

# KOZMOS

1998  
ROČNÍK XXIX.  
Sk 25,-

4



**SNÍMKA PRVEJ  
EXTRASOLÁRNEJ  
PLANÉTY**

**SOL NA EUROPE  
JAZERO NA MARSE  
NOVÁ TVÁR VENUŠE**

**GALÉRIA  
UMIERAJÚCICH  
HVIEZD**

# O novém atlase oblohy (Atlas Coeli Novus 2000.0)

Hvězdné mapy, katalogy a atlasy vznikali od chvíle, kdy člověk začal vědomě pozorovat oblohu za účelem orientace na zemi a na moři i pro poznání jí samé. Za starověku byla vymyšlena první kartografická zobrazení starověké a středověké mapy vynikající svou krásou a byly určeny pro ozdobu interiérů. Mnohá díla se stala pomůckou pro pozorovatele a spolu s katalogy tvoří encyklopedie a údaje o kosmických tělesech. Z těchto důvodů vznikají atlasy, katalogy i mapy dodnes.

Těsně po druhé světové válce vznikl světoznámý Bečvářův Atlas Coeli Skalnaté pleso, kreslený pro ekvinokecium 19850.0, který vyšel v mnoha vydáních. Totéž platilo o výborných Klepešových a Rüklových mapách oblohy, vydávaných v padesátých až sedmdesátých letech.

S tokem času se mění souřadnice těles, a novými metodami výzkumu vznikají nová data a v neposlední řadě se výrazně zlepšily podmínky pro výpočty a grafiku. To umožňuje velmi přesné zobrazení značného počtu objektů.

V osmdesátých a devadesátých letech v mnoha vydáních vznikly nové mapy oblohy pro ekvinokecium 2000.0, kde si autoři atlasu vyzkoušeli metody užité i při jeho tvorbě.

Nový atlas, jehož popis dále následuje, bude doplněn i katalogem všech zobrazených objektů. Katalog vyjde na kompaktním disku (CD), nebo jeho knižní verze téměř o 1000 stranách by byla velmi drahá. Rovněž pět disket s komprimovanými daty by vyšlo dražší než CD. Soubory budou databázové, aby uživatel s nimi mohl dále pracovat. Soubory budou popsány. Katalog vyjde na rozhraní léta a podzimu.

Ačkoliv je atlas velmi rozsáhlý, práce s ním je stejná, jako s menšími astronomickými mapami a atlasy. Předpokládám je znalost základních pojmů z astronomie, zřejmě souřadnic, a povědomí o druzích a vlastnostech těles. Orientaci usnadňuje označení v rozích map – hodiny rektascenze a stupně deklinace středu mapy.

Mně zkušenému uživateli atlasu – respektive katalogu, doporučuji použít pro snazší orientaci v rozsáhlých polích souhvězdí jednodušší mapu či mapku a přečíst následující řádky. Při prvním setkání s atlasem ho zběžně prohlédnout, seznámit se s vysvětlivkami a orientovat se v kladu listů. Jsou řazeny od severu k jihu v pořadí i severní polární oblast, severní kuželový pás, rovníková oblast, jižní kuželový pás, jižní polární oblast. V pásích a oblastech jsou řazeny podle narůstající rektascenze.

Pro snadnou orientaci autoři – narozdíl od zvyklosti ve velkých atlasech – zakreslili spojnice hvězd charakterisujících souhvězdí a na páry map umístili i stínové zobrazení nehvězdných objektů a černých kotoučů hvězd. To usnadňuje orientaci.

Lze doporučit sčasnou prohlídku dvou stran se stejnými čísly. To umožňuje posun modrých stran oproti červeným.

SLOVENSKÁ ÚSTŘEDNÁ HVEZDÁREŇ  
– Národné metodické centrum – Hurbanovo  
ponúka astronomickú publikáciu

## 1. Atlas Coeli Novus 2000.0

Autori: Hlad, O., Hovorka, F., Sojka, P., Weiselová, J.

V priebehu roka 1998 bude vydaný na kompaktnom disku aj katalóg k atlasu, ktorý bude obsahovať dáta ku všetkým 85 000 objektom, ktoré sú v ňom zobrazené (cena cca 250,- Sk).

## CO NALEZNEME V ATLASU

V ATLASU JE ZOBRAZENO VÍCE NEŽ 85000 OBJEKTŮ, A TO:

- hvězdy do 8,3 magnitudy
- dvojhvězdy a vícenásobné systémy do 8,3 součtové magnitudy
- proměnné hvězdy do jasnosti v maximu 8,3 magnitudy
- všechny novy a supernovy objevené do roku 1994
- dvojice izofot Mléčné dráhy pro střední a okrajové části
- galaxie do 13,5 magnitudy včetně jejich tvaru a orientace
- otevřené hvězdokupy do 12,0 magnitudy
- kulové hvězdokupy – 160 dobře dokumentovaných
- planetární mlhoviny do 13,0 magnitudy
- difusní mlhoviny
- reflexní mlhoviny
- zbytky supernov
- radiové zdroje – výběr nejdůležitějších objektů.

Dále jsou vyznačeny spojnice hvězd 88 souhvězdí s latinskými názvy a hranice souhvězdí dle usnesení Mezinárodní Astronomické Unie (IAU).

Celá hvězdná obloha je zobrazena na 40. stranách (20 párech). Na levé straně (červený rám) jsou zvýrazněné barevným kódem fyzikální vlastnosti hvězd. Ostatní druhy objektů jsou na levé straně pouze naznačeny šedou barvou.

Na pravé straně (modrý rám) jsou hvězdy zobrazeny černé, zatímco barevné kódování vyznačuje vlastnosti ostatních objektů (hvězdokup, mlhovin a galaxií).

Mapy atlasu jsou opatřeny souřadnicovými sítěmi rovníkového souřadnicového systému (rektascenze, deklinace) pro ekvinokecium J2000.0 na levé straně doplněné sítí pro interpolaci v období od roku 1900 do roku 2050. Pravá strana obsahuje souřadnicové sítě galaktického souřadnicového systému v rozsahu 10 stupňů na sever a 10 stupňů na jih od galaktického rovníku. Ekliptika je zobrazena na levých i pravých stranách. Pro zakreslení objektů, čar a bodů bylo použito tři kartografických zobrazení a to v severní a jižní polární oblasti Postelova azimutálního zobrazení, na rovníku válcového zobrazení pro dvě zvolené rovnoběžky a v severním a jižním pásu kuželového zobrazení pro dvě zvolené rovnoběžky. Všechna zvolena zobrazení jsou ekvidistatní v polednicích. Součástí atlasu je i fólie se sítěmi pro snadnější odečítání souřadnic objektů. Na fólii je rovněž stupnice magnitud hvězd.

Podrobné vysvětlivky, umístěné na každém mapovém listu, obsahují vysvětlení použitého barevného kódování, značek pro druhy objektů a stupnice pro určování magnitud hvězd.

V ATLASU JSOU POUŽITÝ NOVINKY:

1. Na červených stranách jsou sítě rovníkových souřadnic vykresleny pro ekvinokeci 1900.0, 1950.0 (tučně) a 2050.0. To spolu s průhlednou fólií s dělenými sítěmi umožňuje podrobněji určit souřadnice objektů ve všech těchto ekvinokeciích, ale extrapolaci lze určovat souřadnice i před rokem 1950 a po roce 2050.
2. Na modrých stranách jsou sítě galaktických souřadnic kolem galaktického rovníku.
3. Zobrazení hvězd a ostatních objektů způsobem na dvojici map zpřehledňuje mapy a umožnilo umístění 85000 objektů.
4. Mezinárodně vžitá latinská označení souhvězdí doplňují překlady názvů do více než deseti jazyků.

RNDr. Oldřich Hlad

Atlas si můžete objednat na adrese  
Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove,  
Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo. Tel.: 0818/7602484,  
fax: 0818/7602487, e-mail: suh@kemar.sk.  
Publikáciu vydalo nakladateľstvo a vydavateľstvo  
ETC Publishing Praha (1998) v spolupráci  
s Hvezdárňou a planetáriom hl. m. Prahy.  
**Cena: 1000,- Sk.**

TÉMY ČÍSLA

- 3 Venuša bez závoja / David Grinspoon
- 8 Vnútro hviezdnych kukiel / Karen Southwell

GALILEO

- 11 Soľ na Europe / Jeffrey S. Kargel
- 12 Callisto má iný rodokmeň

MARS GLOBAL SURVEYOR

- 13 Prevrstvené depozity na Južnom póle Marsu
- 14 Ladové jazero

- 14 Slnko (2) / Milan Rybanský

- 17 Žeň objavů 1997 (XXXII.)

1.5 Extrasolárni planety a hnědí trpaslíci (pokračování); 2. Hvězdy – 2.1 Prahvězdy a velmi mladé hvězdy; 2.2 Hvězdná astrofyzika a osamělé hvězdy; 2.3 Proměnné hvězdy; 2.4 Těsné dvojhvězdy; 2.5 Novy a příbuzné objekty; 2.6 Bílí trpaslíci; 2.7 Supernovy / Jiří Grygar

- 21 Astronómia na Mesiaci / Peter Bond

- 24 Prvé svetlo vo VLT / Pavol Schwartz

- 28 SOHO – dráma na pokračovanie / Roman Piffel (+ str. 27)



obálka



Prvý snímku extrasolárnej planéty v štádiu odvrhnutia z dvojhviezdneho systému TMR-1 v súhvezdí Býka získal Hubblov vesmírny teleskop pomocou blízkoinfračervenej kamery a multiojektového spektrometra (NIMCOS).

AKTUALITY

- 2 Fascinujúca katastrofa
- 7 HST: prvá snímka extrasolárnej planéty
- 3. ob. Cydonia stratila tvár
- 4. ob. Disk okolo čiernej diery

RUBRIKY

- 29 POZORUJTE S NAMI  
 Obloha v kalendári (august–september) / Pavol Rapavý, Jiří Dušek
- 35 SLNEČNÁ AKTIVITA  
 Apríl – máj 1998 / Milan Rybanský

RÖZNE

- 2. ob. O NOVÉM ATLASE OBLOHY  
 Atlas Coeli Novus 2000.0 / Oldřich Hlad
- 33 Súhvezdia / Beata a Peter Zimmikovalovci
- 36 Tempel-Tuttle a novembrové Leonidy / Ján Mäsiar

SLOVENSKÁ ÚSTREDNÁ HVĚZDÁREŇ  
 – Národné metodické centrum – Hurbanovo  
 ponúka astronomickú publikáciu

1. Atlas Coeli Novus 2000.0

Autori:  
 Hlad, O., Hovorka, F., Sojka, P., Weiselová, J.

Publikácia nadväzuje na tradíciu Bečvářovho Atlasu Coeli Skalnaté Pleso 1950.0 pripraveného v rokoch 1947–1948 na Skalnatom Plese a vydávaného v 50. a 60. rokoch v Československu a neskôr v USA. Na prípravu nového atlasu boli použité nové katalógy, ktoré poskytlo najmä Centre de donnes stellaires Observatoire de Stasbourg – ADC.

Atlas je vytlačený štvorfarebnou ofsetovou technológiou. Jednotlivé druhy objektov sú kvôli dosiahnutiu vyššej prehľadnosti a názornosti farebne rozlíšené. Celá hviezdna obloha je zobrazená na štyridsiatich stranách. Atlas obsahuje viac než 85000 objektov: hviezdy do 8,3 magnitúdy, premenné hviezdy do jasnosti 8,3 magnitúdy v maxime, všetky novy a supernovy objavené do roku 1994, dvojice izofot Mliečnej cesty pre stredné a okrajové časti, galaxie do

13,5 magnitúdy vrátane ich tvarov a orientácie, otvorené hviezdokopy do 12,0 magnitúdy, guľové hviezdokopy – 160 dobre dokumentovaných, planetárne hmloviny do 13,0 magnitúdy, difúzne hmloviny, reflexné hmloviny, zvyšky supernov, rádiové siete rovnakého súradnicového systému (rektascenzia, deklinácia) pre ekvinoctium 2000.0 doplnené sieťami na interpoláciu v období od roku 1900 do 2050 (pre ekvinoctia 190.0, 1950.0, 2050.0).

Atlas, na ktorého vydanie sa podieľala aj Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove bude na dlhý čas nepostrádateľnou pomôckou pre všetky inštitúcie a jednotlivcov, ktorí sa zaoberajú astronómiou.

V priebehu roka 1998 bude vydaný na kompaktnom disku aj katalóg k atlasu, ktorý bude obsahovať dáta ku všetkým 85 000 objektom, ktoré sú v ňom zobrazené (cena cca 250,- Sk).

Objednať si ho môžete na adrese Slovenskej ústrednej hviezdárne v Hurbanove, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo. Tel.: 0818/7602484, fax: 0818/7602487, e-mail: suh@kemar.sk.

Publikáciu vydalo nakladateľstvo v vydavateľstve ETC Publishing Praha (1998) v spolupráci s Hviezdárňou a planetáriom hl. m. Prahy. Cena: 1000,- Sk.

PODUJATIA

- 34 Výsledky pozorovaní a zatmení na Slovensku roku 1997 / Ján Mäsiar  
 Spolupráca / Ján Mäsiar  
 14. celoštátny seminár / Ivan Dorotovič  
 – str. 36

CONTENTS

A Fascinating Catastrophy	2
New Face of Venus	3
First Extrasolar Planet	7
Strange Gallery of Star Cocoon's	8
Salt on Europe	11
A Short Enigmatic History of Sun	15
Astronomical Highlights	17
Astronomy at Moon	21
First Light for VLT	24
End of SOHO	28

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Pavol Schwartz, Jozef Világi – redaktori, Lýdia Prikerlová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Türkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. ● Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc., Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● Tlač: Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 25,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava – predplatelia. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách bolo podávanie novinových zásielok povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Zadané do tlače 22. 7. 1998. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

ISSN 0323 – 049X

# Fascinujúca KATASTROFA

Skupina astronómov z kalifornského Institute of Technology (Caltech) oznámila začiatkom mája, že nedávno detegované vzplanutie kozmického gama žiarenia bolo také jasné, že sa vyrovnalo žiareniu zvyšku vesmíru: po prepočtoch sa ukázalo, že katastrofická udalosť vo vzdialenom vesmíre sa prejavila stonásobne väčšou energiou, ako sa pôvodne predpokladalo.

Tím zmeral vzdialenosť matnej galaxie, v ktorej sa vzplanutie prejavilo. Ukázalo sa, že galaxia GRB 971214 leží vo vzdialenosti 12 miliárd svetelných rokov od Zeme. Vzhľadom na pozorovanú jasnosť vzplanutia v takejto vzdialenosti muselo ísť o obrovské uvoľnenie energie. Tím o tejto udalosti informoval v prvom májovom čísle časopisu Nature.

– Energia uvoľnená touto udalosťou počas prvých sekúnd záblesku presahuje všetky predstavy, – vraví Shrinivas Kulkarni, profesor na Caltechu. – Počas katastrofy, ktorá sa manifestovala zábleskom, sa uvoľnilo niekoľkokrát viac energie ako pri výbuchu supernovy, ktorý vedci doteraz pokladali za najenergetickejší fenomén vo vesmíre.

– Počas prvej a druhej sekundy bol tento záblesk jasnejší ako svetlo všetkých ostatných objektov vo viditeľnom vesmíre, – vraví profesor George Djorgovski z Caltechu, po Kulkarnim ďalší z hlavných pozorovateľov.

Takéto ozrutné uvoľnenie energie počas takého krátkeho času je v astronómii bezprecedentné, ak pravda, neberieme do úvahy big bang.

– V oblasti s priemerom 160 kilometrov vytvorila explózia približne také podmienky, aké panovali v mladom vesmíre milisekundu po big bangu, – zdôrazňuje Djorgovski.

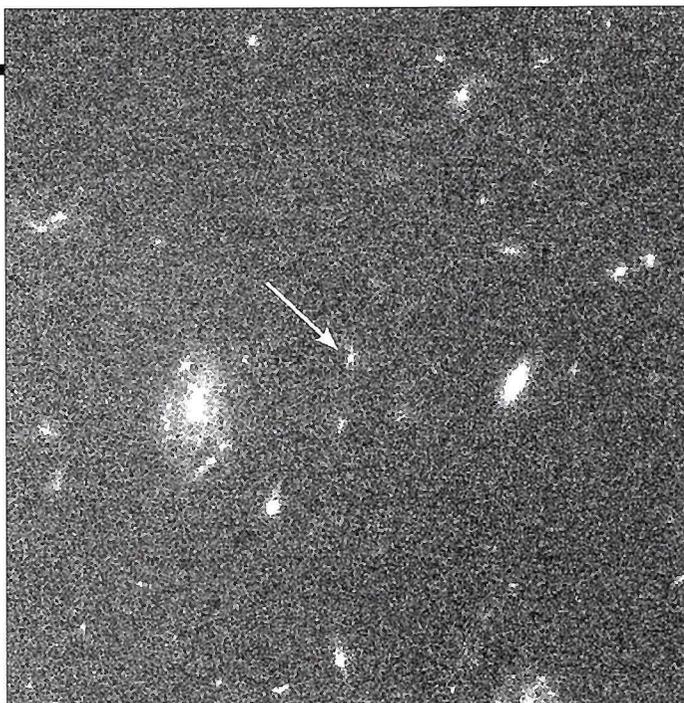
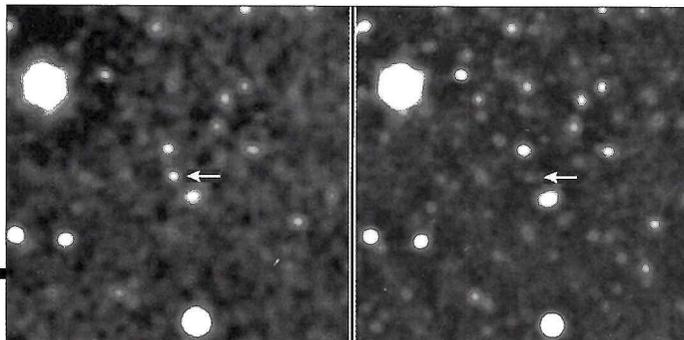
– Väčšina teoretických modelov, ktoré by mohli vysvetliť toto vzplanutie, nedokážu objasniť pôvod takej veľkej energie, – vraví Kulkarni. – Najčerstvejšie modely, vrátane rotujúcej čiernej diery, by však mohli fungovať. To, čo sme pozorovali, je však taký extrémny jav, že pravdepodobne máme do činenia s čímsi celkom nepredvídaným a oveľa exotickejším ako rotujúca čierna diera.

Záblesky gama žiarenia sú mysteriózne vzplanutia vysokoenergetického žiarenia, ktoré sa objavuje

vo všetkých končinách vesmíru a väčšinou trvajú iba niekoľko sekúnd. Prvý takýto záblesk objavil americký špiónážny satelit U.S. Air Force Vela roku 1960. Vari tučet teórií sa pokúšalo tento jav vysvetliť, ale zatiaľ bez úspechu. Compton Gamma-Ray Observatory (CGRO), satelit NASA, detegoval doteraz niekoľko tisícok zábleskov. Vysvetliť pôvod týchto zábleskov je ťažké najmä preto, lebo je veľmi ťažké určiť, kde vznikajú: na rozdiel od viditeľného svetla sa gama záblesky ťažko pozorujú teleskopmi, pričom krátky čas trvania zábleskov celý problém ešte viac komplikuje. Taliansko-holandský satelit BeppoSAX, vypustený roku 1996, vybavili konštruktéri schopnosťou lokalizovať záblesk na oblohe s takou presnosťou, že údaje umožňujú vzápätí po záblesku zamerať na toto miesto najvýkonnejšie pozemské ďalekohľady.

Tento prelom umožnil objav dlhšie trvajúcich „afterglows“, žiarenia, ktoré sprevádza takéto záblesky, a to sa dá detegovať v röntgenovom, viditeľnom, infračervenom i rádiovom okne. Zatiaľ čo záblesky gama možno pozorovať iba niekoľko sekúnd, tieto „dozvuky“ gamakatastrofy možno študovať celé mesiace. A práve vďaka týmto pozorovaniam dospeli astronómovia k záveru, že záblesky gama nemajú pôvod v našej galaxii,

**Tieto dve snímky galaxie GRB 971214 exponoval teleskop Keck II. Na snímke vľavo vidíte pozostatok po záblesku vo viditeľnom svetle (označený šípkou) dva dni po vzplanutí, v čase keď „afterglow“ bola ešte relatívne silná. Na druhej snímke vidíte rovnakú políčku na oblohe o dva mesiace neskoršie, keď už „afterglow“ (pozri šípku) poriadne vybledla.**



Snímka políčka, v ktorom sa nachádza vzdialená galaxia GRB 971214, ktorú exponoval HST štyri mesiace po záblesku, po zániku „afterglow“. Extrémne nejasnú galaxiu, kde rekordný gamazáblesk vznikol, označuje šípka. Túto galaxiu objavil už skôr teleskop Keck II, ale čo do ostrosti sa jeho snímka ani zďaleka nevyrovnala snímke z HST.

ale najmä v extrémne vzdialených galaxiách s veľkým červeným posunom.

Rekordný záblesk gama žiarenia detegovali satelity BeppoSAX a CGRO 14. septembra 1997. BeppoSAX a Rossiho röntgenový Timing Explorer (špecializovaný satelit) zaznamenali röntgenový „afterglow“. Presnosť údajov z BeppoSax umožnila detekciu „afterglow“ i vo viditeľnom svetle. Zaznamenal to 2,4-metrový teleskop na Kitt Peaku v Arizone. Z týchto pozorovaní sa však ešte nedala vypočítať vzdialenosť.

