zákonom. Nezostalo dlho pri hypotézach.

P-módy

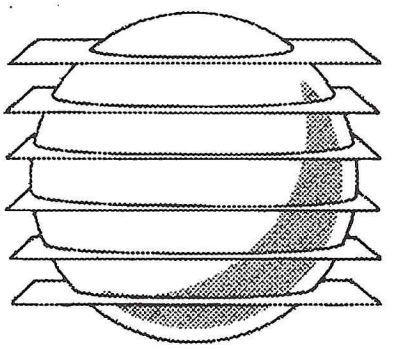
P-módmi dnes označujeme tie oscilácie slnečného telesa, ktoré môžu existovať vďaka stlačiteľnosti slnečnej plazmy. Stlačiteľnosť umožňuje vznik vlnenia pri zmene vnútorného tlaku v plazme, ako to vyjadruje aj symbol "p" (pressure).

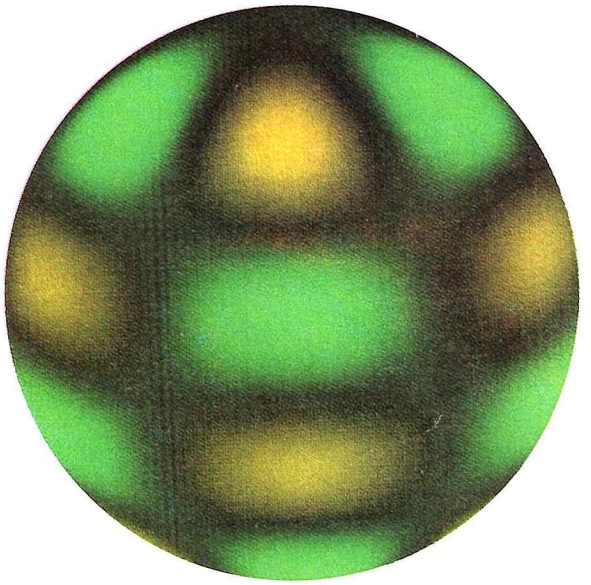
Ako sa takéto vlnenia môžu Slnkom šíriť? Predpokladajme, že okrem tlaku sú fyzikálne veličiny v nejakej časti objemu Slnka konštantné. Ak sa však zvýši vnútorný tlak (v porovnaní s tlakom okolia), objem sa začne rozpínať do všetkých smerov (aj v smere k nám, ktorý môžeme pozorovať), kým sa tlak nevyrovná s tlakom okolia. Tento pohyb zotrvačnosťou pokračuje aj po vyrovnaní tlakov. Hodnoty vnútorného tlaku v danom objeme oproti okoliu sa však začnú zmenšovať – rozpínanie objemu plazmy sa zmení na opačný pohyb – zmršťovanie (a my zasa pozorujeme pohyb hmoty od nás).

Opakované pulzácie objemov slnečnej plazmy – oscilácie – sa teda môžu prejaviť periodickým pri-

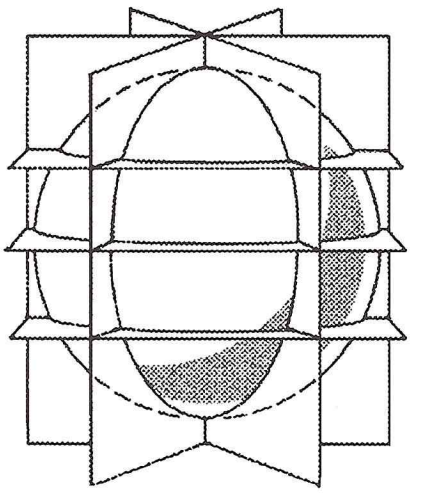


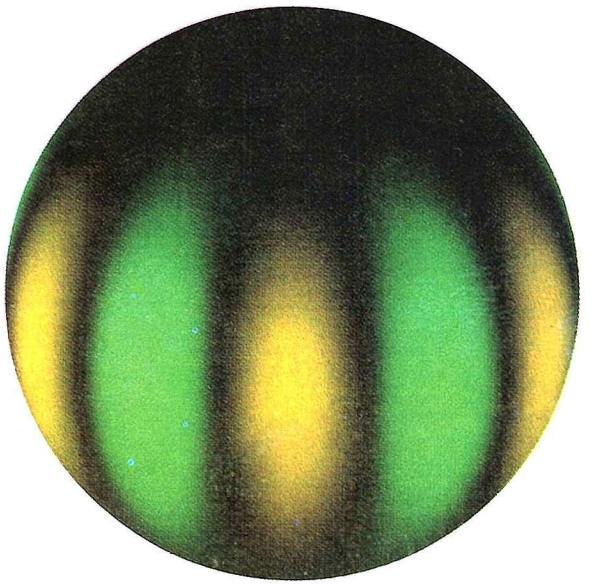
l=6 m=0



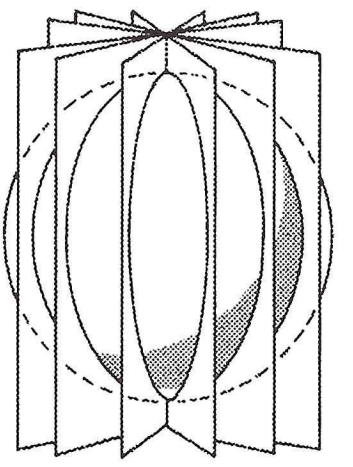


l=6 m=3





l=6 m=6



Slnko nie je statické: na jeho *povrchu* simultánne a nepretržite pulzujú milióny módov. Predstaviť si takýto obrovský guľatý vibrujúci nástroj komplexne, na to ľudská fantázia nestačí. Slnečné oscilácie ľahšie pochopíme, keď ich zredukujeme na jednu a túto budeme kvôli názornosti modelovať podľa meniacich sa hodnôt *l* a *m*. Tieto parametre reprezentujú totiž počet tzv. uzlov (nekmitajúcich bodov povrchu), ktoré sprevádzajú každé „stojaté vlnenie". (Každá rozozvučaná husľová struna má minimálne dva takéto uzly, po anglicky nodes, každý na jednom konci.) Parameter *l* reprezentuje celkový počet uzlových kružníc, porciujúcich povrch Slnka. Hodnota *m* udáva počet kružníc deliacich *povrch* Slnka kolmo na rovník. Keď farebné obrazy, ktoré namodeloval počítač, porovnáme s kresbami, vidíme, ako by sa slnečný *povrch* pohyboval, keby Slnko pri konštatntnej hodnote *l* (*l*=6) oscilovalo pri meniacich sa hodnotách *m* (*m*=0, 3, 6). Tmavé pásy označujú uzly (pásy stojatého vlnenia), žlté plôšky sa pohybujú smerom k nám, zelené smerom od nás. Po uplynutí polperiódy vlnenia sa pohybujú naopak. Dokážete si teraz povrch osciľujúceho Slnka predstaviť, keď naraz kmitá niekoľko miliónov módov?

bližovaním a vzďaľovaním povrchu Slnka. Tieto pulzy sa vďaka spomínanému Dopplerovmu javu prejavia posunom absorpčných čiar v spektre. Periódu takýchto oscilácií sa na základe známych fyzikálnych podmienok na povrchu Slnka podarilo určiť teoreticky: je okolo hodnoty 300 sekúnd!

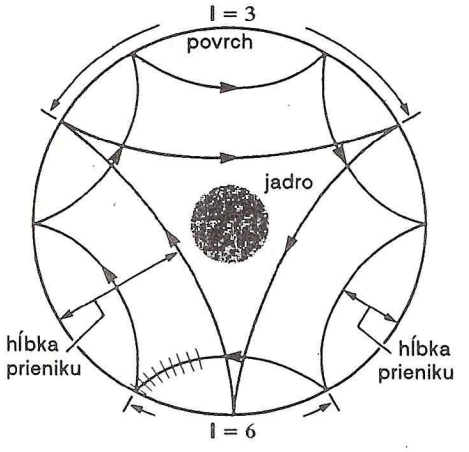
Fyzikálnou analógiou takýchto oscilácií na Zemi sa zvukové vlny šíria v zemskej atmosfére, pretože vzduch je tiež čiastočne stlačiteľný. Príkladom rezonančných módov zvukových vĺn sú napr. organové píšťaly. Ich ohraničené rozmery určujú tón i farbu zvuku podobne ako v prípade husľovej struny. Vznik rezonančných p-módov na Slnku je však o niečo zložitejší. V horizontálnom smere (na slnečnom povrchu a pod ním) sa p-módy tvoria inakšie ako vo vertikálnom smere.

Guľová plocha povrchu Slnka je uzavretá konštantnou dĺžkou obvodu. Vlna, ktorá sa šíri horizontálne, sa nakoniec vracia na miesto, kde vznikla. Pri ďalšom postupe interferuje, skladá sa, sama so sebou. "Horizontálna struna" na Slnku, na jeho povrchu i v jeho vnútri, nie je teda na rozdiel od husľovej struny ukotvená mechanicky, ale tým, že sa pohybuje vždy rovnakým smerom v tých istých miestach. Ak nie je obvod Slnka celočíselným násobkom vlnovej dĺžky vlnenia, amplitúda výslednej vlny sa zmenšuje: priebeh vlny sa rozkladá, vlnenie sa utlmuje. Zachovajú sa len tie vlnenia, ktoré uvedenej podmienke vyhovujú. To isté platí vo všetkých horizontálnych smeroch (aj v smere kolmom na predošlý).

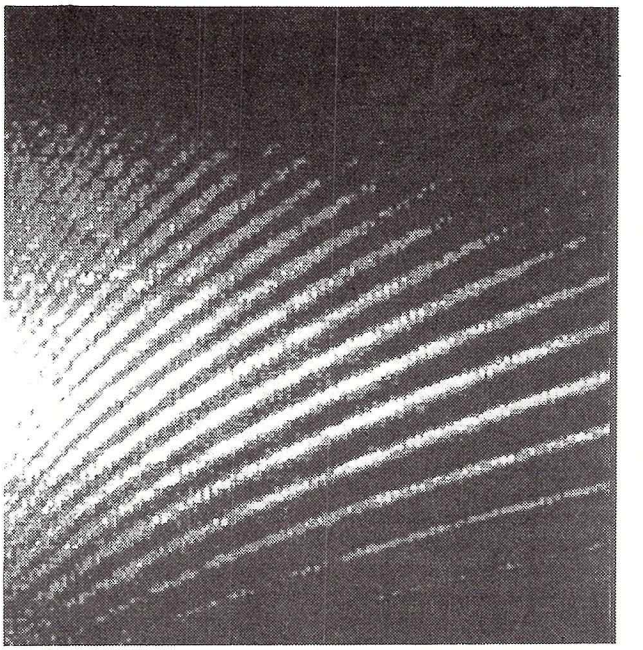
Odraz p-módov (uzavretie ich rezonátora) v radiálnom smere nespôsobujú geometrické, ale fyzikálne vlastnosti slnečného telesa. S postupom vlnenia do vnútra Slnka stúpa s narastajúcou teplotou i rýchlosť vlnenia, čo spôsobuje odklon čela vlnenia od radiálneho smeru a jeho návrat k povrchu. Názorným príkladom tohto javu je fatamorgána nad rozhorúčenou asfaltovou cestou v lete.

Vlastnosti plazmy sa s hĺbkou menia. To ovplyvňuje amplitúdu i vlnovú dĺžku vlnenia p-módov. (V tomto prípade však nejde o zmenu módu, pretože pri návrate vlnenia späť sa tieto charakteristiky zasa menia na pôvodné hodnoty.)

Pri povrchu Slnka sa oscilácie odrážajú späť do vnútra. Spôsobuje to prudký pokles hustoty slnečnej plazmy v miestach, ktoré pozorujeme ako zdanlivý povrch Slnka.



P-módy, tak ako seizmické vlny na Zemi, nešíria sa priamočiaro. Zmena fyzikálnych parametrov s hĺbkou zvyšuje rýchlosť šírenia vlnenia (zvukových vĺn), ktoré sa preto začína ohýbať smerom od stredu Slnka, až dosiahne horizontálny smer a pokračuje v ohybe smerom k povrchu, odkiaľ sa odrazí. Úsečky kolmé na smer šírenia znázorňujú plochy s konštantnou fázou, t.j. miesta, ktoré dosiahne vlnenie za rovnaké časové úseky. Všimnite si, že čím je vlna dlhšia, tým hlbšie do vnútra Slnka prenikne.



Slnečné kmity: dlhý rad radiálnych (dopplerovských) meraní na Slnku bol (pomocou Fourierovej transformácie) znázornený na tomto obrázku. Možno z neho odčítať závislosť kmitočtu (počtu kmitov za sekundu) od horizontálneho počtu vĺn (počtu kmitov na tisíc kilometrov). Počet vĺn sa obyčajne znázorňuje na vodorovnej osi, a to pomocou čísla l, ktoré udáva počet vlnových dĺžok po obvode Slnka. Kmitočet na zvislej osi je od 1,5 mHz (tisícin herzu) až po 5,7 mHz. Úzke svetelné hrebene prezrádzajú, v ktorých kmitočtoch a „vlnočtoch" je sústredená energia kmitov.

Jednotlivé módy oscilácií popisujú helioseizmológovia v zmysle Legendreových funkcií pomocou troch tzv. "kvantových" čísel (n, l, m). Tieto čísla priamo súvisia s vlnovou dĺžkou oscilácií v jednotlivých smeroch a určujú počet nepohyblivých miest (nezabudnime, že hovoríme o stojatých vlnách), ktoré mód v danom smere má. Číslo n udáva počet nepohyblivých bodov v radiálnom smere, číslo l v jednom z horizontálnych smerov.

Deubnerova definitíva

Výpočty (ešte pred dôkazom p-módov!) ukázali, že módy s rôznymi číslami n, l, m by mohli existovať na Slnku vo veľkom množstve. Ich periódy by sa pohybovali v okolí 300 sekúnd. Výsledkom týchto orientovaných teoretických výskumov (nasledovali vzápätí po prácach Ulricha a Leibachera so Steinom) bolo zistenie, že ak na Slnku existujú p-módy,

Slnečný stetoskop

Výsledkom astronomických pozorovaní sú vo väčšine prípadov závislosti jednej fyzikálnej veličiny (napr. jasnosti objektu) od inej (napr. času). Ich grafickým znázornením býva často zdanlivo chaotický, neperiodický priebeh skúmanej závislej veličiny. Úlohou astronómov je nájsť v tejto spleti údajov určitý systém, závislosť, a odhaliť zákonitosti priebehu skúmanej funkcie. Na takéto výpočty sa používa zložitý matematický aparát. V prípade hľadania periodicity sa využíva frekvenčná analýza, ktorej najčastejším aparátom je tzv. Fourierova transformácia. Výsledkom jej aplikácie je výkonové spekrum, t.j. periodogram, ktorý vyjadruje, ako veľmi a aké harmonické funkcie sú obsiahnuté v priebehu skúmanej funkcie, inak povedané, pomocou FT môžeme skúmanú závislosť vyjadriť ako súčet konečného počtu určitých funkcií sin(x) a cos(x). Takto môžeme napr. zo svetelnej krivky objektu vydolovať informáciu o perióde jeho rotácie či zo spektra vyčítať, aké fyzikálne podmienky na povrchu objektu panujú.

Každé astronomické pozorovanie má dve základné vlastnosti: diskrétnosť merania a ohraničenosť jeho intervalu.

Prvá vlastnosť vyjadruje skutočnosť, že medzi jednotlivými meraniami vždy existuje určitý konečný interval. Hodnota tohto kroku, nech by bol akokoľvek malý, určuje hraničnú frekvenciu FT danej závislosti – nemôžeme odhaliť mód s periodicitou kratšou, než je polovica najmenšieho časového intervalu medzi dvoma nezávislými pozorovaniami.

Druhou vlastnosťou môžeme opísať fakt, že každé meranie robíme len určitú dobu. Dĺžka intervalu, počas ktorého meranie prebiehalo, ovplyvňuje presnosť určenia frekvencie jednotlivých funkcií (módov) a určuje aj rozdiel (frekvenčný krok) medzi hodnotami jednotlivých získaných períód – minimálny rozdiel je prevrátená hodnota najdlhšieho časového intervalu.

Frekvenčná analýza sa samozrejme využíva aj pri skúmaní slnečných oscilácií. Mohli by sme povedať, že slúži astronómom ako akýsi stetoskop, pomocou ktorého počúvajú tep Slnka. Jednorozmerná frekvenčná analýza sa používa na určovanie pôvodného časového priebehu dopplerovských rýchlostí pohybu hmoty na povrchu Slnka. Dvojrozmerná analýza potom prevádza závislosť týchto rýchlostí od času a polohy a ich priebeh po povrchu Slnka na diagnostický diagram oscilácií slnečného povrchu.

Nevýhodou FT je, že produkuje falošné módy - vo výsledkoch sa objavujú frekvencie s výraznou amplitúdou, ktoré sú často produktom prirodzenej rotácie Zeme, striedania dňa a noci. Čiastkovú pomoc možno hľadať v matematickej predprípravе napozorovaných údajov (používa sa napr. metóda maximálnej entropie), k úplnej spokojnosti však táto cesta nevedie.

Pri pozorovaniach slnečných oscilácií by sme na získanie presnejších údajov potrebovali, aby nepretržité pozorovania trvali čo najdlhšie a aby sme pozorovali s čo najväčším rozlíšením. Prí-nosom by bolo sledovanie Slnka buď jedným prí-strojom počas polárneho dňa, alebo vybudovanie pozorovacej siete, v ktorej by si jednotlivé pracoviská rozmiestené po celej zemeguli podávali Slnko ako štafetový kolík. Nech však bude metodika získavania údajov o pohyboch na slnečnom povrchu akákoľvek, zostane frekvenčná analýza – napriek svojim nedostatkom – najlepším prostriedkom na skúmanie slnečných oscilácií. Pomocou tohto stetoskopu môžu astronómovia vypočuť, aké sú fyzikálne podmienky a procesy, ktoré panujú a prebiehajú v slnečnej hrudi.

- n+r -

musí byť hodnota ich časovej periódy závislá od druhej odmocniny priestorovej dĺžky vlny na slnečnom povrchu, teda vždy približne 300 sekúnd. Grafickým vyjadrením tejto závislosti je "diagnostický diagram" Slnka. Podobne ako elektrokardiografický záznam (EKG) snímа činnosť srdca, určuje DD pulzy periodických oscilácií Slnka. Na overenie predpovedanej "diagnózy" Slnka bolo potrebné vykonať pozorovania pohybov slnečného povrchu s dostatočnou uhlovou presnosťou na dostatočne veľkej ploche a s potrebným časovým rozlíšením v priebehu dostatočne dlhého časového intervalu. Meranie rýchlosti muselo byť, pravdaže, dostatočne presné. (Bližšie pozri článok **Slnečný stetoskop.**)

Nemecký astronóm F. L. Deubner (vtedy pracovník Frauenhoferovho ústavu vo Freiburgu) ako prvý splnil všetky podmienky tejto náročnej skúšky správnosti. Výsledky svojich pozorovaní publikoval roku 1975. Jeho pozorovania definitívne potvrdili existenciu p-módov slnečných oscilácií, čím sa pôvodne taká nepravdepodobná hypotéza Ulricha a Leibachera so Steinom potvrdila. (Dokázal, že Slnko má práve takú chorobu, aká bola predpovedaná. Diskusie o príčine chaotického pohybu slnečného povrchu sa definitívne skončili.)

V ďalších rokoch na viacerých observatóriách získali množstvo oveľa kvalitnejších pozorovaní oscilácií. Tentoraz už nešlo o ďalšie skúšky správnosti. Astronómovia sa iba usilovali čoraz presnejšie a detailnejšie zistiť zastúpenie narastajúceho počtu p-módov na Slnku a určiť ich parametre. Rozborom týchto pozorovaní sa podarilo doteraz identifikovať na Slnku viac ako 10 miliónov jednotlivých rezonančných p-módov oscilácií, ktorých periódy sa nachádzajú v intervale 4–11 minút s amplitúdami šírenia rádove 10 $cm.s^{-1}$. To je už dostatočný počet na to, aby skladanie pravidelných priebehov p-módov vytvorilo pozorovaný chaos pohybov na povrchu Slnka.

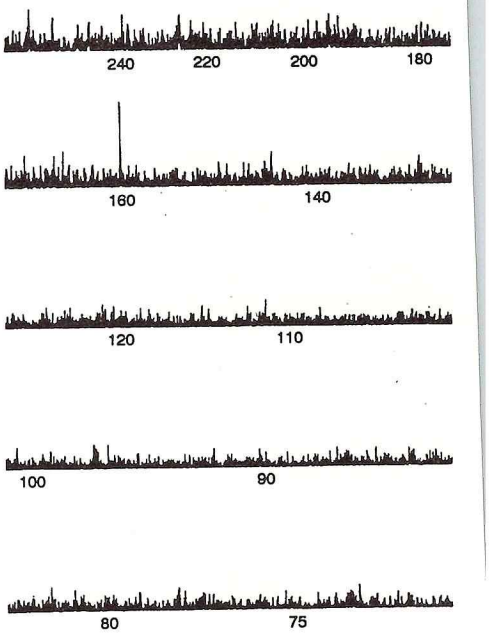
Táto „poľovačka" na p-módy však nebola samoúčelná. Porovnanie teoretických hodnôt parametrov jednotlivých módov s výsledkami pozorovaní oscilácií na povrchu Slnka umožnilo celkom spoľahlivo „cestovať do stredu Slnka". Slnečná plazma vo vnútri Slnka totiž ovplyvňuje šírenie oscilácií slnečným telesom do tej miery, že skryté procesy v hĺbke Slnka môžeme spoľahlivo odčítať z parametrov oscilácií viditeľných na slnečnom povrchu.

Šírenie slnečných oscilácií je ovplyvnené nielen fyzikálnymi podmienkami vo vnútri Slnka, ale i rotáciou slnečného telesa. Aj tento vplyv sa dá zistiť z veličín opisujúcich p-módy na slnečnom povrchu. Na určenie priebehu rotácie slnečného telesa v závislosti od hĺbky a heliografickej šírky bolo zameraných už viacero pozorovaní. (Princíp ovplyvnenia oscilácií rotáciou plazmy aj najnovšie výsledky určenia rotácie slnečného telesa sú detailnejšie opísané v článku **Ako rotuje Slnko?.**)

Okrem výpočtov rotácie pokúsili sa astronómovia-slniečkári určiť aj veľkosť magnetického poľa vo vnútri Slnka. Dnes sa za najpravdepodobnejšie považujú hodnoty 10^4 gaussov pre dno konvektívnej zóny a 10^7 gaussov pre centrum Slnka, no tieto údaje sú stále veľmi nespoľahlivé.

Teoretické práce zaoberajúce sa šírením p-módov slnečným telesom ukázali, že najhlbšie pod slnečný povrch prenikajú módy s najnižším kvantovým číslom l, t.j. s najväčšou priestorovou dĺžkou vlny na slnečnom povrchu.

Na základe jednoduchej úvahy sa dá ukázať, že takéto módy je možné zaznamenať aj v pozorovaniach dopplerovskej rýchlosti Slnka ako hviezdy, keď sa Slnko pozoruje ako bodový zdroj, hviezda, bez uhlového rozlíšenia na disku. Rok po Deubnerovom dôkaze existencie globálnych oscilácií slnečného telesa boli takéto oscilácie objavené. Výsledok priemerovania zložiek rýchlosti po celej privrátenej heliosfére vykazuje podobný nepravidelný priebeh rýchlosti ako jednotlivé časti povrchu Slnka, pozorované už roku 1961. Ako najvýznamnejšia perióda zistených oscilácií, ďaleko prevyšujúca ostatné, ukázala sa perióda približne 160 minút. Jej neočakávaná veľkosť a jedinečnosť viedla k intenzívnemu výskumu takýchto oscilácií (pozri článok **(Ne)slnečné 160-minútové oscilácie**).



Periodogram (výkonové spektrum) oscilácií Slnka ako hviezdy je grafom závislosti amplitúdy jednotlivých vlnení od ich frekvencie. Zloženie týchto vlnení je pôvodné skúmané vlnenie, ktoré môže mať i výrazne chaotický neperiodický priebeh, ako je to i v prípade slnečných oscilácií. Graf je vlastne jednorozmerným analógom diagnostického diagramu pre pozorovania Slnka ako bodového zdroja svetla a obsahuje len módy s $l \leq 3$. Uvedený graf je príkladom periodogramu v intervale period 70–270 minút. Perióda 160 minút je i na tomto grafe najvýraznejšia.

(Ne)slnečné 160-minútové oscilácie

Roku 1976, hneď po dôkaze globálnych oscilácií slnečného telesa, objavili sa súčasne dve zaujímavé správy: skupina akademika A. B. Severného (Krymské observatórium, ZSSR) a skupina profesorov J. R. Brookesa, G. R. Isaaka a H. B. van der Raaya (Univerzita v Birminghame, Veľká Británia) nezávisle od seba, rozdielnymi pozorovacími metódami, objavili oscilácie Slnka ako hviezdy (pozorovaného ako bodový zdroj svetla). Zistili, že dopplerovská rýchlosť Slnka (priemer zložky rýchlosti v smere k pozorovateľovi celej privrátenej heliosféry), ktorú ich prístroje zaznamenali, vykazuje podobný nepravidelný priebeh rýchlosti ako jednotlivé časti povrchu Slnka, pozorované už roku 1961.

Ako najvýznamnejšia perióda týchto zmien sa hneď ukázala hodnota 160,0±0,5 minúty s amplitúdou len 1–2 $m.s^{-1}$. To znamená, že okrem 5-minútových oscilácií (s výslednou amplitúdou okolo 1000 $m.s^{-1}$ a rozmerom menším ako 1/10 obvodu Slnka) robí slnečný povrch aj omnoho pomalšie a menej výrazné veľkoškálové pohyby.

Ihneď po zistení týchto oscilácií bol odhalený prekvapujúci fakt: hodnota periódy týchto oscilácií je "podozrivo" blízka 1/9 doby rotácie Zeme!

Úsilie astronómov na Krymskom observatóriu, na observatóriu na ostrove Tenerife (Kanárske ostrovy) a na Stanford Observatory (Kalifornia) sa preto zameralo na získanie dôkazu či definitívne vyvrátenie slnečného pôvodu 160-minútových oscilácií.

Prvé výsledky opakovaných meraní 160-minútových oscilácií (napokon, prebiehajú podnes) hovorili v prospech vnútroslnečného pôvodu týchto oscilácií. Teoretické výskumy však ukázali, že tieto oscilácie nemôžu byť ani rezonančnými p-módmi slnečných vlnení, ani výsledkom iného lineárneho mechanizmu skladania oscilácií. Vedci však navrhli veľa "menej pravdepodobných" hypotéz: oscilujúca čierna diera v strede Slnka, zmeny rýchlosti rotácie jadra Slnka či nelineárne (a teda zosilňujúce) pôsobenie jednotlivých módov medzi sebou.

Fyzikálne najpravdepodobnejším vysvetlením 160-minútových oscilácií sa však ukázal vplyv zemskej atmosféry na ňou prechádzajúce slnečné žiarenie. Atmosferická extinkcia – absorpcia a rozptyl svetla počas jeho prechodu zemskou atmosférou – závisí od výšky Slnka nad obzorom a od poveternostných podmienok. Každé ovplyvnenie meraných rýchlostí uvedenými pôsobeniami, ktoré majú periódu 24 hodín, potom v procese frekvenčnej analýzy vytvára "falošný" signál, čo znemožňuje jednoznačne rozhodnúť o slnečnom pôvode 160-minútových oscilácií.

Roku 1989 spomínaná skupina anglických astronómov a ich spolupracovníkov spracovala najnovšie pozorovania z observatória na Tenerife (z rokov 1980 až 1985). Z viac ako 600 dní pozorovaní, každý najmenej s 10 hodinami záznamu relatívnej rýchlosti Slnka ako hviezdy a činnosti pozorovacieho prístroja, sa im po dôkladnej redukcii podarilo dosiahnuť také rozlíšenie jednotlivých frekvencií, že jednoznačne určili hodnotu periódy problematickej oscilácie – P=160,00 minút, teda presne 1/9 dňa. Angličania však súčasne ukázali, že nižšia presnosť redukcie pôvodných dát by aj v tomto prípade viedla k zmene hodnoty periódy, ktorá by nebola rovná presne 1/9 dňa. O vedeckej cti autorov svedčí však to, že paušálne nevylúčili ani možnosť existencie 160-minútových slnečných oscilácií, ale veľmi presne formulujú tvrdenie, že podľa ich súčasnej analýzy takéto oscilácie v rokoch 1980–1985 zaznamenané neboli.

Väčšina slniečkárov, ktorí sa zaoberajú helioseizmológiou, sa dnes už prikláňa k názoru, že 160-minútové oscilácie "nevyrába" Slnko, ale že sú dôsledkom vplyvu zemskej atmosféry a metodiky výpočtu frekvencie oscilácií na napozorované údaje. No v prírodných vedách o pravdivosti či nepravdivosti hypotézy nerozhoduje mienka väčšiny, ale len jednoznačný dôkaz.

Každodenné pozorovanie dopplerovských pohybov Slnka ako hviezdy pre získanie potrebného množstva meraní na presné určenie oscilácií možno prirovnať k mnohým iným rutinným dlhodobým pozorovaniam, ktoré sa v minulosti i dnes vykonali a vykonávajú (napr. meranie polôh a pohybov hviezd). Hoci sa zdá, že neprinášajú nič nové (veď rovnakým spôsobom sa stále to isté meria desiatky rokov), veľakrát práve bez nich nie je postup astronomického poznania možný.

Hoci na prvý pohľad vyzerá záporný výsledok – neslnečný pôvod 160-minútových oscilácií – ako prehra či zbytočne premárnený čas, nie je to tak. V prípade astronomických pozorovaní platí, že záporný výsledok je takisto ako kladný poznatkom pozitívnym a že obidva môžu pri vytváraní našej predstavy o okolitom vesmíre poslúžiť rovnako dobre.

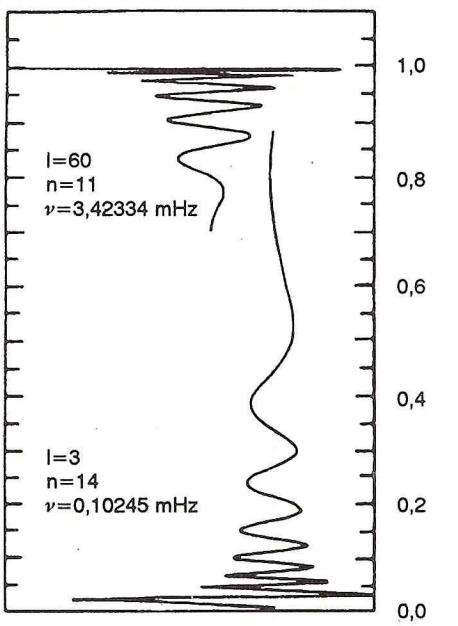
L. Neslušan, J. Rybák

G-módy (gravitačné)

Viac ako 25 rokov pozorovaní nepravidelných pulzácií Slnka ako hviezdy na viacerých svetových observatóriách nebolo zbytočním márnením času. Z týchto meraní sa po spracovaní získava periodogram (výkonové spektrum amplitúd) jednotlivých módov oscilácií v širokom pásme frekvencií, teda nielen v okolí periódy 160 minút. V periodograme by mali byť obsiahnuté aj údaje o rezonančných módoch vlnenia, ktoré by mali existovať v dôsledku pôsobenia iných fyzikálnych mechanizmov ako doteraz spomínané p-módy.

Týmto druhom vlnenia sa prejavujú oscilácie, ktoré nevyvoláva rozpínanie či zmršťovanie jednotlivých častí objemu Slnka (ako v prípade p-módov). Vznikajú pohybom týchto častí slnečného objemu ako relatívne stabilných celkov okolo ich stredných polôh.

Úlohu tlaku plazmy pri p-módoch tu vykonáva **vztlaková sila**, ktorá pôsobí na objem hmoty „ponorenej" v Slnku podľa známeho Archimedovho zákona. V rovnovážnom stave táto sila vyrovnáva účinky opačne pôsobiacej sily – **gravitácie** – pričom uvažovaný objem slnečnej plazmy sa nepohybuje. Ak sa pôsobením vonkajších síl táto rovnováha poruší (napr. objem sa vychýli z rovnovážnej polohy smerom k povrchu), môže nastať taký prípad, že vztlaková sila prestane pôsobiť, objem sa začne vracať do pôvodnej polohy (čiže klesá smerom k stredu Slnka). Vďaka zotrvačnosti však prejde rovnovážnou polohou, miestom, kde sa na začiatku nachádzal. Vykoná teda pohyb smerom do vnútra Slnka a za vhodných podmienok bude v tomto periodickom pohybe hore a dolu pokračovať, až kým pôsobenie okolitej plazmy pohyb neutlmí. Rezonančné módy takéhoto vlnenia boli nazvané **g-módmi** (g = gravitácia). V záujme úplnosti treba povedať, že povrchová vlna, ktorej analógiou je na Zemi vlnenie vodnej hladiny, sa zvykne špeciálne označovať ako **f-mód**.



Kvôli názornosti sme skombinovali do jedného obrázka krivky z dvoch grafov. Dlhšia krivka vyjadruje amplitúdu g-módu, ktorá (ako pri každom g-móde) sa zmenšuje pri šírení od stredu k povrchu Slnka, pričom jej vlnová dĺžka narastá. Konvektívna vrstva väčšinu g-módov utlmuje, takže na povrch preniknú (a dajú sa teda pozorovať) iba g-módy s nízkymi kvantovými číslami. Naopak, amplitúda p-módov (kratšia krivka smerujúca zhora dolu) sa smerom od povrchu do stredu Slnka zmenšuje. Hĺbka útlmu (dĺžka rezonátora módu) je tým menšia, čím je kvantové číslo l menšie. Inak povedané, hĺbka útlmu jednotlivých módov závisí od vlnenia na povrchu Slnka. Čím je vlnenie intenzívnejšie, tým hlbšie do slnečnej hmoty p-mód prenikne. Čísla pri zvislej osi vyjadrujú zlomky slnečného polomeru, dolu je teda stred a hore povrch Slnka.

Ako rotuje Slnko?

Na šírenie oscilácií plazmy slnečným vnútrom vplývajú nielen fyzikálne podmienky vo vnútri Slnka, ale aj rotácia slnečného telesa. Ak sa vlnenie vo vnútri Slnka šíri v smere slnečnej rotácie, rýchlosť vlny a rýchlosť rotácie slnečnej plazmy sa skladaním sčítavajú, a naopak: ak sa vlna šíri proti rotácii, výsledkom skladania týchto rýchlostí je ich rozdiel. Vzhľadom na to, že vzdialenosť, po ktorej sa obe vlnenia dostávajú do pôvodných miest, je v oboch prípadoch rovnaká, periódy týchto vlnení, ktoré pôsobením rotácie vytvoria rezonančné módy, budú sa líšiť iba nepatrne od pôvodnej hodnoty bez rotácie. Tento veľký rozdiel súvisí práve s veľkosťou rýchlosti rotácie slnečného telesa v uvažovanej hĺbke pod jeho povrchom. Len takéto módy so zmenenou periódou môžu na Slnku dlhodobo existovať a pri dostatočne presnom pozorovaní je možné zistiť aj tieto dve veľmi blízke hodnoty periódy a z nich určiť rýchlosť rotácie slnečnej plazmy v danom mieste.

Jednotlivé p-módy prenikajú pod povrch Slnka do rôznych hĺbok v závislosti od kvantového čísla n. Plazma tam môže rotovať rôznou uhlovou rýchlosťou, a tak „rozštiepenie" pôvodnej periódy p-módov na dve blízke periódy na povrchu Slnka je poznamenané vplyvom rotácie všetkých vrstiev plazmy, ktorými sa daný mód šíri. Vzájomným porovnaním rotačných rozštiepení periód jednotlivých módov je možné určiť, aký je priebeh rotácie od povrchu do vnútra slnečného telesa pre všetky heliografické šírky.

Doteraz najpresnejšie určenie priebehu rotácie Slnka s hĺbkou a heliografickou šírkou sa dosiahlo na základe špeciálnych helioseizmologických pozorovaní rýchlosti povrchu celého slnečného disku. Na observatóriu Big Bear (štát Kalifornia, USA) použili na pozorovanie reflektor s priemerom objektívu len 2,5 cm a ohniskovou vzdialenosťou 1 meter. K ďalekohľadu bol však pripojený interferenčný filter s polarizátorom, umožňujúci pozorovať len v úzkom reze (0,025 nm) striedavo v jednom a druhom krídle absorpčnej čiary vápnika Ca 643,9 nanometrov. CCD kamera potom zaznamenávala jasnosť obrazu slnečného disku v oboch krídlach spektrálnej čiary a počítač odčítavaním takýchto meraní získal informáciu o dopplerovskom posune tejto spektrálnej čiary. Výsledkom merania bolo zistenie pohybov povrchu Slnka s presnosťou 40 $m.s^{-1}$ raz za minútu s uhlovým rozlíšením asi 10 oblúkových sekúnd. Na ďalšie spracovanie použili „iba" 60 tisíc takýchto meraní, pokrývajúcich 100 dní pozorovaní. K. G. Libbrecht a H. Zirin potom určili relatívne zastúpenie jednotlivch p-módov oscilácií v intervale 6—27 čísla n a 5—20 čísla l, ako aj ich ovplyvnenie rotáciou slnečného telesa. Ich údaje spracovali dve nezávislé skupiny astronómov, ktoré sa pokúsili pri rovnakých okrajových podmienkach určiť priebeh slnečnej rotácie úplne nezávislými postupmi. Ich výsledky priniesli prekvapujúce zistenie: do určitej hĺbky pod povrchom Slnka (0,15 slnečného polomeru), v podstatnej časti konvektívnej zóny, je uhlová rýchlosť rotácie plazmy približne rovnaká, a preto sa jednotlivé hĺbkové vrstvy voči sebe navzájom skoro nepohybujú. Uvedené výpočty však nepomohli určiť priebeh rotácie až do stredu Slnka, pretože v jeho centre sa už merané p-módy nešíria. Je pochopiteľné, že tieto módy môžu poskytnúť informácie len o tých oblastiach, ktorými sa šíria.

Rotácia slnečného vnútra je dnes, spolu s konvekciou a magnetickým poľom, považovaná za príčinu premenlivej a rôznorodej aktivity slnečného povrchu, a preto jej poznanie je pre overenie a rozvoj teórií pôvodu tejto aktivity rozhodujúce.

Rotácia zároveň úzko súvisí s rotačným momentom Slnka. Jeho súčasná hodnota umožňuje overiť naše súčasné predstavy o rotácii Slnka a jeho vzniku z protoslnečnej hmloviny.

Na dostatočne presné a od apriórnych predpokladov nezávislé určenie rotácie Slnka až do jeho stredu budú potrebné omnoho presnejšie a dlhšie merania oscilácií slnečného povrchu, najmä p-módov s nízkym kvantovým číslom l, čo si vyžiada iste nemálo námahy a prostriedkov. I doterajšie výsledky ukázali však mnoho nového a nečakaného a značne poopravili naše predchádzajúce poznatky. **- n&r -**

Hoci sa tu stretáme s vlnením, ktoré vyvoláva gravitácia, nemá toto vlnenie nič spoločné s tzv. gravitačnými vlnami, ktoré predpokladá všeobecná teória relativity. V angličtine sa obidva javy rozlišujú pojmami "gravity wave" a "gravitational wave". V slovenčine sa, žiaľ, pre obidva fyzikálne javy ujal rovnaký termín.

Slnečné brehy

V pozemských podmienkach sú analógiou slnečných g-módov (hoci len dvojrozmernou) práve povrchové vlny na vodnej hladine. Aj tu totiž vonkajšie pôsobenie spôsobuje striedavý pohyb vody nad a pod pôvodnú (pokojnú) hladinu, ktorý sa viackrát opakuje. Na Slnku úlohu brehov, ktoré odrážajú takéto vlnenie (keďže "pevná" hmota na ňom nie je), zohrávajú tie miesta, kde slnečná hmota vykonáva ustálené, a nie periodické prúdenie. Konvekcia – ustálené prúdenie v podpovrchových vrstvách Slnka – znemožňuje aktívne šírenie g-módov a tak ich utlmuje.

Konvekcia a vlnenie spôsobujúce g-módy sú teoreticky dva navzájom sa vylučujúce javy. G-módy existujú tam, kde fyzikálne podmienky umožňujú (vždy) opakovaný pohyb okolo rovnovážnej polohy. Konvekcia však vzniká vtedy, keď po vychýlení z rovnovážnej polohy vztlaková sila tlačiaca objemový element k povrchu Slnka prevládne nad gravitáciou. Preto tento objemový element bude stúpať stále smerom nahor (ako mlieko pri zohrievaní ešte pred dosiahnutím varu).

Teoretici dokázali, že perióda g-módov by sa mala pohybovať od 30 do 200 minút. Módy by mali dosahovať vysokú rýchlosť šírenia, najmä v centrálnych oblastiach Slnka pod konvektívnou zónou. Napriek konvekcii v podpovrchových vrstvách by predsa len mali prenikať cez túto bariéru na povrch Slnka a ovplyvňovať jeho pohyby. Konvektívna zóna ich však výrazne oslabí: amplitúda g módov by nemala byť nikdy väčšia ako 1 $m . s^{-1}$.

G-módy sa pozorujú oveľa ťažšie ako p-módy. Oproti amplitúde okolo 1000 $m.s^{-1}$ a perióde 5 minút p-módov sa očakáva, že pri pozorovaní g-módov bude potrebné merať pohyby s amplitúdou rýchlosti len okolo 20 $cm.s^{-1}$ a s periódou desiatok minút. Vyžaduje to omnoho presnejšie merania, veď vychýlenie povrchu, spôsobené g-módmi, by malo byť len zhruba 300 metrov. Priemer Slnka je však miliónnásobne väčší! Napriek vysokej citlivosti meraní rýchlosti pomocou dopplerovského posunu spektrálnych čiar je meranie takýchto pohybov súčasne s pohybmi spôsobovanými inými slnečnými osciláciami i vzájomným pohybom Slnka a pozorovateľa veľmi náročné a na hranici dneš-

ných možností. Navyše je potrebné takéto pohyby pozorovať veľmi dlho a dostatočne rýchlo, aby sa dosiahlo potrebné rozlíšenie v dostatočne širokom rozsahu frekvencií (periód) oscilácií. G-módy je ľahšie nájsť pri pozorovaní Slnka ako hviezdy, pretože p-módy oscilácií s kvantovým číslom $l \leq 3$ sú v takomto prípade spriemerované a nezaznamenávame ich, čo znižuje úroveň pohybov, ktoré nás v tomto prípade nezaujímajú.

Spomínané problémy viedli k vyvinutiu nových prístrojov, na rozdiel od magnetografov určených špeciálne len na merania slnečných oscilácií. Sú to najmä rezonančno-rozptylové spektrometre, ktorých princíp je pomerne jednoduchý: slnečné svetlo prechádza bankou naplnenou napr. parami draslíka, ktoré sú v takých fyzikálnych podmienkach, že rozptyľujú do okolitých smerov len úzky interval vlnových dĺžok v okolí jednej absorpčnej čiary draslíka. Vplyvom magnetického poľa môžeme toto pásmo priepustnosti pár posúvať do oboch krídiel slnečnej spektrálnej čiary, čo umožňuje zaznamenávať buď svetlo z miest na povrchu Slnka k nám sa približujúcich, alebo z miest od nás sa vzďaľujúcich. Takýmito prístrojmi sa pohyby slnečného povrchu zaznamenávajú na viacerých observatóriách už niekoľko rokov. Prvý takýto prístroj uviedli do prevádzky anglickí astronómovia z univerzity v Birminghame na observatóriu na Tenerife už roku 1974 (pozri **Ako rotuje Slnko?**).

Napriek veľkému množstvu napozorovaných údajov a ich dôkladnej redukcii a analýze nie sú doterajšie výsledky pozorovaní g-módov jednoznačné. Prvé zverejnené hodnoty periód a amplitúd predpokladaných g-módov sa pohybovali v okolí 34–41 minút, resp. 10 $cm.s^{-1}$. Pri opakovaných pozorovaniach inými prístrojmi v iných časových úsekoch sa však ukázal priveľký rozptyl týchto hodnôt. Navyše, posledné výsledky z doteraz najväčšieho použitého množstva údajov (1355 dní v rokoch 1984–1987), získaných pomocou rezonančno-rozptylového spektrometra na Tenerife, neukázali v intervale periód 20–200 minút nijaké oscilácie s amplitúdou väčšou ako 4 centimetre za sekundu. Tento poznatok potvrdili i pozorovania, ktoré počas letu sondy Fobos 2 k Marsu vykonal prístroj IHRIP, merajúci oscilácie Slnka ako hviezdy v priebehu 160 dní (metodika pozorovania bola v tomto prípade úplne iná ako pri prístroji na Tenerife).

Cieľ snaženia mnohých astronómov (technikov) – zaznamenať g-módy a získať tak informácie o strede Slnka – sa teda napriek enormnému úsiliu všetkých zainteresovaných zdá v nedohľadne. Aj preto si nielen laici, ale už aj sponzori vedy čoraz častejšie kladú otázku:

Dá sa preniknúť do stredu Slnka?

Odpoveď astronómov je jednoduchá – stačí zvýšiť presnosť údajov získaných o amplitúde a frekvenciách rezonančných módov, ktorých pohyby vykonávajú pozorované miesta na slnečnom povrchu. Znamená to zdokonaliť meranie posunu spektrálnych čiar v slnečnom spektre, zvýšiť frekvenciu jednotlivých pozorovaní, predĺžiť interval pozorovania, preklenúť problém nesúvislého radu pozorovaní, spôsobený striedaním dňa a noci a nepriaznivým počasím, a odstrániť vplyv zemskej atmosféry na pozorovania. Pokrok aspoň v jednom z uvedených smerov by už znamenal spresnenie výsledkov. Najväčším negatívnym výsledkom sa dnes zdá práve problém nesúvislého radu pozorovaní, ak sa pozoruje z jedného (nanajvýš dvoch) miest tak ako doteraz. Ako sa dajú problémy, súvisiace s týmto stavom prekonať, to sa dozviete z článkov **Nové projekty helioseizmológie a Akými tónmi znie Slnko?** v budúcom čísle nášho časopisu.

Nové poznatky o súčasnom stave slnečného vnútra určite prinesú zmeny aj v modeloch Slnka, čo by malo ovplyvniť aj modely všetkých ostatných typov hviezd. To môže mať hádam vplyv i na naše poznatky o škále vzdialeností vo vesmíre, ktorú pre bližšie objekty odvodzujeme práve zo správania premenných hviezd typu RR Lyrae a TT Tauri. Helioseizmológia teda v mnohom môže ovplyvniť aj naše kozmologické predstavy o vesmíre.

Helioseizmológia podnietila i vznik ďalšej vednej disciplíny, astroseizmológie, ktorá skúma oscilácie blízkych hviezd. Analógy 5-minútových oscilácií sa už s vysokou pravdepodobnosťou zaznamenali na hviezdach HR 1217, Alfa Centauri A a Epsilon Eridani. Bohaté spektrá oscilácií sa pozorovali u bielych trpaslíkov.

Dôležitým výsledkom helioseizmológie by mohol byť dopad jej nových poznatkov na fyziku elementárnych častíc a jadrovú fyziku. Tu môže Slnko poslúžiť ako astrofyzikálne laboratórium, aké nie sme schopní v pozemských podmienkach experimentálne vytvoriť. Môže potvrdiť či vyvrátiť hypotézu o prípadnej nenulovej hmotnosti neutrín či priniesť nové poznatky o priebehu jadrovej syntézy ľahkých prvkov, čo by pre dnešnú jadrovú fyziku bolo prínosom iste nemalým.

Detailné skúmanie našej hviezdy v nijakom prípade nie je samoúčelné. Pravda, „bez práce nie sú koláče". Ani v astronómii.

Annie Dillardová

Úplné zatmenie Slnka

Nastalo bez otáľania. Čudné, že sa taká verejná udalosť, ktorej sa robila toľká reklama, začína bez štartovacej pištole, bez ouvertúry, bez uvádzajúceho rečníka... Kus Slnka zmizol bez nadýchnutia, bez prípravy, potichu – ako po obežnej dráhe. Hľadeli sme naň zváračskými okuliarmi. Kus Slnka chýbal, na jeho mieste sme videli prázdnu oblohu...

Modrosť oblohy tmavla, ale tma nebola. Slnko vyzeralo ako riadny kosák, ako dielik mandarínky. Vietor – náhle chladnejší – fúkal na kopci ďalej. Za cestou, smerom k východu však stemnel a jeho kontúry sa stali ostrejšími. Mestá a sady v južnom údolí sa strácali v modravom svetle. Len na úzkej riečke sa ešte mihotalo Slnko. Na západe obloha tmavla do atramentovomodrej – takú farbu som nikdy nevidela. Tmavá obloha farbu obyčajne stráca – lenže toto bola sýta atramentová farba...

Kus oblohy vedľa kosáčika Slnka sa začal odeľovať. Bol to uvoľnený kruh večernej oblohy, náhle osvetlený zozadu. Bolo to odtrhnuté čierne teleso odnikadiaľ, plochý kotúč siahajúci takmer až cez Slnko. Vtedy sa ozvali výkriky. Ten kotúč oblohy náhle skĺzol na Slnko ako uzáver, ako veko. Obloha zaklapla cez Slnko ako kryt objektívu. V mozgu to cvaklo. Zrazu bola tmavá noc na zemi i na nebi. Na nočnej oblohe svietil iba prstienok svetla. Diera pre Slnko je nesmierne malá... Svet zmizol.

Fotografie úplného zatmenia Slnka poznáte. Sama koróna. Všetky tie snímky boli robené cez ďalekohľad. Objektívy ďalekohľadov a fotografických prístrojov nemôžu zachytiť šírku a rozsah zorného poľa o nič viac, ako jazyk zachytáva šírku a vrstvovitosť vnútornej skúsenosti. Objektívy zväčšujú, neobsiahnu však kontext a uzatvárajú príťažlivý a jasný obrázok – ako na vianočnej pohľadnici... V časopisoch sa môžu objaviť fotografie objektov oveľa pôsobivejších, ako je slnečná koróna. Ale tvrdím, že na oblohe nemôžete zazrieť nič hrozivejšie.

Ten krúžok svetla bol zaujímavý a veľmi pekný, tackavo sa pohyboval a nemal s ničím nič spoločné. Slnko bolo primalé, prichladné a priďaleké na to, aby udržalo svet pri živote. Ten biely prstenec nestačil. Bol chabý a nebol na nič. Bol nanič ako mimovoľná pamäť, aj taký dutý a úbohý ako ona. Vo svetle tohto bieleho prstenca a v tej sýtej temnote vyzerala Zem aj obloha asi tak, ako to zrejme vyzerá v pamäti ľahostajných mŕtvych.

....Akýsi študent v modrej bunde, cez plece Hasselblada, nám povedal: „Videli ste ten biely krúžok? Vyzeral ako záchranný pás. Bol to záchranný pás na oblohe." Naozaj – ten chlapec to vystihol... Chopila som ten záchranný pás, a poďho k hladine. A musela som sa smiať. Stratila som reč na rieke Eufrat, bola som po smrti, odišla som so žiaľom, a to všetko z pohľadu na čosi, čo naozaj vyzeralo celkom ako záchranný pás – ak sa dokážete vyšplhať k takémuto hľadisku. Bolo skvelé byť nazad medzi ľuďmi a toto všetko vedieť, bolo výborné mať k dispozícii všetky slová sveta, takže mozog mohol začať plniť svoju úlohu.

Najstrašnejšie na tom bolo to jačanie. (Potom som sa dočítala, že jačanie spolu s hystériou je bežná reakcia aj na očakávané úplné zatmenie.) Keď sa čierne teleso Mesiaca odpútalo od oblohy a prevalilo cez Slnko, začali ľudia na všetkých kopcoch, mňa zrejme nevynímajúc, zrazu jačať. V tom okamihu sa dialo ešte aj čosi iné. A to bola podľa mňa hlavná príčina nášho jačania.

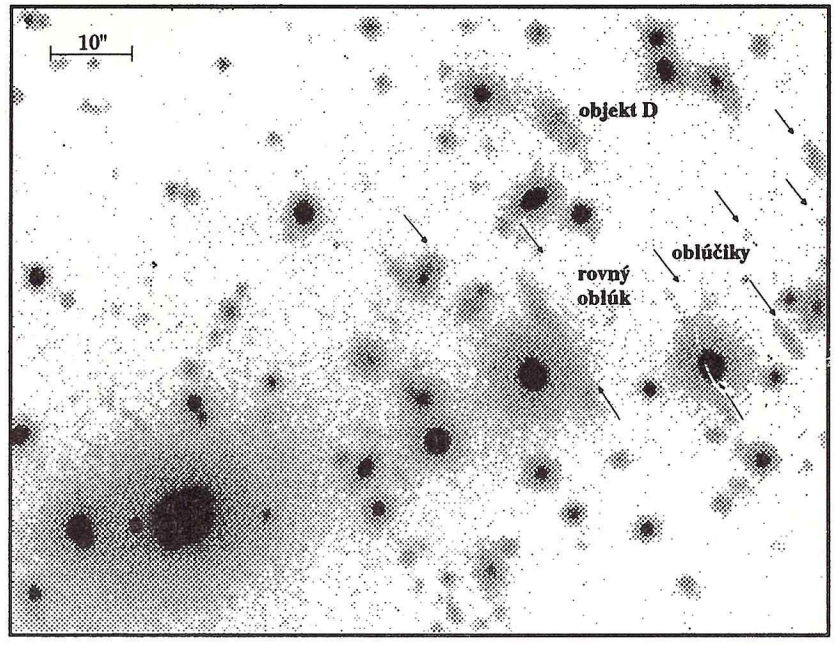
Sekundu predtým, ako Slnko zmizlo, sme videli, ako sa na nás valí stena temného tieňa. Sotva sme ju zazreli, už nás dohnala, ako búrka. Zaplnila celú dolinu. Udrela do nášho kopca a zrazila nás k zemi. Bol to obludný svižný kužeľový tieň Mesiaca. Potom som sa dočítala, že taká vlna tieňa sa pohybuje rýchlosťou 1800 míľ za hodinu. Ak to vyslovíme – 1800 míľ za hodinu – nič si ešte nepredstavíme. Tieň siahal 195 míľ ďaleko. Koniec sme nedovideli – videli sme iba okraj. Valil sa na nás po zemi rýchlosťou 1800 míľ za hodinu a za ním sa ťahala temnota ako mor. Keď to človek videl a vedel, že sa to rúti priamo na neho, mal pocit, akoby mu do ruky vpichli dávku anestetika. Ak myslíte veľmi rýchlo, máte čas nanajvýš pomyslieť si: „Onedlho sa mi to dostane do mozgu." Cítite, ako sa vám ruka postupne umŕtvuje, vnímate desivý, neľudský zhon vlastnej krvi. Videli sme, ako sa stena blíži, a prv, ako nás zasiahla, vykríkli sme od hrôzy.

Bol to vesmír, o ktorom sme toľko čítali a ktorý sme nikdy predtým nepocítili – vesmír ako stroj nespútaných sfér, rútiacich sa ohromujúcou, neprístupnou rýchlosťou. Ako je možné, že v takej rýchlosti sa dačo nezrazí, že nevybočí z obežného ošiaľu ako voz, ktorý prestal poslúchať?

Po necelých dvoch minútach, keď sa Slnko opäť vynorilo, pretiahnutý okraj tieňového kužeľa odplával zasa náhle preč. Zošuchol sa po úbočí kopca a rútil sa k plání na východe rýchlejšie, než si oko dokáže predstaviť, skĺzol po rovine a v okamihu sa prepadol cez lem planéty. Pohltil nás a teraz odhrmel. Sliepňali sme do svetla. Bolo to, akoby obrovský klusajúci boh na oblohe natiahol ruku a strelil Zemi facku.

(Krátené: podľa prekladu D. Knittlovej)

ZÁHADNÝ „rovný oblúk"

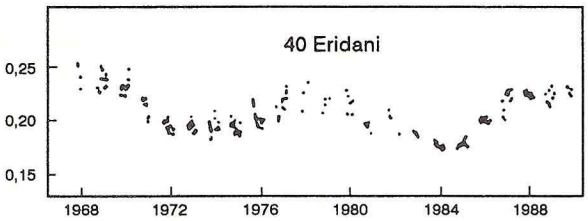


Hľadanie a štúdium gravitačných šošoviek (pozri Kozmos 1991/3) stáva sa jednou z najhorúcejších oblastí astronómie. V albume nových objavov sme prednedávnom zaznamenali ďalší prírastok: „oblúk bez zaoblenia"! Španiel Roser Pello spolu so štyrmi ďalšími kolegami z barcelonskej univerzity skúmal bohatú kopu galaxií Abell 2390. Ani sa príliš nečudovali, keď pri podrobnom štúdiu exponovaného obrazu objavili niekoľko jemných oblúčikov (45-minútovú CCD-snímku v červenom svetle urobili na 3,6-metrovom kanadsko-francúzskom teleskope na Havajských ostrovoch). Oblúčiky (pozri obrázok) sa nachádzajú v pravej časti exponovaného poľa.

Medzi týmito (v podstate normálnymi) oblúčikmi našli však hvezdári nepochopiteľný „rovný oblúk". Abell 2390 má červený posun 0,231, skúmaná kopa je teda od nás vzdialená 2 až 3 miliardy svetelných rokov. Záhadný „rovný oblúk" je sotva viditeľný objekt 22. magnitúdy, takže len veľmi ťažko sa podarilo zistiť jeho červený posun — 0,913. Z toho vyplýva, že objekt, ktorý sa vďaka gravitačnej šošovke Abell 2390 premietol do nášho sveta, je ešte dva až trikrát ďalej. Spektrum naznačuje, že ide najskôr o celkom obyčajnú špirálovú galaxiu. Predĺžený a netypický, nelogicky rovný odtlačok tohto objektu je pravdepodobne „výrobkom" gravitačného poľa kopy galaxií, v ktorom sa svetlo vzdialenej galaxie láme, akoby išlo o svetelné efekty v labyrinte krivých zrkadiel.

Pello a spol. vyrátali, že kopa galaxií Abell 2390 musí mať hmotnosť 150—250 biliónkrát prevyšujúcu hmotnosť Slnka, čo je najmenej tisíckrát viac ako hmotnosť Mliečnej cesty. Hvezdári sa pokúsili vytvoriť také modely rozmiestenia hmoty v kope galaxií, ktoré by mohli viesť k „narovnaniu" oblúka. Ich úsilie nebolo veľmi vydarené: dva z modelov predpokladajú obrovské masy hmoty na takých miestach v kope, ktoré na obrázkoch zívajú prázdnotou. Dosť pravdepodobne vyznieva predpoklad, že „narovnávací efekt" by mohla spôsobovať ďalšia kopa galaxií, ležiaca ďaleko za kopou Abell 2390 a príliš slabá na to, aby sme ju mohli pozorovať. Išlo by teda o dvojitú gravitačnú šošovku. Zaujímavejšia (a podľa posudzovateľov i pravdepodobnejšia) hypotéza však predpokladá, že tmavá hmota v kope galaxií je rozmiestená inak ako hmota viditeľná. Do jej — zatiaľ neveľmi spoľahlivého — mapovania sa však môžeme pustiť práve vďaka bizarnému výtvoru jej gravitačnej šošovky.

Sky&Telescope 10/91
- ind -



Z obrázka je zrejmé, že hviezda 40 Eridani má pravidelný 11-ročný cyklus škvŕn, rovnaký ako naše Slnko. Na zvislej osi je vyznačený priemerný magnetizmus na povrchu hviezdy, na vodorovnej sú roky.

Škvrny na 40 Eridani

Vyše sto hviezd podobných Slnku študujú už 25 rokov hvezdári na Mount Wilson Observatory v USA. Celé štvrťstoročie monitorujú magnetickú aktivitu na povrchu hviezd solárneho typu, aby lepšie pochopili vývoj magnetizmu na našom Slnku. **HK projekt** dostal meno podľa fialových H a K spektrálnych čiar vápnika, ktoré sú citlivým indikátorom stelárneho magnetizmu. Vedci sa okrem iného pokúšajú odvodiť z priemernej úrovne magnetickej aktivity približný vek hviezd. Hviezda 40 Eridani, o ktorej je reč, má približne 4 miliardy rokov, asi toľko ako naše Slnko. A práve na tejto hviezde vďaka dlhodobému monitoringu objavili hvezdári 11-ročný magnetický cyklus, ktorý, presne tak ako na Slnku, prejavuje sa periodicky kolíšucim výskytom eridanských škvŕn, podľa všetkého veľmi podobných škvrnám, aké sa tvoria na Slnku. Potvrdzuje sa, že dlhodobé projekty sú jednou z najproduktívnejších oblastí astronómie.

S&T 7/1991 - en -

V711 Tauri: rekordný výtrysk

Práve v čase, keď mimoriadne aktívne Slnko „vypľúvalo" do okolitého priestoru obrovské ohnivé fontány (výtrysky, jety), sme zistili, že pri porovnaní s niektorými inými hviezdami je náš Helios pomerne dobre vychovaná hviezda. V711 Tauri, hviezda 6. magnitúdy, vyvrhla nedávno do priestoru stomiliónkrát viac energie, ako sa uvoľňuje pri priemerných hviezdnych výtryskoch vo viditeľnom svetle. Tento výtrysk, zaznamenaný nezávisle dvoma americkými hvezdármi, je bezpochyby najväčší svojho druhu.

V711 Tauri je polopravidelná premenná pulzujúca hviezda. Tvorí ju dvojica žltých podobrov typu G5 a K1, obiehajúcich sa navzájom po tesnej obežnej dráhe. Doba obehu predstavuje 2,8 dňa. Väčší a chladnejší objekt vykazuje intenzívnu aktivitu na povrchu, prejavujúcu sa i obrovskými výtryskmi. Spôsobuje ju bezpochyby prílivový efekt vyvolaný druhým telesom, ktoré obieha rovnako rýchlo, ako sa nepokojné, rýchlo rotujúce väčšie slnko otočí okolo svojej osi. Rýchlou rotáciou vzniká dynamový efekt, indukujúci silné magnetické pole, ktoré, ako je známe, je materničou najrozličnejších viditeľných prejavov slnečnej/hviezdnej aktivity.

Rekordný výtrysk trval 6-7 hodín. Vyvrhnutá hmota prekryla vyše 8% viditeľnej plochy sesterskej hviezdy, pričom svietila desaťkrát jasnejšie ako Slnko. Svietivosť sa v tom čase zvýšila o 0,7 magnitúdy v modrom svetle. Po doznení výtrysku ešte dlho svietila premenná hviezda o 3% jasnejšie ako obyčajne a do normálu sa vrátila až po troch mesiacoch. Tento jav bol zrejme spôsobený vyhasínaním horúcej škvrny na povrchu hviezdy.

Výtrysk sa objavil v decembri 1989. Zaznamenal ho jeden z automatických fotoelektrických teleskopov na Mount Hopkins Observatory v Arizone. Obsluhujúci astronóm Gregory Henry sa sprvoti nazdával, že sa na ďalekohľade objavila porucha, a objednal opravára. Až keď sa neskôr dozvedel, že podobnú „poruchu" zaznamenali aj čínski pozorovatelia (o 12 hodín skôr bola o niečo menšia), preveril všetky údaje a zistil, že to, čo pokladal za následok poruchy, je jeho životný astronomický objav.

Sky&Telescope 10/1991
- pafu -

Najvzdialenejšia kozmická fatamorgána, alebo...?

Pozorovatelia na La Silla nedávno zistili, že extrémne vzdialený kvazar, známy ako Q1208+1011, je **zdvojený**. Teleskopy s vysokou rozlišovacou schopnosťou odhalili kvazar dvojča tesne vedľa prvého objektu.

Od počiatku nik nepochyboval, že „kvazarové dvojčence" sú zdanlivými obrazmi oveľa vzdialenejšieho objektu, ktorý priblížila a zdvojila gravitačná šošovka. Opatrnejší analytici vzácneho úlovku pripomenuli, že nemožno vylúčiť ani možnosť, že vidíme dva reálne kvazary, ležiace tesne blízko seba. Čoraz skúsenejší odborníci na gravitačné šošovky však usúdili, že tieto prírodné teleskopy môžu svetlo kvazarov i koncentrovať a zosilňovať, čo by mohlo vysvetliť „absurdnú" svietivosť viacerých kvázistelárnych objektov.

Medzinárodný tím astronómov (Surdej, Gosset, Hursemékers, Magain, Remy, Swings, van Drom, Djorgovski a množstvo ďalších špecialistov na gravitačné šošovky) sa preto zameral na najjasnejšie kvazary. Vedci predpokladali, že ak svetlo týchto kvazarov naozaj zosilnila gravitačná šošovka, musí sa tento efekt pri podrobnejšom pozorovaní prezradiť dvojitými, prípadne viacnásobnými zdanlivými obrazmi.

Jasnejší ako sto biliónov slnk?