Keď „afterglow“ vo viditeľnom svetle začala pohasínať, tím z Caltechu objavil v bezprostrednej blízkosti záblesku nesmierne matnú galaxiu, aj to iba pomocou najväčšieho teleskopu na svete, ktorým je desaťmetrový Keck II na havajskej sopke Mauna Kea. Svetlo tejto galaxie je približne také slabé ako obyčajná 100-wattová

žiarovka, ktorú by sme pozorovali zo vzdialenosti 1 600 000 kilometrov! HST tento jav vzápätí potvrdil.

Tím z Caltechu sa pokúsil zmerať vzdialenosť tejto galaxie pomocou teleskopu Keck II, ktorého schopnosť sústrediť svetlo nemá zatiaľ vo svete obdobu. Zistili, že podozrivá galaxia má červený posuv ( $z = 3,4$ ), leží teda vo vzdialenosti 12 miliárd svetelných rokov! (Vesmír má podľa najnovších odhadov 14 miliárd svetelných rokov.)

Zo vzdialenosti a jasnosti pozorovaného záblesku odvodili vedci objem uvoľnenej energie. Zistili, že záblesk, hoci trval iba niekoľko sekúnd, bol čo do uvoľnenej energie niekoľkokrát väčší ako energia vyžiarená explóziou supernovy, čo sa rovná objemu energie vyžiarenej našou galaxiou v priebehu niekoľkých storočí!

Pritom ide iba o energiu, ktorá sa prejavila žiarením gama; je pravdepodobné, že iné formy žiarenia, na neutrónových či gravitačných vlnách, ktoré sa extrémne ťažko detegujú, unášajú z miesta záblesku do vesmíru niekoľkokrát viac energie.

Čo spôsobilo záblesk, je záhada, čo sa však stane so žiariacim pozostatkom tohto supervýbuchu, môžeme predvídať na základe tzv. kozmického modelu „ohnivej gule“.

Hubble Space Telescope News  
Spracoval –eg–

# VENUŠA bez závoja



Sonda Magellan zmapovala 98 percent povrchu Venuše. Svetlá oblasť uprostred snímky zviditeľňuje vysočinu Ovda Regio, ktorej rozloha je bezmála 7 miliónov štvorcových kilometrov. Tento starý „kontinent“ sa nad ľavou zaliatymi planinami vypína vo výške 3,6 až 5 km.

Asi pred 600 miliónmi rokov preformovala povrch Venuše obrovská ohnivá záplava.

Všetko, čo sme sa v posledných rokoch dozvedeli o povrchu Venuše, získali sondy. Priame pozorovanie tejto planéty znemožňuje nepreniknuteľná hustá atmosféra. Z toho, čo nám sprostredkovala mimoriadne úspešná sonda Magellan, ktorá radarom zmapovala väčšinu povrchu Venuše, pokúšajú sa vedci vytvoriť predstavu o vývoji tejto zahalenej, tajomnej sestry našej Zeme. Radarová mapa povrchu Venuše je síce, čo sa týka morfológie terénu, neobyčajne podrobná, planetológovia však z nej nedokážu vyčítať tie informácie, ktoré by im umožnili priame štúdium; ide najmä o spektrálnu analýzu povrchových hornín. Mimoriadne cennými by boli najmä informácie o zložení hornín v okolí veľkých impaktných kráterov a na ich dne, pretože vedci by sa z nich dozvedeli nielen o zložení kôry, ale možno aj o vrchnom plášti Venuše, ktorá je, čo do veľkosti a hmotnosti, dvojčičkou Zeme; obe planéty mali mať podľa pôvodných predpokladov aj podobnú históriu vzniku a vývoja.

Prvé radarové snímky Venuše získali ešte v 70. a 80. rokoch sovietska sonda Venera a americká sonda Pioneer. Ale až skvelé snímky z Magellana začiatkom 90. rokov zviditeľnili aj impaktné krátery. Vďaka tomu, že radarový atlas povrchu Venuše je takmer úplný, môžu planetológovia už dnes študovať aj distribúciu kráterov na jej povrchu a utvárať si prvé predstavy o jej vývoji.

Impaktné krátery sa našli na všetkých terestrických telesách slnečnej sústavy; pre vedcov sú tieto útvary univerzálnym chronometrom planétarnej vedy. Na tých telesách, kde sa iné procesy, ktoré dokážu povrch planéty meniť, neprejavujú, sú impaktné krátery, stopy po dopade asteroidov a komét, jediným kľúčom k dešifrovaniu ich histórie. Dnes už astronómovia pomerne spoľahlivo vedia, koľko týchto telies sa pohybovalo a pohybuje v slnečnej sústave (ich celkový počet oproti prvej štvrtine existencie slnečnej sústavy rádo-vo poklesol), a dokážu preto vypočítať aj to, ako často taký objekt dopadne na povrch planéty, čo je pomerne spoľahlivým východiskom určovania veku toho-ktorého telesa.

Na radarovej mape Venuše identifikovali vedci vyše 900 impaktných kráterov, z čoho odvodili, že súčasný povrch Venuše nemá viac ako pol miliardy, plus-mínus niekoľko desiatok miliónov rokov. To znamená, že povrch Zorničky/Večernice je s výnimkou Zeme najmladším povrchom na telese, pohybujúcim sa vo vnútornej časti nášho slnečného systému.

Porovnávanie hustoty kráterov v rozličných

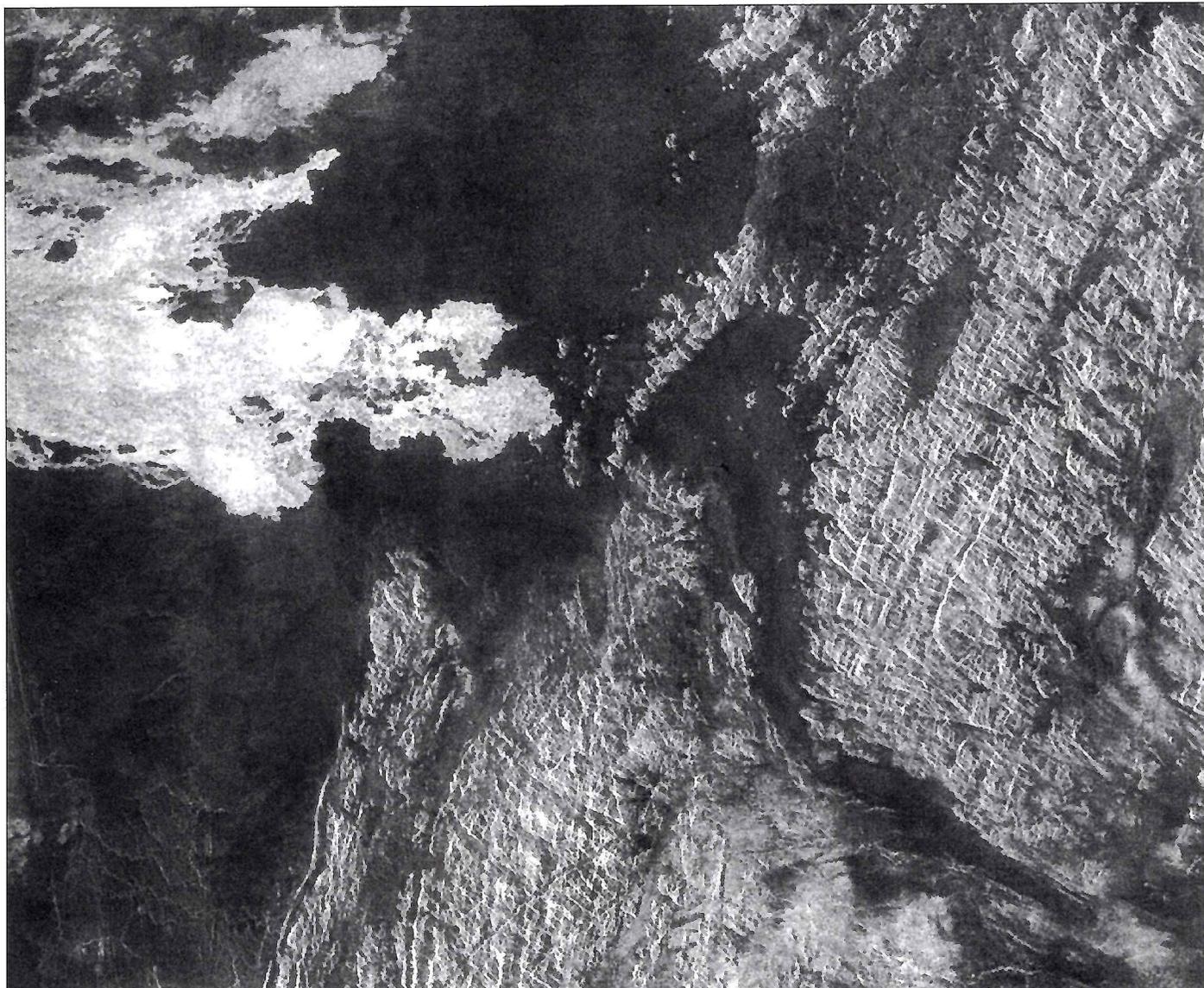
oblastiach planéty pomáha planetológom rozlíšiť vek skúmaného povrchu: na starších, menej aktívnych terénoch, možno pozorovať viac kráterov; tam, kde je kráterov menej, možno s vysokou pravdepodobnosťou predpokladať, že ide o mladší terén, ktorého povrch preformovali tektonické procesy, vulkanizmus a erózia. Napríklad severné pláne Marsu sú oveľa redšie posiate krátermi ako vysočiny na južnej pologuli. Táto metóda určovania veku je spoľahlivá najmä na terestrických planétach, ktoré majú pevný skalnatý povrch. Na Venuši, ktorá má tiež pevný povrch, však táto metóda nefunguje.

Na povrchu Venuše je oveľa menej impaktných kráterov. Celkom chýbajú krátery malé; hustá atmosféra Venuše funguje v tomto prípade ako filter, v ktorom malé impakty ešte pred dopadom na povrch zhoria, rozpadnú sa, alebo ich atmosféra natoľko príbrzdí, že po dopade nezanechajú na povrchu stopy, rozlíšiteľné takým prístrojom, aký mala na palube sonda Magellan.

Vieme, že aj oveľa tenšia a redšia atmosféra Zeme dokáže chrániť jej povrch, pravda, iba pred menšími objektmi. Väčšina malých meteoritov v pozemskej atmosfére zhorí alebo vybuchne. Iba prach a plyn, ktoré katastrofa nestroviła, ostávajú v atmosfére, zmiešajú sa s ňou, pričom oblaky mikročiastočiek postupne, často celé roky, klesajú na zemský povrch. Atmosferický filter Venuše je neobyčajne účinný: na jej povrchu sa našli iba impaktné krátery s priemerom väčším ako 3,6 kilometra. Pritom vieme, že na doteraz preskúmaných terestrických telesách našej sl-

nečnej sústavy je práve menších impaktných kráterov najviac. Je to pochopiteľné: okolo Slnka obieha oveľa viac malých telies ako veľkých. Povrch Mesiaca či Marsu je malými krátermi priam posiaty, takže vedci na týchto telesách dokážu mimoriadne spoľahlivo určiť vek jednotlivých oblastí. Táto planetárna chronológia je však na Venuši nepoužiteľná. Vo všetkých veľkostiach porovnateľných oblastiach je počet impaktných kráterov približne rovnaký. Isté rozdiely, vedeckejšie – malé variácie hustoty kráterov – sú príliš zanedbateľné na to, aby sa z nich dali vyvodit iné závery ako dôsledok slepej náhody.

Máme perfektnú globálnu mapu impaktných kráterov na Venuši, ale tá nám históriu tejto planéty rozlúštiť nepomôže: zbytočné je počítanie kráterov, bezvýsledné je i skúmanie erózných procesov, pretože na povrchu Venuše nie je nič erodované. (Napríklad na Marse vidíme na viacerých starších oblastiach veľké piesočné duny, vieme, že najstaršie oblasti Marsu pokrýva viac alebo menej hrubá vrstva jemného marťanského púdru.) A tak planetológovia hľadajú iné možnosti, ktoré by im pomohli vytvoriť chronológiu venušianskeho povrchu: skúmajú bizarnú mozaiku lávových príkrovov i tektonických rozrušení povrchu v lokálnom meradle, ale z takýchto údajov je prakticky nemožné vytvoriť spoľahlivú globálnu históriu Venuše v širších súvislostiach, o časovej súslednosti ani nehovoriac. Napríklad v prípadoch takzvaných tesserae (ide o členité, deformované útvary starých horstiev, vypínajú-



Na tejto snímke vidíte časť Eistla Regio, ktorú tvoria najstaršie venušianske horniny. Takéto, tektonickými silami rozrušené vysočiny, tesserae, pokrývajú ľavú časť snímky. Okolitý terén je pokrytý lávovými kobercami z rozličných období globálneho premejkapovania. Svetlý, päťprstý útvar vľavo hore tvoria najmladšie lávové polia.

cich sa nad vysočinami) je zrejmé, že vznikli skôr ako hladké planiny okolo nich, ale to ešte neznamená, že všetky tesserae sú staršie ako všetky planiny na celom povrchu planéty. Na iných terestrických planétach by nám v tomto prípade spoľahlivo pomohli impaktné krátery. V prípade Venuše budú vedci musieť nájsť subtilnejších pomocníkov.

Existuje však aj iný dôvod, prečo je minulosť Venuše tak ťažko rozlíšiteľná: vynoril sa vo chvíli, keď planetológovia zistili, že ani s existujúcimi impaktnými kráterami na Venuši nie je čosi v poriadku.

### Čo vygumovalo krátery z Venuše?

Všetky impaktné krátery na Venuši vyzerajú neobyčajne mlado a akosi umelo. Namiesto toho, aby sa vynímali uprostred vulkanických, lávou zaliatých plání ako ježaté terče (obklopené lúčmi impaktom spôsobených trhlín), vyzerajú skôr ako by ich ktosi umiestnil na povrchu dodatočne.

Celkový počet kráterov naznačuje, že povrch Venuše nie je príliš starý, aspoň čo do platných

planetárnych štandardov: má nanajvýš miliardu rokov. Je nepochybné, že akési neznáme procesy dodatočne zahladili alebo pretvorili všetky impaktné krátery, ktoré kedy na povrchu Venuše vznikli. Existujú najmenej tri teórie, ktoré sa pokúšajú vysvetliť, aké procesy vygumovali z povrchu Venuše väčšinu impaktných kráterov. Každá z nich má čosi do seba.

Ak venušianske krátery, tak ako na Zemi, postupne „gumovala“ erózia, museli by sme vidieť širokú paletu kráterov, od celkom mladých, s ostrým golierom „čerstvo vyvrhnutých hornín“, až po staré, degradované, eróziou obrúsené krátery, ktoré až takmer s povrchom splynuli. Staré, veternou eróziou opracované a zahladené krátery vidíme v hojnom počte na Marse.

Krátery však môžu deštruovať aj mohutné tektonické procesy. Môžu ich rozparcelovať, fragmentarizovať, môžu v nich poohýbať či popresúvať horniny (v kôre i v podloží pláštá) do takej miery, že ich nedokážeme rozoznať. Na Venuši však pozorujeme iba nevela tektonicky poznamenaných kráterov.

Najpravdepodobnejším dotvárateľom impakt-

ných kráterov na Venuši je, podľa všetkého, vulkanizmus: väčšinu povrchu pokrývajú rozsiahle, sendvičovité lávové polia, lávové jazyky a lávotoky. Problém je v tom, že ak by naozaj láva pochovala „chýbajúce krátery“ na Venuši, potom by po väčšine z nich, najmä z tých, čo sú roztrúsené po nížinách, nemalo byť ani stopy. Na planinách Mesiaca vidíme impaktné krátery, porovnateľné čo do veľkosti s venušianskymi, ktoré sú vyplnené lávou, ba v niektorých prípadoch sa tieto okrúhle poháre preplnili lávou po okraj, takže cez sedlá pohorí, zviditeľňujúcich okrúhly tvar krátera, sa láva prelievala a valila sa ďaleko do okolitých nížin.

Na Venuši však iba na dnách každého dvadsiateho piateho impaktného krátera (4% z celkového počtu) vidíme nevelké koláče lávy, pričom zatiaľ sa nenašiel ani jediný, ktorý by láva vyplnila a pochovala úplne.

Tento poznatok vylučuje recentný, súčasný vulkanizmus z úlohy dominantného procesu pretvárajúceho venušianske krátery. Ako je možné, že mohutný vulkanizmus na tejto planéte impaktné krátery takmer nepoznamenal? Ba zdá sa,

ako žartom poznamenal jeden z planetológov, akoby boli impaktné krátery v tejto Vulkánovej dielni akýmiisi posvätnými kravamí. Akoby nejaký mysteriózny proces chránil tieto útvary pred záplavami vulkanickej potopy, proces, ktorý po sebe nezanechal nijaké stopy. Volačo však planetológov zaujalo. Ak vedľa cesty vidíte autoznačku, ktorú si niekto v bujarosti zvolil za terč, pokrytú z dierami a priestrelni, nemusí to ešte znamenať, že značka je mimoriadne stará. Strelci sa mohli na nej vyvršiť iba včera. Čo ak v prípade impaktných kráterov na Venuši vychádzame z mylného predpokladu, že ide o mimoriadne staré útvary? Ak by boli naozaj staré niekoľko miliárd rokov, potom by sme na ich svahoch mali objaviť znaky erózie: zosuvy svahov, morény na úpätiach. (Je okolie priestrelov na autoznačkách zhrdzavené?) Znaky miliardy rokov pôsobiacej erózie však na Venuši nepozorujeme, a tak hypotéza, že impakty vznikli na podklade

oveľa starších lávových polí, je oveľa konzistentnejšia, prijateľnejšia.

Nanešťastie, po podrobnejšom skúmaní sa ukázalo, že aj tento scenár je iba o málo pravdepodobnejší ako scenár kráterov, dodatočne dotvorených vulkanizmom. Všetko, čo sme sa doteraz dozvedeli o planétach vnútornej slnečnej sústavy, svedčí o tom, že väčšina impaktných kráterov, ktorými sú priam posiate, vznikla veľmi dávno, v ranom štádiu existencie našej slnečnej sústavy. Nikde sa neobjavili stopy po podobnej aktivite v poslednom štádiu jej vývoja. Impaktujúce objekty, či už asteroidy alebo kométy, bombardovali a bombardujú (hoci s rádo vo sa zmenšujúcou intenzitou) všetky telesá slnečnej sústavy. Ak by sa bombardovanie veľkými meteoroidmi v priebehu posledných niekoľkých stoviek miliónov rokov niekde vyskytli, ich stopy by sme spoľahlivo dokázali identifikovať. Na povrchu Mesiaca, na povrchu Marsu, i na iných te-

lesách. Stopy po relatívne nedávnom impaktujúcom bombardovaní však nikde nevidíme.

Jeden z planetológov vyslovil domienku, že Venuša mohla mať mesiac, ktorý sa pomerne v ranom štádiu rozpadol a jeho úlomky dopadli neskôr na povrch Venuše, kde vytvorili väčšinu kráterov. Aj túto hypotézu treba preskúmať, ale nie je veľmi presvedčivá. Vedci neobľubujú vysvetlenia, ktoré vychádzajú z mimoriadnych udalostí, najmä nie dovtedy, kým nepreverili prijateľnejšie, pravdepodobnejšie hypotézy. Kontroverzná teória nás môže podchvílou napadnúť, ibaže vesmír nie je skonštruovaný ako príliš komplikovaný stroj a ak sa ponoríme do problému hlbšie, obvykle narazíme na náramne jednoduché vysvetlenie. Toto uprednostňovanie jednoduchosti sa nazýva Ockhamova britva.

### Venuša má kompletne nový mejkap

Existuje aj iná možnosť vysvetlenia neobyčajnej populácie kráterov: predpokladajme, že približne pred 600 miliónmi rokov sa na Venuši udialo čosi, čo všetky staršie krátery zahladilo. V mnohých oblastiach planéty vyvrelí spod povrchu gigantické záplavy lávy, ktoré vymladili tvár Venuše, a tak v prípade, že odvtedy sa na povrchu neprejavili dôsledky nijakej významnej tektonickej aktivity, to, čo vidíme, je iba nevelká zbierka impaktov po veľkom mejkape.

Táto myšlienka, ktorá dostala názov „katakstrofická zmena povrchu“, zahmlala viacerých vedcov do slepej uličky. Je príliš neveriteľná, rovnako ako niektoré teórie, animujúce vznik Mesiaca. Priam počujeme škripot Ockhamovej britvy. Väčšina vedcov preto uprednostňuje steady-state model, postupný proces, ktorý definujú viac či menej konštantné hodnoty a pre ktorý nepotrebujeme kataklizmatickú predstavu ohnivej vulkanickej potopy v nedávnej geologickej minulosti. Prijatie katastrofickej hypotézy vyvracajú viaceré závažné argumenty. Krátery mohli byť plynule a postupne deštruované aj vulkanickými a tektonickými aktivitami, pravdaže, tento proces by musel poznamenať všetky, nie iba jednotlivé krátery. Táto deštrukcia nemusela totiž prebiehať paralelne: ak sa takéto búrlivé udalosti, hoci rozsahom nevelké, objavujú počas miliónov rokov po celom povrchu planéty, ich výsledný efekt by mohol byť rovnaký ako dôsledky gigantической katastrofy. Inými slovami: aj dostatočný počet lokálnych vzplanutí vulkanickej a tektonickej aktivity môže v priebehu stoviek miliónov rokov zahladíť stopy po starých kráteroch.

Planetológovia vyvinuli niekoľko počítačových modelov, ktoré im pomáhajú rekonštruovať rozličné scenáre vývoja povrchu na Venuši. Ich výsledky sa prekrývajú a potvrdzujú to, čo intuitívne považujeme za správne: ak krátery postupne vznikali a zároveň sa postupne deštru-

Vyslovenou raritou na povrchu Venuše je impaktný kráter Heloise s priemerom 40 kilometrov. Vnútro krátera pokrýva láva, z ktorej vyčnievajú iba štíty goliera impaktom vyvrhnutých hornín. Heloise je jedným z mála starých impaktných kráterov, ktoré vulkanická povodeň nezaliala lávou. Vyše 900 doteraz rozlíšených impaktných kráterov vzniklo až po veľkom premejkapaní, teda počas posledných 600 miliónov rokov.



vali pod vplyvom vulkanickej a tektonickej aktivity (čo sa dialo v priebehu dlhého časového obdobia), potom pod príkrovom lávy leží oveľa viac impaktov ako tých 900, ktoré dokážeme rozlíšiť. Ale späť k našej metafore o dostrielných autoznačkách: ak sa diery po priestreloch zakaždým niekto pokúsi zaletovať a nanovo natrieť, potom sa časom, ak sa strelci pravidelne vracajú ku svojej kratochvli, stane normálnym práve ten opravovaný povrch. Ak to tak nie je, potom sa strelci už dávnejšie museli svojho vandalského počínania vzdať. Tieto modely podporujú teóriu katastrofického pretvárania povrchu.

Pôvodne neprijateľná idea katastrofického supermejkapu získava na dôveryhodnosti vtedy, keď ju podporia aj iné nepriame dôkazy. Modely evolúcie vnútra planéty Venuše naznačujú, že planéta osciluje medzi obdobiaťmi relatívneho pokoja a periódami nestability a rýchleho pretvárania povrchu. Inými slovami: Venuša sa príležitostne „rozohní“ a prejaví svoju vnútornú teplotu veľkými spazmami globálnej aktivity, oveľa intenzívnejšej ako pomalý geostroj litosférických platní, ktorý udržuje pomerne mierny, ale neustávajúci pozemský vulkanizmus. Venušianske modely vulkanických cyklov sugerujú nesúvislé, periodické vzplanutia gigantickej vulkanickej aktivity, ktorej jednotlivé intervaly môžu trvať aj niekoľko desiatok miliónov rokov. Ak je tento scenár pravdivý, počet viditeľných impaktov reflektuje iba ich akumuláciu od doby posledného veľkého mejkapu.

Pôvodný model katastrofického „premejkapovania“ rozdelil planetológov na dve veľké skupiny. Počas posledných piatich rokov pretriasali donekonečna tie isté argumenty pre i proti katastrofickému modelu. Najväčšie spory sa viedli okolo samotného slova katastrofický. Rezovali v nich dávnejšie spory okolo (katastrofického alebo miernejšieho) vývoja na samotnej Zemi. Planetológovia počas posledných storočí strávili nemalo času zhromažďovaním argumentov na podporu teórie, podľa ktorej geologické zmeny na Zemi, ktorých dôsledky dodnes vidíme, možno vysvetliť aj bez biblickej potopy a predbiblických potôp. Predbežne nám prichodí akceptovať teóriu, že terajší, najmladší povrch Venuše bol vytvorený veľkou vulkanickou potopou, ktorá svojím rozsahom prevyšuje aj tú pozemskú, biblickú vodnú záplavu? Hľadanie steady-state modelu, ktorý by dokázal vysvetliť zvláštnosti okolo kráterov na Venuši, treba pokladať za pokus nájsť prijateľnejší, evolučnejší, gradualistický model vývoja aj na tejto planéte. Možno že výraz „katastrofické premejkapovanie“ nebol najšťastnejší, ale zdá sa, že práve predstava „náhle globálnej výmeny povrchu“ (resurfacing) vyprovokovala konštruktívnejšiu debatu o tomto probléme, hoci tento výraz neznie najvedeckejšie.

V poslednom roku spory venušológov utíchli: väčšina vedcov dnes podporuje teóriu veľkej celoplanetárnej zmeny povrchu. Po vulkanickej katastrofe neostal na povrchu Venuše podľa všetkého ani jediný viditeľný impaktný kráter. Kombinácia mohutných výlevov lávy a paralelných tektonických procesov vytvorili pred 600 miliónmi rokov čistý stôl pre ďalšie impakty. Táto aktivita náhle pohlavla a ostal po nej povrch,

ktorý má vo všetkých zemepisných šírkach takmer rovnaký vek. Ibaže ani tento záver nie je definitívny: dokonca aj vtedy, keď ho ďalší výskum potvrdí, v prípade planéty, ktorá má porovnateľné parametre so Zemou, môže vytváranie komplexného obrazu priniesť ešte nejedno prekvapenie.

Vulkanizmus a tektonická aktivita, pravda, iba lokálneho významu, sa prejavuje vo viacerých oblastiach podnes: dôkazom toho je niekoľko lávou zaplavených a vulkanickými silami deštruovaných kráterov. Potvrdzujú to aj čerstvé výlevy lávy okolo niekoľkých sopiek, najmä okolo veľkých štítových vulkánov, pripomínajúcich havajské (hoci: minimálne príznaky erózie nás môžu myliť a my pokladáme aj staré lávové polia za čerstvé), potvrdzuje to aj nevyvážená zmes plynov vo venušianskej atmosfére, v ktorej dominuje kyslíčnik uhličitý, podľa všetkého produkt aktívnych vulkánov.

Najnovšie detailné analýzy globálneho rozmiestnenia kráterov naznačujú súčasnú aktivitu povrchu. Na Venuši sa síce nevyskytujú oblasti s väčšou či menšou hustotou sopečných kráterov, na niektorých typoch terénu je však kráterov viac. Napríklad: okolo veľkých vulkánov je viac kráterov ako v iných oblastiach: zdá sa, že tieto sú o polovicu mladšie ako globálne pláne. Mimoriadne deformované tesserae sú zjavne najstaršími oblasťami na Venuši. Iba oni sú asi pozostatkami povrchu, ktorý pokrýval Venušu pred katastrofickým premejkapovaním: vo všetkých prípadoch ide o vysočiny, či presnejšie o „výčnievajúce ostrovy“, ktoré globálna vulkanická potopa nezaplavila. Ak je to tak, potom by sme práve na nich mali nájsť viac impaktných kráterov. Toto overovanie však nebude jednoduché, pretože v takýchto prastarých, deštruovaných štruktúrach je veľmi ťažké objaviť typické obrysy impaktov aj na snímkach s vysokým rozlíšením. Celý rad detailov v tesserae nepripomína nič, čo poznáme zo Zeme či z iných telies slnečnej sústavy.

Zdá sa, že na Venuši sa pred 600 miliónmi rokov nezmenil iba rozsah vulkanizmu, ale aj jeho

formy. V minulosti sa Venuša periodicky vydlaždzovala novými kobercami čadiča. Napriek tomu, že ešte vôbec nerozumieme mechanizmu tejto zmeny, predpokladáme, že ide o procesy, ktoré sa odohrávajú vo vnútre planéty, podľa všetkého až pod plášťom, ak sa pod najnovšou kôrou v priebehu 600 miliónov rokov už dokázal vytvoriť. Tento proces dočasne alebo definitívne oslabol, podobne ako na Zemi, a prejavuje sa iba lokálne, v oblastiach horúcich škvrn (hot spots), kde tlak roztavených hornín podložila vyzdvihol nad okolitý terén ozrutné domy v litosfére a výlevy magmy ich sformovali do podoby štítových vulkánov. Menšie sopky, či stopy čerstvého tektonického vulkanizmu, keď láva vteká z rozdavených trhlín v planetárnej kôre, sa predbežne nenašli.

Ak je táto teória správna, potom sú naše doterajšie predstavy o venušianskej evolúcií otrasebné. Vychádzajúc z rozmerov venušianskych impaktov (ich priemer a výška goliera vyvrhnutých hornín na nížinách i vysočinách), potom koberec lávy, ktoré ich zaliali, musia byť hrubé 4,5 až 9 kilometrov. To však prepokladá 50 až 1000-krát väčší rozsah vulkanizmu než aký pozorujeme dnes, v závislosti od doby jeho trvania.

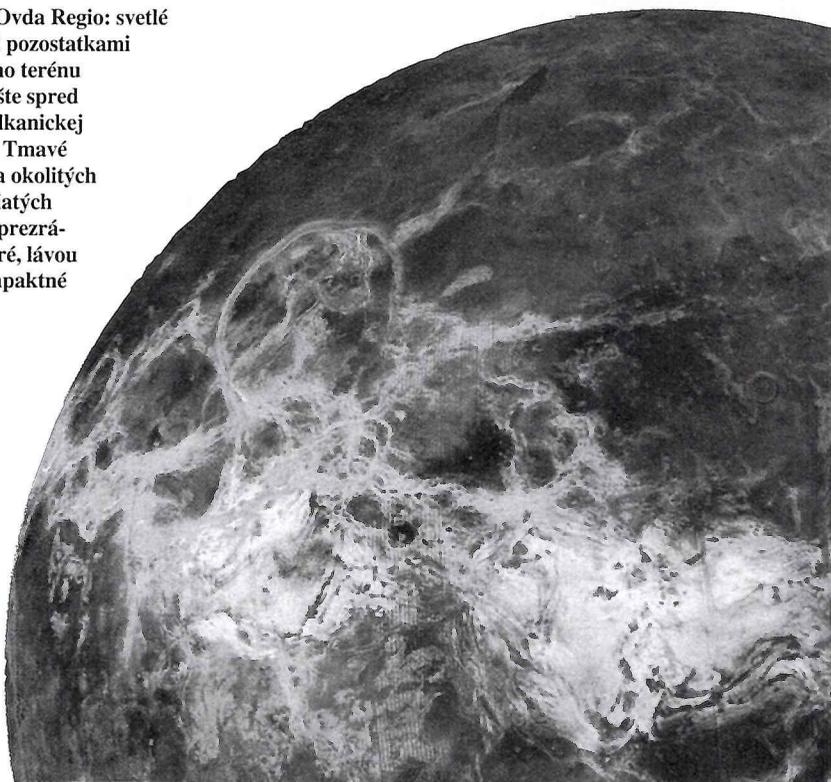
Planetológovia volky-nevolky dospievajú k záveru, že planetárna evolúcia môže prebiehať podľa najrozličnejších scenárov. Jedno je však isté, naša, v súčasnosti dosť preceňovaná metóda hodnotenia evolúcie planét podľa veľkých impaktov, nie je priveľmi spoľahlivá. Veľké impakty prichádzajú zvonka: všetko, čo preformovalo povrch Venuše, však vzniklo v jej vnútre.

Zatiaľ nič nevieme o tom, ako vyzerala Venuša pred veľkou ohnivou potopou. Detailnejšie štúdie snímok, ktoré získala sonda Magellan, ako aj dôvtip planetológov sú však zárukou toho, že už onedlho sa aj toto tajomstvo poodhalí.

David H. Grinspoon je planetológom na University of Colorado v meste Boulder.

Podľa Astronomy spracoval: –ind–

**Ešte raz Ovda Regio: svetlé oblasti sú pozostatkami pôvodného terénu Venuše ešte spred veľkej vulkanickej povodne. Tmavé škvrny na okolitých lávou zaliatých nížinách prezrádzajú staré, lávou zaliate impaktné krátery.**



# HST: prvá snímka extrasolárnej planéty

Astronómia veria, že planéty, ktoré sa formujú okolo väčšiny osamelých hviezd, podobne ako to bolo s planétami slnečnej sústavy pri jej zrode, vznikajú pomerne rýchlo, hoci viaceré sa ešte v zárodočnom štádiu rozpadnú. V takýchto systémoch sa z plynu a prachu, ktorý zvýšil po zrode hviezd, vytvára disk, ktorý rýchlo rotuje okolo hviezd. Tento disk môže v takomto stave zotrvať aj niekoľko miliónov rokov a postupne z neho vznikajú planéty, ktoré majú celkový moment rotácie a smer obiehania rovnaký, aký mal predtým protoplanetárny disk. Astronómia predpokladajú, že aj pri dvojhviezdach by mohli vzniknúť planéty, ale odlišným spôsobom, než je to u osamelých hviezd. V gravitačne neutrálnom prostredí v okolí dvojhviezdných systémov sa planéty môžu zrodiť veľmi rýchlo gravitačnou kontrakciou chumáčov plynu a prachu: rozmetaný protoplanetárny disk sa však dlho neudrží pri svojich hostiteľoch a je čoskoro rozmetaný pôsobením hviezdneho vetra pri výmene hmoty medzi členmi dvojhviezdného systému. Ved' len tri z doteraz pozorovaného veľkého množstva dvojhviezdných systémov vzbudzujú u astronómov podozrenie na možnú prítomnosť planetárnych diskov v ich okolí. Život dvojhviezd je veľmi brutálny, ako to ukazuje aj publikovaný obrázok, kde je obrovská mladá planéta, tvorená prevažne z plynu, je gravitačne „vykopnutá“ od mladého dvojhviezdného systému TMR-1 v súhvezdí Býk. Táto planéta je asi trikrát ťažšia ako Jupiter, najťažšia planéta slnečnej sústavy. Obrázok získal Hubblov vesmírny teleskop (HST) a je to prvá snímka extrasolárnej planéty v dejinách astronómie, na ktorej vidieť priamo túto planétu, a nie iba jej gravitačné pôsobenie na hviezdu.

„Je to neuveriteľne vzrušujúce, pozeráť sa na možnú extrasolárnu planétu po prvý raz v dejinách astronómie,“ povedal na margo tohto úžasného objavu astrofyzik Alan Boss z Carnegie Institute vo Washingtone.

Od roku 1995 bolo už detegovaných 8 extrasolárnych planét, ale žiadna z nich nebola pozorovaná priamo: ich prítomnosť sa predpokladá iba z gravitačného pôsobenia na materskú hviezdu. Teraz ide o prvú možnosť pozorovať extrasolárnu planétu priamo a astronómia veria, že nejde o prvý taký prípad, keď je planéta odvrhovaná od systému, pri ktorom vznikla, a v budúcnosti budeme môcť takýchto prípadov pozorovať viac. Priame pozorovania extra-

solárnych planét poskytnú vedcom presnejšie predstavy o tvorbe planét, ktoré budú môcť aplikovať aj na hypotézu vzniku slnečnej sústavy. Ved' už z tohto prvého priameho pozorovania mladej planéty sa zistilo, že planéty sa môžu v protoplanetárnom disku formovať oveľa rýchlejšie, než sa doteraz predpokladalo.

Tento objav prvej priamo pozorovanej extrasolárnej planéty uskutočnila Susan Terebeyová z Extrasolar Research Corporation, ktorá pôsobí na Pasadenskej univerzite, pomocou blízkoinfračervenej kamery a multiobjektového spektrometra (NIMCOS), ktorý je umiestnený na palube HST. Tento objav bol uskutočnený, keď Susan Terebeyová spolu s kolegami študovala infračervené snímky práve vzniknutých protohviezd v molekulárnom mračne v súhvezdí Býka, získané NIMCOS-om. Len vysoká citlivosť a rozlíšenie NIMCOS-u mohlo umožniť pozorovať zvláštny objekt v tvare hrášku. Najprv usudzovali, že ide o hviezdu z pozadia, ale z tohto omylu ich vyviedol jasný svetelný most medzi hviezdou a objektom. Nebolo už pochyb, že tento objekt fyzicky súvisí s novovzniknutým pozorovaným dvojhviezdným systémom.

Dvojhviezdny systém TMR-1 je situovaný v súhvezdí Býka, vo vnútri oblasti, kde prebieha tvorba hviezd. Planéta sa nachádza na konci podivného „výtrysku“ svetla, čo nasvedčuje tomu, že planéta bola čerstvo odvrhnutá z blízkosti práve sa formujúcich zložiek dvojhviezdného systému. Tento svetelný výtrysk bude po určitom čase pôsobením diferenciálnej rotácie stočený do špirálovitej štruktúry a podľa jeho tvaru v dnešnej dobe môžeme odhadnúť dobu, ktorá uplynula od odvrhnutia planéty na 1000 rokov. Planéta sa nachádza vo vzdialenosti 450 svetelných rokov, čo je zhodné so vzdialenosťou formujúcich sa hviezd, a je pri tejto vzdialenosti 1 000-krát menej svetlivá než Slnko. Ak je tento objekt len niekoľko stotisíc rokov starý, rovnako ako novo vzniknuté hviezdy (ich vek bol odhadnutý na 100 000 až milión rokov), ktoré ho odvrhli, potom jeho hmotnosť sa dá odhadnúť na dvojnásobok až trojnásobok hmotnosti Jupitera. Je tiež možné, že objekt má vek až desať miliónov rokov, rovnako ako blízke hviezdy; v takom prípade by mohlo ísť aj o hneďho trpaslíka. Hnedý trpaslík je malá hviezda, ktorej hmotnosť nestačí na to, aby zapálila po svojom vzniku termojadrové reakcie vo svojom jadre. Podľa doterajších výpočtov je tento kandidát na extrasolárnu pro-

toplanétu vzdialený od svojej rodičovských hviezd asi 70 miliónov km a predpokladá sa, že sa valí do medzihviezdného priestoru rýchlosťou asi 10 km za sekundu.

„Ak náš objav bude overený,“ hovorí Terebeyová, „budeme mať v ruke dôkaz, že obrie planéty tvorené z prevažnej časti plynom môžu vzniknúť pomerne ľahko a rýchlo. Je veľkou nevýhodou, že môžeme vidieť tieto planéty iba v takom prípade, keď sú odvrhované od rodičovských systémov, lebo predpokladáme, že u dvojhviezdných systémov sú takéto planéty bežné.“ A dodala: „Zatiaľ nemôžeme objaviť žiadnu malú planétu tvorenú prevažne látkami v pevnej fáze, podobné našej Zemi, ale veríme, že obrie plynné planéty nám môžu veľa napovedať aj o vzniku planét podobných Zemi.“

Obrie plynné planéty sú ešte horúce v dôsledku pokračujúcej gravitačnej kontrakcie, čo spôsobuje ich značnú svietivosť v infračervenom svetle naproti slabému vyžarovaniu starých obrích planét, ako napr. Jupitera. Napriek tomu bude ťažko objavovať ďalšie obrie plynné planéty, lebo ich slabé „tlenie“ sa utopí v silnom svetle rodičovských hviezd. Z toho vyplýva, že takéto planéty bude možno pozorovať s dnešnými možnosťami ďalekohľadov len v tých výnimočných prípadoch, keď budú odvrhované od svojich rodičovských hviezd.

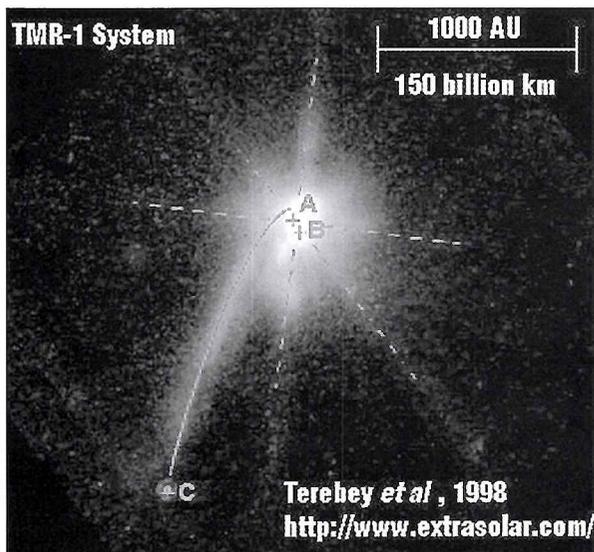
Doteraz sa predpokladalo, že vznik planét je niekoľko miliónov rokov trvajúce zhukovanie plynu a prachu v protoplanetárnom disku. Tento objav nás nabáda k tomu, aby sme sa zamysleli nad správnosťou teórie, lebo planéta a rodičovská hviezda majú približne rovnaký vek, teda formovanie planéty by mohlo prebiehať zároveň s formovaním hviezd.

Svetelný most medzi dvojhviezdou a planétou by mohol vzniknúť nasledovným procesom: unikajúca planéta mohla svojím pohybom vytvoriť akýsi tunel v prachovom mračne, obklopujúcom dvojhviezdu. Tak mohlo svetlo z vnútra prachovej obálky prenikáť von, podobne ako v svetelnom kábli. To podnietilo Susan Terebeyovú predpokladať, že planéta bola odvrhnutá gravitačným pôsobením rodičovských hviezd. To spôsobilo, že planéta odobrala časť rotačného momentu dvojhviezdnemu systému, a tým zvýšila svoju rýchlosť, tak isto ako kozmická loď môže zvýšiť svoju rýchlosť blízky preletom okolo nejakej planéty.

Je známe, že mnohé trojité hviezdne systémy odhadujú najmenej hmotnú zo svojich zložiek. Možno vidíme najmenej hmotnú zložku trojitého hviezdneho systému. Iba ďalšie pozorovania ukážu, či ide naozaj o planétu.