Q1208+1011 leží v severovýchodnom kúte súhvezdia Panny. Tento objekt 12,5 magnitúdy objavili pred piatimi rokmi: v tom čase to bol najvzdialenejší zo známych objektov vo vesmíre. Z hodnoty červeného posunu (z=3,8) hvezdári odvodili, že leží vo vzdialenosti 16 miliárd svetelných rokov (ak je vesmír naozaj starý len 20 miliárd rokov), pričom jeho jasnosť dosahuje jasnosť stovky biliónov slnk!

Táto hodnota prezrádza neuveriteľnú produkciu energie. Predstavme si, že by každú sekundu vybuchlo 100 000 000 000 000 000 000 000 megatonových vodíkových bômb, alebo že by sa každých 14 sekúnd hmota našej Zeme premieňala na čistú energiu. Takýto absurdný výkon má Q1208+1011 a zdá sa, že ozrutným dynamom by mohla byť iba masívna čierna diera v centre kvazaru.

Objavitelia mali podozrenie, že práve v tomto prípade neznáma gravitačná šošovka svetlo vzdialeného objektu zosilňuje. Spolu so 150 ďalšími „podozrivými" kvazarmi zaradili Q1208+1011 na samý vrch pozorovacej listiny. Keď teleskopy ESO s vysokou rozlišovacou schopnosťou všetky vytypované kvazary preverili, zistili, že 5 z nich má určite jedného alebo i viac zdanlivých súrodencov, pričom najmenej štrnásť ďalších by ich tiež mohlo mať. Vo vesmíre je teda oveľa viac gravitačných šošoviek, ako sme sa ešte nedávno nazdávali.

Prvý obraz Q1208+1011 získali na La Silla v apríli 1987, ale až o štyri roky neskoršie citlivejšia analýza ďalších obrazov odhalila, že najjasnejší z kvazarov má asi dvojníka. (Software, umožňujúci takéto, doslova zázračné rozlíšenie, aké nemá zatiaľ vo svete obdobu, vyvinula pre tento účel Surdejova skupina.)

Iný obraz sa podarilo získať pomocou 2,2m ESO/MPI teleskopu na La Silla začiatkom júla 1991. Tentoraz analýza jasne rozlíšila dva obrazy kvazaru, vzdialené od seba púhych 0,45 oblúkovej sekundy. Jasnejší (3,5-krát) z oboch falošných kvazarov leží severnejšie. Ďalší obraz tohto objektu ulovili Američania pomocou okolo Zeme krúžiaceho Hubblovho teleskopu, ktorý v tom čase tiež mapoval najjasnejšie kvazary. Konkurenti z La Silla „americký" obraz kvazaru preverili a zistili, že sa kryje s údajmi uloženými v ich databanke.

Gravitačná šošovka, či dvojitý kvazar?

Jeden z najjasnejších známych kvazarov je teda dvojitý. Medzera, ktorá dva zdanlivé obrazy neviditeľného materského kvazaru delí, má zo všetkých falošných (gravitačnou šošovkou vyrobených) kvazarov najmenší uhlový rozmer – je najtenšia. Lenže sú to naozaj zdanlivé kvazary? Táto pochybnosť nedáva astronómom z La Silla spávať, odkedy sa presvedčili, že dvojčence nie sú prelud. Spektrum oboch objektov sa im totiž doteraz nepodarilo zaznamenať a premerať. Keby bolo totožné, pochybnosti by sa rozplynuli. Ak by však spektrá oboch objektov mali rozdielne hodnoty červeného posunu, išlo by o dva rôzne (autentické) objekty, a nie o preludy vytvorené gravitáciou.

Zmerať spektrum, keď sú oba objekty tak blízko pri sebe, je veľmi ťažké. V kombinovanom spektre Q1208+1011 badať veľa absorpčných čiar, prezrádzajúcich vodík, uhlík, kremík, hliník, magnézium i železo, ale tieto čiary sú asi odtlačky viacerých galaxií, nachádzajúcich sa asi v troch štvrtinách vzdialenosti deliacej pozemského pozorovateľa od skúmaného kvazara. Tieto galaxie sa nachádzajú pozdĺž zorného lúča, takže niektoré z nich, podobne ako optické šošovky, by mohli svetlo kvazaru zosilňovať.

Výnimočnosť Q1208+1011

Na dvojitý, nesmierne vzdialený kvazar sa zameriava čoraz viac špičkových prístrojov, vybavených adaptívnou optikou i zariadením na škvrnkovú interferometriu. Surdejov tím sa rozdelil: tretina hvezdárov obsadila NTT na La Silla, tretina si prenajala Nordic Optical Telescope na La Palma a zvyšok pracoval na kanadsko-francúzskom teleskope na Mauna Kea (Havajské ostrovy). Cieľom tohto frontálneho útoku na Q1208+1011 je získať sériu snímok s vysokým rozlíšením, čo by malo umožniť určiť individuálne spektrá oboch obrazov.

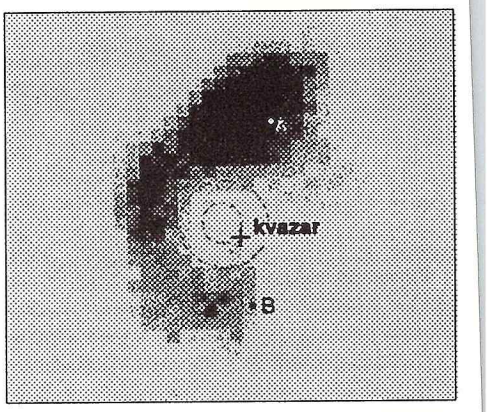
Ak sa ukáže, že Q1208+1011 je naozaj binárnym kvazarom (zatiaľ poznáme len jeden takýto prípad), budú mať hvezdári jedinečnú príležitosť sledovať zriedkavý objekt tesne po jeho vzniku v mladom vesmíre. Aby sa zistilo, či sa prípadné zmeny jasnosti prejavujú na oboch obrazoch súčasne, budú sa pravidelne monitorovať počas celého roka. Ak sa poklesy jasnosti budú na jednom z objektov prejavovať s istým (rovnakým) oneskorením, potvrdí sa, že ide o gravitačnú šošovku. (Časový skĺz je v takýchto prípadoch priamo úmerný rozdielu v dĺžke dráh svetelného lúča.) Potom by už nebolo ťažké vypočítať presnú vzdialenosť kvazara, čo by umožnilo celkom nezávisle a vo veľkej škále (a teda spoľahlivo) neobyčajne presne určiť hodnotu Hubblovej konštanty. Tým by sa spresnili i naše predstavy o rýchlosti rozpínania vesmíru i o jeho veku.

Môže sa stať, že hvezdári zaznamenajú aj rýchle zmeny jasnosti. To by znamenalo, že zorný lúč na okamih preťali neznáme kompaktné objekty – azda by sme takto mohli dokonca preukázať existenciu planetárnych objektov až do kozmologických vzdialeností.

Svetlo kvazaru Q1208+1011 k nám cestuje šestnásť miliárd rokov. To sú asi štyri pätiny veku vesmíru. Nie je vylúčené, že astronómovia budú pozorovať prízrak dvojnásobný – zdanlivý obraz objektu, ktorý už dávno neexistuje!

Podľa ESO PR 09/91

- eg -



Body A a B znázorňujú polohu dvoch zdanlivých kvazarov. Krížik na obvode menšieho kruhu označuje polohu skutočného (otcovského) kvazaru. Nepatrná tmavá škvrnka pri B-komponente je galaxia/gravitačná šošovka, ktorá falošné dvojičky vyrobila. Ozrutný most spájajúci oba zdanlivé kvazary vyrobila tá istá gravitačná šošovka: do takejto podoby transformovala oblak horúceho plynu, ktorý obklopuje skutočný kvazar.

Röntgenová diagnóza „zdvojeného kvazaru"

Kvazary-dvojičky (0957+561 A+B) v súhvezdí Ursa Maior sú vari najštudovanejším „preparátom" z dnes už pomerne početnej množiny objektov vyrobených gravitačnými šošovkami (KOZMOS 1991/3). V posledných rokoch spresňovali naše predstavy o týchto úkazoch najmä rádioastronómovia. Na niektorých rádiových mapách objavili akési výtrysky hmoty, ťahajúce sa naľavo od jedného z dvoch zdanlivých obrazov kvazaru. (Tmavšia škvrnka pri komponente B je galaxia pôsobiaca ako gravitačná šošovka.) Záhada, ale ako ju vysvetliť? Ako môže zdanlivý objekt prejavovať aktivitu a „vyrábať" také obrovské výtrysky?

Nedávno hvezdári zo Smithsonian Center for Astrophysics v Harvarde objavili v šošovkovom systéme mocný zdroj röntgenového žiarenia. Našli ho pri kontrolovaní vyše desať rokov starých pozorovaní kvazarov-dvojičiek, ktoré sprostredkovala družica Einstein. Objavený zdroj (röntgenového žiarenia) má podobu mocného oblúka, premosťujúceho medzeru medzi dvoma zdanlivými obrazmi vzdialeného kvazaru.

Hvezdári sa pokúsili vysvetliť túto záhadu na niekoľko spôsobov. Nakoniec sa priklonili k názoru, že oblúk je gravitačnou šošovkou zdeformovaný obraz horúceho plynu obklopujúceho vzdialený (pravý) otcovský kvazar.

Počítačové modely gravitačných šošoviek pripúšťajú, že emisiu röntgenového žiarenia, ktoré produkuje chladnúci tok plynu, môže gravitačná šošovka sformovať do podoby oblúka, aký vidíme na obrázku. Hvezdári dúfajú, že údaje zo satelitu ROSAT ich hypotézu potvrdia. Výtrysk na rádiových mapách a oblúk v röntgenovom zobrazení sú teda iba dva prejavy toho istého efektu. Zatiaľ...

Sky&Telescope 10/1991

- eg -

Binárny systém SS 433

Drvivá väčšina pozemšťanov nevzala ešte na vedomie, že osamelé hviezdy sú na oblohe skôr zriedkavosťou. Hviezdy sa rady združujú do dvojčlenných či viacčlenných systémov, pričom každá rodina má svoje viac alebo menej špecifikované zvláštnosti, ktoré hviezdárov čoraz viac vzrušujú. Hviezdne rodinky, ktoré bežný smrteľník vníma ako jediný svetelný zdroj, združujú neraz veľmi rôznorodú spoločnosť hviezd, líšiacich sa prakticky vo všetkých merateľných prejavoch. Najzaujímavejšie je, pravdaže, študovať spolužitie týchto dynamických systémov a modelovať ich pravdepodobný vývoj tak do minulosti, ako aj do budúcnosti.

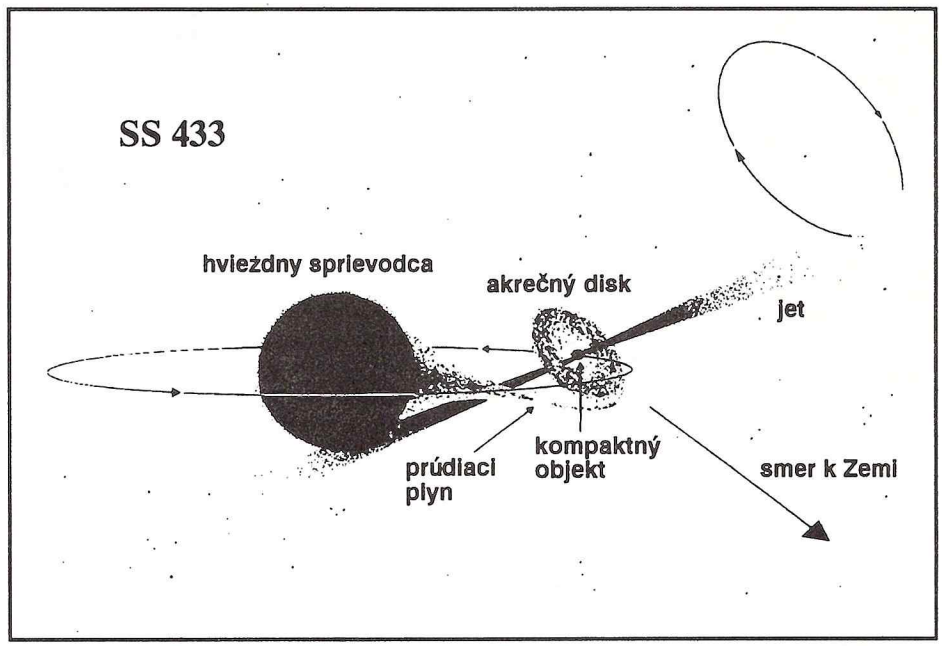
Na obrázku, ktorý nám poslali z ESO, vidíte pravdepodobný model čudesnej dvojhviezdy SS 433. Tento binárny systém bol nedávno objavený vo vzdialenosti 18 000 svetelných rokov v husto zahviezdených oblastiach našej Galaxie. Tvoria ho dve celkom rôznorodé hviezdy, obiehajúce sa raz za 13 dní. Menšiu z obidvoch hviezd obieha hustý, rýchlo sa krútiaci akrečný disk. Druhou zložkou systému je veľká a horúca hviezda spektrálneho typu OB. Tento obor stráca neobyčajné množstvo hmoty: mocný prúd plynu unáša hviezdny materiál smerom k menšiemu susedovi, kde sa nabaľuje do spomínaného akrečného disku.

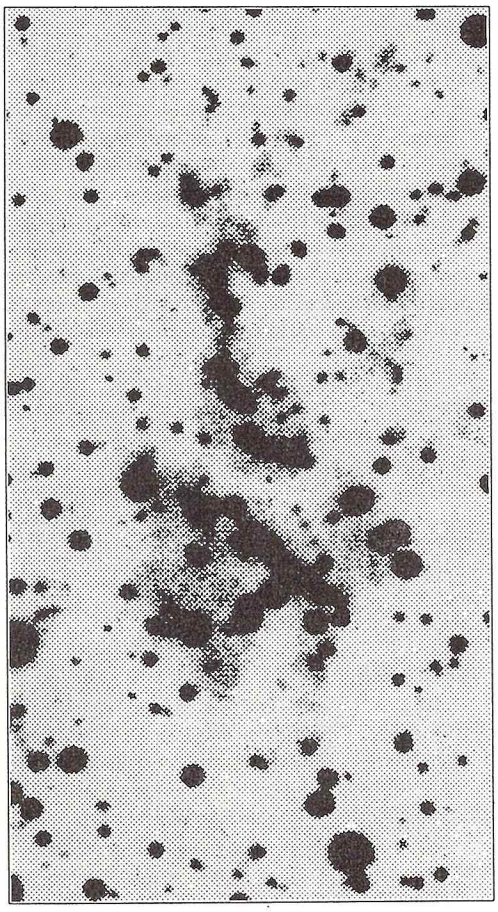
Detailné pozorovania na NTT (New Technology Telescope) zaznamenali v bezprostrednej blízkosti menšej hviezdy dva toky vysokoenergetických častíc, prúdiacich rýchlosťou 80 000 km.s^{-1}. Podľa hvezdárov sa môže takto prejavovať iba neutrónová hviezda – pulzar. SS 433 však nepulzuje, nebliká ako vesmírny maják, čím sa nedávno pulzary ako svojrázny typ degenerovaných hviezd pozemským pozorovateľom prezradili. Miesta prepúšťajúce synchrotrónové žiarenie (prejavujúce sa najmä v rádiovej oblasti) nerotujú v zornom uhle pozemského pozorovateľa. Na obrázku vidíte, že smer prúdov energetických častíc tryskajúcich z SS 433 sa mení: v súlade s rotáciou neutrónovej hviezdy opisujú po oblohe kruh, ktorý sa uzaviera každých 163 dní. Nejde teda o bliky, ale o krúžiaci „jet", ktorý môže pozemský pozorovateľ (pravdaže, vybavený dostatočne citlivým prístrojom) v tesnej blízkosti neutrónovej hviezdy zaznamenať. SS 433 sa stal jedným z najobľúbenejších rébusov hviezdnej oblohy.

(Pozri článok **NTT: vzácna korisť.**)

ESO PR 07/91

- eg -





NTT: vzácna korisť

Obrázok, na ktorý hľadíte, získali hvezdári pomocou 3,5 m NTT ďalekohľadu na hlavnej báze ESO v La Silla. Na tejto unikátnej CCD snímke vidíme po prvý raz detailnú štruktúru neobyčajne jemného filamentu – vlákna zo slabej, nezreteľnej hmloviny W 50, ktorú by sme na snímke vľavo našli vo vzdialenosti 37 oblúkových minút za hranou pravého okraja našej fotografie.

Tento fotoúlovok si získal obdiv odbornej hvezdárskej verejnosti najmä preto, že sa dôvtipnou technológiou podarilo zviditeľniť svetlo monochromatických iónov síry (S^+), emisie, ktorá býva pomerne častá v hmlovinách splodených výbuchmi supernovy, ale ktorú vzhľadom na nízku energiu možno iba ťažko detegovať a ešte ťažšie fotografovať. Kvôli tejto desaťminútovej expozícii vybavili hvezdári NTT multimodálnym prídavným zariadením EMMI, pričom špeciálny úzky optický filter spoľahlivo izoloval svetlo hľadaných S^+ iónov.

Obrázok sám osebe je vzhľadom na povahu hmloviny i na vzdialenosť (18 000 svetelných rokov) malou senzáciou v dejinách fotoastronómie. Jeho význam však môže byť oveľa väčší. Možno práve táto snímka (zachycujúca 2,3×3,2 oblúkovej sekundy hviezdnej oblohy) pomôže rozlúštiť tajomstvo SS 433, jednej z najzaujímavejších dvojhviezd našej Galaxie. SS 433 by sme však na tomto políčku hľadali márne – leží vyše 35 oblúkových minút západne, ďaleko za hranou pravého okraja snímky.

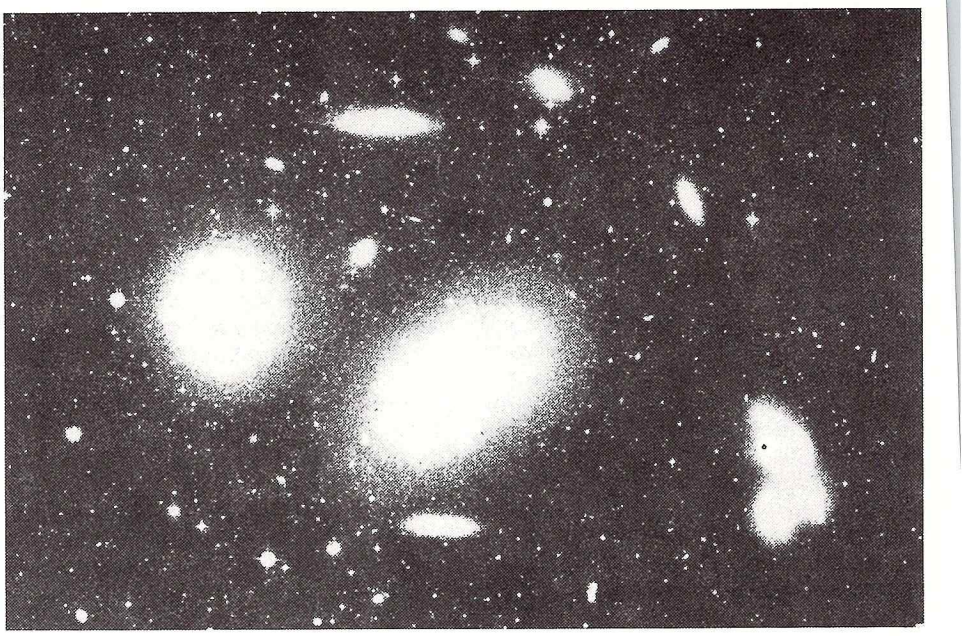
SS 433 leží v smere rádiového zdroja, známeho ako W 50. Obaľuje ho plynná hmlovina, nanerozoznanie podobná normálnym zvyškom po výbuchu supernovy. Hmlovina pripomína elipsovitú mušľu a SS 433 sa skrýva blízko jej stredu. Silné rádiové emisie z tejto oblasti dopĺňa silné röntgenové žiarenie z W 50.

Hvezdári vedia, že SS 433 je binárny systém, dvojhviezda. Tvar i vlastnosti jej plynnej obálky sugerujú, že jeden z komponentov tejto záhadnej sústavy kedysi dávno explodoval ako supernova. Najmenej dva dôkazy túto hypotézu potvrdzujú: hmlovina W 50 žiari preto, lebo plyn vytlačený výbuchom supernovy koliduje s okolitým medzihviezdnym prachom a plynom, pričom toto žiarenie podchvíľou zosilnie, pravdepodobne vtedy, keď hmlovinu nahrievajú nárazy rýchlych častíc z výtryskov SS 433. Ak naozaj išlo o výbuch supernovy, bude zaujímavé namodelovať fungovanie binárneho systému po výbuchu supernovy, najmä vzhľadom na explóziou vyvolané metamorfózy obrovitého súputníka.

Astronómovia veria, že diagnóza slabučkého výčnelku povýbuchovej hmloviny (naexponovali ju vo vzdialenosti 200 svetelných rokov od materského objektu) im o tom môže veľa prezradiť.

- gideon -

Dnes poznáme údaje o červených posunoch približne 20 000 galaxií a vyše 5000 kvazarov. Keď sa zistilo, že galaxie tvoria gravitačne viazané sústavy vyššieho typu, dalo sa skúmať, ako rýchlo sa voči ťažisku týchto kôp galaxií jednotlivé galaxie pohybujú. Ukázalo sa, že rýchlosť vzdialenejších galaxií neklesá ako pri planetárnych sústavách priamoúmerne so vzdialenosťou od ťažiska, ale naopak, stúpa. Zatiaľ najlepším vysvetlením tejto dynamickej záhady je predpoklad, že okrem viditeľnej hmoty (hviezd, hmlovín atď.) obsahujú tieto útvary bezmála desaťkrát viac hmoty skrytej. Aká sila drží pohromade napríklad tieto galaxie v súhvezdí Panny, ktoré sú súčasťou ešte rozľahlejšej kopy galaxií? Text, ktorý sa pokúša túto otázku zodpovedať, je z pripravovanej knihy „199 záludných otázek z astronomie" autorov Z. Mikuláška a Z. Pokorného z Brna.



K čemu je dobrá SKRYTÁ LÁTKA?

Ukazuje se, že zhruba 95 % hmoty ve vesmíru je tvořeno skrytou látkou. Skrytá látka ani nezáří, ani nepohlcuje elektromagnetické záření. Vůbec si ho nevšímá. Je tedy v pravém slova smyslu neviditelná. O její existenci se dovídáme jen nepřímo - rozborem jejích účinků na hmotu viditelnou.

Jakkoli je skrytá látka hmotnostně nejvýznamnější složkou hmoty ve vesmíru, o její povaze víme jen velmi málo. Nejspíš nebude složena z běžných elementárních částic, jako jsou protony, neutrony a elektrony, ale z jiných, exotičtějších částic. Může jít třeba o fotina, gravitina, axiony, magnetické monopóly či o nuklearity. Vesměs to jsou předpokládané, nicméně dosud neobjevené částice, jež by mohly být pozůstatkem procesů probíhajících v samotném počátku vývoje vesmíru. Všechny tyto hypotetické částice dovedou takřka bez překážek procházet látkou, z níž jsou vystavěny hvězdy, planety i živé organismy. Neznamená to však, že jsou nehmotné. Spíše naopak - jejich očekávané hmotnosti by měly mnohonásobně převyšovat hmotnosti všech známých elementárních částic. Vytvářejí tedy kolem sebe gravitační pole a jeho prostřednictvím ovlivňují pohyb a rozložení hmoty viditelné.

Částice skryté látky jsou rozptýleny v prostoru, jímž putují rychlostí několika set kilometrů za sekundu. Nejsou zde však rozloženy zcela rovnoměrně. Vytvářejí shluky, gravitačně vázané struktury. Určit rozměry, hmotnosti a další charakteristiky těchto soustav, které polohou souhlasí se svítícími galaxiemi nebo kupami galaxií, je značně svízelné. Astronom se tu dostává do role diváka představení tzv. černého divadla, jenž se pokouší z pohybu světlých rekvizit odhadnout počínání skutečných, avšak neviditelných herců.

Z rychlosti oběhu hvězd kolem centra naší Galaxie a z pozorovaných pohybů jejích galaktických souputníků vyplývá, že skutečné rozměry i hmotnost této soustavy jsou mnohem větší, než jsme si donedávna mysleli. Celková hmotnost Galaxie, odhadovaná nyní na více než bilión Sluncí, je desetkrát větší než hmotnost všech hvězd vázaných v Galaxii! Plných 90 % hmotnosti tak připadá na vrub skryté látky. Ta vytváří kolem jádra Galaxie rozsáhlou galaktickou korónu o průměru kolem 500 000 světelných let. To znamená, že jak Velký, tak i Malý Magellanův oblak leží uvnitř koróny naší Galaxie.

Hustota skryté látky v galaktické koróně je největší v centru a poměrně rychle klesá směrem k jejím nezřetelným okrajům. Ve vzdálenosti, v níž obíhá Slunce, činí hustota koróny asi 10-21kg.m^{-3}. Není to mnoho. V objemu naší Země se skrývá asi 1 kg skryté hmoty, hmotnost skryté látky obsažené v prostoru planetární soustavy Slunce odpovídá hmotnosti menší planetky o průměru 70 km. To jsou ovšem jen nepatrné přívažky, které nemohou dění ve sluneční soustavě ani v nejmenším ovlivnit. Totéž je možné říci i o situaci v kulových hvězdokupách nebo vnitřních partiích Galaxie. Všude tam je hustota běžné, viditelné látky, soustředěné hlavně ve hvězdách, mnohem větší než hustota látky skryté, takže její vliv je tu zcela zanedbatelný.

Náš přímě srovnávající dění ve vesmíru s černým divadlem tedy tak trochu pokulhává. V černém divadle jsou aktivní neviditelní černě oblečení herci, rekvizity jsou pasivní. V divadle vesmíru je tomu naopak. Částice skryté hmoty chaoticky bloudí v gravitačně vázaných oblacích a vytvářejí soustavy bez jakéhokoli náznaku vnitřní struktury, bez zjevného vývoje. Naproti tomu běžná, viditelná hmota složená z protonů, elektronů a neutronů žije bohatým, mnohovrstevnatým životem. I bez asistence skryté látky se z ní mohou tvořit hvězdy doprovázené planetami, na těchto planetách se může objevit život.

Nicméně bez skryté látky bychom tu asi nebyli. Masivní oblaka temné látky sehrála svou nezastupitelnou úlohu v dávné minulosti, v době, kdy vesmír ochladl natolik, že v něm elektrony a atomová jádra vytvořily atomy, tedy v době, kdy se záření oddělilo od látky. Rozptýlená látka složená z atomů díky prudkému rozpínaní vesmíru nesmírně rychle řídla. Kdyby nebylo oblaků skryté látky, rozplynula by se v prostoru dřív, než by se stačila sdružit ve vyšší celek. Oblaka temné hmoty svým gravitačním působením vychytávala běžnou látku, která se pak postupně hromadila v centrálních částech oblaků skryté látky. Plyn zde houstnul, začaly se tu tvořit hvězdy první generace, galaxie dostaly svůj obvyklý vzhled.

Zdá se tedy, že se musíme vyrovnat s představou, že za svoji existenci vděčíme jistému jemně rozptýlenému, vše prostupujícímu gravitačnímu lepidlu neznámého složení, lepidlu, které stmelilo vesmír do jeho dnešní podoby.

RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.

Chaotické Slnko

Chaos je horúcou témou v astronómii, horúcejšou ako slnečné škvrny. Astronómovia dávno vedia, že počet slnečných škvŕn vzrastá a klesá počas 11-ročného cyklu. Avšak pozorovateľov, ktorí zistili variácie v počte slnečných škvŕn aj počas dlhších periód, samozrejme zaujíma, do akej miery by mohli tieto periódy reprezentovať pravidelné, teda ďalšie predpovedateľné cykly. Analýzou mesačných čísel slnečných škvŕn od januára 1749 do mája 1990 zistila skupina astronómov z univerzity v Colorado, že kým počet škvŕn má krátkodobo cyklický charakter (11-ročný cyklus), jeho dlhodobý trend je chaotický.

Slnečná aktivita je natoľko zložitá, že jej presné modelovanie by si vyžadovalo tisícky matematických rovníc. Pritom rovnice súvisiace s teóriou chaosu sú pomerne jednoduché. Napríklad analýza slnečných škvŕn urobená týmto tímom naznačuje, že aktivitu Slnka zrejme vytvára jednoduché slnečné dynamo. Môžeme ho modelovať púhymi tromi matematickými rovnicami. Matematickým aparátom teórie chaosu sú teda slneční astronómovia schopní lepšie analyzovať vlastnosti slnečných škvŕn a aktivity Slnka.

Teória chaosu tiež predpovedá dlhé periódy v histórii Slnka, podobné Maudnerovmu minimu (1645-1715), počas ktorého sa slnečné škvrny objavovali veľmi zriedkavo. Ak sa Slnko správa ako chaotický systém, môžeme potom v budúcnosti očakávať aj periódy absencie slnečných škvŕn, aj periódy zvýšenej slnečnej aktivity.

Podľa Astronomy 5/1991

- id -

Čo najviac zaujalo spravodajcov ESO Messenger na kongrese Medzinárodnej astronomickej únie v Buenos Aires koncom júla minulého roka?

Hity, novinky, zaujímavosti

Röntgenové okno do vesmíru otvára dnes najmä špecializovaná družica ROSAT. Z hotovej lavíny pozorovaní sa dozvedáme čoraz viac najmä o zhlukoch galaxií. Na snímkach hniezd galaxií sa javí plyn vypĺňajúci tieto kopy často ako „veľmi chlpatý" – zdá sa, že práve toto svedčí o neukončenosti vývoja týchto útvarov.

Zárodky galaxií zrejme pozorujeme vo forme obrovských diskov, aké sa nedávno podarilo objaviť na niekoľkých miestach oblohy. Majú rovnaké spektrá ako niektoré zo známych kvazarov, hmota, ktorá ich tvorí, je však v porovnaní s „jalovou" základnou matériou vesmíru oveľa bohatšia – absorpčné čiary prezrádzajú celú kolekciu prvkov a zlúčenín. Práve takú, akú by mala mať zárodočná hmota nových galaxií.

Premenné hviezdy treba pozorovať dlhodobo – trpezlivosť prináša svoje ovocie. Presvedčili sa o tom aj dvaja mladí poľskí študenti astronómie, keď analyzovali fotometrické a spektroskopické údaje o premennej hviezde β Cephei, zhromaždené v priebehu posledných 70 rokov. Beta Cephei ako prototyp triedy premenných hviezd zvaných beta cefeidy pulzuje s periódou 0,1905 dňa. Tvoria ju dva objekty: prvý, viditeľný, druhý, zviditeľnený iba metódou škvrnkovej interferometrie, sa v priebehu posledných 20 rokov priblížil k prvému z 0,25 na 0,07 oblúkovej sekundy. Roku 1920 sa navyše perióda premennosti β Cephei skrátila o 0,00001 dňa. Mechanizmus náhlych zmien periódy sa zatiaľ nikdy nepodarilo dostatočne spoľahlivo vysvetliť. Pigulski a Boratyn úplne presvedčivo ukázali, že zmeny jasnosti i poruchy periódy binárneho systému nie sú spôsobené zmenou periódy pulzácií, ale sú odrazom pohybu v samotnom binárnom systéme. Podarilo sa im dokonca vypočítať i obežnú dráhu systému – asi 92 rokov. Úspech mladých hviezdárov je satisfakciou pre tri generácie bezmenných pozorovateľov premenných hviezd, ktorých trpezlivá, mravčia práca umožnila ich dnešným nasledovníkom naozaj hĺbkovú analýzu týchto ešte donedávna takých záhadných objektov. Hodno pripomenúť, že na takúto prácu stačí celkom malý ďalekohľad.

Hmotnosti bielych trpaslíkov

Na zasadnutí jednej komisie David Latham informoval o práci svojho argentínskeho študenta Guillerma Torresa, ktorý analyzoval krivky radiálnych rýchlostí niekoľkých desiatok nekovových (metal-poor) trpaslíkov spektrálnej triedy G, vyskytujúcich sa najmä v galaktickom halo.

Cieľom bolo študovať, ako dvojhviezdnosť ovplyvní astrofyzikálne veľmi dôležitú, tzv. počiatočnú funkciu hmotnosti, teda rozdelenie vznikajúcich hviezd podľa hmotnosti. Nezistil sa nijaký rozdiel medzi hviezdami poľa, ktoré nie sú členmi systémov, a zložkami dvojhviezd. Jediným rušivým prvkom na krivke rozdelenia zložiek podľa hmotnosti bola úzka špička pri hodnote 0,6 $M_\odot$! Po krátkotrvajúcom zmätku sa však odpoveď rýchlo našla: tieto zložky boli pôvodne masívnejšími komponentmi v sústavách, ale už prešli vývojom v hlavnej postupnosti cez štádium obra do štádia bieleho trpaslíka, ktorého typická hmotnosť je 0,6 $M_\odot$. Niekoľko ďalších pozorovacích testov medzitým potvrdilo túto hypotézu, a tak počiatočná funkcia hmotnosti nie je ohrozená.

Audioastronómia je nový odbor astronómie, ktorého základy sa položili práve na kongrese IAU v Buenos Aires. Už čínski pozorovatelia meteorov roku 817 n.l. zaznamenali akési podivné zvuky prichádzajúce z neba. Roku 1978 viac ako tretina očitých svedkov preletu „ohnivej gule" (-16^m) nad najväčším austrálskym mestom Sydney vypovedala, že počas úkazu počuli i zvláštne drnčivé svišťanie (niečo podobné sme zaznamenali aj u nás pri prelete podvečerného bolidu nad stredozápadom Čiech 6. septembra minulého roka – pozn. red.). Vedci sa vtedy nazdávali, že išlo skôr o vedľajší, psychologický efekt. Fyzikálny zdroj zvuku v spojitosti s preletom meteoru nepripúšťali. Touto záhadou sa na kongrese zaoberala 22. komisia IAU (Meteory a medziplanetárny prach). Austrálčan Colin Keay referoval, ako akustický rébus vyriešil on. Bolid Sydney sa pohyboval v priveľkej výške, takže bolo vylúčené, aby sa v prostredí blízkom vákuu mohli generovať akustické vlny. Keay začal merať elektromagnetickú radiáciu veľkých meteorov. Spočiatku bezvýsledne: rádiové emisie na frekvenciách, ktoré vníma ľudské ucho, boli jednoducho „hluché". Keay začal hľadať kľúč v ľudskom faktore. Skúmal svedkov v „tichej" (anechoickej) miestnosti a zistil, že citlivosť jednotlivcov na zvuky pod prahom počuteľnosti nezávisí od ostrosti sluchu, ale že tajomstvo je zakliate vo vlasoch. Majitelia dlhých splývavých a kučeravých vlasov vnímali podprahové zvuky oveľa lepšie ako ježatí smrteľníci. Keay si bol načistom: vlasy (ale aj niektoré iné materiály) môžu za istých okolností fungovať ako transduktory, akési prírodné meniče rádiovej energie na vnímateľný zvuk. Definitívny dôkaz pre hypotézu mladého Austrálčana prišiel z Japonska. Počas preletu veľkej Perzeidy zaznamenali silný rádiový signál na veľmi nízkych frekvenciách. Astronómovia už nepochybujú, že práve tento elektrofonický fenomén počuli svedkovia spomínaných meteorických úkazov. Zdá sa, že éra audioastronómie sa už začala!

Vnútorné pohyby v galaxiách boli témou zasadnutia 28. komisie IAU. Komisia zhrnula posledné výsledky pozorovaní špirálových galaxií pomocou rádioteleskopov s vysokým rozlíšením. Nové rádiové mapy galaxií M 83 a M 51 umožňujú detailné porovnanie jednotlivých zložiek plynu s pásmi prachu. Ukázalo sa, že H I (neutrálny vodík) nemusí byť najdôležitejšou zložkou plynu. Vzniká najskôr disociáciou molekulárneho vodíka po zvýšení aktivity niektorej z okolitých hviezd. Paralelné merania polarizácie spomínaných galaktických objektov odhalili smerovanie magnetických polí, čo uľahčí určovanie toku plynu vo vnútornostiach galaxií.

Planétky, ktoré dostali definitívne číslo, získavajú aj svoje vlastné meno. V 20. komisii (Poloha a pohyb planétok, komét a satelitov) prebehla počas XXI. kongresu IAU zaujímavá súťaž: hľadalo sa meno pre päťtisícu planétku. Zatiaľ síce ešte objavená nebola, podľa znalcov sa tak však stane najneskôr do polovice novembra tohto roku. Dostatočnou zárukou je doterajších 4877 očíslovaných planétok. Nakoniec s nepatrným náskokom pred menami Hipparchos, Ptolemaios či Pascal zvíťazilo meno subjektu v dnešnej astronómii najuznávanejšieho - Medzinárodnej astronomickej únie. Planétka č. 5000 sa teda bude volať **IAU**.

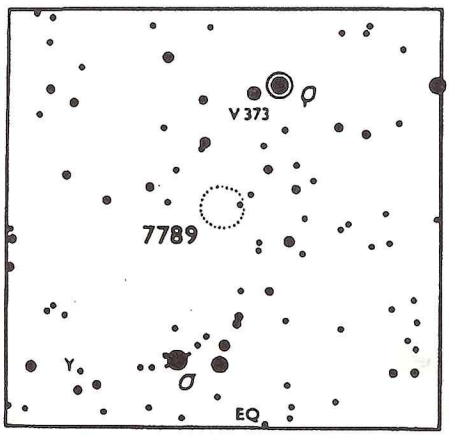
Antarktická astronómia sa dostáva čoraz viac do popredia. V Antarktíde sa nehostinnosť (4000 m n.m., -80 °C) snúbi s astronomickými výhodami, inde nedosiahnuteľnými (extrémne nízka vlhkosť – 10 mm zrážok ročne, aj to vo forme snehu, rýchlosť vetra 3 $m.s^{-1}$, malý seeing, možnosť úspešne pozorovať v infračervenej i milimetrovej oblasti spektra, polárna noc či deň, dostupnosť veľkej časti južnej oblohy i možnosť nepretržitého pozorovania Slnka). Ráta sa najmä so stavbou medzinárodného observatória a s využívaním prenosných teleskopov na Južnom póle. Na vytvorenie koncepcie antarktickej astronómie sa podujala v USA vytvorená CARA (Center of Astrophysical Reserch in the Antarctic).

ESO Messenger 65/91
- ind + zv -

Jesenné listovanie

Noc, sťa biele víno čistá a chladná, sa už rozlomila na dvoje, ale svitať ešte nezačalo. Ešte predtým, ako prvé svetlo pozlátilo šindľové krytiny striech a otvorilo ďalší deň babieho leta, schystal sa na svoj východ Mesiac; len málo mu chýbalo do novu. Najprv sa však zo zeme vynoril kopček popolavého svitu, v ktorom sa dali triédrom vidieť mesačné moria; až potom sa vynoril aj samotný kosáčik, naklonený takmer doležata.

Tak vyzeralo jedno z mnohých prekvapení, ktoré nám v septembri pripravil raj astronómov — roztocká hvezdáreň. Panenskú oblohu nad najsevernejším kútom Slovenska mohol každý z nás poznávať, ako sa mu len zapáčilo. Jeden podnikal lúpežné výpravy do južných súhvezdí a zoznamoval sa s galaxiami



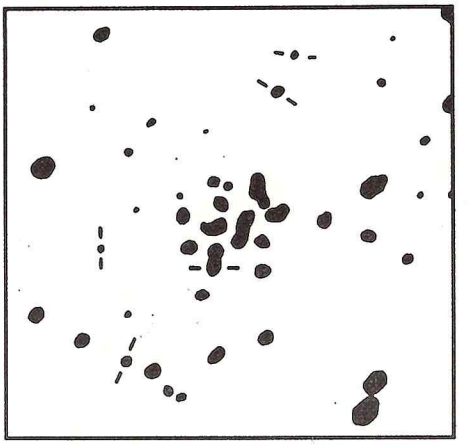
Pokiaľ viem, jedinou ženou v dejinách astronómie, ktorá (okrem niekoľkých komét) objavila hviezdokopu, hmlovinu či galaxiu, bola Caroline Herschelová. Jedným z jej úlovkov bola aj hviezdokopa NGC 7789 v Kasiopeji.

v Peci alebo v Sochárovi, v druhom vzklíčila viera v difúzne hmloviny, v mestách načisto zakliate. Ja som pokračoval v pozorovaniach Mliečnej cesty a kreslil otvorené hviezdokopy.

Modrí oneskorenci

Jednou z tých, čo mi viseli za model, bola aj NGC 7789 na západnom konci Kasiopeje. Za daných podmienok to bola hviezdokopa očarujúca, a navyše aj poučná. Predstavuje totiž najlepšiu príležitosť na zoznámenie sa s čudesnou odrodou hviezd, ktoré porušujú tie najzákladnejšie pravidlá hviezdneho vývoja.

Ako je známe, slušnosť vyžaduje, aby sa hviezdy hlavnej postupnosti, ktoré už vyčerpali vodík vo svojom jadre, presunuli do štádia červených obrov, keď sa vodík premieňa na hélium iba v tenkej obálke (pozri Hyády, Kozmos 6/90). Tak sa správa aj väčšina hviezd v



Niekoľko najzaujímavejších modrých oneskorencov v kope NGC 7789, vyznačených v detailnom výreze fotografického Wehrenbergovho atlasu. Zľava majú nasledovné čísla (McNamara, 1980) a vizuálne hviezdne veľkosti: 1088 (11,65^m), 1060 (10,90^m), 747 (11,25^m), 511 (10,99^m) a 429 (11,61^m). Strana mapky má 55', sever je hore.

NGC 7789. Nie však všetky. Medzi najjasnejšími členmi tejto hviezdokopy, viditeľnými aj malým ďalekohľadom, nájdeme aj modrasté hviezdy, ktoré na hlavnej postupnosti (resp. v jej tesnej blízkosti) zostali. Títo anarchisti, ktorí zaostávajú vo vývoji o desiatky miliónov rokov za ostatnými hviezdami sústavy, dostali meno **blue stragglers**, modrí oneskorenci (pozri Kozmos 5/91).

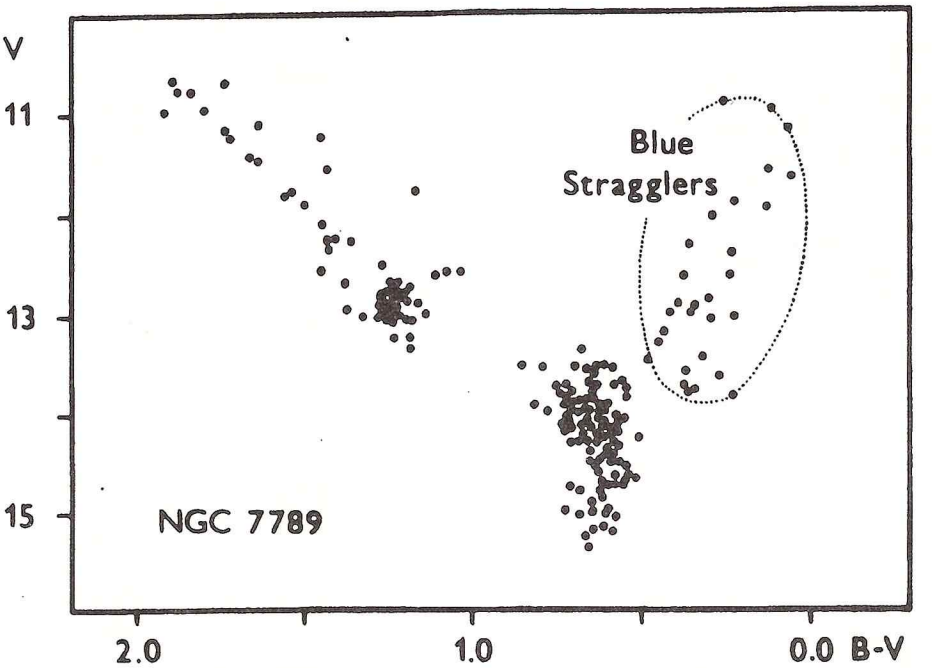
Podobné hviezdy, vyskytujúce sa v nevhodných častiach hlavnej postupnosti, objavil ako prvý Allan Sandage v guľovej hviezdokope M 3 v Poľovných psoch.[1] Neskôr boli objavené nielen v ďalších guľových hviezdokopách, ale aj v niektorých starších otvorených hviezdokopách, a dokonca medzi osamotenými hviezdami. Za tých tridsať rokov sa objavilo niekoľko hypotéz o podstate modrých oneskorencov. Prvé, čo človeku príde na um, je to, že by mohlo ísť o hviezdy zrodené v druhej vlne, z medzihviezdnej hmoty v už hotovej hviezdokope. Problém je však v tom, že vo hviezdokopách chýba alebo plyn, alebo podmienky na jeho pretvorenie, alebo jedno i druhé.

V súčasnej literatúre majú najvyššie akcie tri konkurenčné teórie. Prvá pokladá stragglerov za hviezdy, ktorých pobyt na hlavnej postupnosti sa predlžuje vnútorným premiešavaním, keď prísun čerstvého vodíka z vonkajších častí odďaľuje palivovú krízu vo vnútre. Druhá teória vysvetľuje čudné postavenie modrých oneskorencov tým, že sú členmi tesných fyzických dvojhviezd. Presnejšie: tou zložkou, ktorá bola pôvodne ľahšia, no na úkor svojej partnerky si nakradla dosť hmoty na to, aby sa pred nami mohla tváriť ako hviezda hlavnej postupnosti. A posledný, tretí, model pokladá oneskorencov za výsledok splynutia hviezd v hustých častiach hviezdokôp.

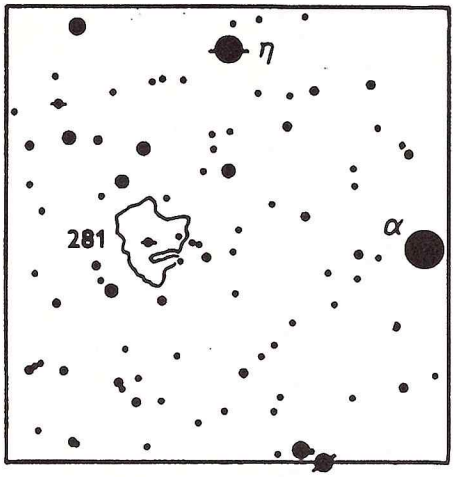
Ako je to naozaj, to dnes nik nevie. Dačo by mohli naznačiť hmotnosti modrých oneskorencov, pravda, keby sme ich poznali. Odhady vyvodené z koncentrácie oneskorencov smerom do stredu kopy, nie sú najpresnejšie. Vzácne sú i merania radiálnych rýchlostí. Isté však je, že aspoň jeden modrý oneskorenec - NJL 5 v guľovej hviezdokope ω Centauri - je dvojhviezdou, a to dokonca zákrytovou.[2]

Na vlastné oči

Na takej oblohe, aká býva v Roztokách, je hviezdokopu NGC 7789 občas vidno aj bez



Zaujímavou variáciou na evolučnú tému je diagram hviezdnej veľkosti verzus farebný index pre NGC 7789. Vidíme na ňom horný koniec hlavnej postupnosti, už sa ohýbajúci doľava (strapec hviezd dolu), ako aj červených obrov, a to nielen štyroch, ako v Hyádach, ale hneď celú vetvu, rastúcu doľava hore. To zodpovedá vývoju hviezdokopy starej asi 1 miliardu rokov. Záhadou je však skupina modrých oneskorencov (blue stragglers), ktorí vyzerajú, akoby boli o niekoľko desiatok miliónov rokov mladší.



Najnápadnejšia hmlovina Kasiopeje, NGC 281, vyšperkovaná Miniatúrou Trapéza, je známa 110 rokov - Emerson Barnard ju objavil 26. novembra 1881.

ďalekohľadu, a to ako slabučký mazanec medzi pomerne nápadnými hviezdami ρ a δ Cassiopeae. Pre porovnanie: súčet jasností 580 zmiešaných členov kopy dáva podľa Briana Skiffa celkovú hviezdnu veľkosť 6,7 magnitúdy (oblúkový priemer 34'). Spoľahlivejšie je však použiť triéder, povedzme 10x50. Tu je na prvý pohľad vidieť zreteľný hmlistý obláčik kruhového tvaru, bez akejkoľvek štruktúry, ktorý sa práve vmestí medzi ρ Cas a V 373 Cas (pozri mapku). Po dôkladnom prieskume vystupujeme azda aj oveľa slabšie halo, ktoré sa rozprestiera prevažne na juhovýchod od vlastnej kopy. V Somete 25x100 sa stretneme s rozprávkovo bohatou, pravidelnou a výrazne zrnitou hmlovinnou hmotou. V prvej chvíli sa zdá, že hviezdičiek v nej rozosiatych sú desiatky až stovky. Pokiaľ si však dáte tú námahu a skúsite ich naozaj zrátať (a nakresliť), zistíte, že sú ich necelé dva tucty. Hviezdy na prahu citlivosti, zbadané bočným videním, nie ste totiž schopní presne lokalizovať. Táto výrazná časť kopy so svetlým podkladom je okrem toho obklopená množstvom podobne jasných, doširoka rozhádzaných hviezdičiek. Mnohé z nich sú plnoprávni členovia kopy. Priemer halo je asi dvakrát väčší než priemer kopy, ktorá leží až pri samom severozápadnom okraji halo. To zodpovedá aj opisu admirála Smytha, ktorý NGC 7789 študoval 15 cm refraktorom (zv. 185x). Čierne hviezdy v okolí kopy videl usporiadané do radu výbežkov a celok mu pripomínal kraba s hlavou na severozápade, chvostom na juhovýchod: oči tvorila dvojica hviezdičiek 11. a 12. magnitúdy (5,0", 220°). Najväčšie spomedzi amatérom dostupných ďalekohľadov (25–30 cm) ukážu približne 150 hviezd.

Kde sa rodia hviezdy

Ríša kráľovnej Kasiopeje je bezpochyby jedným z najväčších námetov na potulky po oblohe. A keďže u nás nikdy nezapadá, ako seriál by mohla zaplniť celý ročník. Tentoraz už však zostáva miesto iba pre jeden zaujímavý objekt, pre najzápadnejšiu hmlovinu súhvezdia s čarovnou Miniatúrou Trapéza. Nájdete ju východne od jasnej zlatožltej hviezdy **Schedar** (α Cas), po chvíľke hľadania medzi drobizgom Mliečnej cesty. V triédri vyzerá celkom obyčajne, jej poznávanie v škále väčších zväčšení je však fascinujúcim dobrodružstvom. Vo zväčšení 56x (15 cm refraktor) je neuveriteľne drobulinkou trojicou, vytvorenou z dvoch žltastých hviezd takmer v dotyku (3,9", 134°), s uzulinkou štrbinkou, obďaleč (9") sprevádzaných treťou, sýto modrou zložkou. Zväčšenie 90x prezradí skúseným pozorovateľom dvojhviezd, že najjasnejšia hviezda je mierne pretiahnutá. Napokon sa, pri zväčšení 141x, od nej naozaj odštiepi o dve magnitúdy slabší sprievodca (1,5").

Týmto skvostom prispel do pokladnice viacnásobných hviezd v minulom storočí Sheburne Wesley Burnham, mimochodom, astronóm amatér. Bol zapisovateľom štátneho súdu v Chicagu, vo voľnom čase bol však jeho záľubou 6-palcový šošovkový ďalekohľad a Webbov sprievodca po oblohe. Svoju prvú dvojhviezdu, označenú β 40, objavil 27. apríla 1870.[3] O tri roky neskôr ich na svojom prvom (a ani zďaleka nie poslednom) súpise mal už 81, vrátane našej Miniatúry Trapéza (ako prvá podľa rektascenzie dostala privilegované označenie β 1). V čase, keď Burnham začal robiť svoju "dvojhviezdnu kariéru", sa všeobecne usudzovalo, že takým malým prístrojom už nie je čo objavovať, že všetko už odhalili Struveovci. Ukázalo sa však, že to vôbec nie je pravda. Za svoj život, neskôr aj väčšími prístrojmi, objavil Burnham viac ako 1300 nových dvojhviezd, mnohé s uhlovou vzdialenosťou zložiek menšou než 0,2", alebo s extrémne slabými sprievodcami.

Burhamova jednotka v Kasiopeji je len vrcholcom ľadovca, nazvaného otvorená hviezdokopa **IC 1590**. Tá je však riedka: tvoria ju prevažne slabé hviezdy (maximálne 10 ks v 30 cm ďalekohľade). Najjasnejšia zložka štvorhviezdy β 1 je horúcou hviezdou spektrálneho typu O5,5f (HD 5005), ktorá mierne ionizuje rozľahlý oblak vodíka okolo kopy, plynnú hmlovinu **NGC 281**. Hoci je medzi amatérmi takmer neznáma, je taká jasná, že v Roztokách a so Sometom stačí poznať jej polohu iba približne, a padne do oka sama. Musíte však rátať s tým, že je menšia ako na fotografiách a na našej mapke. Najjasnejšia je v blízkosti β 1 a ťahá sa prevažne na juhovýchod od nej; severozápadná časť nie je taká výrazná. Hmlovina NGC 281, ktorá leží v špirálovom ramene Perzea zhruba 7000 svetelných rokov od nás, je akousi skromnou obdobou Veľkej hmloviny v Orióne (M 42), kolískou hviezd na okraji molekulárneho oblaku.

LEOŠ ONDRA

Poznámky:

[1] Astron. J. 58, 61, 1953

[2] Observatory 109, 82, 1989

[3] Trojhviezda β 40 (ADS 9948) leží v Škorpiónovi ($16^h11{,}8^m$, -27°34', 2000)

Súhvezdie Kasiopeje obsahuje niekoľko stoviek zaujímavých objektov.

Obloha v kalendári

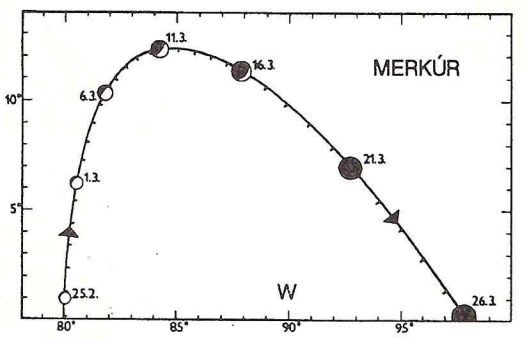
február
marec

Všetky časové údaje sú v SEČ

Uhorková sezóna býva v astronómii práve počas týchto dvoch mesiacov. Február a marec pozorovateľom naozaj nežičia, málokedy sa udeje niečo zaujímavé aj na oblohe. Rovnako to bude aj tento rok. Počas nasledujúcich dvoch mesiacov bude z planét parádne viditeľný len Jupiter a pár dní Merkúr, akotak Venuša a tiež Pluto, z neho však obyčajný smrteľník naozaj veľa nemá. Meteory koncom zimy majú dovolenku, kométy s dostatočnou jasnosťou sa len blížia k Zemi, takže česť objektom slnečnej sústavy budú horko-ťažko zachraňovať planétky spolu s Mesiacom. Našťastie, na oblohe počas jasnej noci nájdeme aj čosi iné. Premenné hviezdy sú tentoraz veľmi zaujímavé a poteší i lúčenie s krásami typicky zimnej oblohy. Nanešťastie, toto obdobie sa končí pre astronómov nanajvýš neradostne – opäť si nedáme pokoj s tým ohavným LEČom.

Planéty

Merkúr po hornej konjunkcii so Slnkom 12.2. zamieri do východnej elongácie, ktorej maximum budeme môcť na večernej oblohe sledovať 9. marca – o 22^{30} bude planéta v najväčšej uhlovej vzdialenosti od Slnka, 18°. Táto elongácia je veľmi výhodná, pretože deklinácia Merkúra je o vyše 8° väčšia než deklinácia Slnka. Najlepšie možnosti na sledovanie planéty nastanú počas prvých dvoch marcových týždňov, napokon, najlepšie vystihuje situáciu nad západným obzorom o 18^h20^m SEČ pripojený obrázok. Po tomto období sa nám Merkúr opäť rozpustí v lúčoch zapadajúceho Slnka – do dolnej konjunkcie vstúpi 26.3. o 15^{54}.



Venuša ešte vo februári bude blikať na rannej oblohe ako Zornička, potom sa však priblíži k Slnku natoľko, že ju pohltí žiara východu. Kto túto planétu uvidí najneskôr a dá nám o tom správu, môže sa tešiť na pekňú cenu. V hornej konjunkcii so Slnkom bude Venuša 18. júna.

Mars sa potuluje kdesi pri Slnku, ako nenápadná hviezdička blúdi súhvezdiami Strelca až Vodnára. Na rannej oblohe by ho našli naozaj len fanatickí pozorovatelia s dávkou šťastia. Ste to aj vy?

Jupiter spolu s Levom tvoria nerozlučnú dvojicu, ktorá kraľuje nočnej oblohe. Najväčšia z planét prechádza opozíciou, ktorá nastane 29.2. (!) o 1^h36^m. O necelých osem hodín neskôr (viete prečo?) nás bude deliť od tejto planéty najmenšia vzdialenosť, iba 4,4096 a.j., vtedy budú, samozrejme, aj jasnosť planéty a jej priemer maximálne, $-2{,}5^m$ a 44,6". Práve teraz sú najlepšie podmienky na sledovanie úkazov v rodine galileovských mesiačikov – najzaujímavejší pohľad na ich postavenie bude pred polnocou 17.2., nadránom 13.3. (koľko ich vidíte?) a po polnoci 22.3. Úkazy nájdete podrobne vypísané v HR 1992. Amatéri s umeleckými sklonmi by si však nemali nechať ujsť ani príležitosť na naozaj podrobné zachytenie útvarov v atmosfére – čo keď sa tam zjaví čosi nové? Kreslenie planét organizuje Vojtěch Šimon.

Saturn, Urán a **Neptún** v januári absolvovali konjunkciu so Slnkom, takže na rannú oblohu sa predierajú len veľmi ťažko. Na túto trojicu si budeme musieť počkať do leta, keď planéty budú v opozícii.

Pluto je síce bližšie pri Zemi ako Neptún a pohybuje sa po večernej oblohe v súhvezdí Váhy, ale jeho jasnosť $13{,}9^m$ ho robí prakticky nedosiahnuteľným. Ak však máte výkonnú astrokomoru, môžete sa o takýto cenný úlovok pokúsiť.

Meteory

Slovo meteorický roj je pre tie tri, čo počas týchto dvoch mesiacov mávajú maximum aktivity, naozaj prisilné. Všetky patria do sústavy rojov **Leonidy–Virginidy**, ktorých štruktúra doteraz nie je veľmi jasná. Zrejme ide o niekoľko vetiev jediného roja, ktorého pôvodcom je asi niektorá z komét. Na pozorovanie rojov treba vyčkať do apríla či mája – bude teplejšie a maximum budú mať ozajstné meteorické roje.

Kométy

Medzi kométami, ktoré sú známe už dávnejšie a prechod perihéliom si naplánovali na tento rok, nie je ani jedna taká, čo by mala byť jasnejšia než 10^m. Za úvahu by stála snáď kométa **Giacobini–Zinner**, jej perihélium sa však tentoraz premieta do veľmi tesnej blízkosti Slnka. Týmto konštatovaním by sme túto časť mohli skončiť, keby... – keby na Vianoce minulého roka taliansky amatér A.Zanotta neobjavil novú kométu 9. magnitúdy. Dostala označenie po dvoch prvých objaviteľoch **Zanotta–Brewington 1991 g_1** a prešla perihéliom naozaj nedávno, 31. januára vo vzdialenosti 0,64426 astronomickej jednotky od Slnka. Žiaľ, kométa nám rýchlo zmizne na južnej oblohe, aspoň teraz teda musíme využiť jej priaznivú jasnosť okolo $+7^m$. Dve posledné využiteľné polohy kométy pre prvých osem februárových dní sú pre ekvinokcium 2000,0 takéto:

3.2.	$23^h55{,}49^m$	-18°06,9'	$6{,}3^m$
8.2.	$0^h19{,}09^m$	-25°46,6'	$6{,}4^m$

Pekné pozorovania kométy samozrejme uverejníme, pripravte sa však na to, že táto kométa je len akousi predprípravou na hádam jasnejšiu, cirkumpolárnu **Shoemaker–Levy 1991 a_1** začiatkom leta!

Planétky

Planétky musia zachraňovať česť a predviesť za všetky objekty slnečnej sústavy na oblohe divadlo, ktoré by divákov nadchlo. A je to práve najjasnejšia

4 Vesta

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$11^h58{,}3^m$	10°01'
8.2.	11 57,3	10 34
13.2.	11 55,6	11 11
18.2.	11 53,1	11 51
23.2.	11 50,0	12 34
28.2.	11 46,3	13 17
4.3.	11 42,2	14 00
9.3.	11 37,7	14 41
14.3.	11 33,1	15 19
19.3.	11 28,4	15 52
24.3.	11 23,9	16 21
29.3.	$11^h19{,}8^m$	16°43'

6 Flora

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$8^h26{,}7m$	22°25'
8.2.	8 21,6	22 56
13.2.	8 17,0	23 23
18.2.	8 13,1	23 45
23.2.	8 10,0	24 04
28.2.	8 07,7	24 17
4.3.	8 06,4	24 27
9.3.	8 05,9	24 33
14.3.	8 06,4	24 35
19.3.	$8^h07{,}7^m$	24°33'

14 Irene

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$10^h17{,}5^m$	24°38'
8.2.	10 13,6	25 24
13.2.	10 09,3	26 08
18.2.	10 04,8	26 48
23.2.	10 00,2	27 22
28.2.	9 55,7	27 50
4.3.	9 51,6	28 11
9.3.	9 47,9	28 24
14.3.	9 44,9	28 31
19.3.	9 42,6	28 30
24.3.	9 41,1	28 22
29.3.	$9^h40{,}5^m$	28°09'

20 Massalia

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$7^h59{,}8^m$	19°16'
8.2.	7 55,6	19 29
13.2.	7 52,1	19 41
18.2.	7 49,4	19 51
23.2.	7 47,6	19 58
28.2.	7 46,7	20 03
4.3.	7 46,6	20 06
9.3.	7 47,5	20 06
14.3.	7 49,3	20 05
19.3.	$7^h51{,}8^m$	20°01'

29 Amphitrite

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$6^h24{,}9^m$	31°58'
8.2.	6 22,9	31 40
13.2.	6 21,9	31 21
18.2.	6 21,7	31 02
23.2.	6^h22^m	30°43'

40 Harmonia

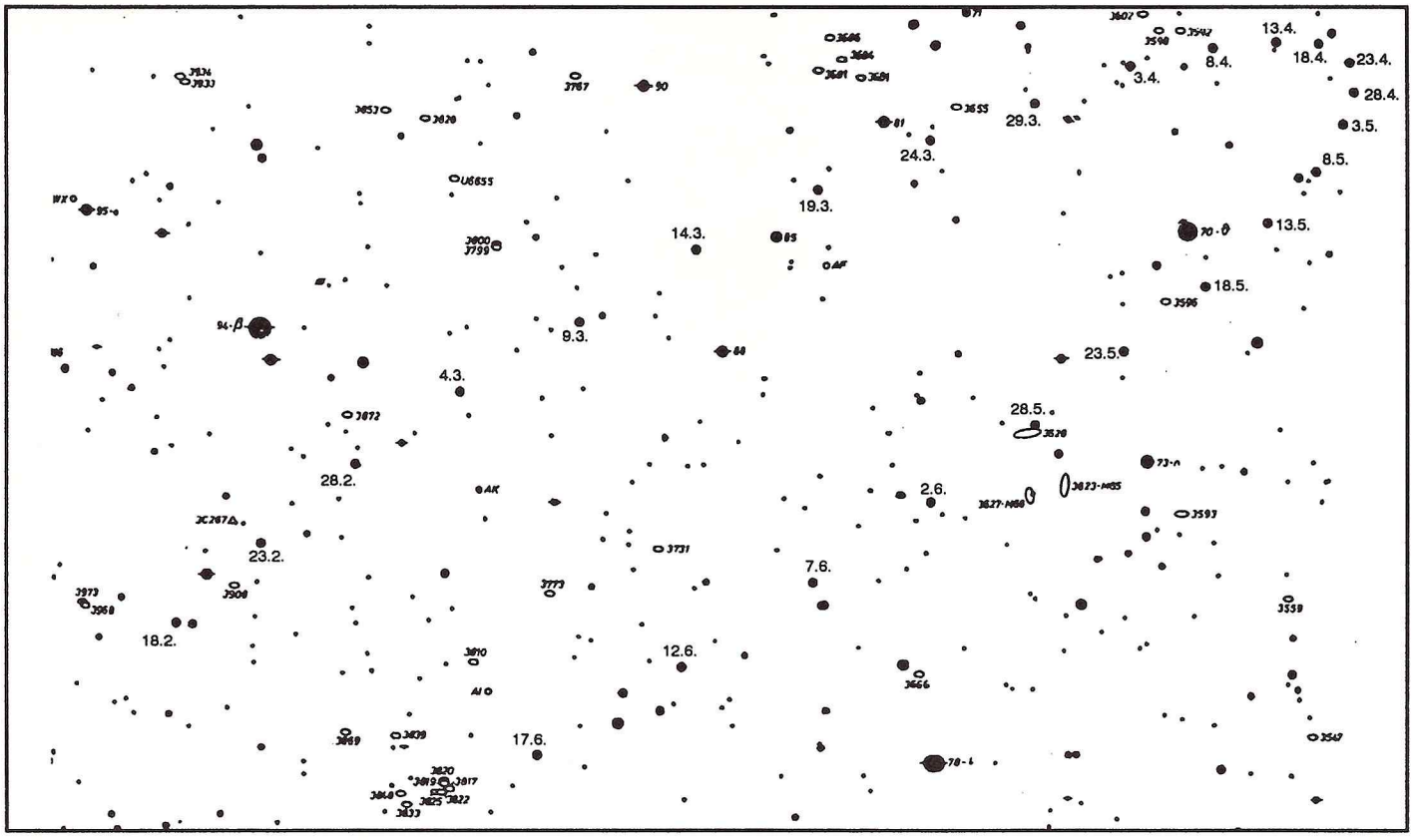
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$8^h08{,}0^m$	24°01'
8.2.	8 03,0	24 21
13.2.	$7^h58{,}6^m$	24°37'

44 Nysa

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
3.2.	$7^h34{,}2^m$	20°31'
8.2.	7 30,7	20 53
13.2.	7 28,1	21 12
18.2.	7 26,4	21 29
23.2.	7 25,5	21 43
28.2.	7 25,7	21 54
4.3.	$7^h26{,}7^m$	22°03'

532 Herculina

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$
19.3.	$16^h55{,}4^m$	-4°52'
24.3.	16 58,5	-4 40
29.3.	$17^h00{,}9^m$	-4°28'



Dráha najjasnejšej planétky 4 Vesta medzi hviezdami súhvezdia Leva v čase jej najväčšej jasnosti. Už na prvý pohľad je zrejmé, že vďaka hustote hviezdneho poľa bude veľakrát práve Vesta najjasnejším objektom v zornom poli triedra... Tešíme sa na vaše pozorovania!