Ďalšie pozorovania unikajúceho objektu by sa mali zamerať najmä na overenie predpovedanej dráhy planéty medzi hviezdami na oblohe. Spektrálne pozorovania jednoznačne rozhodnú, či spektrum objektu má charakter hviezd (v takom prípade by šlo o hviezdu z pozadia), hnedého trpaslíka alebo sa podobá na spektrum planéty, ktorá je tvorená z väčšej časti plynom (ako napríklad Jupiter). Teraz už musíme čakať na ďalšie pozorovania, ktoré môžu potvrdiť, že objekt je naozaj planéta, alebo ide o hneďho trpaslíka. Ale myslím si, že aj v prípade, že by šlo o hneďho trpaslíka, tento objav nestratí na svojej dôležitosti, lebo aj o hnedých trpaslíkoch toho v dnešnej dobe ešte veľa nevieme, a tak by tento objav mohol vnieť viacej svetla do našich predstáv o počiatkových štádiách vývoja hviezd. Ak by predsa len šlo o planétu, bol by to naozaj prevratný objav, ktorý by mohol podstatne zmeniť hypotézu o vzniku Slnečnej sústavy.

Podľa HST Press Release  
spracoval Pavol Schwartz



Snímka, ktorú získal NIMCOS umiestnený na palube HST v máji 1998 použitím infračerveného filtra, ukazuje možnú extrasolárnu planétu odvrhovanú od dvojhviezdného systému TMR-1 v súhvezdí Býka. Zložky dvojhviezdy TMR-1A a TMR-1B sú na snímke označené A a B. Zložka TMR-1A je svietivejšia než TMR-1B. Planéta je označená písmenom C (TMR-1C). Svetelný most približne hyperbolického tvaru spájajúci hviezdy a planétu je označený plnou čiarou. Zložky dvojhviezdy sú od seba vzdialené 40 astronomických jednotiek (6 biliónov km), pričom planéta je od nich vzdialená až 1500 astronomických jednotiek (225 biliónov km), čo je 40-krát viac ako vzdialenosť Pluto – Slnko

# VNÚTRO hviezdnych KUKIEL

Smrť obyčajných, Slnku podobných hviezd vytvára neobyčajnú vizuálnu galériu hviezd v poslednom štádiu ich normálneho života. Hubblov vesmírny ďalekohľad zaznamenal niekoľko tuctov planetárnych hmlovín, týchto posmrtných kukiel umierajúcich hviezd, ktoré nie sú iba senzačným študijným materiálom pre stelárnikov, ale aj vizuálne neobyčajne krásnou sériou v katalógu astronomických fotografií.

Astronómovia, vďaka čoraz dokonalejšej technike, dokážu zaznamenať priam magické obrázky vesmíru okolo nás. V posledných rokoch sme boli doslova zaplavení spektakulárnymi snímkami HST. Spojenie vedy a umenia však doteraz nič nedemonštrovalo tak pôsobivo ako snímky planetárnych hmlovín.

Na obálke i na jednej z farebných strán Kozmosu sa môžete pokochať krásou týchto útvarov. Nezaškodí však dozvedieť sa viac aj o procesoch, ktoré takéto delikátne štruktúry dokážu generovať.

Hviezdy sa počas svojho života menia. Iné sú krátko po zrode, iné keď umierajú. Najbližšia hviezda, ktorú máme denne pred očami, nachádza sa v stabilnom, najdlhšom období svojho vývoja. Slnko spaľuje zásoby vodíka vo svojom jadre a relatívne pokojne, bez veľkých výkyvov, vyžaruje svoju energiu kontinuálne do okolitého priestoru. Tak sa bude správať a vyzerať ešte niekoľko miliárd rokov.

Keď však nazrieme hlbšie do vesmíru, naskytne sa nám zaujímavejší pohľad. Denne pozorujeme zrod nových hviezd, pričom každá je iná. Sú hviezdy, ktoré dospievajú rýchlejšie ako iné, pričom rozdiely spôsobuje najmä ich väčšia hmotnosť. Ale aj hviezdy, čo do parametrov podobné Slnku, majú svoje zvláštnosti, pričom astronómov vzrušuje najmä to, že ich môžu pozorovať a študovať v rozličných fázach ich evolúcie. Najvzrušujúcejším divadlom je však finále ich normálneho hviezdneho života: – Dramatická smrť hviezd je najvzrušujúcejším zážitkom stelárneho astronóma, – vraví Bruce Ballick, astronóm z University of Washington.

**Bodovo-symetrická planetárna hmlovina NGC 5307 v súhvezdí Centaurus je príkladom precíznej symetrie, ktorá je podľa všetkého dielom dvoch protilahlých výtryskov/jetov na rotujúcom, rozpínajúcom sa materiále odvrhutej obálky.**

## Život hviezdy

Počas väčšiny svojho života generuje hviezda teplo a svetlo, produkty jadrových reakcií hlboko vo svojom vnútri. Nukleárny oheň však jedného dňa strávi palivo v jadre hviezdy a začne spaľovať vodík v obálke, ktorá husté jadro obaľuje. Bezprostredným dôsledkom tohto procesu je prudké zmrštenie jadra, čo vyvolá, na základe zákona akcie a reakcie, odvrhnutie vonkajšej obálky hviezdy do okolitého priestoru a spôsobí zároveň aj kvalitatívne zmeny v jej jadre. Odvrhnutá obálka sa začne rýchle rozpínať na všetky strany a za krátko jej priemer dosiahne mnohonásobok priemeru materskej hviezdy, pričom sa prudko ochladzuje, umierajúca hviezda prudko červenie, čím sa posunie na samý okraj spektra. Kvôli červenej farbe, príznačnej pre toto štádium, nazývame hviezdu vo finálnom štádiu červeným obrom. Takáto hviezda ešte nie je celkom mŕtva, pretože napriek tomu, že sa jej vodíkové palivo vyčerpovalo, obor si ešte predĺži životnosť spalovaním komplexnejších prvkov, nahustených v jeho jadre.

Svojmu osudu však napokon neunikne: aj toto palivo sa časom minie a červený obor sa začína dezintegrovat'. Odvrhuje ďalšie obálky z prachu a plynu, aby zahustil svoje jadro, a tie sa šíria do

Známa Ring Nebula (Prstencová planetárna hmlovina) M57 v súhvezdí Lýra na zábere HST Wide Field Planetary Camera 2: odvrhnutá obálka sa šíri do okolitého priestoru, iluminovaná svetlom umierajúcej materskej hviezdy. Kamera uprostred kruhu (v menšom štvorci) rozlíšila zvlášťne, „zaprášené“ štruktúry, ktorých pôvod je zatiaľ nejasný.

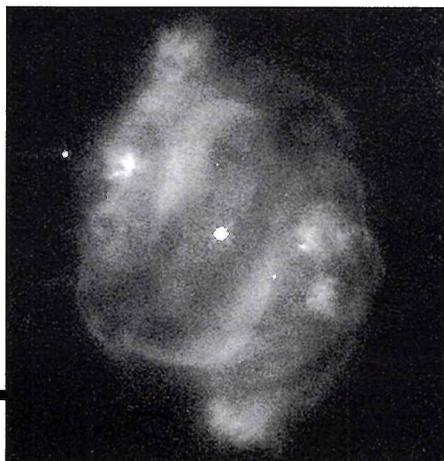
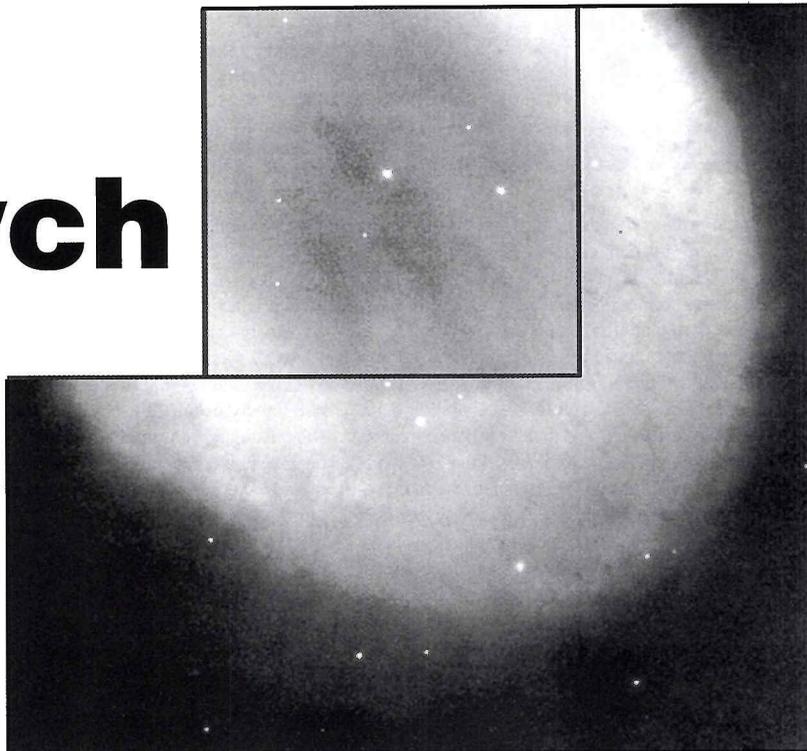
okolitého priestoru ako lupene bizarného okvetia, ktorého zdanlivá podoba je jednak výsledkom odstredivých síl, jednak uhlu, pod ktorým ju pozorujeme. Odvrhnutý materiál sa sformuje do útvaru, ktorý nazývame planetárna hmlovina. Astronómovia so zmyslom pre personifikáciu astroprocesov nazývajú odlupujúce sa obálky, tvoriace hmlovinu, i umrlčím plášťom dohasínajúcej hviezdy. Tieto rubáše by boli neviditeľné, keby ich materská hviezda neiluminovala. Čoraz obnaženejšie jadro umierajúcej hviezdy nahrieva odspodu planetárnu hmlovinu. Teplota obnaženého jadra funguje ako jasná guľa prírodného svetla, prežarujúca materiál hmloviny ultrafialovým žiarením, čo spôsobuje, že žiaria ako fluoreskujúca bublina.

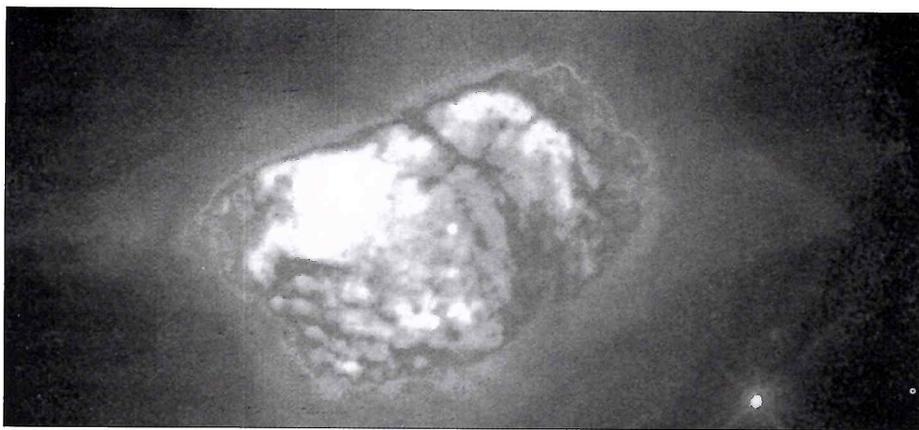
Iluminované planetárne hmloviny boli pre pozemských pozorovateľov odjakživa vďačným objektom. Už majitelia prvých, ešte nedokonalých teleskopov, sa nimi nadchýňali. Pozorovatelia z 18. storočia síce ešte nedokázali rozlíšiť detailnejšie štruktúry hmlovín, možno aj preto sa nazdávali, že práve v týchto obálkach obiehajú planéty. A tak im, nesprávne, dali meno planetárne hmloviny. Toto označenie sa uchovalo podnes, hoci dnes vieme, že planetárne hmloviny nemajú nič spoločného s planétami.

Obyčajnými ďalekohľadmi dokážeme dnes rozlíšiť viac ako 100 hmlovín.

## Bližší pohľad

Veľké ďalekohľady najnovšej generácie, najmä HST, zbierku planetárnych hmlovín neobyčajne





Planetárna hmlovina NGC 7027 je príkladom axisymetrie.

rozšírili, pritom snímky s mimoriadnym rozlíšením stelárnikov doslova nadchli. – Keď sme prvýkrát videli snímku NGC 7027, – spomína Howard Bond zo Space Telescope Science Institute, – neverili sme vlastným očiam, o kolko viac detailov, najmä v prachových štruktúrach, sme dokázali rozlíšiť.

Astronómovia objavili neuveriteľnú rôznorodosť a pestrosť planetárnych hmlovín, čo pre nich predstavuje enormnú výzvu. Ako vysvetlí tieto bizarné štruktúry, čudné symetrie a komplexné formy, s akými procesmi v umierajúcej hviezde ich dať do súvisu? Ukazuje sa, že odvrhovanie obálok je mimoriadne zložitý a nejednoznačný proces, ktorý nemožno zovšeobecniť.

Aby čitateľ pochopil, o akých štruktúrach hovoríme, uverejňujeme portréty dvoch planetárnych hmlovín: MyCn 18 a NGC 7027. Obe charakterizuje útvar, ktorý nazývame axisymetrickým, teda symetrickým podľa osi. Podobne ako pri portréte motýľa, tvoria tieto dve, takmer zrkadlovito totožné časti, ktoré by sa dali predeliť imaginárnou líniou, pretínajúcou stred. – To hádam ani nie je možné, – povie si. Predstavte si však základný tvar hviezdy, ktorá pripomína obrovskú loptu. Vo chvíli, keď hviezda odvrhne časť svojej vonkajšej obálky, očakávalo by sa, že aj odvrhnutý materiál bude mať sférický tvar. Ukazuje sa však, že aspoň v množine doteraz nasnímaných hmlovín, prevažujú také, čo majú pretiahnutý, pozdĺžny tvar. Gulatých je oveľa menej.

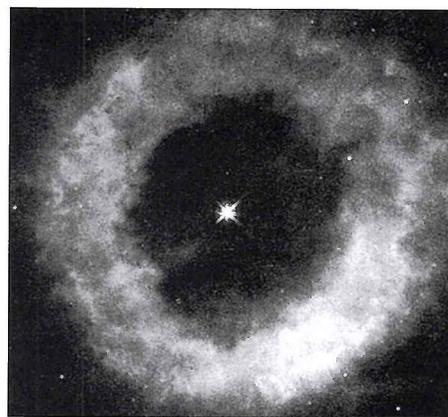
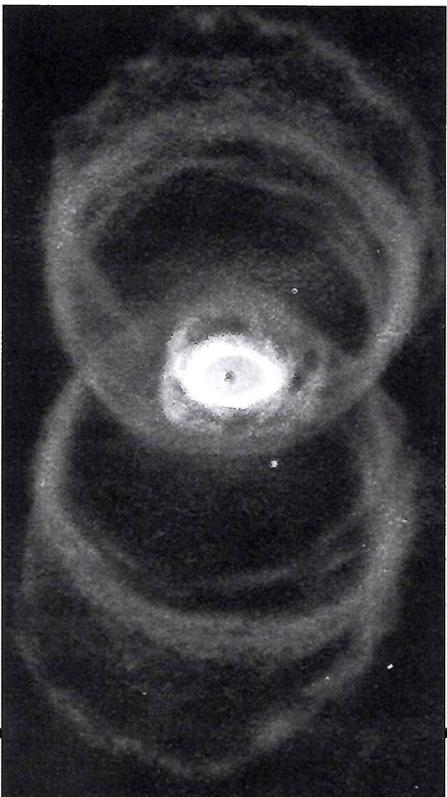
Hvezdári sa zatiaľ nezhodli ani na tom, čo spôsobuje efekt axisymetrie. Jedna skupina sa nazdáva, že tvar planetárnej hmloviny určuje magnetické pole. Vo chvíli, keď sa umierajúca hviezda zbavuje svojich vonkajších vrstiev, stáva sa, že prúd odvrhnutého materiálu sa dostane do styku so siločiarami magnetického poľa a tie ho sformujú, podobne ako formuje magnet železné piliny. Magnetické pole tvoria totiž dva nezávislé komponenty: prvý je prstencovitý, druhý axiálny, nasmerovaný pozdĺž dlhšieho polomeru hmloviny. Keď odvrhnutý materiál prúdi smerom od materskej hviezdy, prstencovitý komponent pôsobí silnejšie ako axiálny. Silnejšie, okrúhle magnetické pole, podobne ako korzet, brzdí unikajúci materiál a formuje ho pozdĺž vertikálnej osi. Možno práve tento efekt spôsobuje, že viaceré planetárne hmloviny pripomínajú presýpacie hodiny. Môže byť tento korzet dostatočne silný na to, aby dokázal udržať tento tvar? Ak hviezda odvrhne vonkajšiu obálku príliš silne, korzet povolí.

**Planetárna hmlovina MyCn 18, nazývaná aj Presýpacie hodiny je proroypom istého druhu axisymetrie.**



Planetárnu hmlovinu NGC 7662 v Andromede tvoria dve obálky postupne odvrhnutéj hmoty.

Astronómovia práve vyvíjajú alternatívnu teóriu axisymetrie. Predpokladajme, že umierajúca hviezda vyvrhuje materiál z celého povrchu, ale z rovníkovej oblasti uniká materiál, ktorého hustota je rádovo vyššia. Vyvrhnutý materiál sa šíri do okolitého priestoru v podobe pomalého, globálneho vetra, ktorý však má hustejší „opasok“. Ale neskoršie, keď sa už horúce jadro obra obnaží, začína sa šíriť oveľa silnejší, symetrickejší, guľatejší vietor. Tento po čase dobehne včasnšie vyvrhnutý materiál, koliduje s ním. Dôsledkom tohto „karambolu“ je zrejmy: rýchlejší vietor z rovníkových končín sa vo chvíli, keď narazí na „opa-



Planetárna hmlovina NGC 6369 v súhvezdí Ophiuchus: mramorovaný prstenec odvrhnutéj hmoty je v podstate ilúziou. Odvrhnutá, rozpínajúca sa hmota je totiž sférický útvar. Je taká riedka, že pri pohľade zhora materskú hviezdu vidíme. Prstenec je súčasťou tejto sféry a kamera HST ho dokázala rozlíšiť iba preto, že bočné vrstvy rozpínajúcej sa gule plynu sú hustejšie.

sok“ skoršie odvrhnutéj obálky, prudko spomalí. Lenže materiál, ktorý dohoní redšie časti odvrhnutéj obálky, šíri sa ďalej takmer nezmenšenou rýchlosťou, lebo jej nízka hustota mu nekladie odpor. V závislosti od nerovnakej hustoty opásanej obálky a jej zvyšku, najmä v subpolárnych oblastiach, vytváral eliptickú obálku, ktorá môže nadobudnúť tvar presýpacích hodín.

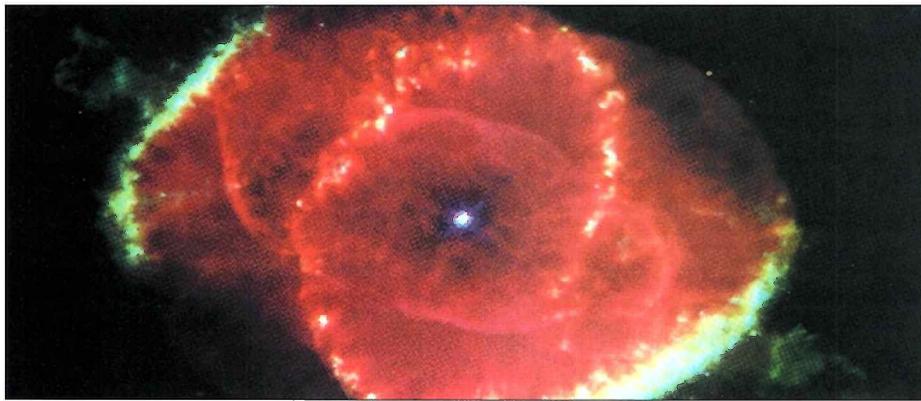
– Je udivujúce, koľko rozličných axisymetrických tvarov môže tento proces vytvoriť, – vraví Adam Frank z University of Rochester, ktorý na počítači nasimuloval veľa možností formovania sa planetárnych hmlovín.

### Efekt dvojičiek

Čo spôsobuje nahustenie odvrhovaného materiálu na rovníku hviezdy? Jedným z možných vysvetlení je to, že obor rotuje tak rýchle, že sa hviezdny vietor koncentruje pozdĺž rovníka. Niečo podobné sa deje aj na Zemi. V dôsledku rotácie sa zemeguľa sploštuje, takže rovníkový polomer je dlhší ako polárny. Tento efekt je dôsledkom toho, že kvantita, známa ako uhlový moment, sa musí uchovať.

Prečo červení obri rotujú tak rýchle? Vysvetlenie nie je jednoznačné, ale Mario Livio z STSI tvrdí: – Najpravdepodobnejším generátorom rýchlej rotácie môže byť hviezdny partner obra. Ak sa dve hviezdy k sebe priblížia, ich interakcia zosilňuje ich vzájomnú gravitačnú príťažlivosť. Keď sa umierajúca hviezda začína rozpínať, jej partner sa k nej po špirále približuje, čo spôsobuje zvyšovanie rýchlosti rotácie. Ide o iný prejav uchovávaní uhlového momentu.

Hviezdne partnerstvo v srdci niektorých planetárnych hmlovín umožňuje vysvetlenie viacerých procesov, ktoré by pri sóloplanéte nefungovali, – dodáva Livio. – Podporilo by aj model magnetických polí, pretože vplyv druhej hviezdy by určite oslabil silu zovretia korzetu. Prizrite sa bližšie objektu MyCn 18, hmlovine Presýpacie hodiny. Centrálna hviezda, alebo pár hviezd, vyzerá ako biely bod (ak by išlo o dve hviezdy, potom sa obiehajú tak tesne, že ani HST ich nedokázal na tejto snímke rozlíšiť). Toto jadro, ako sa zdá, leží uprostred ozrutných oranžových presýpacích ho-



Planetárna hmlovina NGC 6543 v súhvezdí Draka, nazývaná aj Mačacie oko, má súkvetie, ktoré je jedným z najkrajších príkladov bodovej symetrie. Odvrhnutá hmota sa šíri do okolitého systému podobne ako voda z rotujúcej fontány s dvomi chrličmi.

dín. Na snímke však vidíme aj menšiu axisymetrickú oranžovú štruktúru obklopujúcu modrú, horúcu centrálnu oblasť, ktorá je jasne viditeľná. Hvezdárom sa zatiaľ túto kompozíciu nepodarilo vysvetliť, zvlášť ak by išlo o osamelú hviezdu. Oveľa jednoduchšie vysvetlenia by ponúkol gravitačný tanec dvoch interagujúcich hviezd.

Teda jedna, alebo dve hviezdy? Pri niektorých planetárnych hmlovinách je odpoveď na túto otázku kľúčová. Je však dobre možné, že najpriateľnejšie vysvetlenie môže nájsť mimo čudesných objektov, nazývaných symetrické hmloviny. Planetárna hmlovina NGC 6543 v súhvezdí Draka je známejšia pod opisnejším názvom hmlovina Mačacie oko. Keď hľadáme na bizarné štruktúry v tomto objekte, jasne vidíme, prečo ju takto pokrstili. Hmlovina Mačacie oko predstavuje iný druh symetrie. Predstavme si rotáciu hmloviny okolo jej jasného centrálného jadra. Po polotočke máme pred očami okvetie, ktoré je na nerozoznanie podobné pôvodnému obrazu. Tento úkaz je známy ako bodová symetria a vyskytuje sa pri 5 percentách známych planetárnych hmlovín.

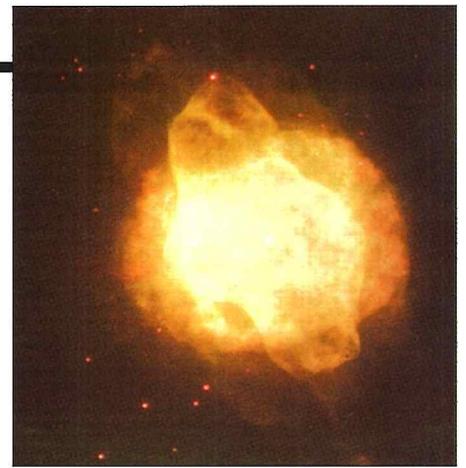
Dokážeme podľa hviezdneho binárneho systému vysvetliť aj túto komplikovanú štruktúru? Kľúčovým faktorom je skutočnosť, že pri tomto objekte pozorujeme niekoľko lúčovitých šíriačich prúdov, či presnejšie výtryskov. A práve tieto „jety“ sú možno kľúčom k formovaniu okvetnej štruktúry. Je očividné, že tieto výtrysky nemôžu byť produktom osamelej hviezdy. V astronómii platí, že tam, kde sú výtrysky, musí byť

aj akrečný disk. Takéto disky sa vytvárajú všade, kde sa materiál po špirále približuje pod vplyvom gravitácie k centrálnemu telesu, pričom výtrysky zvierajú s centrálnymi oblasťami disku pravý uhol. Takto sa vytvára mechanizmus mimoriadne energetického akrečného procesu. V jadre planetárnej hmloviny je umierajúca hviezda, ktorá môže vygenerovať dostatok sily na to, aby deštruovala svojho stelárneho partnera a premenila ho na akrečný disk. V takomto prípade by dva výtrysky ležiace oproti sebe mohli hrdnúť pred sebou stacionárny materiál hmloviny a komprimovať ho. Stláčaný materiál sa nahrieva a výsledkom sú dve proti sebe ležiace žiariace oblasti. Na snímke Mačacieho oka vidíme práve tento proces. Zelenkavé pruhy horúceho plynu sú jasne viditeľné na okrajoch „okvetných lístkov“ hmloviny.

Dvojičky jetov, prúdiacich z centra hmloviny na jej perifériu sériou krátkych výtryskov, môžu bodovú symetriu vysvetliť. Takýto systém pripomína rotujúcu záhradnú fontánu s dvomi chrličmi. Každý chrlič distribuuje približne rovnaké množstvo vody, ale tá netryská jedným smerom, pretože chrlice rotujú. Podobne funguje aj Mačacie oko, na ktorom nevidíme dve zelené horúce škvrny, ale skôr rozsiahle zelené oblúky, ktoré sú dôkazom toho, že jety sa pohybujú, že ich unáša rotujúci disk.

### Rozkolísané disky a jety

Na prvý pohľad by sa zdalo, že pohybujúci sa jet/výtrysk sa dá poľahky vysvetliť, rovnako ako disk, ktorý ho unáša. Ešte raz si to názorne ozrejmíme: jety tryskajú v pravom uhle od roviny



Snímka planetárnej hmloviny NGC 3918 v súhvezdí Centaurus je názorným príkladom toho, že hviezdny vietor sa oveľa rýchlejšie šíri pozdĺž dlhšej osi.

disku, takže bez ohľadu na rotáciu disku, smer jetov ostáva fixovaný.

Je očividné, že takýto mechanizmus musí disk rozkolísať, takže pripomína detskú hračku vlčka. Na rozkolísanej rovine však menia aj sklony osi výtryskov, takže materiál tryskajúci z rotujúceho, rozkolísaného disku vytvára bizarné ornamente, ktoré sú skvostným príkladom bodovej symetrie.

Livio vymyslel aj iný mechanizmus, ktorý by disky mohol rozkolísať. Vychádza z toho, že obnažené srdce umierajúcej hviezdy je veľmi horúce a že svoje okolie iluminuje radiáciou. Akrečný disk značnú časť tejto energie vstrebáva, čo môže vyvolať kuriózný efekt. Svetlo vyvíja na okolie istý tlak. Ak svetlo z horúcej hviezdy dopadá na disk, tlak žiarenia môže disk ohnúť. Ak poprehýbaný disk rotuje, väčšinou sa rozkolíše a spolu s ním sa rozkolíšu aj jety, ktoré tryskajú z jeho stredu.

Hvezdári lúštia tajomstvo planetárnych hmlovín už dlho. Mystériá okolo nich však neustále narastajú. Až najnovšie generácie dokonalých prístrojov nám odhalili podrobnejšie detaily, takže budúcnosť je optimistickjšia. Už dnes môžeme s pomernou istotou anticipovať vývoj a premeny podivuhodných, krásnych sôch v múzeu hviezdnej oblohy.

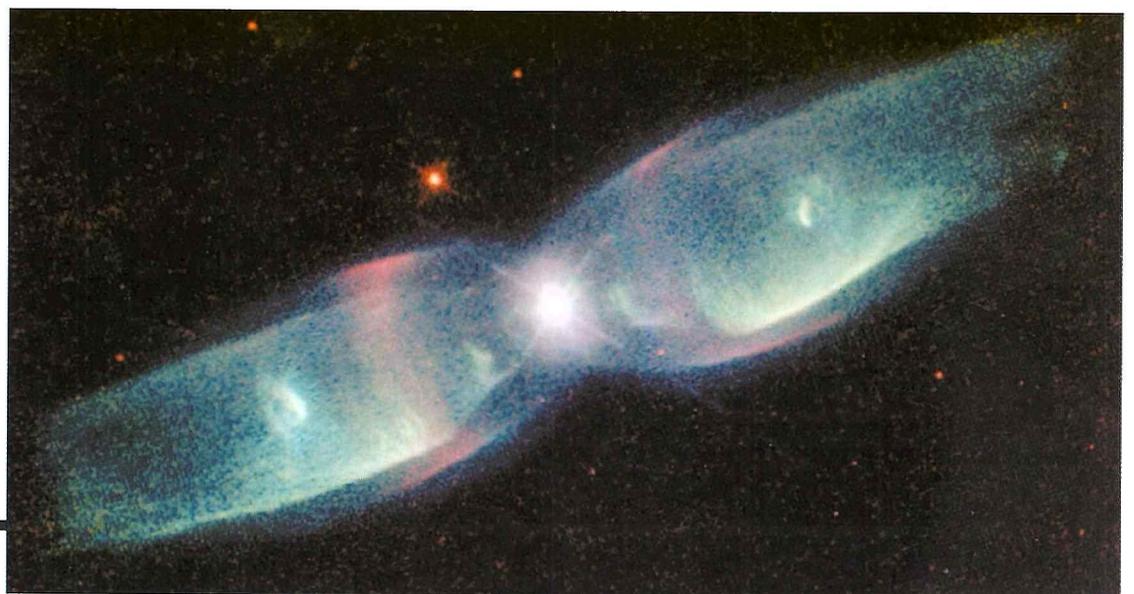
**Karen Southwell**

Autorka je astrofyzička na Oxford University

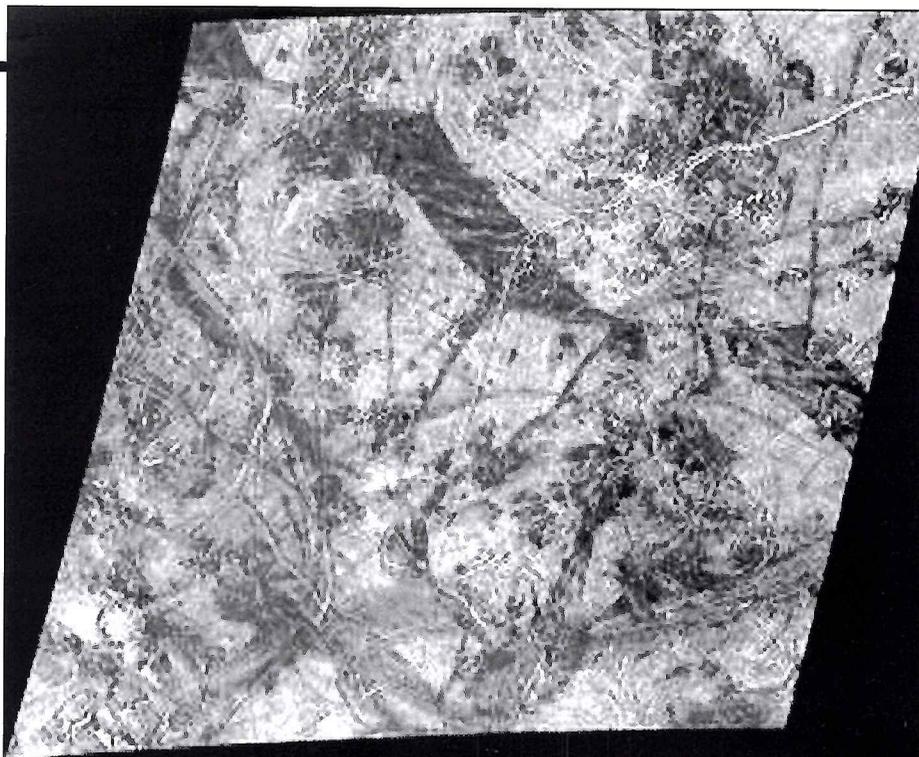
Podľa Astronomy a HST Press News spracoval –eg–

Všetky ilustrácie naexponoval  
Hubblou vesmírny teleskop.

Jednou z najkrajších planetárnych hmlovín je nepochybne planetárna hmlovina Minkowski 2–9, ktorú HST exponoval v decembri 1997.



# SOL' na Europe



Na snímke, ktorú Galileo získal počas posledného tesného obehu Európy z výšky 23 000 km, ukazujú oblasť okolo priesečníka 23 stupňa južnej šírky a 179 stupňa dĺžky (plocha 230×215 km). Tento mramor pripomínajúci povrch vznikol potom, ako slapové sily ľadovú kôru Európy rozbili na bezpočet veľkých kryh a vzniknuté medzery a pukliny vyplnil „špinavý ľad“ z teplejšieho podložja. Najväčší „čierne ostrov“ v hornej časti snímky je 20 km široký a vyše 50 km dlhý. V spodnom dolnom rohu nájdete jeden z mála impaktných kráterov na povrchu Európy, ktorý „teplý ľad“ ešte nestihol zaceliť.

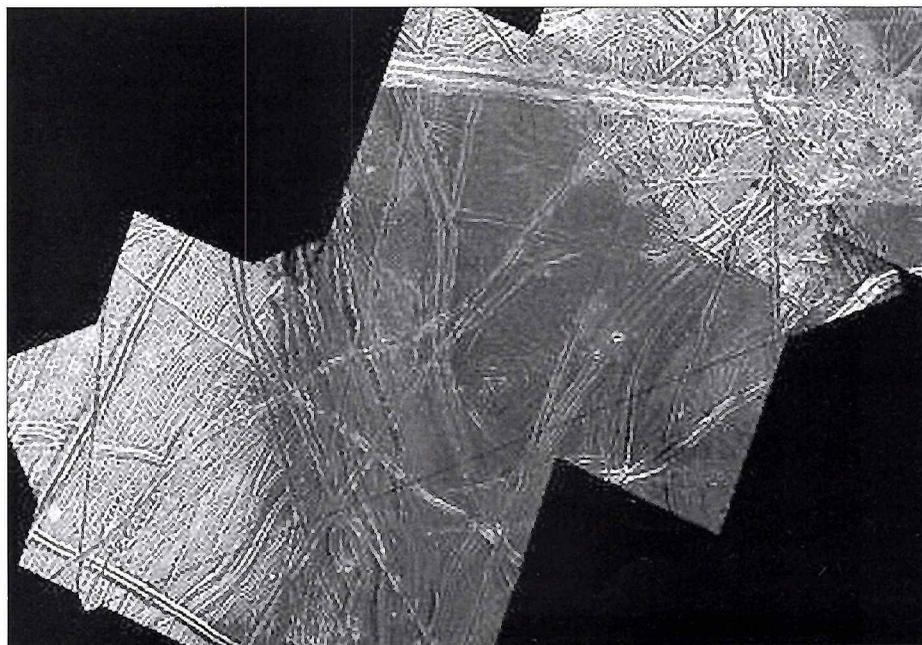
Už roku 1972 získali planetológovia dôkazy o tom, že povrch Jupiterovho mesiaca Európa pokrýva hrubá vrstva ľadu. Vtedy sa ešte nazdávali, že tento mesiac, čo do priemeru podobný nášmu Mesiacu, tvoria silikátové horniny, na ktorých leží hrubý ľadový obal.

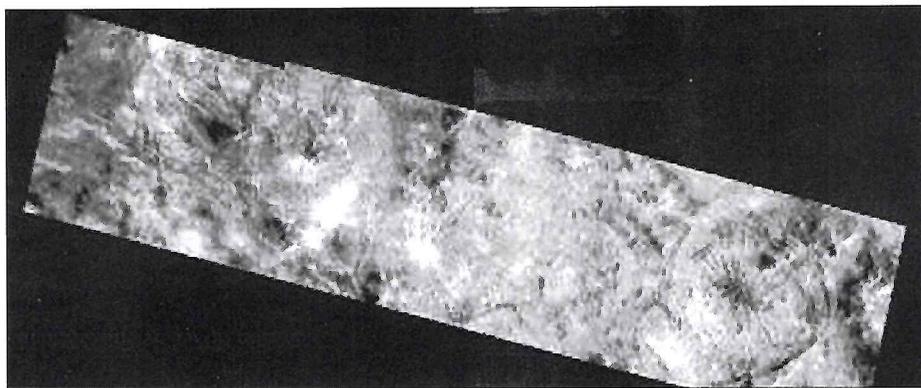
Snímky z Voyageru v roku 1979 tieto predstavy poopravili: planetológov udivil pomerne mladý terén, ľadová škrupina, na ktorej identifikovali bezpočet tenkých i hrubších puklín, prezrádzajúcich čulú aktivitu i v súčasnej dobe. Sformovala sa teória, že okrem slapových síl Jupitera nahrievajú vnútro Európy i slapové sily sesterských mesiacov Io a Ganymeda: ich gravitačné hnetenie nahrieva podpovrchové vrstvy Európy, ktoré, súc nahriate, zväčšujú svoj objem a periodicky rozrušujú krehký, hoci hrubý ľadový príkrov. Už vtedy viacerí vedci vyslovili domienku, že pod globálnym ľadom Európy, ktorého hrúbku odhadli až na 100 km, skrýva sa globálny oceán. Sonda Galileo mala všetky hypotézy okolo Európy preveriť.

Nikto pravdaže nepredpokladal, že Európa bude vyzeráť presne tak, ako ju opísal Arthur C. Clarke vo svojej sci-fi novele 2010: *Odyssey Two*, ale ukázalo sa, že logická fantázia tohto geniálneho autora sa aj tentokrát náramne priblížila pravde. Z údajov, ktoré sonda Galileo už vyše dvoch rokov dodáva vedcom, dnes vieme, že existencia subglaciálneho oceánu sa už prakticky potvrdila; údaje o gravitácii sugerujú, že tento mesiac má kovové jadro, plášť so skalnatých hornín a prinajmenšom 100 km hrubý povrch z vodného ľadu. Údaje z magnetometra odhalili aj existenciu pekuliárneho magnetického poľa. Tím, ktorý vyhodnocuje údaje infračerveného spektrometra, nedávno vydal správu, podľa ktorej je celý zaladnený povrch pokrytý hydrátmi solí, ale nájdú sa aj oblasti, ktoré tvoria tamer čistý ľad.

Veľké svetlé oblasti Európy sa podľa očakávania prejavili spektrálnymi čiarami, príznačnými pre vodný ľad, ale časti terénu, žltkasté a načervenalé, sa prejavujú spektrálnymi čiarami vody, ktoré majú iný tvar ako čistý vodný ľad. Tieto čiary prezrádzajú svojím tvarom prítomnosť nevelkého množstva minerálov, najmä v podobe hydrátov solí. Ide o horké soli – epsomity ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) a uhličitan sodný ( $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ). (Sóda je vlastne zvodnatý uhličitan sodný, ktorý sa nachádza na dne veľkých pozemských solných jazier v USA, Egypte i Kazachstane. Horská soľ, te-

Tmavé polia uprostred tejto skladačky tvoria najnižšie položený terén v tejto oblasti. Na západ, doľava, stúpa terén po prasklinami segmentovaných terasách, na východ, doprava, stúpa nepatrne až po zlom nad tmavými poliami, ktoré sú opäť nižšie. Vedci predpokladajú, že tmavé polia vznikli výverom kontaminovaného materiálu počas posledného globálneho „mejkapu“. Tvorí ho, podľa všetkého zamrznutý „lekvár“ teplého ľadu, alebo na povrchu zamrznutá voda.





Uprostred snímky vidíme impaktný kráter Mannannan: ľad v kráteri i lúčovitých prasklinách je biely, okolie krátera je pokryté „špinavým ľadom“. Snímka je z 29. marca, naexponovaná z výšky 1934 km.

da zvodnatený síran horčíka, sa vyskytuje v niektorých minerálnych prameňoch, napríklad v karlovarskej vode.) Vedci sa prikláňajú k názoru, že tvar spektrálnych čiar je príznačný skôr pre hydráty ( $nH_2O$ ) ako pre chemicky viazaný hydroxyl. Niekoľko ďalších typov fázy hydrátov, napríklad vlhkých minerálov (clay minerals), nedali sa predbežne spoľahlivo identifikovať ani pri spektrálnej diagnóze načervenalých terénov pozdĺž puklín, kde vyvrel z podložia teplý ľad, znečistený prímiesami iných látok. Tento objav však masívny výskyt hydrátov jednoznačne potvrdzuje, z čoho vyplýva, že prinajmenšom v niektorých oblastiach je voda viazaná na soľ. Hydráty sa vyskytujú najmä v načervenalých terénoch. Vedci predpokladajú, že materiály z ľadového podložia môžu dopravovať na povrch najmenej tri mechanizmy: vulkanická činnosť (niekoľko ľadom zacelejších sopečných kráterov už sonda identifikovala), slapové vzĺňanie okolo puklín, ale aj koktail vody a podložných hornín po dopadoch impaktov. Je ľad zmiešaný so soľou dôkazom slaného oceánu?

Ak sú diagnózy tímu, ktorý vedie Moc Cord správne, bude treba nájsť odpovede na niekoľko otázok: prečo je väčšina solných plání červenastá a žltkastá? Soli, detegované McCordovým tímom, sú predsa vo viditeľnom svetle biele. Spôsobuje tento efekt intenzívna ionizácia povrchu? (Magnetické pole Jupitera je obrovským depoziťom energeticky nabitých častí – iónov, ktoré dokážu, po intenzívnom bombardovaní, zmeniť vlastnosti solí.) Ak áno, potom prečo väčšina červenkastého povrchu postupne bledne? Jednou z možných odpovedí je to, že ho postupne prekrýva vodná srieň.

Existencia solných hydrátov na Europe podpořila už vyše dvadsať rokov staré teórie, ktoré planetológovia nastolili v súvislosti s ohnivým súrodencom Europey – mesiacom Io, ktorá z nedostatku vhodnejšieho pomenovania dostala meno „evaporačný model“. Dnes tento model môžeme pokojne aplikovať na Europe. Alternatívnou teóriou na tú istú tému je „solný vulkanizmus“, ktorý je kľúčom k pochopeniu vývoja a diferenciácie materiálu v telesách, ktoré tvoria aj solný ľad. Jednoduchý model evolúcie Europey vychádza z pôvodného telesa, gravitačne pozliepaného z chondritických primordiálnych materiálov, ktoré mali kôru zo zmesi vody a hydrátov solí, najmä hydrátov sulfátu horčíka ( $MgSO_4 \cdot 12H_2O$ ) a sulfátu sodíka ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ). Vieme, že sulfáty sa v slanom oceáne chemicky redukovávajú na menej

rozpuštné sulfidy (tento proces poznáme zo systému zemských oceánov), a to najmä tam, kde na hydrotermálne procesy vplýva podložie vulkanických čadičov. Na Europe, pokiaľ je McCordova interpretácia správna, takýto cyklus neprebíha, alebo podložie na Europe netvorí čadiče. Tak alebo onak: najnovšie objavy na Europe náramne podnietili chuť k ďalšiemu výskumu jovianských satelitov, pričom mimoriadne aktívni sú najmä exobiológovia. V najbližšom čase sa planetológovia sústreďia najmä na definitívne overenie existencie globálneho oceánu.