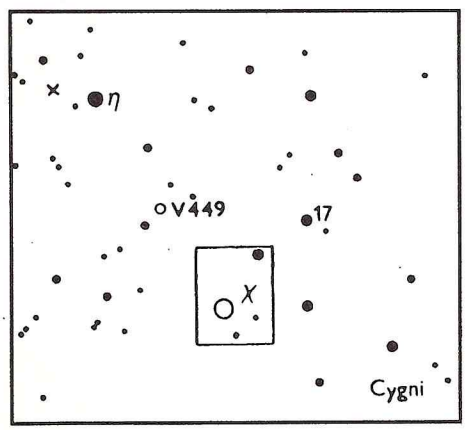
z planétok, čo sa na túto neľahkú úlohu podujala. **4 Vesta** je jediná planétka, ktorá môže byť viditeľná zo Zeme voľným okom. Túto jedinečnú možnosť budeme mať v polovici marca, keď bude planétka v opozícii. Tá nastane 9. marca v súhvezdí Leva, Vesta bude od Zeme vzdialená len 1,340 a.j. a dosiahne maximálnu jasnosť $+5{,}8^m$. Aby ste mali hľadanie ľahšie, pripravili sme na toto obdobie podrobnú hľadaciu mapku s polohami planétky pre každých päť dní. Správy o vydarenom pozorovaní privítame, nezabudnite odhadovať jasnosť Vesty.

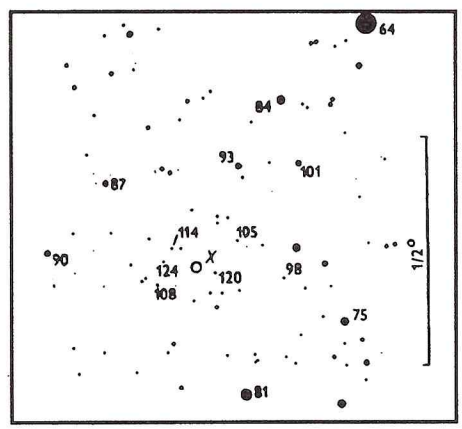
Do opozície sa ešte pred Vestou dostane vo februári druhá planétka jasnejšia než 10^m. **14 Irene** dosiahne maximálnu jasnosť zhruba $+9{,}0^m$ (koľko to bude presne, to si budete musieť odhadnúť sami, údaje sa v rôznych prameňoch už tradične líšia) okolo dátumu opozície 14.2. Jasnejšie než $+10{,}0^m$ budú vo februári a v marci ešte planétky **8 Flora**, **20 Massalia**, **29 Amphitrite**, **40 Harmonia**, **44 Nysa** a **532 Herculina**. Efemeridu pre všetky tieto objekty uvádzame v tabuľke, nenájdete tam však ich jasnosť — tú si odhadnite sami a napíšte nám.

Premenné hviezdy

Premenné hviezdy vybrali zo svojho stredu tiež jednu, čo bude predvádzať svoj kúsok za všetky ostatné. Pravdepodobne najväčšiu amplitúdu zmien jasnosti má (ne)nápadná hviezdička zo súhvezdia Labute, χ Cygni. V maxime poľahky viditeľná voľným okom ($+3{,}3^m$) sa v minime stráca aj v naozaj veľkých ďalekohľadoch ($+14{,}2^m$). Svoju najväčšiu jasnosť by táto čarodejka mala dosiahnuť 16. februára. Zmeny jej jasnosti zachytíte najlepšie fotograficky — podrobnú mapku okolia uverejňujeme.

Okrem χ Cygni dosiahnu maximum aj ďalšie dlhoperiodické hviezdy, pre náš kalendár úkazov sme vybrali 10 z nich. Pri pozorovaní týchto hviezd si však treba uvedomiť, že publikované dátumy a hodnoty jasnosti v maxime sú len orientačné — odchýlky bývajú často niekoľko desiatok dní a mnoho desatín magnitúdy. Práve preto je však sledovanie týchto objektov také zaujímavé a potrebné. Nezabudli sme ani na trojicu školských hviezd β **Persei**, δ **Cephei** a β **Lyrae**. Každá z nich bude mať v nasledujúcich dvoch mesiacoch po jednom pozorovateľnom minime, všetky uvádzame medzi úkazmi.



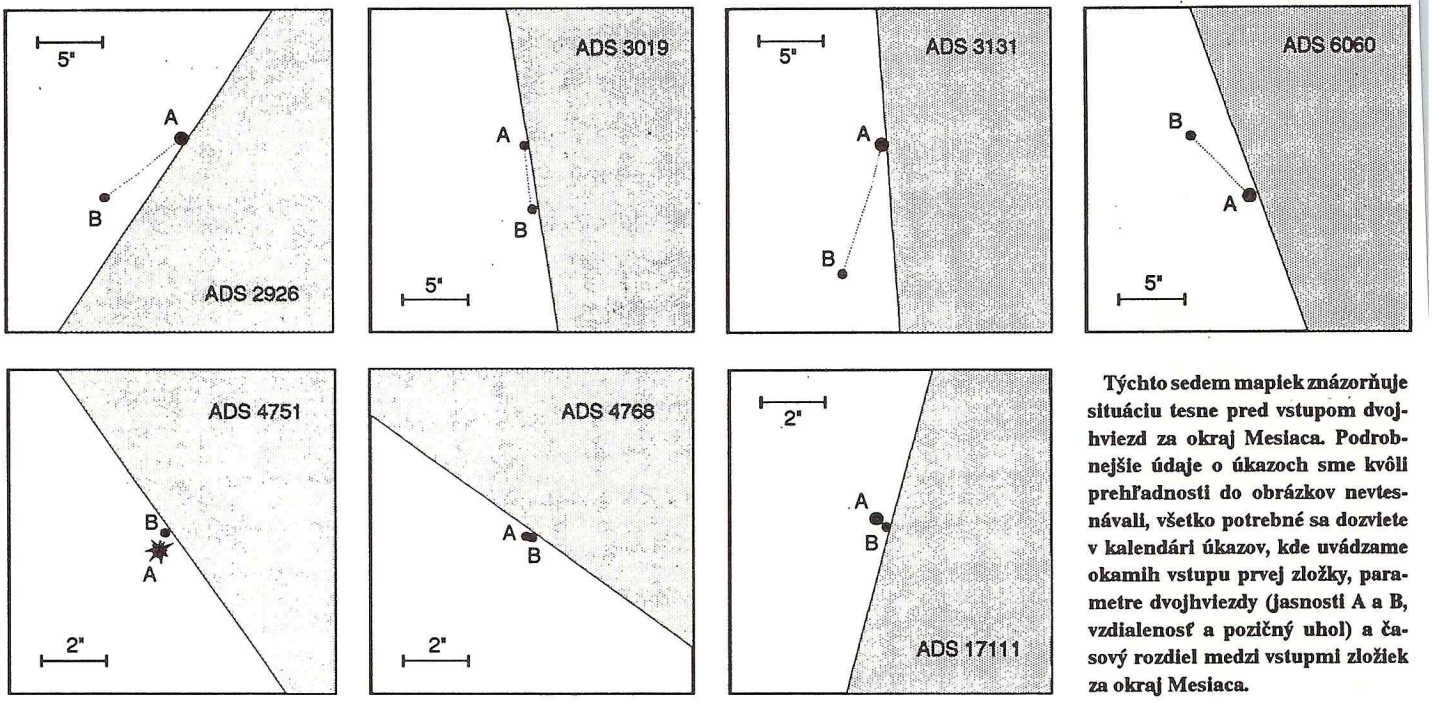


Premenná hviezda chí Cygni je v maxime viditeľná voľným okom, v minime sa však stráca i vo väčších ďalekohľadoch. Pre jej vyhľadanie medzi množstvom hviezd Mliečnej cesty sme pripravili hľadaciu mapku. Vpravo je podrobná mapka výrezu, aby ste si hviezdu mohli pozrieť aj v lete, keď sa bude blížiť do minima svojej jasnosti. V polovici februára nadránom by ste ju však mali zbadať aj voľným okom.

Zákryty

Ak sme na začiatku nášho prehľadu udalostí na oblohe koncom zimy spomínali, že najväčšie pochúťky si pre pozorovateľov prichystali planétky spolu s Mesiacom, bolo to práve kvôli zákrytom. Sedem zákrytov dvojhviezd má v kompetencii Mesiac, ôsmy zaujímavý zákryt (snáď) obstará planétka (924) Toni.

Mnohé z tesných dvojhviezd boli odhalené práve počas zákrytu Mesiacom, keď jasnejšia zo zložiek, tá známa, bola už/ešte skrytá za telesom našej obežnice, zatiaľ čo tá slabšia

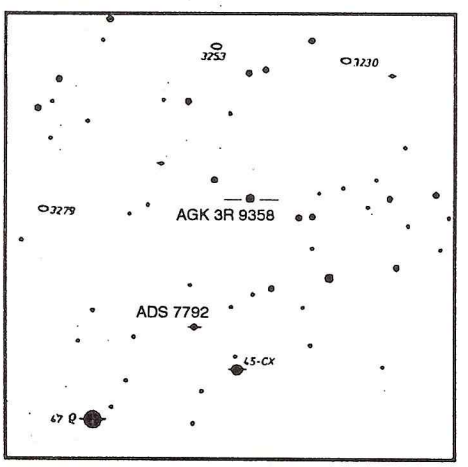


Týchto sedem mapiek znázorňuje situáciu tesne pred vstupom dvojhviezd za okraj Mesiaca. Podrobnejšie údaje o úkazoch sme kvôli prehľadnosti do obrázkov nevtesnávali, všetko potrebné sa dozviete v kalendári úkazov, kde uvádzame okamih vstupu prvej zložky, parametre dvojhviezdy (jasnosti A a B, vzdialenosť a pozičný uhol) a časový rozdiel medzi vstupmi zložiek za okraj Mesiaca.

ešte/už nie. Niečo podobné, rozlíšenie dvojhviezdy so vzdialenosťou zložiek pod jednu uhlovú sekundu, budeme môcť pozorovať v priebehu nasledujúcich troch mesiacov dokonca trikrát.

Najnabitejší program nás čaká medzi 10. a 12. marcom, keď v priebehu troch večerov nastanú štyri zákryty dvojhviezdy Mesiacom. Vrcholom však bude 12. marec, keď počas necelej pol hodiny zakryje Mesiac dve dvojhviezdy so zložkami vzdialenými menej ako 0,5 oblúkovej sekundy. Najmä prvý zákryt hviezdy **3 Gem** môže byť zaujímavý, pretože rozdiel jasností hviezd je $4{,}1^m$. Podariť sa však môže aj rozlíšenie dvojhviezdy β 1241, v ktorej sú hviezdy od seba vzdialené iba 0,3" a rozdiel ich jasností je len $0{,}3^m$, takže skok v jasnosti hviezdy bude pri zakrytí jednej zo zložiek zreteľný. Tu je dobré pripomenúť, že meranie takýchto zákrytov môže prispieť k spresneniu parametrov v dvojhviezde, teda pozičného uhla a vzdialenosti zložiek.

Dvojhviezdy však nie sú až také zaujímavé ako planétky, najmä keď zakrývajú hviezdy. Pozorovaním takýchto úkazov môžeme zasa spresniť údaje o rozmeroch a polohe planétky. Príležitosť budeme mať 5. marca – pla-



nétka **924 Toni** prekryje o pol piatej ráno zhruba 17° nad obzorom hviezdu AGK 3R 9358 s jasnosťou $+6{,}7^m$. Je veľmi pravdepodobné, že tento úkaz sa premietne na naše územie, teda že tieň planétky prekryje práve nás. Planétka má priemer necelých 90 km, spresniť tento údaj by však mohlo pozorovanie zákrytu, ktorý by mal trvať najviac 6 sekúnd. Pripomíname, že dôležité je aj negatívne pozorovanie.

Hviezdu **AGR 3R 9358** sme vyznačili na mapke, ktorá je výrezom zo súhvezdia Leva o rozmere 4°×4°, jej stred má súradnice 10^h28^m a +11° pre ekvinokcium 2000,0. Pri pozorovaní tohto kúska oblohy sa môžete pokúsiť rozlíšiť zaujímavú dvojhviezdu **ADS 7792**, ktorej zložky s jasnosťou $7{,}9^m$ a $9{,}7^m$ sú od seba vzdialené iba 0,8" v pozičnom uhle 85°. Držíme palce!

Nočná obloha

Keď sa začne hovoriť o Orióne, každý si zrejme vybaví onu povestnú, známu a bez veľkých problémov voľným okom viditeľnú **Veľkú hmlovinu v Orióne**. Málokto si však spomenie, že toto nádherné súhvezdie zimnej oblohy obsahuje aj iné, nemenej zaujímavé a pekné objekty. Veď len niekoľko stupňov severne od M 42, pozdĺž Pása Oriona, nachádza sa veľa nápadných svetlých hmlovín. Na to, aby sme ich uvideli, však nebudeme potrebovať ani tak veľký prístroj (stačí Somet 25x100), ako tmavú, pozemskými svetlami a Mesiacom neporušenú oblohu. Tú dnes nájsť však veľmi ľahké nie je.

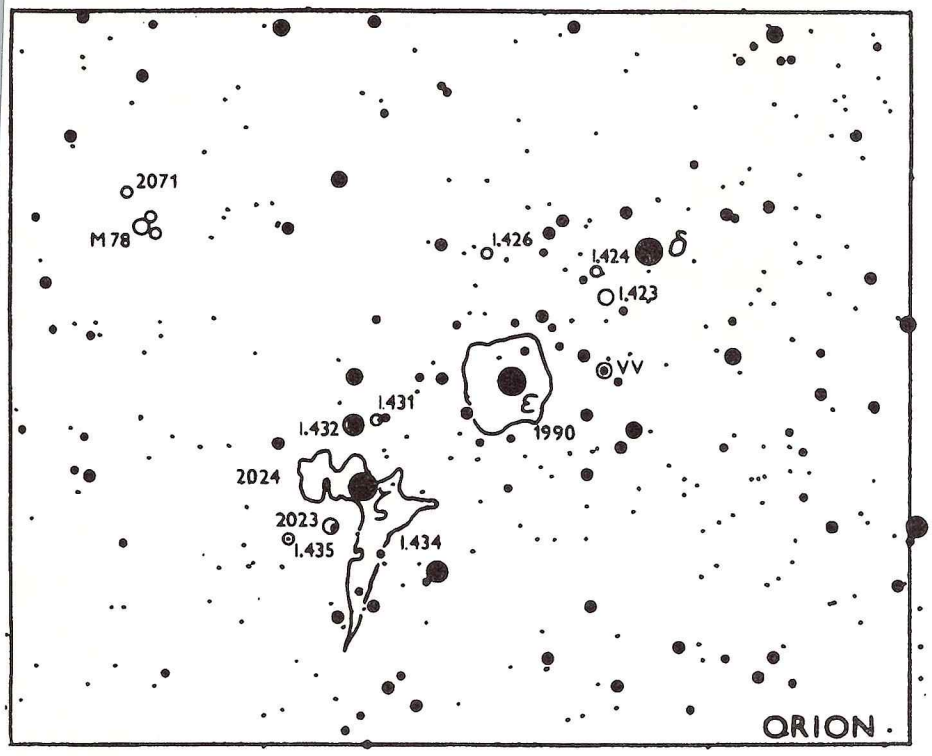
Necelé štyri stupne severne od M 42, pri najvýchodnejšej hviezde Oriónovho pása (ζ Ori), sa nachádza komplex hmlovín, ktorý je známy ani tak nie kvôli svojim žiariacim častiam, ako skôr vďaka bližšie ležiacej tmavej hmlovine, ktorá nám malú časť vzdialenejších svietiacich hmlovín (**IC 434**) zakrýva – áno, je to **Konská hlava**.

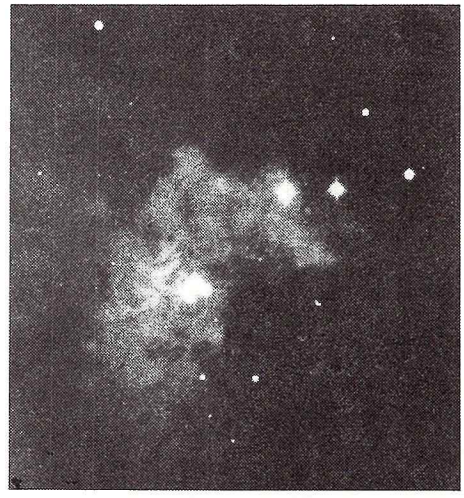
Hoci samotnú tmavú hmlovinu fotograficky objavil už roku 1889 Pickering (dnes ju môžeme odfotiť aj menším prístrojom, postačí hádam pätnástka), zbadať ju vizuálne, presnejšie: uvidieť to tmavé nič, čo vykusuje kúsok zo svetlej hmloviny, je naozaj veľmi ťažké. Napriek tomu sa to podarilo napríklad známemu pozorovateľovi E. E. Barnardovi roku 1913 – použil však 100-centimetrový reflektor! Ale o nič ľahšie nie je zbadať tú svetlú hmlovinu – lepšie to vraj ide pri hmlovinách okolo Plejád!

Na tmavej oblohe však celkom určite zbadáte inú hmlovinku – **NGC 2024**. V Somete vyzerá ako veľký chumáč svetla v polceste medzi ζ Ori a jasnou hviezdou severovýchodne, jej veľkosť je asi pätina tejto vzdialenosti. Odhalíte ju buď tak, že nepodľahne scintilácii ako ζ Ori a jej okolitá žiara, alebo tak, že sa javí ako veľké, na severovýchod rozprestrené, asymetrické halo okolo Dzety.

Ďalšia nápadná hmlovina v Oriónovom páse je **NGC 2023**, ktorá sa javí ako trochu asymetrický žiarivý opar okolo hviezdy zhruba 8^m. Tento opar vyzerá ako svetelné halo okolo hviezdy, keď je zarosený objektív, vtedy by však muselo byť oveľa jasnejšie. Keď túto hmlovinu bez problémov uvidíte, nebude vám nič brániť, aby ste sa pokúsili aj o ostatné "IC" hmloviny. Vaše šance stúpnu, ak budete mať väčší prístroj a dokonale čistú optiku vo veľkom zväčšení.

Ešte sme však neskončili. Asi 2,5° severovchodne od ζ Ori objavil roku 1780 P. Méchain "dve jasné jadrá v hmlovine". Neskôr boli tieto objekty zaradené ako sedemdesiaty ôsmy objekt Messierovho katalógu a ešte neskôr ako reflexná hmlovina s troma spoločníkmi – **NGC 2064** (južne od M 78), **NGC 2067** (severne od M 78) a **NGC 2071**. **M 78** je taká jasná (J. Dušek určil jej jasnosť Hollanovou metódou na $8{,}3 \pm 0{,}1$ magnitúdy), že ju celkom určite nájdu a uvidia aj pozorovatelia v mestách, pätnásťcentimetrový refraktor po-





Pri prezeraní hmlovín v Páse Oriona si nenechajte ujsť pohľad na skvostný Trapéz v M 42. Štyri hviezdne dojčence sú rozlíšiteľné aj v pomerne malom ďalekohľade, pri podrobnom skúmaní môžete dokonca zistiť, že prakticky všetky patria medzi premenné hviezdy - ich vývoj sa doposiaľ neustálil. Seriózne sledovanie ich premennosti je však vzhľadom na okolitú hmlovinu dosť náročné.

tom ukáže aj obe hviezdy (asi 10. veľkosti), ktoré hmlovina obsahuje. Mimo civilizácie by mali byť takýmto prístrojom viditeľné aj obe priľahlé hmloviny. Na NGC 2071, ktorá sa v Somete javí ako rozmytá hviezda, však istotne postačí aj menší prístroj.

Posledným objektom v pripojenej mapke je asi nezaujímavá zákrytová dvojhviezda **VV Ori** (perióda 1,4854 dňa, zmena jasnosti $5{,}10^m - 5{,}46^m$). O tú nám však nejde. O kúsok západnejšie (už mimo našej mapky) sa totiž nachádza hviezda označená veľmi podobne, **W Ori** (je vyznačená napr. v Atlase Coeli). Tú vám odporúčame – je to totiž (vďaka typu premennosti a farebnému indexu) jedna z najčervenších hviezd na našej oblohe. Veľa šťastia pri jej love.

Kalendár úkazov

Nakoniec si povedzme pár slov k celkovému prehľadu úkazov, ktorý sme pre nasledujúce dva mesiace zostavili. Hlavnou zložkou sú extrémy vo svetelných krivkách premenných hviezd, kam vlastne patria i zákryty hviezd telesami slnečnej sústavy. Z konjunkcií sme vybrali len také, čo možno sledovať z nášho územia, a v tabuľke zaznamenávame i geocentrické a heliocentrické úkazy telies slnečnej sústavy, teda opozície, elongácie a prechody perihéliom, resp. spln a nov Mesiaca a maximá činnosti meteorických rojov.

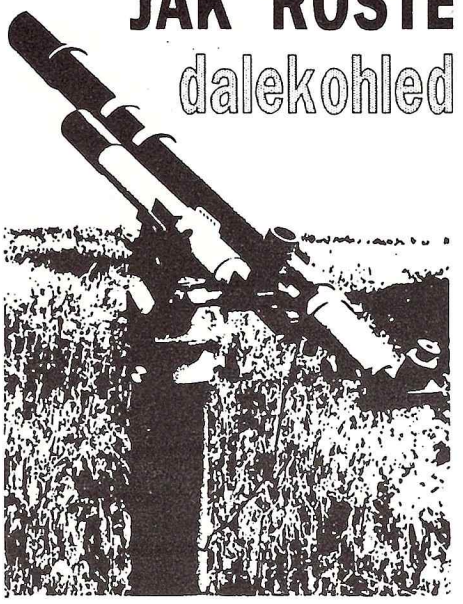
Na takto zostavený prehľad môžete mať svoj názor, niekto by čosi pridal, iný ubral, myslíme si však, že v takejto podobe vystihuje podstatu toho, čo sa bude diať na oblohe počas nasledujúceho obdobia. Ak sme niečo podstatné vynechali, je to len z nedostatku presných prameňov, prípadne z oneskorenia informácií. Vynasnažíme sa, aby sme vás v budúcnosti informovali čo najpodrobnejšie.

ROMAN PIFFL, JIŘÍ DUŠEK

Kalendár úkazov
na februárovej a marcovej oblohe

dátum	čas	úkaz
2.2.	(0^h)	maximum **V Cnc** (A=7,5 - 13,9 mag., $P=272^d$)
3.2.	19^h59^m	**nov** Mesiaca
5.2.	(20^h)	maximum **T Cam** (A=7,3 - 14,4 mag., $P=373^d$)
7.2.	18^h06^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 17111** (A=7,4^m, B=7,9^m, AB 229° 0,4") Mesiacom
8.2.	(17^h)	maximum **R Tri** (A=5,5-12,6 mag., $P=266^d$)
12.2.	19^h18^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 3131** (A=7,7^m, B=9,7^m, AB 163° 10,3") Mesiacom
13.2.	večer	maximum **T Cet** (A=5,0 - 6,9 mag., $P=158^d$)
15.2.	17^h33^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 6060** (A=7,2^m, B=8,3^m, AB 44° 6,4") Mesiacom
16.2.	ráno	maximum χ Cyg (A=3,3 - 14,2 mag., $P=408^d$)
17.2.	19^h56^m	minimum δ Cep (A=3,48 - 4,37 mag., $P=5{,}366341^d$)
18.2.	9^h04^m	**spln** Mesiaca
18.2.	21^h	planétka **(14) Irene** v opozícii so Slnkom (maximálna jasnosť +8,7^m)
19.2.	8^h	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 6,5° severne
19.2.	20^h56^m	minimum β Per (A=2,13 - 3,40 mag., $P=2{,}86732442^d$)
22.2.	5^h	**Mesiac** v konjunkcii so Spikou, α Vir3,06° severne
22.2.	ráno	maximum **X Oph** (A=5,9 - 9,2 mag., $P=328^d$)
26.2.	2^h	maximum aktivity meteorického roja δ-Leonidy
29.2.	2^h	**Jupiter** v opozícii so Slnkom
2.3.	15^h	kométa **P/Brooks 1** v perihéliu (najväčšia jasnosť +13,6^m)
4.3.	14^h22^m	**nov** Mesiaca
5.3.	4^h27^m	zákryt hviezdy **AGK 3R 9358** (+6,7^m) planétkou (924) Toni
9.3.	6^h	planétka **(4) Vesta** v opozícii so Slnkom (maximálna jasnosť +5,9^m)
9.3.	22^h	**Merkúr** v najväčšej východnej elongácii od Slnka (18°)
10.3.	18^h04^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 2926** (A=7,0^m, B=7,9^m, AB 128° 7,3") Mesiacom
10.3.	21^h55^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 3019** (A=7,6^m, B=7,6^m, AB 187° 5,2") Mesiacom
12.3.	21^h52^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 4751** (A=5,8^m, B=9,9^m, AB 339° 0,5") Mesiacom
12.3.	22^h22^m	zákryt dvojhviezdy **ADS 4768** (A=7,3^m, B=7,6^m, AB 252° 0,3") Mesiacom
14.3.	(4^h)	maximum **S UMa** (A=7,4 - 12,3 mag., $P=225^d$)
17.3.	0^h	**Mesiac** v konjunkcii s Regulom, α Leo 4,90° severne
18.3.	19^h18^m	**spln** Mesiaca
20.3.	9^h48^m	začiatok astronomickej jari, jarná rovnodennosť
24.3.	5^h17^m	minimum β Lyr (A=3,25 - 4,36 mag., $P=12{,}93558^d$)
26.3.	ráno	maximum **R Sgr** (A=6,7 - 12,8 mag., $P=268^d$)
27.3.	ráno	maximum **R Dra** (A=6,7 - 13,2 mag., $P=245^d$)
27.3.	ráno	maximum **RS Her** (A=7,0 - 13,0 mag., $P=219^d$)
28.3.	večer	maximum **U Cet** (A=6,8 - 13,4 mag., $P=234^d$)

JAK ROSTE dalekohled



Tento dalekohled sice neoplývá výkonem svých zrcadlových kolegů, ani složitým elektrickým ovládáním, ale svou jednoduchostí a nenáročnou výrobou by snad mohl být inspirací pro mnohé začínající amatéry. Jeho objektiv nezná jen málokdo - je jím Zeiss AS 80/1200.

Pro refraktor jsem se rozhodl z prostého důvodu — abych s ním mohl trávit svou dovolenou, protože oproti zrcadlovým systémům je jeho tubus přece jen tenčí a také lehčí. Pro tento účel jsem zvolil stavebnicový systém s paralaktickou montáží, který se snadno rozkládá. Nejdelší část v rozloženém stavu měří 750 mm, bez stativu váží i s montáží kolem 10 kg a lze jej snadno uložit na zadní sedadla Š 120. Dalekohed jsem dostavěl v roce 1989.

Dalekohled

Tubus tvoří upravená novodurová trubka o průměru 75 mm. V daných vzdálenostech jsou uvnitř umístěny clony. Na tubus se vsuvně nasazuje objektivová část, která je zhotovena z novodurové trubky průměřu 90 mm (z koberce) a z dvou duralových objímek. Rosnice je stočená z hliníkového plechu síly 2 mm. Objektivová část je v dané poloze zajištěna šroubem.

Výrobně a materiálově nejnáročnější byl už tradičně okulárový výtah. Je z duralu a má dva výtahy. První je posuvný, v daných polohách zajišovaný šroubem, druhý má hřebenový posuv. Výtah má otevřený konec s možností nasazení různých nástavců a pouzder. Podle situace je možno použít pouzdro s rovinně brouseným zrcátkem (místo hranolu) pro pozorování v zenitu, dále pouzdro s Herschelovým "klínkem" pro přímé sledování Slunce a nakonec pouzdro se Schmidtovým hranolem, dávající normální vzpřímený obraz. Ve výbavě mám ještě nástavec se závitem M42x1 pro fotoaparát a nástavec pro fotografování za okulárem. K dispozici mám okuláry f=4 a f=10 mm od fy Zeiss, ostatní s ohniskovými vzdálenostmi f=16, 20, 28 a 35 mm jsou z různých jiných přístrojů.

Montáž

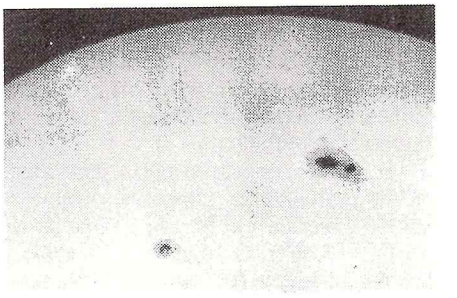
Její rozměry jsou dány použitím šnekových převodů, které umožňují přes aretační pásku jak volný pohyb kolem osy, tak jemný pohyb šnekovým soukolím. Lze ji použít pro různé objektivy, nejvýše však do průměru 100/1000. Díly montáže jsou nařezány z hliníkové pásoviny šířky 100 mm a síly 10 mm, plochy jsou ofrézovány a sešroubovány šroubky M5. Pro ovládání šneků jsem použil dvojici malých kardanových hřídelků.

Místa je na montáži jen pro dalekohled a hledáček. Pro případné použití teleobjektivu nebo fotokomory se tubus musí sundat, jde to ale velice lehce — přichycen je dvěma tvarovanými šrouby M8, které se dotahují pouze prsty. Montáž není těžká, samotná váží kolem 5 kg.

Hledáček 20x50 má osvětlený nitkový kříž. Aby se po použití teleobjektivu lépe seřizoval s dalekohledem, nepoužil jsem obvyklé dvě objímky a šest šroubů, ale těsné šnekové soukolí. Šneky jsou dva, každý pro pohyb v jedné ose. Jak se ukázalo, seřízení je daleko rychlejší a mnohem pohotovější než v objímkách.

Použití

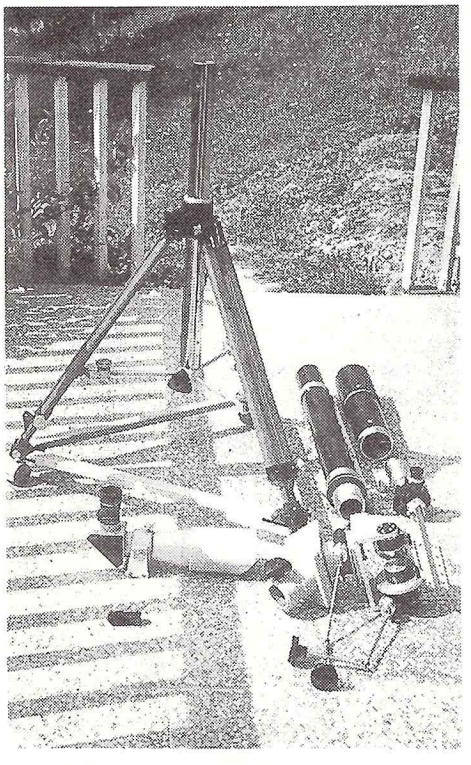
Doma mám dalekohled na stativu s pojízdnou základnou, kterou ale používám pouze k přemisťování po bytě a na dovolené. Jediného domácího pozorovacího místa jsem se vzdal (bylo na balkoně), protože stabilita dalekohedu na něm byla velice chabá — obraz se rozechvěl již při malém klepnutí. Právě proto jsem si za garáží zabetonoval železnou rouru o průměru 135 mm s upraveným horním koncem pro nasazení montáže. Ani tam sice podmínky nejsou ideální, ale na výběr už prostě nemám.