Ešte pred Galileom vedci vyrukovali s názorom, že ak sa na Europe potvrdí slaný oceán, potom musí fungovať ako gigantický elektrický obvod, v ktorom sa prejavujú indukčné efekty magnetického poľa Jupitera. Už z prvých údajov o magnetickom poli Europey (20 rokov pred Galileom) vyčítali vedci možnosť existencie slaného oceánu. Teda: máme naporúdzia prostriedky, ktoré môžu pravdepodobnosť zmeniť na istotu. Údaje z magnetometra na palube Galilea prinesú dôkazy o tom, či je voda globálneho oceánu pod ľadovou kôrou Europey dostatočne nasýtená soľami na to, aby bola indukovateľná.

Vôbec, ukazuje sa, že už teórie, ktoré vznikli ešte pre Voyagermi, iba na základe vtedy dostupných údajov, predpokladali, že ľadová kôra Europey má, podľa všetkého „mäkké brucho“, že ho tvorí teplý ľad, alebo voda v tekutom skupenstve. Tieto teórie vznikli v čase, keď sme ešte nepoznali termálne účinky slapových síl na utváranie vnútra Europey. V dejinách planetológie sa ešte nikdy nestalo, že by priamy výskum do takej miery potvrdil predpoklady teoretikov.

Rozšírená misia Galileo určite podnieti ďalší výskum tohto Jupiterovho mesiaca. Už dnes sa konštruujú sondy, ktoré získajú z nízkej obežnej dráhy snímky s ešte vyšším rozlíšením a ešte presnejšie údaje. Po nich vyštartujú sondy, ktoré tak z obežnej dráhy, ako aj na povrchu prevedú podrobnú chemickú analýzu bielych i farebných ľadov Europey i geofyzikálny prieskum vnútra z povrchu. V štádiu schvaľovania je i sonda, ktorá vyšle po pristátí na povrchu ľadového krčka, ktorý sa prehryzie až k slanej vode pod hrubým ľadovým prikrovom.

Na svete momentálne niet ani jediného planetológa, ktorý by o existencii tohto oceánu ešte pochyboval.

Science  
Jeffrey S. Kargel

## Callisto má iný rodokmeň

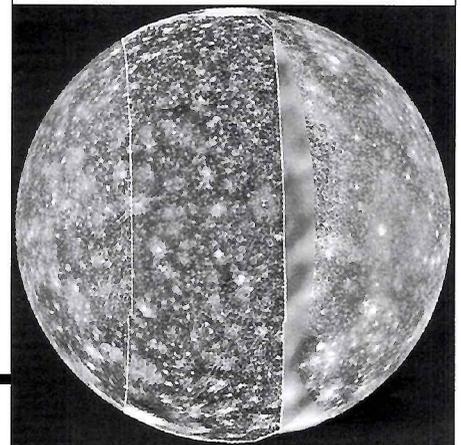
Najnovšie údaje zo sondy Galileo potvrdili dávnejšie predpoklady, že mesiac Callisto sa vyvíjal ináč ako Ganeymedes, Io a Europa. – Už prvé údaje, ktoré sme z Callisto získali, svedčili o tom, že vnútro tohto mesiaca je celkom nediferencované, – vraví dr. John Anderson, planetológ z Jet Propulsion Laboratory v Pasadene. – Najnovšie údaje tento predpoklad dramaticky potvrdili. Je to mimoriadne zvláštny „kôš na odpadky“ primordiálneho materiálu, z ktorého sa vytvorili telesá našej slnecnej sústavy. Nie je to však rovnorodá zmes: materiál, ktorý tvoria gravitáciou stlačené horniny a ľad je premiešaný, pričom obsah hornín smerom k stredu narastá.

Vedci už dávnejšie zistili, že Ganeymedes a Europe tvoria jasne oddelené vrstvy. Je takmer isté, že Ganeymedes má kovové jadro, skalnatý plášť, pokrytý kôrou, ktorá obsahuje značné množstvo vodného ľadu. Io má kovové jadro a skalnatý plášť, ale bez najmenších stôp ľadu na povrchu.

Na Io, Ganeymedes a Europe, pretože obiehajú materskú planétu po bližších obežných dráhach ako Callisto, pôsobila mohutná gravitačná sila Jupitera oveľa mocnejšie: slapové sily pôvodné horniny nahriali, roztavili, a tie sa potom, podľa špecifickej váhy, ukládali do vrstiev. Callisto, na rozdiel od svojich súrodencov, „upiekla“ horčičava gravitačného hnetenia iba napoly. Tento poznatok dovoľí upresniť teóriu vzniku a vývoja aj iných telies slnecnej sústavy, najmä mesiacov planét, vrátane nášho.

Najtesnejší oblet Europey v decembri 1997 umožnil vedcom na základe údajov zo sondy Galileo spresniť aj predstavy o vnútre mesiaca Europe. Prístroje z výšky 205 km zistili, že Europa má tiež kovové jadro, ktorého priemer dosahuje polovicu polomeru nášho Mesiaca. Kovové jadro obklopuje kôra z ľadu a tekutej vody, ktorej hrúbka sa odhaduje na 80 až 170 km.

Údaje o vnútre Jupiterových mesiacov sa získavajú vyhodnocovaním rádiových dopplerovských údajov, ktoré sonda získava počas každého z obletov. Každý mesiac sa prejavuje gravitačným vplyvom na okolie, ktorého sila vyjadruje distribúciu hornín vo vnútre. Gravitácia sila mení rýchlosť pohybu sondy i frekvenciu rádiových signálov. Analýzou týchto zmien dokážu vedci odvodiť charakter jednotlivých vrstiev vnútra i štruktúru telesa.



## Prevrstvené depozity na Južnom póle Marsu

Prvú snímku poskladali z troch fotografií, ktoré získal ešte Viking Orbiter roku 1976. Znázorňujú časť južných polárnych končín Marsu, kde v tomto roku na jeseň pristane sonda Mars Surveyor '98. Všimnite si dva malé obdĺžniky, ktoré z desaťnásobne vyšším rozlíšením zviditeľnila kamera MOC na palube sondy Mars Global Surveyor.

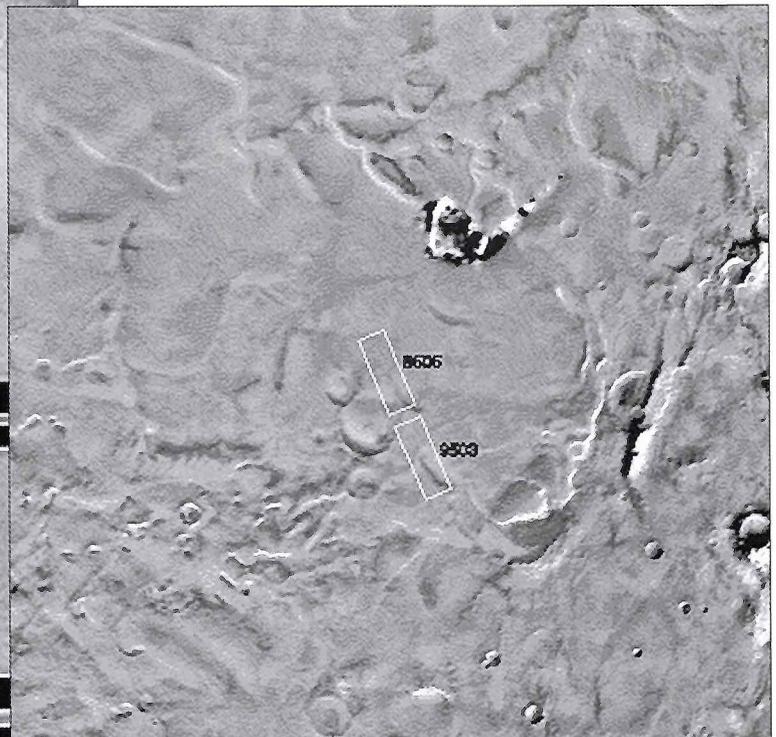
Prvá dvojica snímok zobrazuje rovnaký terén (plocha 2640 km<sup>2</sup>) s rozlíšením 45 metrov na pixel. Ľavá snímka prvej dvojice bola spracovaná tak, aby vynikla nerovnaká jasnosť terénu (albedo). Snímka vpravo bola spracovaná tak, aby vynikli aj menšie útvary. Rozlíšenie (15 metrov na pixel) bolo vzhľadom na poruchu pri prenose znížené z 5 na 10 metrov na pixel. Všimnite si najmä malebné terasovité vrstvy, ktoré vytvoril vietor a slnečné žiarenie.

Na druhej dvojici snímok, ktorá leží na 82 stupni južnej dĺžky, teda o stupeň bližšie k pólu si všimnite najmä štruktúru terénu, na ktorom okrem terás vidieť i moudy, pozdĺžne oblé valy, ktoré podľa všetkého spevňujú kryštáliky zamrznutej pary, ale i korytá či krivoľaké žľaby. Tento marťanský landart vytvoril vietor, ale možné je i to, že rozličná hrúbka naviatych nánosov ovplyvňuje aj rýchlosť vyparovania sa podložných vrstiev, ktoré po strácaní vody môžu poklesávať. Je veľmi pravdepodobné, že okolo oboch pólů sú pod prachovou izoláciou deponované mocné vrstvy vodného ľadu, podobne ako na Mesiaci.

Mars Global Surveyor získal tieto snímky 24. decembra 1997 zo vzdialenosti 4000 km od povrchu. Vidieť na nich záhadne prevrstvený materiál, ktorý sa prejavuje v celej škále jasnosti a kontrastov, čo prezrádza nielen formu erózie, ale aj zloženie hornín. Jasnejšie oblasti tvoria materiál, ktorý obsahuje viac ľadu, zatiaľ čo tmavší materiál tvorí zmes prachu a piesku. Tieto vetrom transportované nánosy sa ukladali vo vrstvách na hornine, tvorenej zmesou špinavého ľadu, takže vyparovanie vody ako dobrý izolátor spomalilo. Priehľadné záclonky pokrývajúce obraz tvorí opar vodnej hmly v atmosfére nevyšoko nad povrchom.

Zobrazený terén leží síce o šesť, prípadne sedem stupňov južnej dĺžky bližšie k južnému pólu ako vyhladané miesto pre pristátie sondy Mars Surveyor, ale okolitý terén je veľmi podobný tomu, ktorý bude študovať sonda.

Malin Space Science Systems



## Ľadové jazero

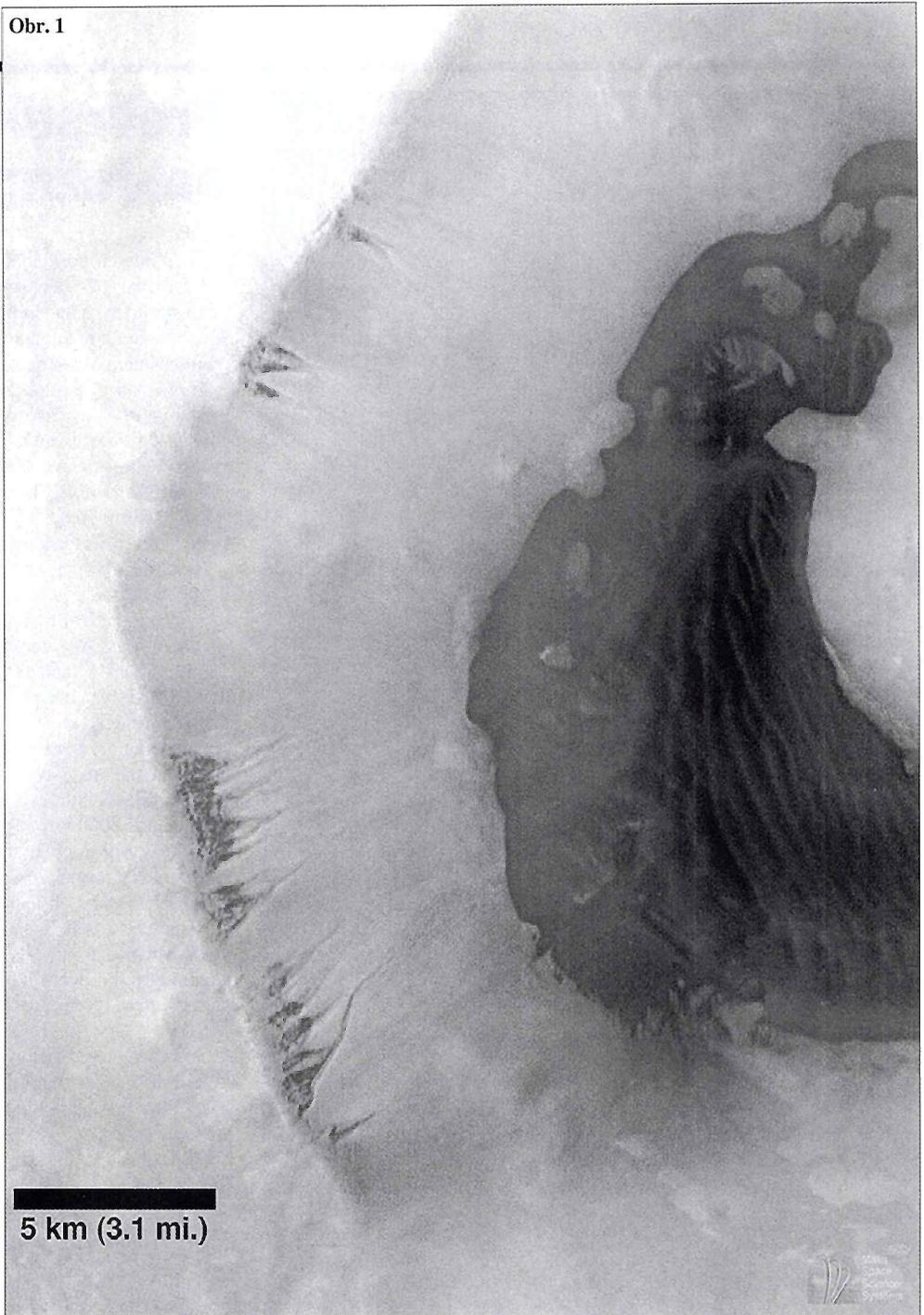
Tieto snímky získala sonda Mars Global Surveyor koncom mája tohto roku. Ide o zatiaľ nepomenovaný kráter (*obr. 2*), v južných polárnych končinách, ktorý s rozlíšením 400 metrov na pixel exponovala už aj sonda Viking Orbiter. Keď vedci v roku 1978 získané snímky a ďalšie údaje analyzovali, vyhlásili, že polárne končiny pokrýva vrstva srieňa. Ten istý kráter nasnímal MGS najskôr vo veľkom celku, s rozlíšením 200 metrov na pixel (*obr. 3*). Jeho priemer je 50 km. Keď Malinov tím túto snímku analyzoval, zistil, že na jeho dne sa nachádza veľké zamrznuté jazero vody. Dĺžka jazera 29 km, šírka 19,3 km. Toto zistenie vyvolalo senzáciu, pretože ide o prvý objav tohto druhu na povrchu Marsu.

Malin prezentoval snímku pred členmi Americkej geografickej únie v Bostone. Upozornil na to, že na svahoch krátera vidieť množstvo veľkých žlabov, ktoré mohla vytvoriť aj voda. Už dávnejšie vieme, že vody bolo kedysi na Marse dosť, ale s objavom veľkého rezervoáru hoci zamrznutej vody sa nerátalo. Malin nevylúčil, že voda sa v krátere udržala preto, lebo jazero dopĺňajú živé pramene na jeho dne, pod ľadom.

Na detailnej snímke časti krátera (*obr. 1*) si všimnite najskôr pruh vnútorného svahu. Vidíme na ňom početné žľaby, akoby z jeho stien vyvierala voda. Všimnite si tmavý terén na svahoch krátera, na ktorom jasne vidieť erozívny vplyv postupne klesajúcej hladiny, veľmi pripomínajúci terén okolo vysychajúcich jazier v Tibete a Kašgare, vrátane pláží a polostrovov, ktoré lemuje zamrznutá plocha jazera. Exobiológov zaujal najmä čierny pás sedimentov, ktorých zloženie bude podrobené dôkladnej spektrálnej analýze. Zatiaľ nevedno, či početné duny vytvoril piesok, alebo vlnobitie. Vedci v krátere neobjavili zatiaľ nijaké impakty, takže sa zdá, že tento vitálny proces prebehol, pravdaže v planetárnom meradle, pomerne nedávno.

MGS, MOC-4,9 AGU-Press Conference

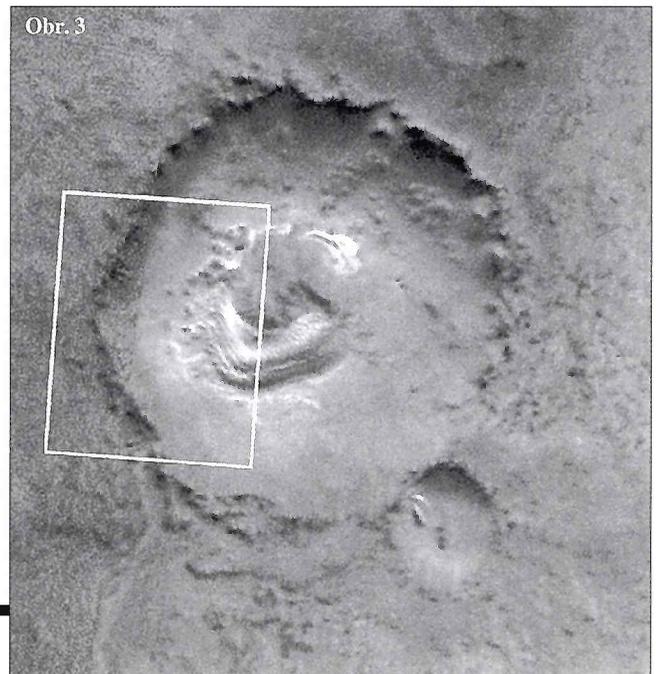
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



# SLNKO (2)

## Od spektrografu k neutrínovému detektoru

(Pokračovanie z Kozmosu 3/98)

### Čo vieme slabo, alebo iba tušíme

Občas sa tvrdí, že dejiny vedy sú dejinami prístrojov. Vo veľkej miere možno s tvrdením súhlasiť. Pokúsím sa z takého stanoviska opísať, čo nám rôzne prístroje umožnili pozorovať na Slnku.

V takej zostave, ako ho poznáme dnes (t. j. s úzkou vstupnou štrbinou) zostrojil *spektrograf* Fraunhofer v roku 1814. Jeho zámerom bolo nájsť v spektre nejaké značky, ktoré by umožnili presne definovať farbu a pre danú farbu určiť index lomu. Takéto značky aj našiel. Sú to absorbné čiary, ktoré dnes nesú jeho meno. Po určení vlastností rôznych druhov skla mohol navrhnúť vynikajúce achromatické objektívy. Jeden z nich umožnil napr. Besselovi zmerať prvú paralaxu hviezdy (61 Cygni, v roku 1837). Správny pohľad na pôvod absorbných čiar urobil z Bunsena a Kirchhafa zakladateľov spektrálnej analýzy. V roku 1859 oznámili, že prítomnosť určitej spektrálnej čiary svedčí o prítomnosti konkrétneho prvku.

Obrazy Slnka v určitej spektrálnej čiare a v integrálnom svetle sa odlišujú približne tak, ako počúvanie určitej stanice na rozhlasovom prijímači a počúvanie všetkých staníc dohromady na takom prijímači, kde nie je možné vyladiť iba jednu.

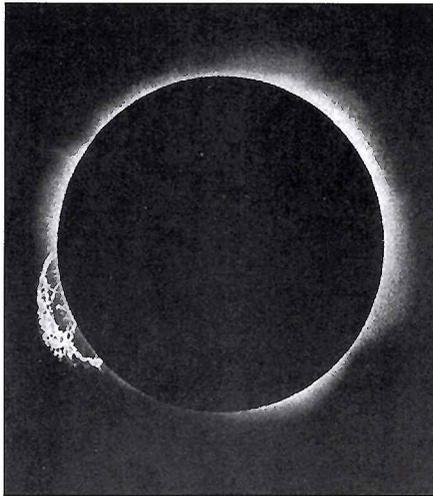
V podstate celá dnešná astrofyzika je založená na využití spektrálnej analýzy. Už roku 1868 pozorovali Janssen a Lockyer spektrum slnečnej koróny pri zatmení a našli jasnú žltú čiaru, ktorá nemala ekvivalent v pozemských podmienkach. Preto túto čiaru pripísali prvku, ktorý sa vyskytuje iba na Slnku a dali mu meno hélium. Podobne o rok neskôr bolo objavené „korónium“. Hélium sa našlo na Zemi okolo roku 1890 a záhada korónia bola rozlúštená až v štyridsiatych rokoch nášho storočia.

Pri týchto prvých spektrálnych pozorovaniach zatmení sa zistilo, že *protuberancie* silne žiaria v diskretných emisných čiarach vodíka. Pokus ukázal, že ich možno takto pozorovať aj mimo zatmenia. Pozorovania boli neskôr zdokonalené pomocou zostrojeného *spektrohéliografu* a pri použití *fotografie*.

Spektrohéliograf umožňuje získať obraz Slnka v ľubovoľnej vlnovej dĺžke. Je to v podstate spektrograf s dvoma štrbinami. Na vstupnú sa premieta obraz skúmaného objektu, výstupná sa nastaví na určitú vlnovú dĺžku (spektrálnu čiaru). Na výstupe máme teda monochromatický obraz časti objektu, ktorá sa zobrazuje do vstupnej štrbiny. Prístroj umožňuje synchronný pohyb oboch štrbín. Vstupná štrbina sa pohybuje

cez obraz Slnka, výstupná pred fotografickou platňou. Takto sa za viac, ako 100 rokov získalo obrovské množstvo pozorovaní protuberancií v rôznych čiarach.

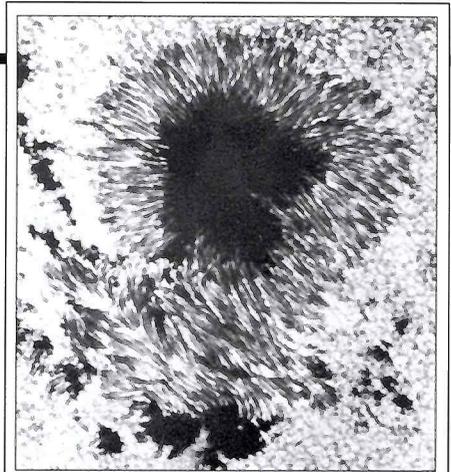
Pre ilustráciu uvádzame snímky, získané pri pozorovaní erupzívnej protuberancie z roku 1919.



Nevýhodou prístroja bola malá svetlosť. Dnes sa protuberancie najlepšie pozorujú pomocou koronografu a *monochromatického filtra*, ktorý však skonštruoval B. Lyot až v roku 1930. Pre porovnanie uvádzame fotografiu protuberancie z Lomnického štítu.



Aj väčšinu znalostí o slnečných *erupciách* sme získali pomocou spektrografu. Takto nazývame krátkodobé (okolo 1000 s) zjavenia časti slnečného povrchu, ktoré sa dajú najlepšie pozorovať v čiarach vodíka. Zriedkavo možno erupciu pozorovať aj v bielom svetle. A práve tak bol tento úkaz objavený. 1. septembra 1859 o 11<sup>h</sup> UT, nezávisle na sebe, pozorovali Carrington



V minulom čísle sme popisovali základné údaje o Slnku. Pozorný čitateľ si určite všimol nezrovnalosti v obrázkoch. Na obr. 3 mala byť škvrna s granuláciou, ale je tam fotografia chromosféry. Reprodukcia kresby slnečnej fotosféry nepatrí k článku, ale k stĺpčeku „Slnečná aktivita“. Čitateľom sa ospravedlňujeme a fotografiu škvorny uverejňujeme teraz.

ton a Hodgson rozsiahle zjasnenie povrchu v okolí slnečnej škvorny. O niekoľko hodín bola zaznamenaná silná magnetická búrka a o dva dni bola pozorovaná polárna žiara aj nižších šírkach. Pozorovanie tohoto úkazu sa pokladá aj za začiatok štúdia vzťahov Slnko–Zem.

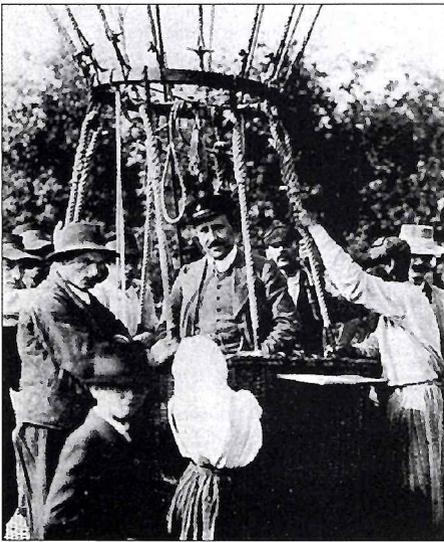
Napriek usilovnému pozorovaniu, ďalší takýto úkaz sa vyskytol až v roku 1937. Avšak systematické pozorovania v emisných čiarach sa začali už začiatkom tridsiatych rokov. Dnes vieme, že slnečná erupcia je najenergetickejším prejavom slnečnej aktivity. Jej energiu môžeme prirovnať k súčasnému výbuchu 30 000 megatonových vodíkových bômb. Slnečná fyzika venuje tomuto javu patričnú pozornosť a sleduje ho v celom pásme elektromagnetického žiarenia. Napriek tomu, stále ešte nevieme popísať mechanizmus vzniku erupcie.

Predpokladá sa, že ide o nejakú priamu premenu energie magnetického poľa na žiarivú energiu.

Magnetické pole na Slnku bolo detegované v roku 1908 tiež pomocou spektrografu, z rozštiepu spektrálnych čiar. Celkové magnetické pole Slnka je pomerne slabé, iba asi 10-krát silnejšie, ako na Zemi. Avšak v škvornách je intenzita magnetického poľa až 10.000-krát vyššia, ako na Zemi. V päťdesiatych rokoch bol zostrojený *magnetograf*, pomocou ktorého sa na niekoľkých observatóriách pravidelne mapuje rozloženie magnetických polí na Slnku.

Pri erupcii dochádza aj k urýchleniu častíc (protóny, elektróny, ióny) do rýchlostí, ktoré sú blízke rýchlosti svetla. Preto obvykle po erupciách na Slnku dochádza aj k náhlym zmenám úrovne tzv. *kozmickeho žiarenia*.

Toto (korpuskulárne) žiarenie bolo objavené koncom minulého storočia, po objave rádioaktivity. Indikovalo sa pomocou stôp vo fotografickej emulzii. Často sa však na emulzii našli stopy, aj keď táto nebola v styku s rádioaktívnou látkou. Pripisovalo sa to prirodzenej rádioaktivite pozemských hornín. Ak by to tak bolo, potom by rádioaktivita s výškou mala klesať. V roku 1912 vystúpil Hess v balóne do výšky 5350 m a dokázal, že rádioaktívne žiarenie s výškou stúpa a teda prichádza z kozmu.



Štart balóna.

Dnes sa úroveň tohoto žiarenia meria na mnohých observatóriách. U nás je to na Lomnickom štíte, pomocou neutrónového monitora. Merania vykonáva Ústav experimentálnej fyziky SAV. Dnes máme takú predstavu, že toto žiarenie vzniká v rôznych častiach galaxie a ak by nebolo slnečnej koróny bola by jeho úroveň približne konštantná. Hmota *slnečnej koróny* (t. j. oblak plazmy, ktorý do veľkých vzdialeností vyplňa slnečnú sústavu) kolíše počas cyklu slnečnej aktivity v pomere asi 1:2. To spôsobuje moduláciu kozmického žiarenia. Počas minima slnečnej aktivity je úroveň kozmického žiarenia najvyššia.

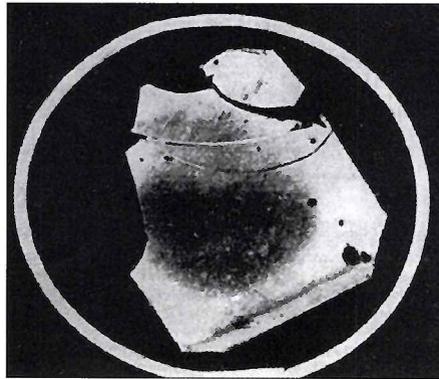
Počas erupcií možno zaznamenať aj rôzne variácie *rádiového žiarenia Slnka*. Rádiové žiarenie z kozmu objavil Jansky v roku 1932, keď sa snažil nájsť zdroj šumu v pásme krátkych vln. Pomocou smerovej antény zistil, že zdroj leží v rovine Mliečnej dráhy. Zo Slnka nezaznamenal žiadny signál. Dnes vieme, že príčinou bola nízka úroveň signálu počas minima slnečnej aktivity, ktoré práve v tom čase nastalo.

Rádiové žiarenie zo Slnka zaregistroval americký rádiotechnik Reber v roku 1944. Svoj objav však publikoval až po vojne. Počas vojny zistila radarová protivzdušná obrana vo Veľkej Británii, z času na čas je Slnko zdrojom impulzného rádiového žiarenia. Po skončení vojny nastal prudký rozmach tohoto odvetvia slnečnej fyziky a dnes mnohé *rádiointerferometre* pravidelne získavajú „obraz“ Slnka v rádiových oblastiach.

Prístroj, ktorý najviac prispel k poznaniu procesov v slnečnej koróne, *koronograf*, skonštruoval francúzsky astronóm Lyot v roku 1930. V rámci medzinárodnej spolupráce bola zriadená sieť koronálnych observatórií prakticky okolo celej zemegule, ktorá podľa jednotného programu 50 rokov získavala základné poznatky o koróne. Medzi tieto observatóriá patrí aj naše, na Lomnickom štíte, založené v roku 1962. Koronografy umožňujú buď pomocou spektrografov, alebo monochromatických filtrov pozorovať korónu v rôznych emisných čiarach. Bol však zostrojený aj prístroj – *K koronometer*, ktorý je inštalovaný na sopke Mauna Kea, vo výške 3440 m a umožňuje získavať obrázky koróny v bielom svetle skoro tak, ako ju vidíme pri zatmení.

Po nástupe kozmickej éry boli mnohé obser-

vatória zrušené v nádeji, že pozorovania z kozmu nám pomôžu efektívnejšie riešiť mnohé problémy. Bola vypustená séria družíc OSO (Orbiting Solar Observatory) 1–8, orbitálna stanica Skylab, komplexne zariadená družica SMM, známa družica YOHO a nakoniec najdokonalejšie slnečné observatórium SOHO. Tieto observatóriá môžu okrem iného sledovať Slnko v *röntgenovom žiarení*, t. j. v oblasti spektra, ktorá je zo Zeme neprístupná. Obrázky Slnka z týchto družíc sú v našom časopise často uverejňované. Myslím, že bude zaujímavejšie pozrieť sa na začiatky výskumu v tejto oblasti. O tom, že röntgenové žiarenie existuje, sme vedeli aj predtým (okolo 1930) z existencie ionosféry, vrstvy ionizovaného vzduchu, ktorá pomocou odrazu umožňovala spojenie na veľké vzdialenosti na krátkych vlnách. Avšak pokiaľ sme nemali pozorovania sponad atmosféry, vedeli sme iba málo o jeho vlastnostiach. Prvé priame indikácie sa vykonali pomocou ukoristených nemeckých rakiet V-2. Na *obrázku vidíme* zvyšky platne exponovanej vo výške okolo 150 km vypustenej 5. augusta 1948. Je to prvé priame pozorovanie röntgenového žiarenia Slnka.



Na nasledujúcej snímke je ten istý záber Slnka v röntgenovom žiarení, získaný 19. apríla 1960 pomocou dierkovej komory umiestnenej na rakete, ktorú vypustili do výšky 220 km. Ra-

keta bola stabilizovaná rotáciou, preto je obraz rozmazaný (body sú zobrazené, ako časti kružnice).

Pre snímanie obrazov a spektier v röntgenovej oblasti spektra boli vyvinuté špeciálne teleskopy a spektrografy. Obrázky zo sondy SOHO sú dôkazom toho, nakoľko bol tento vývoj úspešný.

Práve keď píšem tieto riadky, došla správa, že so sondou SOHO bolo prerušené spojenie. (*Pozri str. 27–28.*) Technici projektu sa pokúšajú spojenie obnoviť. Držme im palce, aby sa im to podarilo.

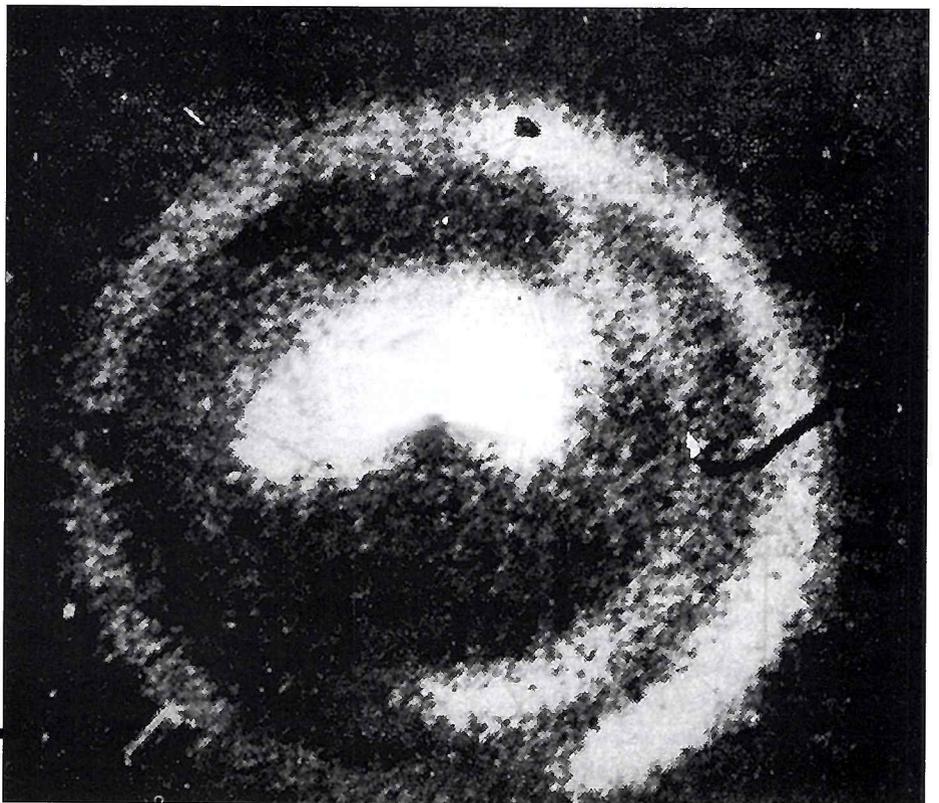
Posledným zariadením, o ktorom sa zmienim je *neutrínový detektor*. Toto zariadenie má indikovať neutrína, prichádzajúce zo Slnka. Prvé takéto zariadenie dal do prevádzky Davis a referoval o ňom v roku 1978. V starej bani, hlboko pod povrchom, aby sa odtienili všetky ostatné častice, umiestnil bazén naplnený perchloretylénom. Podľa teórie, ktorá bola mnohokrát overená experimentami, sa pri termonukleárnej reakcii uvoľňuje určitý počet neutrín. Ak je termonukleárna energia zdrojom slnečného žiarenia, potom by tok neutrín mal mať určitú intenzitu. Davisove merania ukázali hodnotu štyrikrát menšiu. A vznikol problém, ktorý dodnes nie je uspokojivo vyriešený. Na jeho riešenie sa vynakladajú kolosálne prostriedky, pretože ide o základný problém, a to nielen slnečnej fyziky.

Na pokroku slnečnej fyziky má svoj podiel aj rozvoj *výpočtovej techniky* a vývoj programov na *hromadné spracovanie dát a na číslicové spracovanie obrazov*.

V ďalšej, záverečnej časti mám v úmysle zhrnúť poznatky, ktoré nám opísaná technika a interpretácie získaných pozorovaní umožnili získať, opísať hlavné problémy a pokúsiť sa uhádnuť, odkiaľ príde riešenie, t. j. tak, ako som to pôvodne nazval, čo by sme radi vedeli. Skúsime tiež pouvažovať, či nám súčasný stav fyziky umožňuje interpretovať všetky pozorovania.

Milan Rybanský

(Pokračovanie)



Jiří Grygar:

# Žeň objevů 1997 (XXXII.)

Věnováno památce prvního ředitele Hvězdárny v Prešově Imricha Szeghyho (1909–1997), astronoma-amatéra ThMgr. Václava Šustra (1912–1997) z Votice a významného odborníka ve výzkumu meziplanetární i mezihvězdné látky a mého učitele prof. RNDr. Vladimíra Vanýska (1926–1997) z Prahy

## 1.5. Extrasolární planety a hnědí trpaslíci (pokračování)

Další tři exoplanety podobného typu jako je 51 Peg B našli R. Butler aj. u hvězd **HR 3522 (sp. G8 V)**, **HR 5185 (F7 IV)** a **HR 458 (F8 V)**. Objevené exoplanety se vyznačují kruhovými drahami o polo-měrech  $0,05 \div 0,11$  AU a oběžnými periodami od 3,3 d až do 14,6 d. W. Cochran a A. Hatzes a nezávisle R. Butler a S. Marcy oznámili, že hvězda **16 Cyg B** (sp. G2,5 V), vzdálená od nás 21 pc, je doprovázena planetou o hmotnosti větší než  $1,5 M_J$ , obíhající kolem hvězdy po výstředné dráze ( $e = 0,63$ ) v periodě 2,2 let ve vzdálenosti  $0,6 \div 2,8$  AU. Hvězda sama je složkou dvojhvězdy, když složka 16 Cyg A je od ní vzdálena 1100 AU. Excentrická dráha exoplanety je podle T. Mazeha aj. patrně důsledkem slapového ovlivňování touto složkou. Konečně R. Noyes aj. objevili exoplanetu o hmotnosti alespoň  $1,1 M_J$  u hvězdy  $\rho$  CrB (sp. G0) o hmotnosti  $1 M_\odot$ , vzdálené od nás 25 pc. Exoplaneta obíhá po kruhové dráze ve vzdálenosti 0,23 AU od hvězdy v periodě 39,6 dnů. Stáří hvězdy se odhaduje na 10 miliard let. F. Rasio aj. odhalili existenci třetího tělesa v pulsaru **PSR B1620-26** v kulové hvězdokupě M4 v souhvězdí Štíra, vzdálené od nás 1,8 kpc. Pulsar má za průvodce bílého trpaslíka a teď ještě navíc hnědého trpaslíka nebo exoplanetu o hmotnosti asi  $10 M_J$ . Podobně A. Wolszczan oznámil, že exoplanetami mimořádně obdařený pulsar **B1257+12** má alespoň čtyři oběžnice o hmotnostech jako náš Měsíc až po  $0,3 M_J$ . Zatímco první tři méně hmotné exoplanety se nalézají do  $0,5$  AU od pulsaru, poslední objevená a nejhmotnější exoplaneta obíhá ve vzdálenosti 40 AU v periodě 170 let.

Podle R. Naeya lze v tuto chvíli rozlišit nejméně čtyři typy exoplanet:

- Horcí jupiteři** (51 Peg,  $\rho_1$  Cnc,  $\tau$  Boo,  $\psi$  And)
- Planety s výstřednou drahou** (HD 114 762, 70 Vir, 16 Cyg B)
- Standardní jupiteři** (47 UMa, Lal 21185 B+C)
- Planety kolem pulsarů** (B1257+12 B,C,D; B1620-26)

Podle T. Mazeha aj. mají exoplanety s výstřednou drahou obecně hmotnosti vyšší než  $5 M_J$ . D. Sandler zkoumal možnosti přímého **zobrazení exoplanet** velkými pozemními teleskopy a tvrdí, že pomocí systému adaptivní optiky lze již brzo dosáhnout cíle. Podle jeho výpočtů by na zobrazení exoplanety měla stačit jedna noc u  $6,5$  m či většího reflektoru, takže dva takové přístroje na severní a jižní polokouli by dokázaly vykonat úplnou přehlídku hmotných exoplanet v průběhu pouhých pěti let. Podle R. Angela a N. Wolfa však hrozí nebezpečí rozptylu světla exoplanet na zodiakálním prachu, jež by mohlo zhoršit poměr signálu k šumu a tím oddálit detekci exoplanet až na dobu, kdy bude možné dopravit kosmické reflektory velkého průměru dále do nitra sluneční soustavy.

Druhého nejbližšího hnědého trpaslíka (po prototypu Gliese 229B, jenž je od nás vzdálen 5,7 pc) objevila M. Ruizová aj. pomocí 3,6 m reflektoru ESO ve vzdálenosti pouhých 10 pc od Slunce. Objekt se prozradil velkým vlastním pohybem  $0,35''/\text{rok}$  a dostal označení **Kelu-1** („kelu“ značí „červený“ v řeči Mapuche v Chile). Jeví se totiž jako neobyčejně červený objekt  $V = 22$  mag a v jeho spektru vynikají infračervené pásy vodní páry, zatímco pásy TiO i VO chybějí. Autoři odhadují jeho efektivní teplotu na 1900 K a hmotnost na méně než  $0,075 M_\odot$ . M. Cosburn aj. našli v Plejádách **hnědého trpaslíka PIZ 1** s dosud nejnižší hmotností  $0,048 M_\odot$ . Vzápětí pak M. Zapatero Osorio aj. odhalili pomocí 4,2 m WHT a 10 m teleskopu Keck II v centrální oblasti téže otevřené hvězdokupy v pásmu R a I dalších sedm velmi červených objektů s hmotnostmi od 80 do 45  $M_J$ , což dále potvrzuje představu, že při rozpadu zárodečného molekulového mračka vznikají též objekty s nižší než hvězdnou hmotností. Úhrnem již známe 11 hnědých trpaslíků v této velmi mladé hvězdokupě o stáří 110 milionů let, vzdálené od nás 116 pc. X. Delfosse aj. rozpoznali pomocí infračervené aparatury DENIS u 1 m reflektoru ESO tři pravděpodobně **polní hnědé trpaslíky** v rámci přehlídky prvních 230 čtverečních stupňů jižní hvězdné oblohy ve spektrálních pásmech I, J a K. Očekávají, že přehlídku dokončí v r. 2001 a mohou přitom nalézt stovky hnědých trpaslíků. Vzápětí E. Martín aj. dokázali ve spektru hnědého trpaslíka DENIS **J1228.2-1547** ze spektrografu HIRES Keckova teleskopu přítomnost čáry neutrálního lithia, čímž byla klasifikace objektu potvrzena. Objekt o hmotnosti pod  $65 M_J$  a stáří pod 1,5 miliardy let byl spektrálně klasifikován jako pozdnější než M10 V, neboť neobsahuje ani pásy TiO, takže autoři pro něj navrhuji zavedení nové spektrální třídy L. Ve spektru prototypu **Gliese 229B** odhalili K. Noll aj. pomocí infračerveného teleskopu UKIRT spektrální pásy CO na vlnové délce 4,7  $\mu\text{m}$ . Tak velká koncentrace CO se v hnědých trpaslících nečekala. Objevitelé první exoplanety M. Mayor a D. Queloz našli nyní toutž metodou přesných měření radiálních rychlostí v souboru 560 hvězd slunečního typu 10 hnědých trpaslíků s hmotnostmi  $17 \div 60 M_J$  ve vzdálenostech pod 1 AU od mateřské hvězdy.