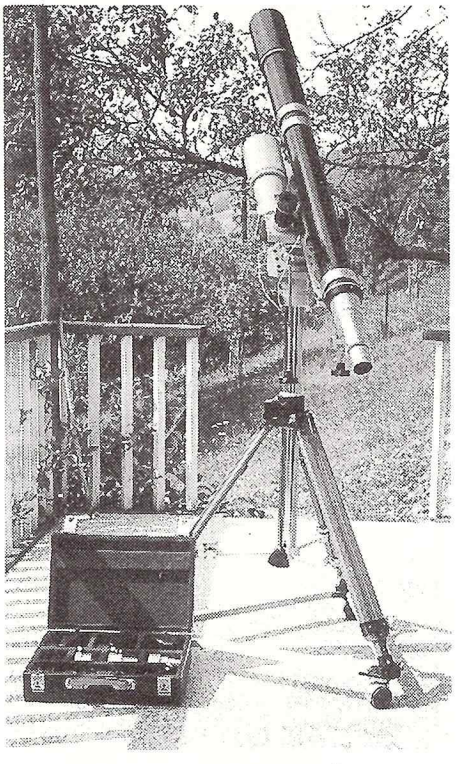


Sluneční skvrny fotografovány v ohnisku s telekonvertorem na film ORWO NP22 časem 1/250 s. Jejich částečná neostrost je způsobena nevhodným filtrem, nebo malým ohniskem objektivu.

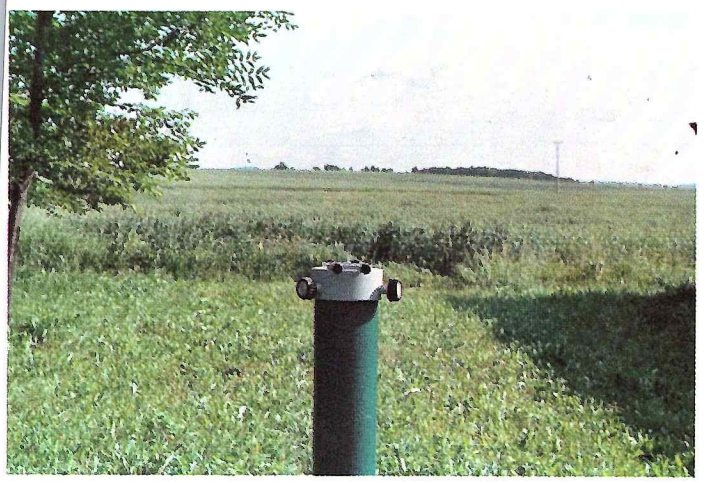
Dalekohled lze však velice lehko rozložit, proto si ho vozím ssebou. Na chatě jsem s ním strávil již trojí dovolenou, k mé plné spokojenosti a byl v provozu jak přes den, tak i v noci. V dohledné době bych chtěl dalekohled vybavit elektrickým pohonem, technicky je to totiž možné. Jiné plány ale zatím nemám, i když mě moc láká stavba nějakého Cassegrainu s délkou tubusu kolem 60 cm. Kde ale vzít potřebnou optiku...?

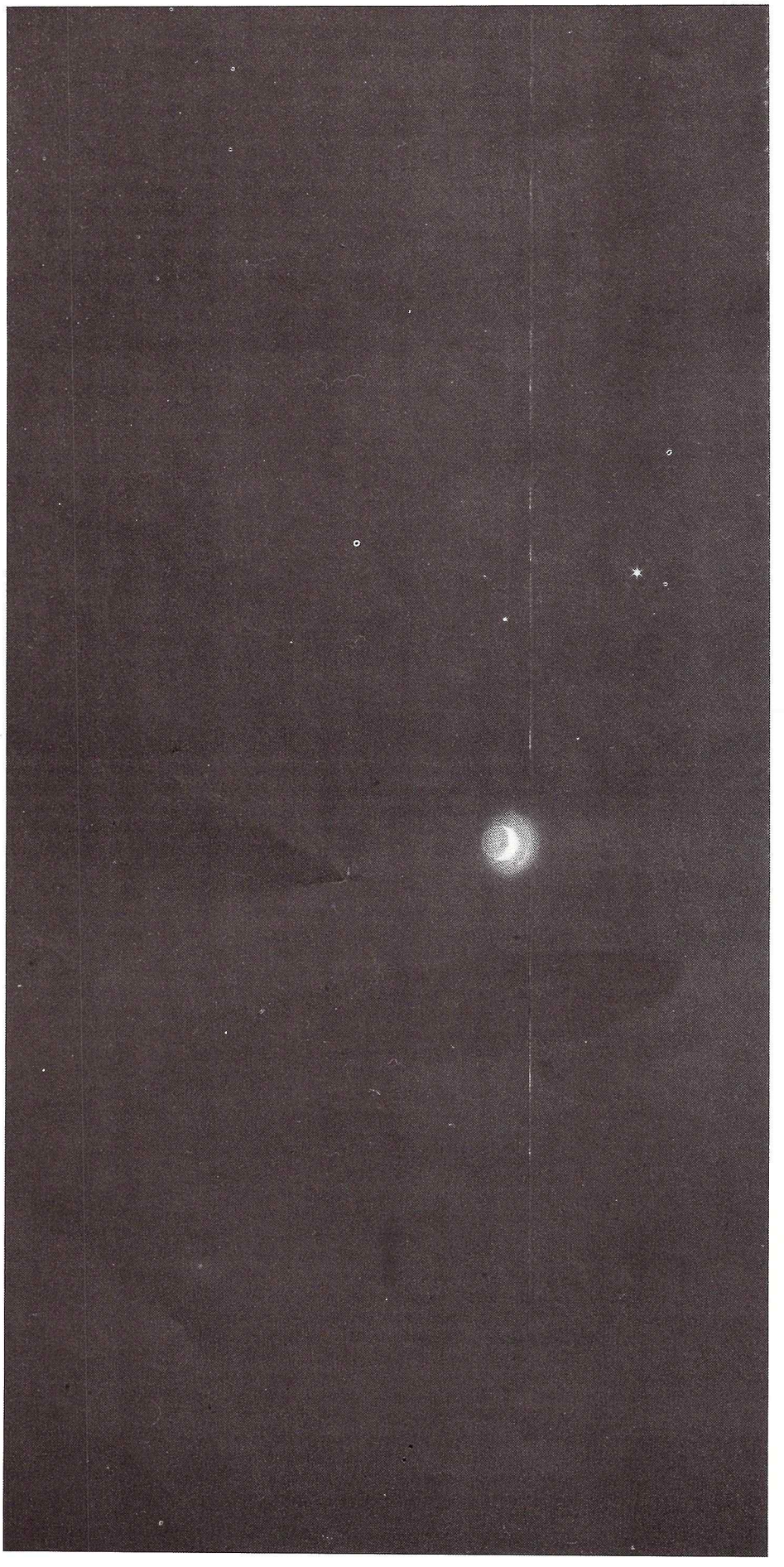
Štefan Marčišovský
Sportovní 446
742 01 Suchdol nad Odrou





Je skutečně zajímavé sledovat, jak roste dalekohled. Na dvou snímcích vlevo je „domácí" varianta s pojízdným stativem, vpravo v barvě vidíte jednotlivé fáze „růstu" na zahradě za garáží, kde mám stativový pilíř pevně zabetonovaný do země. Manipulace s dalekohledem i jeho složení a rozložení jsou skutečně jednoduché a velice se mi osvědčily.





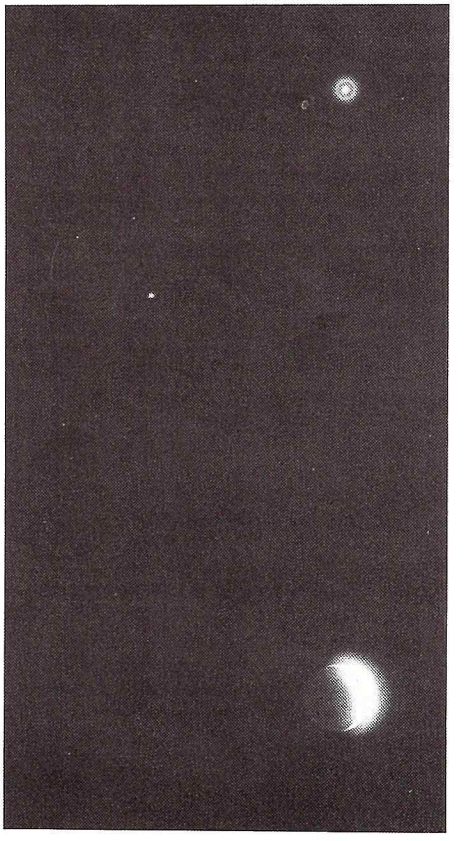
Spomienky na „festival planét"

Ku konjunkcii Jupitera, Venuše a Marsa s Mesiacom zo soboty 15. júna minulého roka sa v tomto čísle fotograficky vraciame, a to z dvoch dôvodov: po prvé preto, že konjunkcia planét s kosáčikom Mesiaca bola taká prekrásna (ktože by si aj po siedmich mesiacoch nespomenul na onen sobotný večer?), že rozlúčiť sa s ňou v jednom čísle časopisu (Festival planét, Kozmos 5/1991) by bolo škoda. Najmä však preto, že z tohto fotograficky vďačného úkazu sme dostali do redakcie pekné fotografie od viacerých autorov.

Ing. Jan Šafář z Brna nám poslal dva zábery, nazvané Vzpomínka na konjunkci. Fotografia na tejto strane vľavo je robená cez štrbinu brnianskej hvezdárne. V popredí je odklopené veko ďalekohľadu.

Na tmavnúcej oblohe sa vynímajú Mesiac, Jupiter, Venuša i Mars. Snímka bola urobená o 21^h55^m SEČ na negatív Fomapan 100 ASA (f/50, c=8, exp. 4^m). Detail vpravo dolu bol spravený o päť minút skôr (f/200, c=8, exp. 4^m).

Ing. Jana Tichá (dnes už riaditeľka českobudějovickej hvezdárne) označila „festival planet" za jeden z najkrajších vlaňajších úkazov. Snímku na protiľahlej strane získala Praktikou Bx-20 na ORWO NP22 (f/50, c=8) medzi 21^{40} a 21^{55} SEČ v Českých Budějoviciach.



Vlastní pohyb na vlastní oči?

Neposílám zatím žádné pozorování, jen jeden nápad, a ještě k tomu neověřený. Mám ovšem obvyklou výmluvu — venku leží sníh, je pořád kolem nuly a jasných nocí je jako šaf-ránu. A tak si oblohu neprohlížím, ale čtu si o ní. O vánocích jsem tak v postarší Říši hvězd narazil na článek o tom, jak se v roce 1838 podařilo Besselovi určit roční paralaxu, a tím i vzdálenost vůbec první hvězdy, 61 Cygni. Prakticky současně se ku konečnému výsledku dopracoval i Struve u Vegy a Henderson v případě Alfy Centauri, i když zvlášť u druhé hvězdy, by se o hodnotě paralaxy dalo s úspěchem pochybovat.

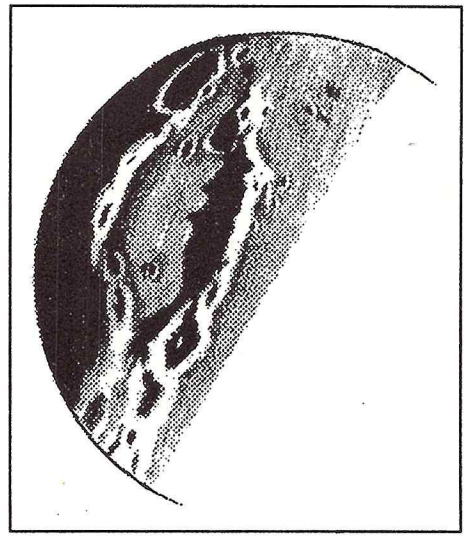
Struveho a Hendersona vedla k volbě ostře sledované hvězdy její velká jasnost, napovídající, že je poměrně blízko sluneční soustavy. Friedrich Bessel se spolehl na jiné náznaky. Jednašedesátou hvězdu v Labuti si vybral pro její velmi rychlý vlastní pohyb, tiché přemísťování na pozadí vzdálených hvězdiček, ročně o 5,2" severovýchodním směrem. Do noty mu hrálo i to, že 61 Cygni je dvojhvězdou a leží dostatečně blízko pólu, takže ji lze měřit po většinu roku v dostatečné výšce nad obzorem. To se bude hodit i nám. Vlastní pohyb obou složek 61 Cyg představuje celou jednu šestinu jejich současné úhlové vzdálenosti. Pokud bychom nedaleko dvojice našli výhodnou hvězdu, patrnou v dalekohledu, který svým zvětšením složky 61 Cygni od sebe dostatečně vzdálí, mělo by být možné zachytit jejich vlastní pohyb i bez astrografu či mikrometru, jen dvojicí pečlivých kreseb s odstupem několika let. Ideálně umístěná hvězdička by pak pohyb mohla prozradit už po jediném roce. Možná bude těch let potřeba celá řada, snad vás mezitím přestane bavit nejen 61 Cygni, ale i astronomie. To však nemusí vadit. Pokud bude vaše práce precizní a pokud kresbu zveřejníte (třebas v této rubrice), mohou věc dokončit ti, co přijdou po vás. Ostatně, v tom spočívá astronomie.

Leoš Ondra

Vendelius

Dovoluji si Vám zaslati kresbu kráteru „Vendelius", kterou jsem zhotovil u svého amatérského dalekohledu o průměru 100 mm při zvětšení 160×. Objektiv mi před léty zhotovil pan Gajdušek z monarové optiky. Ukazuje perfektně a jsem s ním velmi spokojen. Astronomií se zabývám od roku 1940, kdy mi bylo 16 let. Časopis Kozmos odebírám od prvního ročníku. Je to opravdu skvělý časopis! Moc bych si přál, abyste na poslední straně otiskovali pěkné barevné fotografie Měsíce, mlhovin a hvězdáren i velkých dalekohledů tak, aby stačilo vyjmout poslední list časopisu a potom buď si to dát za rámeček na stěnu, nebo si jednotlivé listy skládat a posléze si z nich udělat jakési album s astronomickou tématikou. Domnívám se, že by to byla dobrá věc a přátelé astronomie by to určitě uvítali.

František Kordík

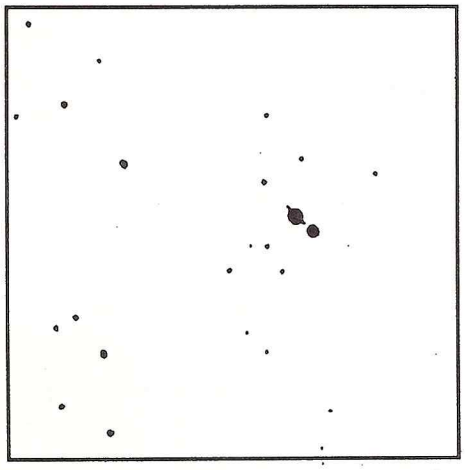


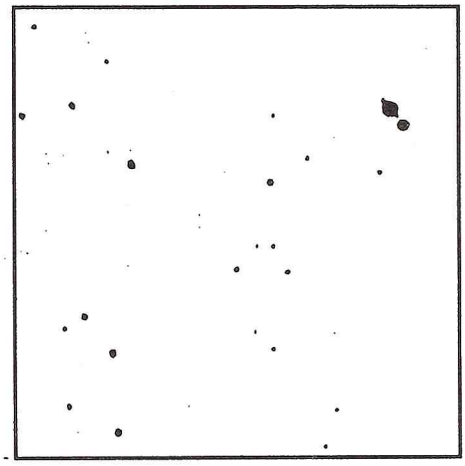
Hipparchos

Krásu Měsíce docení snad každý, kdo se na něj byť jen jednou podíval. Někteří sice tvrdí, že je neměnný, mně se však ještě ani jednou nestalo, že bych viděl na chlup to samé. Díky kombinacím šedé, bílé a černé, díky Slunci a oběhu Měsíce kolem Země je stále jiný, ale vždy krásný. Podívejte sa na něj i vy a zkuste si jej nakreslit. Jistě nebudete zklamáni.

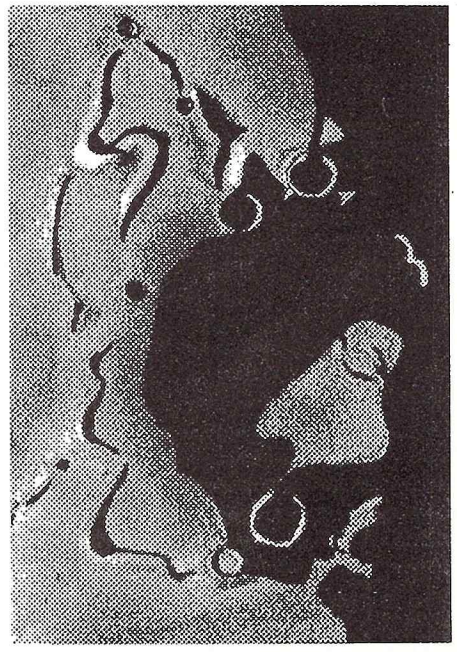
Posílám dnes jednu z mnoha kreseb, kterými možno různorodost Měsíce zachytit. Je na ní okolí kráteru Hipparchos, které jsem nakreslil 18.7.1991 při pohledu dalekohledem Newton 110/805 při zvětšení 96×. Trvalo mi to 20 minut od 20^h10^m SEČ.

Pavel Šťastný





Tiché přemísťování Letící hvězdy 61 Cygni hvězdnou oblohou na dvojici snímků Lowell Observatory, pořízených v letech 1916 a 1948 (podle Burnham's Celestial Handbook).

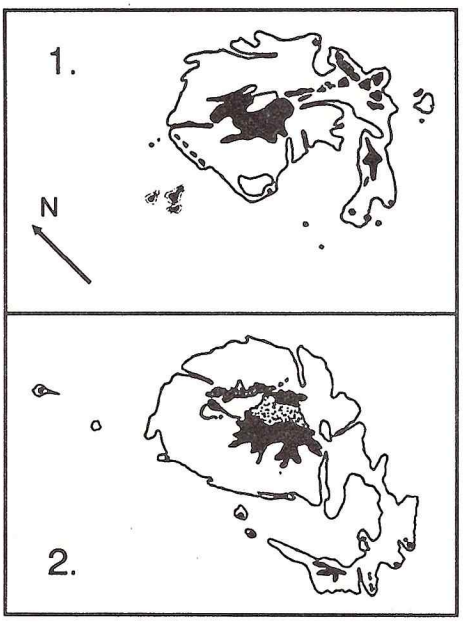


Sluneční skvrny

Po týdnu lijáků se 6. srpna konečně na chvíli ukázalo krásné letní Slunce. U západního okraje jsem v dalekohledu Newton 110/805 uviděl velice pěknou skvrnu, kterou jsem při zvětšení 96× nakreslil.

Na druhý den bylo opět jasno, zkusil jsem tedy kresbu zopakovat. Skvrna se za těch 26 hodin velmi změnila. Východní část skupiny se nejspíše připojila k hlavní umbře, ta však mnoho nevydržela. Ostatně, posuďte vývoj skvrny sami. První kresba je ze 6.8. mezi 12^h30^m až 12^h37^m UT, druhou jsem kreslil 7.8. odpoledne od 14^h47^m do 15^h57^m UT.

Pavel Šťastný



Kvadrantidy 1992

Najvýdatnejší pravidelný meteorický roj máva svoje maximum krátko po Novom roku, keď je dĺžka Slnka 283°. Tento rok vyšiel okamih maxima na dopoludnie 4. januára, pozorovatelia sa teda sústredili najmä na noc z 3.1. na 4.1. Počasie opäť žičilo Banskobystričanom, ktorí aj tohto roku zachytili Kvadrantidy v plnej kráse. V Rimavskej Sobote, kde sa chystali pozorovať teleskopicky v rámci celosvetového programu IMO, bolo nanešťastie zamračené, z ostatných miest sme správu zatiaľ nedostali.

Na Vartovke v Banskej Bystrici pozorovalo Kvadrantidy päť skúsených pozorovateľov (Fabrícius, Kaniansky, Škvarka, Zimnikoval, Znášik, zapisovala Zimnikovalová), ktorí vizuálne za 6 hodín pozorovania (od 0^h30^m do 6^h30^mSEČ) zaznamenali celkom 973 meteorov. Prevažná väčšina z nich boli Kvadrantidy, presné hodnoty hodinových frekvencií, redukovaných na radiant v zenite, budú známe po spracovaní tohto pomerne rozsiahleho materiálu.

Súčasne s vizuálnym pozorovaním prebiehalo na Vartovke aj fotografické sledovanie oblohy celooblohovou komorou. V emulzii sa ukázali stopy po troch meteoroch, ich pôvod a príslušnosť k niektorému z rojov sa dozvieme o niekoľko dní. Najbližším cieľom meteorárov budú aprílové Lyridy.

- rp -

Ročenky 1992

Vydanie Astronomickej ročenky 1992 sme v minulom čísle síce už avizovali, nezaškodí však začiatkom roka zalistovať znovu v publikáciách, ktoré sú určené predovšetkým pozorujúcim amatérom.

Astronomická ročenka 1992 (vydavateľ SÚAA Hurbanovo, cena 15,– Kčs) je pre amatéra najprístupnejšia, navyše, v predaji sa objavila už koncom októbra minulého roka. Štandardnú efemeridovú časť tentoraz dopĺňajú kapitoly Pozorujeme v astronomických krúžkoch, Podložka parabolického zrkadla, Amatérsky heliosko p, Neutrínová astronómia a prehľady Kométy roka 1990 a Kozmonautika roka 1989. Vyčítať autorovi (RNDr. E. Pittich, CSc.) by sa dalo zotrvávanie na ekvinokciu 1950,0 v prípade komét a planétok (máme rok 1992 a na ekvinokcium 2000,0 prešli už aj Cirkuláre IAU), malá prehľadnosť mapiek (vinou tlače sa napríklad zlievajú označenia hviezd) a snáď i používanie letného času. Celkové pohľady na nočnú oblohu pre slabšie planéty zrejme nemajú bez hviezdneho pozadia zmysel. Ročenka je však dobrá a SÚAA možno len poďakovať za to, že dotuje jej vydávanie.

Hvězdářská ročenka 1992 (vydavateľ Academia Praha, cena 80,– Kčs !) je prakticky nedostupná bežnému čitateľovi. Vysoká cena a prakticky nijaká distribúcia zvádzajú k domnienke, že ročenka vyšla len preto, aby sa zachovala kontinuita a tradícia. V predajni Academia na Václavskom námestí v Prahe sa objavila začiatkom decembra. Obsah je oproti vlaňajšku zredukovaný na okliešténú efemeridovú časť, ktorá je však tentoraz bez väčších chýb. Slabinou aj tejto ročenky sú mapky, ktoré sú naozaj len schematické (s výnimkou Merkúra). Paradoxom však je, že kvalitná mapka by dokázala nahradiť niekoľko strán tabuliek efemeríd... Treba zvážiť, komu a čomu má ročenka slúžiť. Isté je, že zmena formy by ušetrila viac ako redukcia obsahu (to platí aj pre AR). Úpravy sú však v kompetencii vydavateľa. HR 1992 je nezávislá klasická kvalitná publikácia s jedinou chybičkou – za takú cenu si ju kúpi málokto, navyše keď ani nemá kde.

Csillagászati évkönyv 1992 (publikácia časopisu Meteor, Budapešť, cena 125,– Ft) je ambiciózna amatérska ročenka maďarských astronómov, ktorú sme si vlani pochvaľovali aj my. Poskytuje všetky potrebné údaje vo forme, ktorá je zrozumiteľná aj tomu, kto maďarčinu neovláda. Najmä časť o planétach je spracovaná veľmi prehľadne a mohla by byť vzorom pre naše ročenky. Zaujímavý je adresár maďarských astronomických zariadení a organizácií, prehľad noviniek zo sveta i výsledky pozorovaní maďarských amatérov.

Astronomičeskij ježegodnik SSSR na 1992 god (vydavateľstvo Nauka, Leningrad, cena 180,– Kčs v predajni zahraničnej literatúry) dúfajme nebude labuťou piesňou sovietskej (ruskej?) astronómie. Táto profesionálna publikácia môže veľmi dobre poslúžiť tým astronómom, čo potrebujú pri vyhodnocovaní svojich pozorovaní veľmi presné polohy Slnka, Mesiaca, planét a referenčných hviezd. Veľmi inšpiratívny je návod na použitie s vysvetľujúcimi pasážami, ktorý je súčasťou každého vydania ročenky a v už spomínaných naozaj chýba. Dúfajme, že sa k nám dostanú aj budúce vydania.

Ročeniek je samozrejme množstvo, viaceré z nich sa však k nám dostávajú len po kusoch. Môžeme však konštatovať, že v astronomických ročenkách si bohato vystačíme, stačila by dokonca len jedna, ale bez chýb a perfektná. Hádam sa jej čoskoro dočkáme...

Roman Piffl

Pozorovacie programy

Je to zvláštne, ale prehľad všetkých pozorovateľských programov pre amatérov, ktoré u nás prebiehajú alebo sa rozbiehajú, zatiaľ nik nezostavil. Prvý pokus urobil až oživený Slovenský zväz astronómov amatérov, ktorého členovia koncom minulého roka v Tatranskej Lomnici zorganizovali seminár „Astronomické pozorovacie programy v ČSFR".

Hoci sa podujatie, určené predovšetkým členom miestnych organizácii SZAA, začínalo v piatok 13., môžeme jeho priebeh hodnotiť pozitívne. Organizátorom sa podarilo dosiahnuť, že o väčšine programov hovorili ich tvorcovia či koordinátori. Najlepším prehľadom a informáciou zároveň bude preto pohľad do programu seminára:

Symbiotické hviezdy
(RNDr. L. Hric, CSc., AsÚ SAV T. L.)
Dlhoperiodické premenné hviezdy
(I. Kudzej, CSc., Hvezdáreň Humenné)
Slnko
(RNDr. V. Rušin, CSc., AsÚ SAV T. L.)
Rovnomerne cielené pozorovania
(RNDr. L. Neslušan, AsÚ SAV T. Lomnica)
Amatérská prohlídka oblohy
(L. Ondra, Brno)
Kométy a bolidy
(mgr. P. Pravec, AsÚ ČSAV Ondřejov)

Okrem týchto programov nezabudli sprievodcovia seminárom, RNDr. P. Rapavý z hvezdárne v Rimavskej Sobote a R. Piffl z redakcie časopisu Kozmos, spomenúť v krátkosti aj ďalšie astronomické projekty, ktoré u nás prebiehajú – pozorovanie zákrytových premenných hviezd (organizuje brnianska hvezdáreň), zákrytov hviezd telesami slnečnej sústavy (hvezdáreň Valašské Meziříčí), sledovanie Slnka voľným okom (teraz P. Begeni, Prešov) či pozorovanie meteorov (banskobystrická hvezdáreň). Isté však je, že amatéri pozorujú oblohu (chvalabohu) aj samostatne, organizované pozorovanie však často má svoje opodstatnenie i výhody. Účastníci vydareného seminára sa však zhodli na tom, že najdôležitejšie je, aby si amatér našiel aspoň trochu času a pozrel sa na oblohu – ako, to už také dôležité nie je.

- rp -

RCP sa začali!

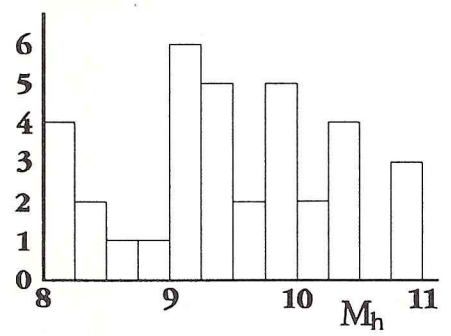
Predvlani v 3. čísle Kozmosu sme uverejnili výzvu pozorovateľom, aby sa zapojili do programu **RCP** — Rovnomerne cielené pozorovania. Program vychádzal z podrobnej znalosti vymedzených malých častí severnej oblohy a jeho cieľom bolo na takejto parcele registrovať každú zmenu — výbuch novy, zjavenie kométy či planétky, zmeny jasnosti premennej hviezdy a pod.

Program si vyžadoval určitú minimálnu pokrytosť oblohy pozorovaniami, teda istý minimálny počet účastníkov. Preto sme stanovili, že ak sa prihlási dosť pozorovateľov, rozbehne sa program naplno od 1.7.1991. Termín uplynul, poďme teda spraviť prvú analýzu programu.

Zámery

Do 15.6.1991 sa do programu prihlásilo 35 pozorovateľov. Svojimi ďalekohľadmi boli schopní pri zvolenej veľkosti parciel pokryť asi 12% severnej oblohy. To je, žiaľ, pre úspešný priebeh programu málo.

Ukázalo sa, že ročné prihlasovacie obdobie bolo pridlhé, podľa stupňa záujmu stačilo



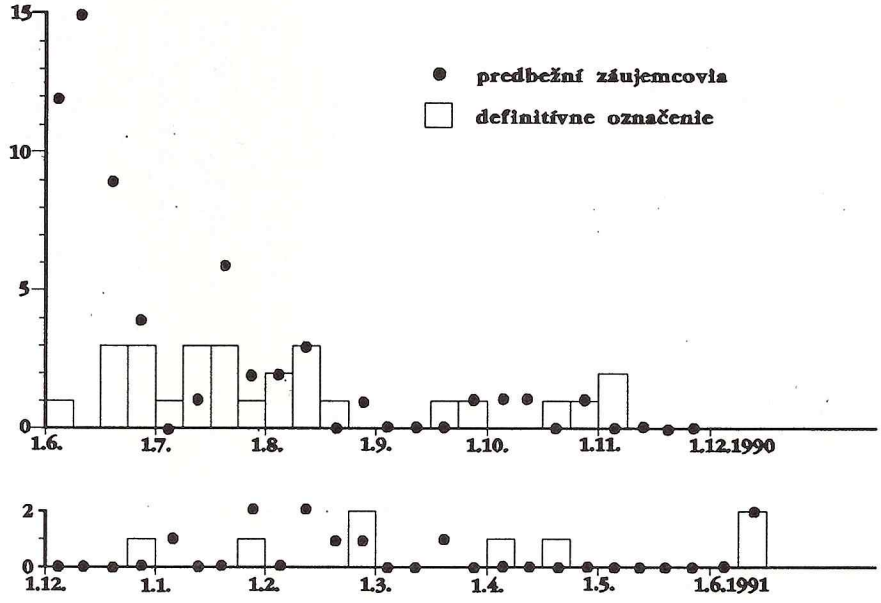
Hraničná magnitúda M_h je teoretická veličina, ktorá približne vyjadruje dosah ďalekohľadu. Pre jasnosť V najslabšej hviezdy, ktorú pozorovateľ vidí z daného miesta voľným okom (medzná hviezdna veľkosť), priemer objektívu D v centimetroch a zväčšenie Z bude v prípade $D \leq 0{,}8\ Z$ hľadaná hodnota

$$M_h = V + 5.\log(D) - 0{,}27,$$

pre $D > 0{,}8\ Z$ potom platí

$$M_h = V + 5.\log(Z) - 0{,}75.$$

Výrazy log (D) a log(Z) sú dekadické logaritmy priemeru objektívu a zväčšenia. Pokiaľ je prístroj binokulárny, treba ešte k M_h pripočítať 0,75, inak povedané, binokulárne ďalekohľady majú oproti monokulárnym s rovnakými parametrami dosah o trištvrte magnitúdy lepší. Jednou z úloh RCP bude zistiť, ako sa tieto teoretické vzťahy zhodujú so skutočným dosahom jednotlivých prístrojov. Privítame aj nezávislé postrehy.



zrejme pol roka. Celkový počet predbežných záujemcov, teda tých, čo si o programe vyžiadali podrobnejšie informácie, bol 69 z celej ČSFR. Ak tento počet je blízky počtu aktívnych pozorovateľov u nás, potom 35 prihlásených predstavuje asi 50% z potenciálnych záujemcov, čo môžeme chápať ako **príťažlivosť** programu. Lepšia je situácia s prístrojovým vybavením, teda ďalekohľadmi, ktoré majú prihlásení účastníci k dispozícii. Rozdelenie prístrojov podľa vypočítanej hraničnej magnitúdy je na obr. Väčšina prístrojov má M_h v rozmedzí od 9^m do 10^m, ale výnimkou nie sú ani výkonnejšie ďalekohľady. Navyše, mnohým účastníkom sme v snahe unifikovať prístrojovú bázu projektu odporúčali, aby pre RCP používali slabší z prístrojov, ktoré majú k dispozícii. V grafe preto nie sú prístroje s M_h väčšou než 11^m, hoci niekoľko takýchto prístrojov pozorovatelia majú. Dúfame, že tieto zistenia pomôžu v budúcnosti pri tvorbe nových pozorovacích programov.

Hľadanie komét

Pokrytie 12% severnej oblohy dáva nízku pravdepodobnosť akéhokoľvek objavu. Ak má byť program príťažlivý, teda ak má pozorovateľskú aktivitu účastníkov udržať aspoň na istej priemernej úrovni, mal by z času na čas aspoň jeden zjavný úspech zaznamenať. Rozhodli sme sa preto zmeniť náplň tohto, pôvodne všestranného, programu a zamerať sa na hľadanie a sledovanie nových, neznámych komét.

Ešte nedávno sa zdalo, že na severnej oblohe sú už objavované všetky zo Zeme pozorovateľné kométy, že žiadna neuniká našej pozornosti. Tento predpoklad, zdá sa, vyvrátila v rokoch 1988 a 1989 družica SMM (Solar Maximum Mission), keď v blízkosti Slnka objavila 10 nových komét. Hoci to boli objekty relatívne slabé a priamo zo Zeme nepozorovateľné, nemôžeme už tvrdiť, že nepozorovateľné budú všetky takéto „minikométy". Je možné, že niektoré z nich ešte stále pozornosti pozorovateľov unikajú. Navyše, najmä roky 1987 a 1989 boli na kométy také bohaté, že počas nich bolo objavených práve amatérmi niekoľko nových komét, ktoré mali v čase objavu 10^m, či dokonca boli ešte jasnejšie. Väčšina z nich prechádzala vtedy práve po severnej oblohe.

Kométa predpokladanej jasnosti sa vo hviezdnom poli zväčša prezradí svojím difúznym vzhľadom — stačí len poznať všetky difúzne objekty v danej oblasti. Táto skutočnosť umožňuje za rovnaký čas prezrieť oveľa väčšiu časť oblohy ako pri podrobnej prehliadke. Rozhodli sme sa preto, že rozlohy parciel zväčšíme na štvornásobok pôvodnej veľkosti. Pri počte 35 účastníkov potom môžeme dosiahnuť takmer 50%-né pokrytie severnej oblohy. Pre účely hľadania komét sa to zdá dostačujúce, v prípade narastania počtu pozorovateľov sa budeme snažiť pokrývať aj južnú oblohu viditeľnú z nášho územia.

Zmena náplne programu síce celkom nevylučuje možnosť iných objavov (novy, planétky a pod.), podstatne však znižuje ich pravdepodobnosť.

Zapojte sa i vy!

Program RCP v novej koncepcii sa už rozbehol a bude prebiehať minimálne do konca roku 1995. Dnes každý účastník obhospodaruje 4 pridelené parcely s rozmermi od $3° \times 4°$ do $4° \times 10°$. Veľkosť samozrejme závisí od M_h prístroja, čím je väčšie, tým je parcela, prirodzene, menšia. Ak RCP prinesie očakávané výsledky vo forme čo len jediného objavu, budeme pokračovať až do konca roku 1999. Ďalší záujemcovia sa preto stále môžu hlásiť na adrese koordinátora tohto programu: **RNDr. Luboš Neslušan, SAS pri AsÚ SAV, 059 60 Tatranská Lomnica.** Okrem aspoň približnej znalosti oblohy a túžby pozorovať ju je podmienkou prijatia do programu RCP vek minimálne 12 rokov a dlhodobý prístup k ďalekohľadu. Záujemcom, ktorí takýto prístroj nemajú, sa vynasnažíme v rámci možností pomôcť.

Na záver teda zostáva všetkým lovcom komét iba zaželať: lovu zdar!

RNDr. Luboš Neslušan

SLNKO na dlani

Asi nikoho neprekvapí fakt, že najsledovanejším objektom na oblohe je práve naša materská hviezda – Slnko. A neplatí to len v oblasti rýdzo profesionálnej astronómie, ale i v odborno-pozorovateľskej činnosti tých, čo sa zmysluplne venujú sledovaniu Slnka na ľudových hvezdárňach či v amatérskych (rozumej nezárobkových) podmienkach. Sledovanie Slnka má u nás pomerne slušnú tradíciu a dá sa povedať, i úroveň. Aký je skutočný stav v tejto oblasti astronómie, to sa pokúsili zhrnúť účastníci pracovnej porady pozorovateľov Slnka v ČSFR, ktorú zorganizovali pracovníci hvezdárne v Rimavskej Sobote začiatkom vlaňajšieho novembra. Berte teda túto správu (spracovanú podľa zápisu z porady) ako neoficiálnu, no pomerne presnú informáciu o stave tokov na našich slnečných riekach, o pozorovaní Slnka na (ľudových) hvezdárňach.

SEA

Registrácia efektov SEA, čiže nepriama registrácia röntgenového žiarenia Slnka prostredníctvom sledovania zmien vlastností ionosferických vrstviev po slnečnej erupcii sa u nás v posledných rokoch teší pomerne veľkej popularite. V bulletine **Solar Geophysical Data** (mesačník World Data Center A – Boulder), kde sa sústreďujú pozorovania Slnka z celého sveta, figurujú stanice Panská Ves (registruje na frekvencii 27 kHz), Rimavská Sobota (27, 30, 38), Úpice (27), Vlašim (38), Žiar nad Hronom (33) a Žilina (27, 30). Ďalšie registrácie sú v Michalovciach (33) a Vsetíne (35).

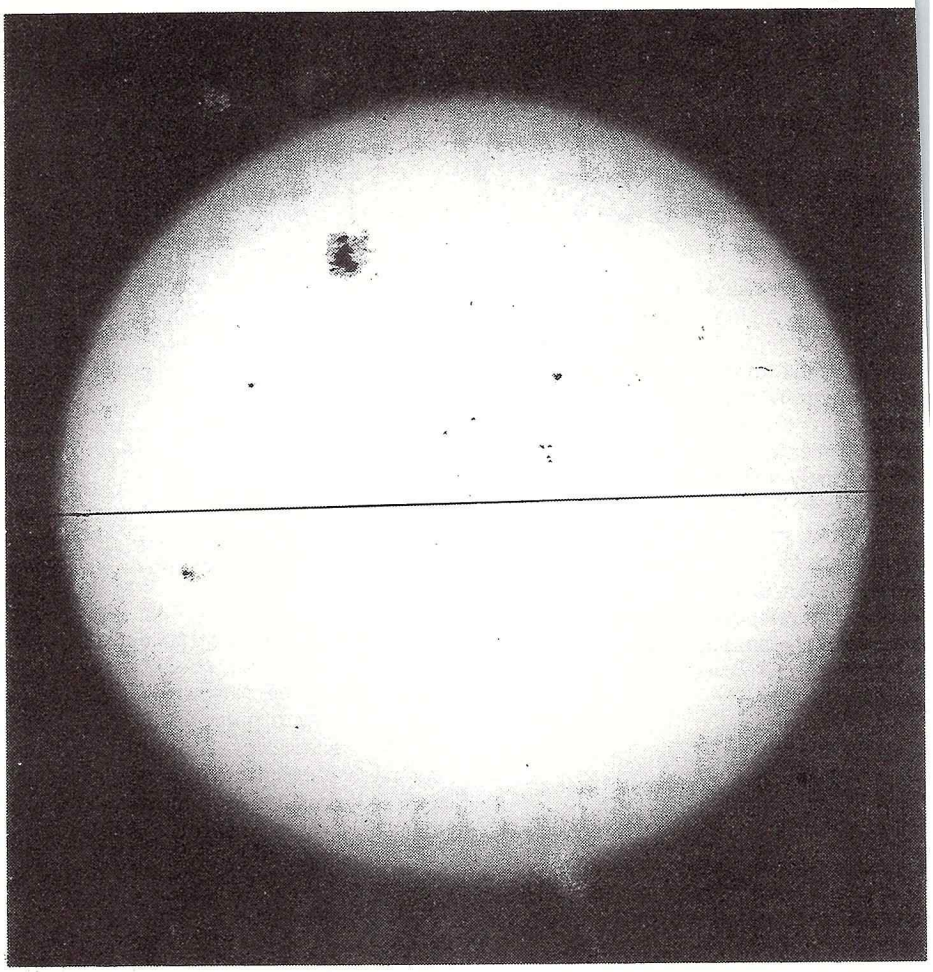
V prípade SEA je dôležité merať efekty na frekvenciách 5–10 a 21–38 kHz, takže z nášho hľadiska by bolo vhodné dorobiť príjímače na frekvencie 5 a 10 kHz. Samozrejme, pre lepšie porovnávanie by bolo ideálne „homologizovať" jestvujúce prijímače. Vo výhľade je vydávanie **Bulletinu pozorovaní Slnka v rádiovej oblasti**, čo by si mali vziať na starosť hvezdárne v Úpici a v Rimavskej Sobote.

Vizuálne pozorovanie fotosféry

V tejto, z nášho hľadiska hádam najdôležitejšej, oblasti sledovania Slnka sa za uplynulé desaťročia nahromadilo niekoľko problémov, ktoré trápia hlavne menejskúsených pozorovateľov. Týkajú sa najmä formálnej stránky pozorovaní (spôsob prezentácie) a ich vyhodnocovania, určité problémy však pretrvávajú i v samotnej technike (metodike) pozorovaní.

Odporúčalo sa posielať pozorovania do zahraničia vo forme, ktorú už dlhšie využívajú pracovníci AsÚ SAV: meno stanice, mesiac, prístroj, prvé a posledné pozorovanie v mesiaci, pre každý deň navyše počet skupín, počet škvŕn, Wolfovo číslo, počet typov A, B a kvalita pozorovania.

A práve tento bod je jedným z kľúčových – vyše dvadsať rokov používaná stupnica ocenenie-obraz je už nevyhovujúca. Po zaujímavej debate dospeli účastníci k dôležitému záveru, ktorý by mal zaujímať všetkých aktívnych pozorovateľov Slnka: **mení sa dvojhodnotové určovanie pozorovacích podmienok** (doteraz ocenenie v škále 1–5, obraz v škále 5–1) **na oceňovanie jednou hodnotou.** Pozorovateľ ohodnotí kvalitu pozorovacích podmienok nasledovným bodovaním:



Slnko s jednou zo škvŕn viditeľných vlani voľným okom. Snímku získali na hvezdárni vo Valašskom Meziříčí 7. júla o 11^{45} UT na ORWO DU-3 refraktorom Zeiss E 130/1930 expozíciou 1/300 s.

1 – podmienky veľmi nepriaznivé
2 – podmienky nevhodné
3 – podmienky priemerné
4 – podmienky dobré
5 – podmienky veľmi dobré

Samozrejme, potrebné je prijať i prevod medzi oboma hodnoteniami. Predbežne je navrhnutý spôsob, uvedený v tabuľke. Podrobný referát o novom hodnotení by mal odznieť na slnečnom seminári na jar na Donovaloch.

kvalita	ocenenie / obraz
5	1/5, 2/5
4	2/4, 1/4
3	3/3, 3/4
2	4/3, 4/2, 2/3, 2/2, 3/2
1	5/2, 5/1, 4/1

Nejednotné je medzi pozorovateľmi zatiaľ i číslovanie skupín slnečných škvŕn, ktoré sa označujú buď priebežne v kalendárnom roku, po jednotlivých otočkách, alebo denne v smere W–E. Žiaľ, v tomto prípade nejednotnosť panuje i v samotnom SGD, kde jednotlivé observatóriá často rôzne rozdeľujú skupiny škvŕn. Pravdou však je, že univerzálny návod neexistuje.

Ukázalo sa však, že z viacerých dôvodov je vhodné **prejsť pri určovaní typu slnečných škvŕn** z klasickej zürišskej **na modifikovanú zürišskú klasifikáciu.** Táto klasifikácia je trojprvková a okrem typu skupiny berie do úvahy aj tvar najväčšej penumbry v skupine a podľa konfigurácie škvŕn aj magnetické pole. Záujemcom túto klasifikáciu zašle prešovská hvezdáreň.

Z Prešova vyšla aj iniciatíva podrobnejšie sa venovať fakulovým poliam. Účastníci sa zhodli na tom, že fakulové polia treba zakresľovať čo najpresnejšie, ich číslovanie a ďalšie charakteristiky sú zatiaľ plne v kompetencii pozorovateľa, ktorému sa v tomto ohľade ponecháva dostatočná voľnosť.

Aj súradnice skupín škvŕn sa určujú rôzne. V Žiline, Úpici a Prešove je podstatná vedúca škvrna, na AsÚ SAV robia aritmetický priemer škvŕn, v Ondřejove označujú na kresbe vedúcu alebo najväčšiu škvrnu v skupine a v Rimavskej Sobote pomocou dômyselne využitej výpočtovej techniky určujú z váženého priemeru plôch jednotlivých škvŕn ťažisko skupiny.

Fotosferex

Fotosferex je dobrovoľná pozorovateľská služba, ktorú vytvoril r. 1978 dr. Křivský ako zdroj podkladových pozorovaní pre zostavovanie pokusných týždenných predpovedí slnečnej aktivity na AsÚ ČSAV v Ondřejove. Od 1.12.1990 prevzal zostavovanie predpovedí F. Zloch. Vítané sú všetky kvalitné pozorovania – zákresy slnečnej fotosféry. Okrem zasielania poštou (1* týždenne v pondelok) možno kresby posielať faxom. Do archívu AsÚ ČSAV sa ukladajú 2–3 najlepšie pozorovania a faximile. V prípade potreby si p. Zloch vyžiada informácie telefonicky (v stredu popoludní, resp. vo štvrtok ráno).

Fotografovanie fotosféry

Problémy s fotomateriálom drasticky obmedzujú možnosti tohto pozorovania. Cena doposiaľ po-

užívaných platní DU-3 rapídne stúpla (70,- Kčs za kus v Rempe Bratislava), náhradu by bola schopná vyrobiť FOMA, treba však zistiť predbežný záujem o planfilmy 9*13 cm s citlivosťou 3 DIN. Podľa toho sa potom bude pohybovať i cena. V Ondřejove urobili skúšky na film 6*6 FOMA F 21, zdá sa že vyhovel a mohol by byť rovnocenným východiskom.

Fotografovanie detailov sa uskutočňuje len vo Valašskom Meziříčí, sporadicky v Rimavskej Sobote – i tu sú obrovské problémy s fotomateriálom. Odporúča sa v budúcnosti fotografovať detaily len na 1–2 miestach, ostatné hvezdárne by však pre prípad vyhlásenia kampane mali byť na takýto druh pozorovaní vybavené a zvládnuť jeho praktickú stránku. O medzinárodných kampaniach (v Európe ich koordinuje väčšinou Meudon) možno získať informácie na slnečných oddeleniach AsÚ SAV a AsÚ ČSAV. Podarilo sa zabezpečiť posun informácií žiaducim smerom.

Protuberancie

Pozorujú sa najmä na hvezdárňach vo Valašskom Meziříčí (refraktor 150/1950, Šolcov filter 20 nm temperovaný na 40 °C, stála fotografia), v Prešove (momentálne však pre poruchu termostatu nepracuje), v Žiline (sporadická fotografia), v Rimavskej Sobote (problémy s filtrom, sporadická fotografia) a v Hlohovci (?). Veľké protuberancie môžu pozorovať pomocou spektrohelioskopu pracovníci SÚAA v Hurbanove. Dva alebo tri vhodné prístroje majú amatéri, ich využívanie však nie je známe. Rozhodne však táto oblasť by sa v spolupráci s vedeckými pracoviskami a SÚAA zrejme mohla dostať na úroveň poskytujúcu použiteľné výsledky.

Slnko voľným okom

V posledných rokoch sa množstvo pozorovaní získalo na hvezdárni vo Valašskom Meziříčí a v Prešove, v menšej miere i v Žiline a v Rimavskej Sobote. Značnú aktivitu začali vyvíjať pozorovatelia zapojení v APO, ktorých metodika (autor J. Hollan) je veľmi dobre prepracovaná. Využitie týchto pozorovaní je možné a potrebné najmä z hľadiska určovania funkcie viditeľnosti škvŕn a nadviazania na historické pozorovania. Chýba zatiaľ prepojenosť na medzinárodné aktivity v tejto oblasti (napr. Švajčiarsko).

Programové vybavenie

Pre záujemcov bude iste vítaná informácia o programoch na vyhodnocovanie pozorovaní Slnka, ktoré na jednotlivých hvezdárňach vyvinuli. V Žiline počítajú opravné koeficienty (PMD, onedlho i PC), v Prešove spracúvajú Bulletin pozorovaní, v Úpici ukladajú pomocou textového editora dáta o SEA a kozmickom šume, vo Valašskom Meziříčí budú čoskoro semiempiricky modelovať slnečné škvrny, v Rimavskej Sobote počítajú L, B, P, spracúvajú kresby grafickým zariadením v Turbo Pascale a registrujú SEA.

Namiesto záveru

Je isté, že toto zhrnutie nie je úplné. Zachytáva však miesta a oblasti, kde sa Slnko pozoruje s vážnosťou a kde možno čakať použiteľné výsledky aj v oblasti rýdzo profesionálnej astronómie. Dalo by sa skôr povedať, že možnosti na sledovanie Slnka sú aj na ďalších miestach (hvezdárňach, medzi amatérmi) a zbytočne zostávajú nevyužité. Nad tým by sa však mali už zamyslieť samotní majitelia tohto prístrojového vybavenia. Ak len nevedia, ako na to, môžu sa pokojne obrátiť na nás.

- rp -

FOTOGRAFICKÁ FOTOMETRIA premenných hviezd

1.

Kedysi v druhom storočí pred naším letopočtom grécky astronóm a matematik Hipparchos rozdelil okom viditeľné hviezdy podľa ich jasností do šiestich hviezdnych veľkostí, magnitúd. Stal sa tak otcom stelárnej fotometrie. Potom sa takmer dve tisícročia „Hipparchova metóda" iba zdokonaľovala. Prevrat v určovaní jasnosti hviezd nastal až v 19. storočí, keď do astronómie prenikla fotografia. Naše storočie k týmto dvom metódam pridalo fotoelektrickú fotometriu, pri ktorej oko alebo fotografickú emulziu nahradil fotonásobič. Posledným „technickým hitom", používaným aj vo fotometrii, je CCD detektor – matica nábojovo viazaných prvkov.

Pomocou elektronických fotometrov dokážeme určiť jasnosť hviezd stokrát presnejšie ako púhym okom. Viackanálové fotometre merajú svetlo hviezd dokonca cez niekoľko filtrov naraz – v rôznych farbách. Postupne, s klesajúcou cenou, prestali byť tieto prístroje výsadou profesionálnych pracovísk a vo svete dnes už aj amatéri chytajú hviezdne fotóny do elektronických pascí.

Prečo sa teda zaoberať fotografickou fotometriou, keď je už prekonaná? Môžeme však položiť aj inú otázku – prečo množstvo amatérov ešte stále (a úspešne) pozoruje oblohu vizuálne? Dôvodom je tu istotne relatívna jednoduchosť spomenutých metód. Navyše, hviezd sú predsa tisíce a vždy sa nájde taká, ktorú nik fotoelektricky nepozoruje. Vtedy nastupuje síce jednoduchšia, ale finančne a technicky oveľa prístupnejšia fotografia. V našich podmienkach (napriek veľkému skoku v cenách fotomateriálu) je, a ešte istý čas bude, práve fotografická fotometria tým hľadaným kompromisom medzi požadovanou presnosťou a objektívnosťou na jednej strane a prístupnosťou na strane druhej.

Za i proti

Začnime najskôr výhodami tejto pozorovacej metódy:

– v porovnaní s vizuálnymi odhadmi jasnosti je asi dvakrát presnejšia

– fotografická emulzia dokáže integrovať svetlo po dlhú dobu, pomocou rovnakého prístroja zachytíme teda hviezdy desať i viackrát slabšie ako voľným okom a až 100-krát slabšie ako pomocou fotonásobiča

– na jedinom negatíve je zobrazených veľa hviezd, a teda veľké množstvo informácií

– naexponované snímky môžeme vyhodnocovať neskôr, v teple a pohodlí, vlastná expozícia nevyžaduje mimoriadne sústredenie

– metóda je objektívna, na výsledok nevplýva ani momentálna kondícia pozorovateľa

– negatívy možno archivovať a v prípade potreby sa k jednotlivým pozorovaniam opakovane vracať

– naexponované negatívy môžu priniesť „vedľajší" úžitok pre iný pozorovací program

– v porovnaní s fotoelektrickou je fotografická fotometria technicky i finančne menej náročná, menej citlivá na poveternostné podmienky, vystačíme s menšími prístrojmi

– pre našich amatérov je podstatne prístupnejšia ako fotoelektrická fotometria.

Nevýhody fotografickej fotometrie možno zhrnúť do nasledovných bodov:

– technická náročnosť – treba ďalekohľad na paralaktickej montáži s hodinovým strojom na pevnom statíve, fotokomoru a mikrofotometer

– oproti fotoelektrickej fotometrii je jej základnou nevýhodou o rád až dva rády (!) menšia presnosť

– potreba štandardných porovnávacích hviezd s fotoelektricky určenými jasnosťami

– vnútorná chyba fotografickej metódy, ktorá sa potláča veľmi zložito

– časová náročnosť celkového spracovania.

Tento prehľad môžeme stručne zhrnúť do jedinej vety: hoci je z pohľadu modernej astronómie presnosť fotografickej fotometrie na úrovni doby kamennej, je to jediná presnejšia a objektívna metóda prístupná širšiemu okruhu našich amatérov. Z predchádzajúcich riadkov vyplýva, že fotografická fotometria je ideálnou príležitosťou práve pre tých astronómov amatérov, ktorí sa zaoberajú astronomickou fotografiou „len" pre vlastné potešenie. Bez ďalších väčších nákladov a problémov sa môžu hneď pustiť do serióznych fotografických pozorovaní, ktoré pri troche usilovnosti prinesú vedecký úžitok. Stačí len upraviť si zväčšovací prístroj na mikrofotometer (ako, to si povieme neskôr) a naučiť sa ním merať.

Ciele výskumu

Keď už sme sa rozhodli pre fotografickú fotometriu, je dôležité uvedomiť si, na sledovanie akých objektov je táto metóda vhodná. Aby sme naplno využili prednosti fotografie a zachytili aj slabšie hviezdy, musíme exponovať pomerne dlho. Z toho vyplýva, že fotografická fotometria sa nehodí na sledovanie objektov s rýchlymi zmenami jasnosti. Nebudeme sa teda pokúšať fotograficky pozorovať zákrytové dvojhviezdy z brnianskeho programu, ale zameriame sa skôr na dlhoperiodické premenné hviezdy, ktoré menia jasnosť v rozmedzí desiatok až stoviek dní. Pomalá zmena jasnosti objektu navyše vyžaduje dlhodobé sledovanie, čo amatérov zvýhodňuje, pretože nie sú viazaní potrebou rýchleho preukazovania výsledkov a väčšinou sa ani nemusia deliť o pozorovací čas s inými projektmi.

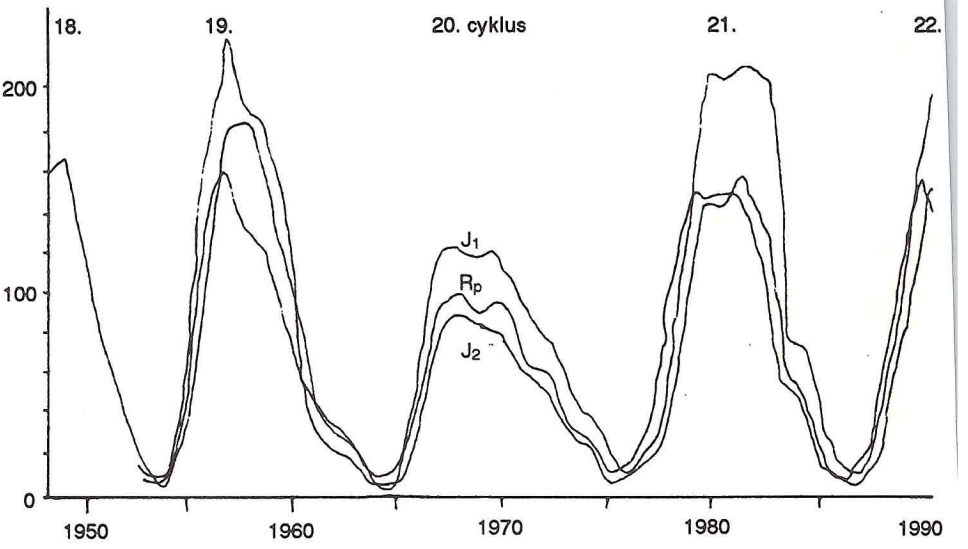
Na sledovanie takýchto hviezd je u nás zameraná napríklad medzinárodná **kampaň pozorovania symbiotických hviezd**, organizovaná pracovníkmi AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici (RNDr. Ladislav Hric, CSc., a RNDr. Augustín Skopal, CSc.), rozbieha sa **program na pozorovanie dlhoperiodických premenných hviezd s maserovým efektom**, ktorý inicioval Igor Kudzej, CSc. (Hvezdáreň Humenné). Ďalšou oblasťou záujmu môžu byť polopravidelné a nepravidelné premenné hviezdy, kde sa fotografické pozorovanie využíva na ich monitorovanie – v prípade prechodu hviezdy do aktívnej fázy dáva amatér avízo profesionálnemu pracovisku, ktoré rozbehne fotoelektrické pozorovanie.

Fotografickou metódou môžeme tiež vyhľadávať doposiaľ neobjavené premenné hviezdy či objavovať novy. Pravdepodobnosť objavu je tu síce veľká, ale stále platí ono známe „kto nehrá, nevyhrá". Táto práca si však vyžaduje ďalšie vybavenie a je pomerne náročná na trpezlivosť a presnosť. Rozhodne tu môžeme odporúčať zapájanie do programov, ktoré organizujú profesionáli. Tu býva záruka zhodnotenia pozorovaní i servis, inak ťažko dostupný – teoretické zázemie, literatúra, publikovanie výsledkov i medzinárodná spolupráca, čo istotne motivuje.

Ak sme vás presvedčili, vyčkajte do budúceho čísla – poradíme vám, ako a čím fotografovať premenné hviezdy.

Ing. Zdeno Velič

9000 DNÍ so Slnkom



Z pozorovaní slnečnej fotosféry možno zostaviť takýto graf ročných priemerných hodnôt. Každá z kriviek vyjadruje iný aspekt slnečnej aktivity. Prvá je krivka neredukovaných relatívnych čísel, získaných v Kunžaku v rokoch 1948 - 1990 (R_p). Druhá a tretia zachytávajú priebeh plôch skupín škvŕn v miliónтinách slnečného disku (J_1) a v miliónтinách slnečnej pologule (J_2)od r. 1953.

Kde bolo, tam bolo, za siedmimi horami a siedmimi dolami, v malej dedinke pri Jindřichovom Hradci, začal raz pred štyridsiatimi štyrmi rokmi, v isté pekné slnečné popoludnie na jar roku 1948 pozorovať Slnko vtedy ešte mladý, hoci už dospelý Ladislav Schmied. Od tých čias napozoroval vyše desaťtisíc hodín a pri spracúvaní svojho materiálu strávil najmenej dva razy toľko času. Jeho séria slnečných kresieb sa stala jednou z najväčších na svete...

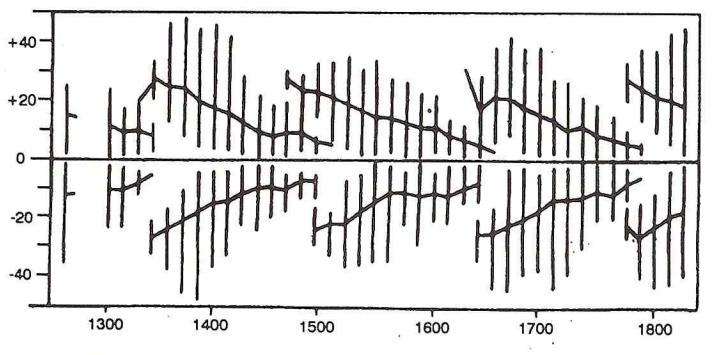
Znie to ako rozprávka, ale takýto nadšenec u nás naozaj žije: jediný muž z jediného miesta jediným prístrojom vykonal od roku 1948 do 29.10.1991 neuveriteľných 8027 (!), slovom osemtisícdvadsaťsedem, vizuálnych pozorovaní Slnka a urobil 6355 kresieb slnečnej fotosféry. Tieto čísla však dnes už neplatia; pán Schmied, hoci sedemdesiatnik, pozoruje vytrvalo ďalej.

Nájdete ho v Kunžaku, malej dedinke v okrese Jindřichův Hradec. Keď je pekné slnečné ráno, vyberie sa do svojej súkromnej pozorovateľne, aby refraktorom 74/940 s čiastočným zatemnením okolia ďalekohľadu pri zväčšení 47× premietol obraz Slnka s priemerom 25 cm (do roku 1956 to bolo 20 cm) na tienidlo a zaznamenal, ako sa úkazy z predošlého dňa zmenili, vyvinuli a posunuli po privrátenom zdanlivom povrchu našej hviezdy, vo fotosfére. Tým sa však pozorovanie, či lepšie, sledovanie aktivity Slnka nekončí. Pán Schmied všetky svoje pozorovania štatisticky vyhodnocuje...

„Prvotní zpracování provádím v podstatě podle pokynů zveřejněných v Bulletinu Slunce, který vydala Hvězdárna ve Valašském Meziříčí. V jeho původní verzi použil dnes již zesnulý Milan Neubauer některých mých připomínek, týkajících se zejména možnosti využití zadní strany protokolu, k zpracování přehledu vývoje jednotlivých skupin slunečních skvrn. Sám používám poněkud rozšířené verze protokolu, obsahující navíc podklady pro statistické vyhodnocení poloh skupin na sluneční severní a jižní polokouli ve směru E—W.

Abych získal potřebný materiál pro statistické vyhodnocení, obsahuje 3. část informativní přehled o fakulových polích a 4. rozšířená část i údaje o polohách skupin slunečních skvrn, t.j. vzdálenost v heliografické délce ve stupních od slunečního centrálního poledníku a jejich heliografickou délku a šířku. Od roku 1953 provádím i odhady ploch slunečních skvrn měřením jejich velikosti na kresbách milimetrovou průsvitkou v mm².

Podle kreseb a změřených souřadnic skupin slunečních skvrn zhotovuji ze svého pozorovacího materiálu synoptické mapky sluneční fotosféry pro jednotlivé Carringtonovy otočky. Připravuji rovněž roční přehledy rozložení sluneční aktivity a výslednou křivku relativních čísel. Jak synoptické mapky, tak i tyto přehledy umožňují určit data průchodů jednotlivých aktivních oblastí centrálním meridiánem Slunce. Údaje z protokolů pak zpracovávám do tabulkových a grafických přehledů."



Graf rozloženia aktívnych zón výskytu škvŕn na severnej a južnej slnečnej pologuli. Heliografické šírky, v ktorých sa v jednotlivých rokoch vyskytovali škvrny, sú vyznačené zvislými úsečkami. Je to teda motýlikový diagram, zhotovený pre obdobie od zostupnej časti 19. cyklu až po maximum súčasného 22. cyklu slnečnej činnosti, ktorý ukazuje presun slnečnej aktivity v priebehu jednotlivých cyklov z vysokých heliografických šírok k slnečnému rovníku (Spörerov zákon). Diagram bol zostrojený podľa pozorovaní pána L. Schmieda z Kunžaku v rokoch 1948 až 1991. Na zvislej osi je heliografická šírka v stupňoch, na vodorovnej sú vyznačené čísla Carringtonových otočiek.

Je vzrušujúce prehŕňať sa v grafoch a prehľadoch, ktoré zachytávajú výsledky pozorovaní jedného pozorovateľa rovnakou metódou tým istým prístrojom za neuveriteľných 44 rokov. Graf relatívnych čísel R_p od roku 1948 vrátane koeficientov prepočtu na zürišské, resp. bruselské relatívne čísla nemá žiadny iný pozorovateľ na svete. Istý Japonec síce zachytil štyri po sebe idúce maximá slnečnej aktivity, pán Schmied však sleduje už svoje piate maximum! Aj prehľad plôch slnečných škvŕn v miliónтinách slnečného disku a slnečnej pologule od r. 1953 podnes je ojedinelý. A to by sme mohli spomenúť ešte desať či pätnásť ďalších grafov, prehľadov a tabuliek, ktorými sedemdesiatnik Ladislav Schmied z Kunžaku dokumentuje svoje pozorovania slnečnej fotosféry. Takýto materiál so svojou precíznosťou a homogénnosťou má nesmiernu cenu aj pre odborníkov. Veď porovnávanie aktivity v rôznych cykloch môže mnohé napovedať o dejoch vo vnútri našej hviezdy...

„Z porovnání křivek relativních čísel a odhadů ploch vyplývá zajímavý poznatek, že zejména v 21., a pravděpodobně i ve 22. cyklu, jest tzv. druhé maximum, následující asi za dva roky po hlavním maximu, v křivkách ploch výraznější, případně i vyšší, než maximum první. To by potvrzovalo, že ve 2. maximu se vyskytují rozsáhlejší a aktivnější skupiny slunečních skvrn. Odpovídá tomu i zjištění, že erupční aktivita Slunce dosahuje ve druhém maximu jedenáctiletého cyklu vysoké úrovně."

Zaujímavých, niekedy až pozoruhodných výsledkov by mohol pán Schmied spomenúť niekoľko. Jeden z nich však čnie nad ostatné — cieľavedomé dlhodobé pozorovanie čohokoľvek na oblohe **musí** (skôr či neskôr) priniesť čosi nové do pokladnice poznania. A je úplne jedno, či toto pozorovanie robí amatér jednoduchou technikou, alebo profesionál pomocou zložitej aparatúry. Prínos systematickosti sa dnes v astronómii prejavuje čoraz vypuklejšie, a platí to hádam pre všetky jej, často také rozdielne, oblasti. Podstatné je pozorovať...

Ladislav Schmied, Roman Piffl

INZERUJTE V KOZMOSE!

Drobná inzercia (v rámci čitateľského servisu) ZADARMO!

Cena plošnej inzercie 20,- Kčs za 1 cm², pri 4-farebnej tlači 100,- Kčs za cm². Ponúkame neobmedzené možnosti grafického spracovania. Inzeráty posielajte do redakcie časopisu Kozmos, inzertné oddelenie, Konventná 19, 811 03 Bratislava, telefón 07/314 133, fax 07/312 035.

PREDÁM kvalitné parabolické zrkadlá - priemer 120/1000 (800), 170/1200 (1300), 200/1500 (2000), prípadne aj väčšie (z dodaného skla) a mnoho ďalšej astrooptiky (rovinné zrkadlá pre Newton, pochrómované slnečné filtre, okuláre, achromáty pre hľadáčik atď.). Možnosť zhotovenia montáže s hodinovým pohonom podľa dohody. Augustín Jávorka, Žabia 18, 930 05 Gabčíkovo.

KOUPÍM teleskop Newton, pr. kolem 35 cm/F 4 nebo F 5, a německou paralaktickou montáž s hodinovým naváděním pro teleskop pr. 35 cm. Obojí i použité, třeba ze starší hvězdárny. Též jednotlivě. Možno platit v západní měně. Alena N. Allen (c/o Stefanides), Pelclovo nábřeží 457. 516 01 Rychnov nad Kněžnou.

PRODÁM astronomický dalekohled Newton pr. 160 mm, f = 1100 mm, dřevěný tubus, kovová paralaktická montáž. Jiří Pecha, Na výsluní 1282, 735 14 Lutyně.

PREDÁM optiku na Schmidtove komory 220/310/575 mm a 135/200/280 mm (korekčná doska, zrkadlo, ohnisková vzdialenosť) vysokej kvality. Cena podľa dohody. Len pre serióznych záujemcov. Milan Kamenický, 034 83 Liptovská Teplá č. 319.

KOUPÍM okuláry H-40, O-40, O-25, O-10 Zeiss, revolverovou hlavu, pentagonální hranol, širokoúhlé okuláry, objektivy nad 100 mm. Protiúčtem dám letecký tessar 1:5, f = 500, soupravu Zeiss na stavbu refraktoru (objektiv 50/540, okuláry H-25, H-16), binokulární nástavec Zeiss mikroskopický, zenitový hranol střechový v pouzdře, Atlas Coeli černobílý 1948 + Atlas Coeli II - katalog, knihy o stavbě dalekohledů atd. Ing. Jiří Benák, Kutilova 3063, 143 00 Praha 4.

KOUPÍM Feynmanovy přednášky z fyziky, díl 1-4. Vladimír Kvasnička, Vítkova 1012, 390 01 Tábor.

PRODÁM mnoho astronomických knih a časopisů: Kozmos, Říše hvězd, ročenek, seznam za známku. R. Rosypal, Družba 1196, 768 24 Hubín.

PRODÁM kvalitní pokovené zrcadlo 150/750, převracecí hranol 45°, rozměry 70×55×45, kondenzor v objímce pr. 105. Pešl Alois, Mostní 1914, 760 01 Zlín.

KOUPÍM okuláry Zeiss O-25, O-10 a O-6. Nebo **VYMĚNÍM** okulár H-16 za jeden z uvedených a doplatím, případně H-16 prodám. Zdeněk Poloch, 739 52 Dobratice 221.

PRODÁM okuláry Meopta, pr. 23 mm, H 5× f= 50 mm - 100 Kčs, H 8× f=31,25 mm - 140 Kčs, H 10× f= 25 mm - 150 Kčs, P15 x f= 16,6 mm - 180 Kčs, K16× f= 15,6 mm - 180 Kčs (kompenzační). R. Šmíd, Trávnice, 902, 511 01 Turnov.

KOUPÍM kvalitní objektiv menšího pr. (50-60 mm) s ohniskem kolem 1000 mm, vhodný pro vizuální pozorování Slunce a Měsíce. PRODÁM světelný dalekohled pr. 100 mm, ohnisko 450 mm, Somet Monar uložený ve vidlici. Je vhodný k pozorování komet a hlavně proměnných hvězd. Odpovím oproti známce. Ing. O. Řeháček, B. Němcové 26, 746 01 Opava.

VYMĚNÍM šnekové kolo pr. 144 mm s bronzovým věncem se 144 zuby (modul 1) + šnek pr. 38 cm., příp. i s domečkem a ložisky za fotoobjektiv f= 180-240 mm na formát 6×9 a větší, nejlépe Tessar 3,5/210. Dále KOUPÍM okulár z triedru 12x50 (f= cca 15 mm), ortoskopický okulár O-10 a Huygens. okulár 4-40, oboje od firmy Carl Zeiss Jena. Jaroslav Horák, Hartmanice 119, 569 92 Bystré. Tel.: 0364/916 28.

PREDÁM hviezdny atlas kúpený v Adler planetáriu Chicago Norton's - 2000.0 - Star Atlas and Reference handbook. Pôvodná cena 38 dolárov, teraz 950 Kčs. Úplne nový. Ján Ďurica, ŠD PF, Tajovského 40, 974 00 Banská Bystrica.

PREDÁM katalóg Ronchigramov pre priemery 120 až 300 mm, prípadne vyrobím. Ing. V. Svitek, Na barinke 13, 841 03 Bratislava.

ATC, Astro Telescope Centrum, production association, **NABÍZÍ** astronomickou optiku a mechaniku. Okuláry f 26, 22, 20, 15, 13, 10, 8 mm s pr. 24,5 mm a 1 1/4" , část pr. 23,2 mm a 2", typu Kellner, Erfle a Ploessl, v cenách od 465 Kčs, testové destičky, filtry, převracecí moduly, objektivy aj. Dalekohledy Monar 25×70 v ceně 2870 Kčs, s nabídkou příslušenství, např. chrom. filtru a okuláru pro zvětšení 40×. Nábídkové listy na požádání zašleme. Pište na adresu ATC, p.a. P.O. Box 75, 750 00 Přerov.

PREDÁM ďalekohľad Newton 130/980 na paralaktickej montáži so stojanom. Cena dohodou. Ing. Karol Karaba, 922 41 Drahovce 210.

KDO ZHOTOVÍ nebo **PRODÁ** hodinový stroj? Libor Galek, Opavská 41, 792 01 Bruntál.

PRODÁM Epijunktar 1:3,8 F= 400, AS 50/540, zenitální hranol se závity M44 (pro koncovku Zeiss). P. Stanzl, Růžičkova 14, 690 02 Břeclav.

PRODÁM dalekohled AD 800 se stativem a promítacím hranolem za 3000 Kčs. Dále objektiv 50/540 mm se dvěma okuláry (25 a 16 mm) a objímkou okul. za 800 Kčs. Dále zrcadlo pr. 100 mm, F=1000 mm, 5mm překližku na čtvercový tubus, 1 okulár, vidlici k Jokl profil. a podrobný návod na sestavení. Vlastimil Hunčovský, Zd. Štěpánka 346/2813, 434 01 Most.

KÚPIME celý okulárový výťah (originálny) k refraktoru Zeiss 100/1000 mm. Hvezdáreň Michalovce, Hrádok-Baňa 1, 071 01 Michalovce. Tel.: 0946/23707, 25481.

Súkromná firma **POLARIS** pri hvezdárni DK Handlová žiada kolegov z hvezdární ČSFR o zasielanie: 1/ ponukových listov na vydávaný propagačný materiál (mapky, plagáty, fotografie, videoprogramy...), 2/ ponuky na vykonanie prednášok a besied v tematickom odbore astronómia a kozmonautika. Tešíme sa na spoluprácu. Ján Fabrícius, firma Polaris, Hvezdáreň 972 51 Handlová.

Nemáte čím vybrousit zrcadlo? **NABÍZÍ** se vám jedinečná příležitost pořízení brusných prášků prvotřídní kvality, jakož i leštících prostředků. Máte možnost získat kompletní sadu brusiva k vybroušení zrcadla č. 120, 240 nebo 220, 320, 400, 500, 600, M 10, M 7, M 5, M 3, M 1. Nové označení: č. 10, 5, 3, M 32, M 22, M 15, M 10, M 7, M 5, M 3, M 1. Hrubší brusiva jsou karborundová a jemnější korundová (tvrdost 9,5 a 9,3). 120-320 po 13 Kčs/g a M 1 za 62 Kčs/70 g. Dále mohu nabídnout speciální (tvrdá) a nejjemnější brusiva. Možnost zakoupit i jednotlivě a v jakémkoliv množství. Při nákupu většího množství sleva. V případě zájmu pište na adresu: Vilém Dědek, Ořechová 1364, 182 00 Praha 8 - Kobylisy, tel.: 84 76 65.

PRODÁM kompletní ročníky Kozmosu - 86, 88, 89. U ročníku 87 chybí čísla 2 a 5. Zdeněk Neubauer, Koněvova 2020, 436 01 Litvínov.

PRODÁM hvězdářský dalekohled MIZAR (SSSR), zrcadlový prům. 110 mm. Max. přiblížení 169×, F = 805,85 mm. Nový, cena dohodou. Jar. Kortánek, Budovatelů 11, 741 01 Nový Jičín.

PRODÁM Hvězdářské ročenky ročníky 1986, 87, 88, 89, 90 po 20 Kčs a Astronomické ročenky ročníky 1987, 88, 89 po 15 Kčs. I jednotlivě. Karel Petrásek, Lhotka 195, 560 03 Česká Třebová.

PHARMING s.p. závod Kroměříž může pro vážné zájemce o sestavení reflektoru typu Newton vyrábět - hlavní zrcadlo prům. 150 mm (primár)
- zrcadlo eliptické rovinné (sekundár).
Bližší informace, i cenové, budou jednotlivým zájemcům zaslány samostatně, na základě písemného nebo telefonického vyžádání přímo v závodě. Předpoklad výroby je dán počtem zájemců o nabízené optické části. Adresa závodu: PHARMING s.p. závod, Na Sádkách 2798, 767 11 Kroměříž. Tel.: 0634/20554, 21271 (úst.), 22440 (odbyt).

PREDÁM sklotextitový tubus l=110 cm, priemer 230,2 mm a 119,5, 2 ks, krokový motor (moment 1,2 Nm), jednosmerný motor 80 W s tachodynamom alebo i bez tachodynama, Pentacon six s objektívmi: 2,8/80 MC, 4/50 MC, 2,8/180, kamery Krasnogorsk 1 a K-3. Napíšte konkrétnu ponuku! D. Olle, Tbiliská 17 831 06 Bratislava.

PREDÁM časopis Kozmos, kompletné ročníky 1975-1991. Ján Jenčo, Štefánikova 74, 07101 Michalovce.

VYMENÍM dva menšie hodinové pohony Ruhla za okuláre Zeiss O-6, O-8, O-10 a pod. alebo za menšie objektívy priem. 63, 50 o f = 540 a viac, prípadne za inú optiku. Ponúknite! **PREDÁM**, resp. **VYMENÍM** za rozličnú astrooptiku fotografické a premietacie objektívy a transfokátory. Ďalej **VYMENÍM** veľký objektív Epijunktar 3,6/415 za menší s dlhším ohniskom. V. Paluška, 951 17 Cabaj 312.

Exploring the Sun

Na základe pôvodného výskumu (umožneného grantom NASA na štúdium dejín astronómie) bola roku 1991 v Baltimore Univerzitou J. Hopkinsa vydaná kniha (stojí 39,95 dolárov) Karla Hufbauera **Exploring the Sun**, s podtitulom Solar Science since Galileo.

Prečo od Galileových čias? Pretože pre astronómov, konštatuje Hufbauer, začalo byť Slnko objektom až od 17. storočia. Nemohlo byť astronomicky atraktívne v časoch geocentrizmu. A nemohlo sa takým stať ani po kopernikovskej revolúcii, keď bolo vyzdvihnuté na dominantné postavenie. Bola to síce nevyhnutná fáza, ale až po nej mohlo prísť k žiaducej "detronizácii", k zrovnoprávneniu Slnka s ostatnými hviezdami. To musel najprv Giordano Bruno vysloviť herézu, že Slnko je hviezda. Za prelom v pohľade na Slnko a za faktický začiatok solárneho výskumu pokladá Hufbauer Galileovo dielo o slnečnom zatmení.

Kniha má tri časti. Prvá poskytuje prehľad slnečných bádaní od 17. storočia po 2. svetovú vojnu. Druhá informuje o výskumoch za posledných 40 rokov. S najväčším ohlasom sa stretá posledná časť využívajúca archívne zdroje NASA. Táto časť podrobnejšie informuje o dvoch základných solárnovýskumných smeroch posledného polstoročia. Je to výskum slnečného vetra za obdobie 1953–70 a výskum slnečného žiarenia zaznamenaného za obdobie 1961–90.

Dielo sa stretá so zaslúženým záujmom bádateľov Slnka na celom svete. **(al)**

Ad: Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo (5/91)

Keď nájdeme v pošte čitateľský ohlas, vždy sa nás v redakcii zmocní sviatočná nálada. Aj vtedy, keď nás zasypete výčitkami... Ale dokonalý pocit zadosťučinenia nám prináša vedomie, že sme trafili klinec po hlavičke. Takým nás obdarúvajú ohlasy na ten typ článkov, kde sme sa odhodlali povedať čosi nelichotivé o našej skutočnosti, čosi, čo síce všetci vedia, ale nik to ešte dostatočne surovo nepovedal. Vtedy nás ohlas presvedčí, že snaha o definovanie stavu, v ktorom sa nachádzame, je všeobecná. Že otázky, ktoré si kladieme my, si kladú aj iní. Takže zrodila sa diskusia. (Bolo už načase!) Je reč o ohlasoch na článok Romana Piffla „Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo?".

Doplňte si...

...v návaznosti na Váš článek Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo? bych rád poznamenal, že na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci se astronomie a astrofyzika přednáší od vzniku fakulty, t.j. od 1.9. 1959, a sice pro budoucí učitele a středoškolské profesory fyziky (ve studijních kombinacích matematika - fyzika, fyzika - výpočetní technika a fyzika - základy techniky). Kromě přednášek jsou ve studijním plánu i semináře, studenti pracují na diplomových pracích, navíc bývají zařazovány i výběrové přednášky. Toto vše jak ve studiu interním, tak i v dálkovém a po několik roků i postgraduálním (rád bych připomenul, že jsem o tom psal v Kozmosu 1973/4).

Ještě bych rád poznamenal, že kromě budovy hvězdárny v Olomouci-Slavoníně existuje ještě na předměstí menší pozorovatelna v Olomouci-Lošově. O tom by však podali přesnější informace pracovníci hvězdárny v Olomouci.

J. Široký

Minulost jde příkladem

Když jsem otevřel páté číslo Kozmosu 1991, našel jsem na dvoustraně 162—3 mapku republiky, kde mezi hvězdárnami sloužícími pro veřejnost je zakreslena i naše hvězdárnička. Nachází se v oblasti Českomoravské vysočiny, v prostoru, který byl nevyužitým pro činnost hvězdáren. A právě zde, nedaleko našeho města, je nejčistší ovzduší v celé ČSFR.

Tato mapka s vyznačením naší hvězdárny, jejíž stavbu jsem od začátku do konce řídil, je pro lidové hvězdářství ve Žďáru nad Sázavou první splátkou učiteli Františku Hutařovi, jehož život, zasvěcený pokroku, spravedlnosti a výchově mládeže, skončil v koncentračním táboře nacistů.To on dokázal zavolat své žáky i večer, aby dalekohledem pozorovali hvězdy. Tato pozorování, konaná v třicátých letech našeho století, byla první veřejná pozorování uskutečňovaná ve Žďáru nad Sázavou. Nepodařilo se mi zjistit, jakého dalekohledu bylo tehdy používáno, vím jen, že jsme se scházeli na cvičišti za budovou sokolovny, přítomni bývali mimo žáků i dospělí.

A nahlížím dále do svého archivu pozorování hvězdné oblohy ve Žďáru nad Sázavou. Bylo i pak více těch, kteří nám nějakým způsobem přispěli. Nezapomenutelné byly přednášky RNDr. Jiřího Prudkého, ředitele prostějovské hvězdárny. Mnoho pro nás znamenala přednáška Ing. Josefa Zichy, CSc., o zcitlivování fotomateriálu, přístrojích a vybavení observatoře v Ondřejově. Do Ondřejova jsme také uskutečnili zájezd, abychom se seznámili s naším největším dalekohledem. Když se snažím postihnout počáteční i pozdější impulsy naší činnosti, a také směry, jimiž jsme se ubírali, zjišťuji, že od jisté doby se to neobešlo bez pomoci místních orgánů a bez finančních prostředků závodního klubu bývalého ROH.

Časy se změnily. Jaký je stav dnes?

Odpověď: velmi nepřehledný. Ztratili jsme jako astronomický kroužek Domu kultury téměř všechnu finanční pomoc, která nám byla po dobu deseti let poskytována. Privatizace naší pozorovatelny nepřichází v úvahu, služby veřejnosti jsou poskytovány zdarma. Celá práce stojí na amatérské činnosti, původní nadšení pokleslo, zakládající členové z převážné části již zemřeli. Posádka naší hvězdárničky se skládá především z mladých lidí, kteří, budou-li chtít činnost zaměřenou na astronomii ve Žďáru udržet, musí vzít „rozum do hrsti" a začít pracovat tak, jako tomu bylo ve žďárské pozorovatelně v minulých letech. Vrátit se ke skutečnému pozorování, snažit se o výsledky, bez nichž zájem veřejnosti vymizí. A je důležité, co si myslí o naší pozorovatelně lidé v našem městě, zda naší hvězdárničku potřebují. V minulosti se skutečně o bytí a nebytí rozhodovalo na sekretariátech, dnes rozhoduje naše vlastní činnost.

Naše hvězdárna však ani v minulosti nesloužila jako protipól kostelu. Byla to skutečná činnost, která nás vyzvedla nad místní poměry. A to nám pak vyneslo i podporu úřadů a institucí. A nejen to. Stali jsme se známými, měli jsme úspěchy dosažené vlastní prací. S tímto vědomím by dnešní mladá osádka žďárské hvězdárničky měla budovat svoji budoucnost.

Miloslav Straka

Nezaobídeme sa bez pocitu užitočnosti

Po prečítaní článku „Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo" od pána Piffla som zostal priam zhrozený nad rozoberanou skutočnosťou a tým, čo hrozí našim ľudovým hvezdárňam. Je až neuveriteľné, čo ich čaká len preto, lebo si na seba nedokážu zarobiť. Myslím si, že sa im to ani nikdy neopodarí. Astronómia je veda a hvezdáreň nie je miesto so znôškou zaujímavých exponátov, ktoré si môžeme bezmyšlienkovite prezerať. Málokoho však dokáže noc čo noc nadchýňať čaro nočnej oblohy a čoraz hlbšie prenikanie do tajov vzdialeného vesmíru. Málokto z návštevníkov by našiel silu stáť pri ďalekohľade za nepríjemného mrazu, veď nie je bohviekoľko ani tých, čo dokážu s pravým záujmom počúvať astronómovu prednášku. Málokto sa dokáže obrať o svoj spánok.

Môj názor na to, ako by sa mohli ľudové hvezdárne najskôr zachrániť? Nazdávam sa, že okrem efektívnejšej popularizačnej činnosti je žiaduce zatiahnuť amatérov do pracovnej činnosti v niektorých oblastiach astronómie. Samozrejme, len do takej, kde sa používajú technické prostriedky, ktorými disponuje ľudová hvezdáreň. Pozorovania komét, meteorov alebo premenných hviezd by sa mohli zhromažďovať a potom posielať na ďalšie spracovanie príslušným vedeckým pracovníkom, ktorí zaiste nemajú čas pozorovať noc čo noc a takto prácne zhromažďovať napozorovaný materiál. Ako vhodný príklad spolupráce typu astronóm amatér/ľudová hvezdáreň — vedecký pracovník by som uviedol amatérske fotografovanie symbiotických hviezd pre RNDr. L. Hrica a RNDr. A. Skopala z AsÚ SAV v Starej Lesnej. Takže okrem pocitu uspokojenia svojím koníčkom sa dostavuje aj pocit užitočnosti. Podľa môjho názoru by sa aj takto dala dokázať u vyšších orgánov určitá nenahraditeľnosť ľudových hvezdární. Bez ich aktívnej pomoci to nepôjde, pretože dvaja či traja zamestnanci hvezdárne nedokážu uspokojiť také široké spektrum pozorovateľských činností. V tom by som videl veľkú pomoc amatérov pri záchrane ľudových hvezdární.

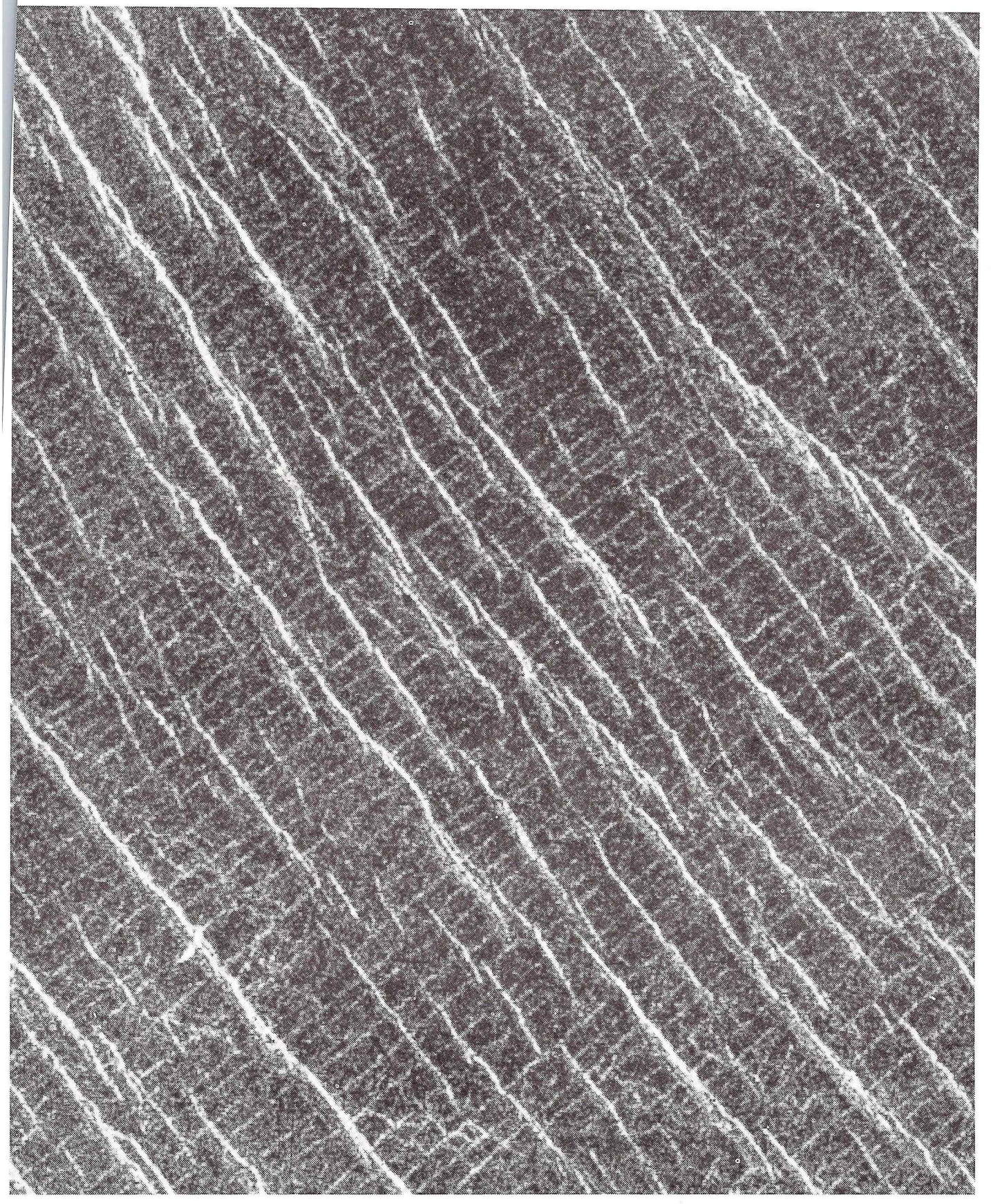
Myslím si, že by nebolo zlé vydávať bulletin o amatérskej pozorovateľskej činnosti, kde by boli evidovaní aktívni amatéri a predmety ich pozorovania (napr. typ premennej hviezdy aj s jej názvom), počet pozorovaní s údajom počtu nocí a kontaktná adresa. Tieto bulletiny by mali mať k dispozícii vedeckí pracovníci. Mohli by sa v prípade potreby ľahko skontaktovať s tým-ktorým astronómom, prevziať od neho napozorované dáta, prípadne ho usmerniť žiaducim smerom pre službu vede. Bulletin by mohol byť rozdelený do jednotlivých pozorovateľských sekcií (slniečkári, meteorári, kometári, premenári a pod.). Aj takouto formou by sa dala dokázať dôležitosť a nenahraditeľnosť ľudovej hvezdárne.

A čo dodať na záver? Azda len to, aby takých alarmujúcich článkov v Kozmose už viac nebolo (azda mal autor na mysli: aby ich **nemuselo byť**, pozn. red.), a želanie, aby všetky ľudové hvezdárne prežili a aby sa ich činnosť ešte viacej rozvíjala v oblasti profesionálnej, amatérskej a popularizačnej. Možno nie sú moje názory celkom správne, vychádzam však z vlastných postrehov.

Ing. Ľubomír Komačka

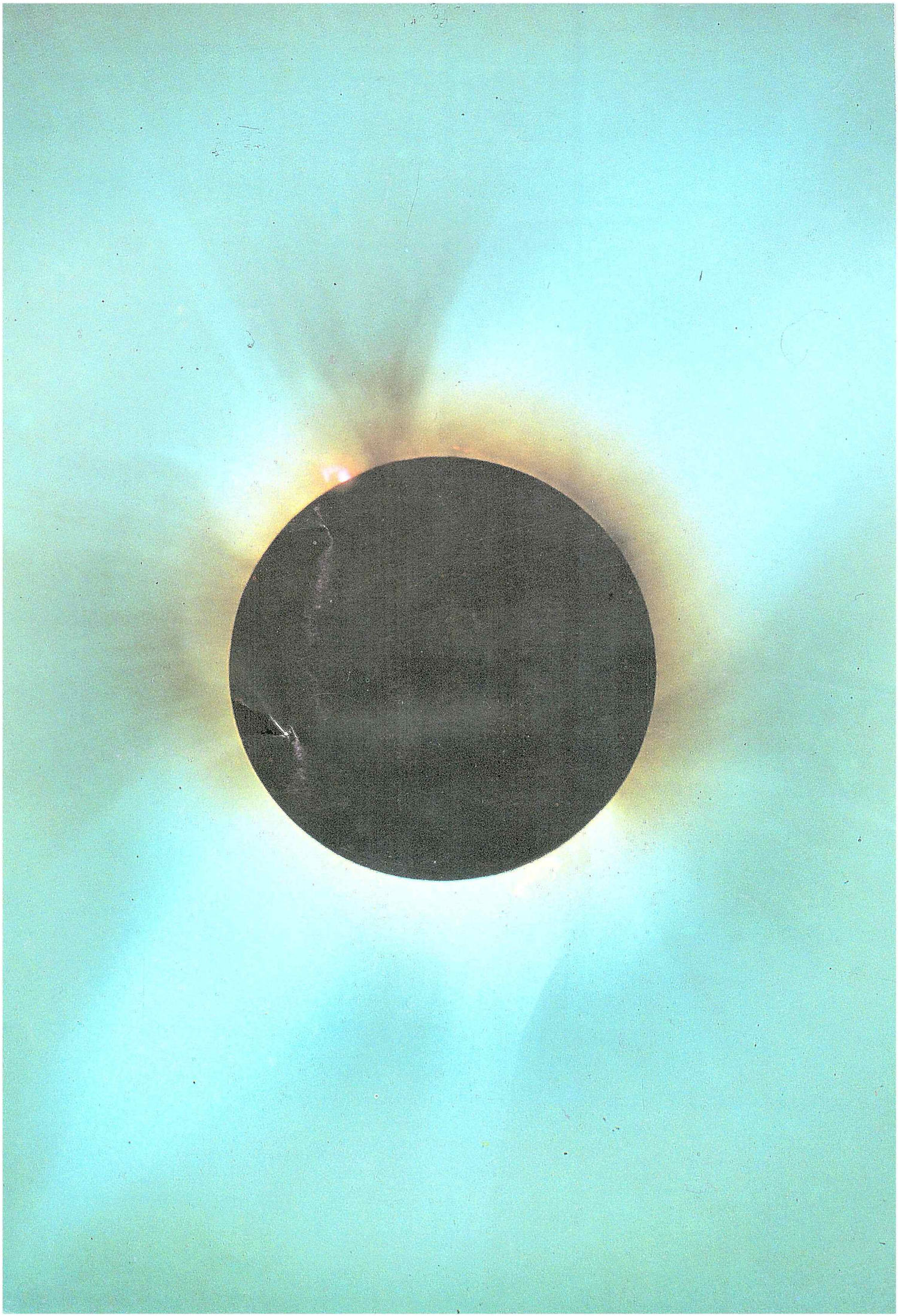
Zadná strana obálky:

Biela koróna počas úplného zatmenia Slnka, ako ju získala francúzska expedícia 11. júla minulého roka na Havaji (vedúci dr. S. Koutchmy). Vyrovnanie prudkého svetelného gradientu medzi vnútornou a vonkajšou korónou sa dosahuje pomocou radiálneho filtra, ktorý sa umiestňuje tesne pred fotografický materiál. Snímka bola získaná v ohnisku refraktora s priemerom objektívu 20 cm s ohniskovou vzdialenosťou 300 cm na Kodakchrome 64 ASA. Obrázok poskytol redakcii dr. V. Rušin.



V budúcom čísle sa vypravíme na Venušu

Americká sonda Magellan pokračuje v mapovaní Venuše. Na radarovej snímke vidíte povrch oblasti Lakshmi, ležiacej na severnej pologuli približne na úrovni 30° severnej šírky. Štruktúru povrchu vytvárajú v tejto oblasti dva typy záhadných línií, pretínajúcich sa takmer v pravom uhle. Pásy medzi jemnejšími líniami sú hrubé približne jeden kilometer a až nevysvetliteľne pravidelné. Hrubšie, svetlejšie, dominujúce línie sú menej pravidelné, popretŕhané často v miestach, kde sa križujú s líniami jemnejšími. Zatiaľ nevieme, aké geologické (či iné) pochody vytvorili túto záhadnú štruktúru. Na snímkach z Magellanu sa typ jasnejších línií vyskytuje zväčša okolo vulkanických útvarov. Záhadu zvyšuje fakt, že štruktúru, ktorú vidíte na obrázku, neobjavili zatiaľ nikde inde ani na Venuši, ani na iných planétach.

Ďalšie zaujímavosti spolu s nádhernými zábermi Venuše uverejníme v budúcom čísle.

Fotografia: NASA