Pokroky v **modelování** vlastností obřích exoplanet a hnědých trpaslíků shrnul A. Burrows aj. Ačkoliv povrchové teploty těchto těles jsou vesměs nižší než 1300 K, jejich vyzářování v blízké infračervené oblasti zřetelně převyšuje očekávání pro dokonale černá tělesa, a to usnadňuje jejich přímou detekci, zejména pokud jde o tělesa v raných stádiích vývoje. Během prvních 3 miliard let totiž klesne svítivost hnědých trpaslíků o plně čtyři řády, tj. o 10 mag. Pro hnědého trpaslíka s hmotností  $15 M_J$  vydrží spalování deutéria jako přídavný zdroj zářivé energie asi po dobu sto milionů let. Pro objekty s hmotností nižší než  $13 M_J$  lze záření díky deutériu

již naprosto zanedbat. Tím je též prakticky definováno rozhraní mezi hnědými trpaslíky a obřimi exoplanetami. Dobrým důkazem o tom, že slabě svítící objekt je vskutku hnědým trpaslíkem, je však též přítomnost metanu v jeho atmosféře. Právě tato sloučenina byla loni objevena v atmosféře prototypu Gliese 229B.

Podle D. Blacka lze hnědé trpaslíky odlišit od obřích exoplanet především geneticky. V zásadě totiž lze hnědé trpaslíky považovat za poněkud nepovolené hvězdy, vznikající z gravitačních nestabilit v zárodečných molekulových mračkách. Naproti tomu exoplanety vznikají v prachových discích kolem mateřských hvězd postupnou akumulací kondenzovaných zrněk. W. Hubbard aj. studovali termodynamiku elektronově degenerovaného kovového vodíku, jenž je hlavní součástí niter hnědých trpaslíků a obřích exoplanet, a ukázali, že přenosové vlastnosti tohoto podivuhodného materiálu jsou nakonec určující pro pozorované charakteristiky zmíněných těles.

## 2. Hvězdy

### 2.1. Prahvězdy a velmi mladé hvězdy

Doslova zlatým dolem pro zkoumání vlastností vznikajících hvězd se stal **oblak poblíž hvězdy  $\rho$  Oph\***, kde byla podle N. Grosse aj. pozorována v březnu 1995 rentgenová supererupce pomocí družice ROSAT. Kolem prahvězdy, odhalené na infračerveném snímku, se nachází hustý akreční disk, jehož vnitřní okraj je od hvězdy vzdálen  $10_{\text{AU}}$  a vnější plyných  $100_{\text{AU}}$ , a na něj pak padají částice plynného obalu o poloměru  $10^4_{\text{AU}}$ . Bezprostředně na hvězdu navazuje magnetická plazmová bublina s rozměry od  $0,05_{\text{AU}}$  do  $0,2_{\text{AU}}$ , v níž došlo ke zmíněné supererupci. Y. Sakimoto aj. odhalili rentgenové záření dalších 4 prahvězd v tomto oblaku pomocí rentgenové družice ASCA. Ukazuje se, že rentgenové záření vysílají i **málo hmotné prahvězdy** během bipolárního výstoku hmoty ve velmi rané fázi svého vývoje. Ve fázi proměnných hvězd typu  $T_{\text{tau}}$  přesahuje jejich rentgenový výkon celkový zářivý výkon Slunce o 2–4 řády. T. Green a C. Lada našli v této oblasti celkem 5 prahvězd o povrchové teplotě asi 3500 K, s průměrným stářím pouze 100 tisíc roků a relativně velmi rychlou rotací povrchu rychlostí 26  $\text{km/s}$ . Svědčí to o rychlé akumulaci látky z okolního plynu. Autoři soudí, že během nejbližších milionů let se prahvězdy změní v proměnné hvězdy typu  $T_{\text{tau}}$  a asi za 50 milionů let se z nich vyvinou běžné hvězdy hlavní posloupnosti.

Podobně HST pozoroval zajímavý proces vynučené tvorby hvězd kolem **Kuželové mlhoviny NGC 2264** v souhvězdí Jednorozce. Infračervený zdroj, nalezený zde před časem D. Allenem, vysílá

energetické částice, jež stlačují okolní prach a plyn natolik, že to vedlo k zárodečným kondenzacím pro 6 dalších hvězd ve vzdálenosti zlomku světelného roku od mateřské infračervené prahvězdy. HST rovněž pořídil překrásný snímek známé **mlhoviny M8 = NGC 6523 (Laguna)** v souhvězdí Střelce, vzdálené od nás  $1,5_{\text{kpc}}$ . Při vysokém rozlišení zobrazil teleskop Bokovy globule, obloukové rázové vlny, ionizované špičky a výběžky, prstny, uzlíky a výtrysky – vesměs doklady o současném vznikání hvězd v této pozoruhodné soustavě.

Do třetice také infračervená **družice ISO** odhalila podle L. Testiho aj. kamerou ISOCAM, pracující na vlnové délce  $15 \mu\text{m}$ , prahvězdu v rovině Galaxie v galaktické délce  $l = 45^\circ$ . E. Churchwell si povšiml, že v těch oblastech, kde se v molekulových mračnech tvoří velmi hmotné hvězdy, se křídla čar CO téměř bez výjimky vyskytují v emisí a asi polovina bodových zdrojů jeví bipolární výtrysky. Vesměs jde o objekty s vysokou bolometrickou svítivostí až o 6 řádů vyšší než u Slunce. Výtrysky jsou paradoxně dokladem rychlé akrece hmoty na prahvězdu tempem až  $0,01 M_{\odot}/\text{rok}$ .

## 2.2. Hvězdná astrofyzika a osamělé hvězdy

K. de Boer aj. zjistili za pomoci družice HIPPARCOS, že střední **hmotnost hvězd vodorovné větve\*** diagramu H-R (efektivní teploty  $7,5 \div 9 \text{ kK}$ ), činí pouze  $0,38 M_{\odot}$ ; zřetelně méně, než pro ně vychází z teorie hvězdného vývoje ( $0,6 M_{\odot}$ ). Tatáž družice posloužila M. Feastovi a R. Catchpolovi k revizi nulového bodu vztahu perioda–svítivost pro klasické **cefeidy**. Z 223 cefeid, jejichž polohy určoval HIPPARCOS, vybrali 26 případů s nejkvalitnějšími údaji o trigonometrických paralaxách. Odtud pak mohli odvodit revidované vzdálenosti pro blízké galaxie, takže např. Velké Magellanovo mračno se „odsunulo“ do vzdálenosti  $55_{\text{kpc}}$  a galaxie M31 v Andromedě dokonce na  $890_{\text{kpc}}$ , tj. plných 2,9 milionu světelných let. V odpovídajícím poměru se pak rovněž snížilo průměrné stáří kulových hvězdokup v Galaxii na 11 miliard let. K podobnému závěru dospěli nezávisle při studiu téhož pozorovacího materiálu o cefeidách rovněž A. Sandage a G. Tammann.

G. Laughlin aj. se zabývali **vývojem hvězd** v nejspodnější části hlavní posloupnosti, tj. pro rozsah hmotností  $0,08 \div 0,25 M_{\odot}$ . Termonukleární přeměna vodíku tam pak trvá celých 10 biliónů let. Hvězdy tohoto typu jsou navíc po téměř celou svou existenci plně konvektivní a pokud mají hmotnost nižší než  $0,20 M_{\odot}$ , nestanou se z nich vůbec nikdy červení obří. Přejdou totiž rovnou do stádia heliového bílého trpaslíka. Jakkoliv jde o malé počáteční hmotnosti, jde fakticky o nejvýznamnější úsek hlavní posloupnosti, neboť převážná většina hvězd v Galaxii spadá do zmíněného intervalu hmotností, takže tyto hvězdy nakonec rozhodnou o osudu celé soustavy. Jak ukazují výpočty, po přechodu do stádia bílých trpaslíků hvězdy vychladnou na pouhých  $63_{\text{K}}$  a jejich bolometrická svítivost se bude pohybovat na úrovni biliontiny současné svítivosti Slunce, takže velmi stará galaxie typu Mléčné dráhy bude v úhrnu stěží dosahovat zářivého výkonu našeho Slunce!

Podle J. Bahcalla však dosavadní výsledky porovnání HST nenasvědčují předpokladu o vysoké početnosti nejméně hmotných hvězd v Galaxii. Počítání **červených trpaslíků** v intervalu jasností  $20 \div 26 \text{ mag}$  dalo dvacetkrát méně takových objektů v porovnání s extrapolací funkce hmotnosti, případně v porovnání s výskytem hnědých trpaslíků a gravitačních mikročoček. Pokud nejsme obětí ně-

jakého rafinovaného výběrového efektu, jsou prostě hvězdy v intervalu hmotností  $0,1 \div 0,3 M_{\odot}$  v Galaxii nedostatkovým zbožím.

Na opačném konci hmotnostní stupnice pak dle R. Kudritzkého stojí **hvězdy s hmotnostmi nad  $100 M_{\odot}$** , jež jsou ovšem velmi vzácné. V naší Galaxii se několik takových hvězd, vhodných nejspíše pro kosmické zápasy Sumo, nalézá v souhvězdí Lodního kýlu (Carina) – hvězdy HD 93250 a 93129A mají hmotnosti nejméně 100 a snad až  $130 M_{\odot}$ . Nicméně ještě hmotnější objekty Mk<sub>42</sub> a Sk –67 211, dosahující  $200 M_{\odot}$ , byly rozpoznány v sousedním Velkém Magellanově mračnu. Jejich efektivní teploty činí po řadě  $50,5$  a  $57 \text{ kK}$ . Podle V. Canuta se u hmotných hvězd s konvektivním jádrem nejlépe uplatňuje mechanismus přestřelování (overshooting), když konvektivní víry přesahují až do pásma, kde je hvězda v zářivé rovnováze a přinášející tam materiál s vyšší molekulovou hmotností. Jelikož svítivost hvězdy závisí na vysoké mocnině molekulové hmotnosti, jsou hmotné hvězdy výrazně nadsvítivé.

Zatím nejsvítivější hvězdu odhalila nová kamera NICMOS, instalovaná loni na HST. Hvězda se nachází v tzv. **Pistolové mlhovině** ve Střelci o rozměru  $1,2_{\text{pc}}$ , vzdálené od nás  $7,7_{\text{kpc}}$ . Hvězda je zastíněna hustými mezihvězdnými mračny, ale kdyby byl mezihvězdný prostor směrem k nám průhledný, viděli bychom ji snadno očima jako objekt  $4_{\text{mag}}$ . Její zářivý výkon totiž dosahuje  $1 \cdot 10^7 L_{\odot}$ , takže během pouhých 3 sekund vyžáří tolik světla jako Slunce za rok. Obří hvězda o poloměru  $1_{\text{AU}}$  měla při svém zrodu před 2 miliony let hmotnost  $200 M_{\odot}$ , leč existence Pistolové mlhoviny nasvědčuje tomu, že výraznou část své hmoty již při různých spoutých i explozivních procesech poztrácela. Při dvou výbuších před 4 a 6 tisíci lety ztratila hvězda celkem  $10 M_{\odot}$  a hvězdný vítr odnáší  $10^{10}$ krát více látky než sluneční vítr ze Slunce. Proto se u této masivní hvězdy již dávno obnažilo horké jádro hvězdy o povrchové teplotě  $100_{\text{kK}}$  a za nějaké 2 miliony roků hvězda konečně vybuchne jako velmi hmotná supernova.

F. Crifo aj. revidovali vzdálenost hvězdy  **$\beta$  Pictoris** na základě měření družice HIPPARCOS na  $(19,3_{0,2})_{\text{pc}}$ , což znamená, že se nachází těsně před hlavní posloupností, anebo už přímo na ni. To znamená, že přítomnost planet uvnitř pozorovaného prachového prstenu je vysoce pravděpodobná. O přítomnosti planet svědčí též deformace prachového disku, odhalené na podrobném snímku HST. C. Grady aj. zkoumali prostřednictvím družice IUE hvězdu **HD 100546**, starou pouhých 10 milionů let a vyznačující se podobným prachovým prstenem. Ve spektru z března 1995 rozpoznali čáry Mg<sub>II</sub>, Si<sub>II</sub>, C<sub>I</sub>, O<sub>I</sub>, Zn<sub>II</sub> a S<sub>II</sub> a soudí, že vznikají početnými dopady komet a planetek na mateřskou hvězdu.

Dobrá rozlišovací schopnost HST umožnila S. Heapové aj. rozlišit v husté **hvězdokupě R136a** kdysi považované za nadhvězdu přinejmenším 15 hvězd s průměrnou hmotností přes  $40 M_{\odot}$ , starých jen 2 miliony roků. Přesto však i HST blédne v porovnání s prototypem optického interferometru Námořní observatoře Spojených států, skládající se ze tří zrcadel o průměru  $0,35_{\text{m}}$ , který již umožnil rozlišit kotoučky červených obří **Ari** a **Cas** s úhlovým průměrem pouhých  $0,005''$ , takže lze očekávat, že přístroj nakonec dosáhne neuvěřitelné rozlišovací schopnosti  $0,0001''$ . Britský tříprvkový optický interferometr COAST se základnou  $6_{\text{m}}$  dokázal dle D. Burnse aj. během 11 dnů měření v říjnu 1995 rozlišit kotoučky známého červeného veleobra **Ari (Beteleuse)**. Průměr kotoučku  $0,005''$  se zmenšuje s klesající vlnovou délkou a měření dovolují přímo určit i stupeň jeho okrajového ztemnění.

Nenápadná **hvězda  $10_{\text{mag}}$  v souhvězdí Hadonoše**, uvedená v Gliesově katalogu pod číslem 710, je od nás nyní vzdálena  $19_{\text{pc}}$ , ale podle měření vlastního pohybu směřuje téměř přímo k nám, takže za pouhý milion roků se přiblíží na  $0,3_{\text{pc}}$  a stane se jednou z nejjasnějších hvězd na obloze s magnitudou  $+0,6$ .

## 2.3. Proměnné hvězdy

Posledního maxima prototypu mirid  **$\mu$ Ceti** v únoru 1997 využili M. Karouka aj. k zobrazení kotoučku proměnné hvězdy pomocí HST. Na ultrafialovém snímku je patrná rozsáhlá atmosféra Miry o poloměru  $0,03''$ , což při vzdálenosti  $120_{\text{pc}}$  dává poloměr hvězdy  $3,3_{\text{AU}}$ . Z kotoučku navíc vybíhá plynný proud směrem k průvodci Miry, kterým je bílý trpaslík, obíhající ve vzdálenosti  $70_{\text{AU}}$ .

M. Lattanzi aj. využili pointeru FGS na HST v pásmu  $583_{\text{nm}}$  k interferometrickému zobrazení kotouček dalších dvou mirid – **R Leonis** o rozměrech  $0,070'' \times 0,078''$  a **W Hydrae**, jež má rovněž oválný tvar o rozměrech  $0,076'' \times 0,091''$ . Podle F. van Leeuwen aj. byly již odvozeny úhlové rozměry pro 8 mirid a jelikož se pomocí družice HIPPARCOS podařilo pro všechny určit i jejich trigonometrické vzdálenosti, lze odtud odvodit i jejich rozměry lineární. Nejmenší takto změřenou miridou je **R Cas** s poloměrem  $1,35_{\text{AU}}$  a největší **R Hya** s poloměrem  $9,0_{\text{AU}}$  – tato mirida na místě Slunce by sahala bezmála k dráze Saturnu! Mirida R Cas byla zobrazena  $6_{\text{m}}$  dalekohledem BTA metodou skvrnkové interferometrie v daleké červené oblasti  $714_{\text{nm}}$ , a tu se ukázalo, jak výrazně závisí rozměr hvězdy na vlnové délce, neboť při vzdálenosti  $150_{\text{pc}}$  vychází její poloměr na  $4,2_{\text{AU}}$ . Interferometrie poukazuje i v tomto případě na eliptický vzhled o hlavních rozměrech  $0,042'' \times 0,056''$ .

Z 16 mirid, které mají trigonometrické paralaxy, pulsuje naprostá většina v I. harmonické frekvenci; pouze dvě miridy s periodou pulsací delší než 400 dnů pulsují v základním módu. Mezi ně patří **R Leporis** s periodou pulsací 427 dnů, která je zároveň nejbližší miridou ve vzdálenosti pouze  $101_{\text{pc}}$ . Její bolometrický zářivý výkon činí  $2 \cdot 200_{L_{\odot}}$ . Nejméně pět blízkých mirid jeví rychlou ztrátu hmoty, což je asi pro tyto proměnné hvězdy naprosto typické.

Mezi cefeidami budí asi stále nejvíce pozornosti **Polárka**, klasifikovaná současně jako žlutý veleobr. Amplituda jejich pulsací se totiž v minulém desetiletí neustále snižovala, takže se už očekávalo, že pulsace zcela vymizí. I když k tomu bezmála došlo v r. 1992, od té doby se Polárka jakoby mátoží a loni činila amplituda pulsací  $1,8 \text{ km/s}$ , zatímco v r. 1992 pouze  $0,6 \text{ km/s}$ . V podobném poměru vzrostla i amplituda jasnosti na  $0,03 \text{ mag}$ . N. Evansové aj. se podařilo pomocí vysokodispersního spektrografu GHRS HST odvodit hmotnost cefeidy **V350 Sgr**, jež činí  $(5,2-0,9) M_{\odot}$ , a projekci obvodové rychlosti rotace  $150 \text{ km/s}$ .

Družice HIPPARCOS umožnila zpřesnit i hodnotu střední absolutní hvězdné velikosti pro krátko-periodické **proměnné RR<sub>1,yr</sub>** na  $M_V = (+0,72-0,04)$  a pro prototyp **RR<sub>1,yr</sub>** se podařilo určit trigonometrickou vzdálenost ( $230-30$ ) pc. Odtud určená vzdálenost Velkého Magellanova mračna  $45,9 \text{ kpc}$  však bohužel vůbec nesouhlasí se vzdáleností, odvozenou z kalibrace vzdáleností cefeid, jež činí  $55,0 \text{ kpc}$  a ta se opět liší od vzdálenosti, určené kalibrací mirid –  $52,5 \text{ kpc}$ . Stále se tedy zřejmě nedaří odstranit všechny zdroje systematických chyb v měření této fundamentální vzdálenosti, na níž přirozeně závisí

celá stupnice extragalaktických vzdáleností a potažmo i odhad stáří vesmíru.

Pozoruhodný vývoj prodělala loni jedna z nejsvětějších hvězd v Galaxii  $\epsilon$  Carinae, vzdálená od nás 2,3 kpc. Hvězda je známa svými anomálně mohutnými výbuchy v polovině minulého století, kdy patřila k nejjasnějším hvězdám celé oblohy, a milhočinou Homunculus, jež je výsledkem onoho gigantického výbuchu. Od konce r. 1996 totiž počala růst její rentgenová jasnost v pásmu 2–10 keV, charakterizovaná rovněž krátkými vzplanutími v intervalu 85,1 dnů. Zejména na přelomu pololetí 1997 dosáhla tato aktivita vrcholu. V listopadu téhož roku oznámili radioastronomové, že na vlnové délce 7 mm radiový tok hvězdy od maxima v r. 1995 poklesl třikrát, a že se zde rýsuje perioda 5,5 roku. V prosinci loňského roku se tuto periodu podařilo potvrdit i na základě optických spekter.  $\epsilon$  Car je zřejmě spektroskopická dvojhvězda, ale její hlavní složka je navíc sama těsnou dvojhvězdou. Pádny důkaz o tom podali M. Corcoran aj. pomocí měření proměnností rentgenového záření na družici RXTE, jež vykazují pozvolný nástup během měsíců a pak náhlý pokles během dnů. To lze vysvětlit přítomností průvodce, jež obíhá svislou modrou složku po výstředné dráze v periodě 85,1 dne, takže v periastru se hvězdné větry obou složek srážejí a ohřívají až na 60 MK. Hmotnosti obou složek se pohybují kolem 70  $M_{\odot}$ .

Hvězdu  $\epsilon$  Car řadíme k velmi vzácnému typu svítivých modrých proměnných hvězd, k nimž patří též známý prototyp **P Cygni**, vzdálený od nás 1,7 kpc. F. Najarro aj. určili z profilů vodíkových a heliových čar poloměr hvězdy 75  $R_{\odot}$ , zářivý výkon 5,6 · 10<sup>5</sup>  $L_{\odot}$  a roční ztrátu hmoty 3 · 10<sup>-5</sup>  $M_{\odot}$ . Také tato hvězda prodělala velké výbuchy v letech 1600 a 1660 a v současné době se opět dlouhodobě zjasňuje.

## 2.4. Těsné dvojhvězdy

A. Richichiová aj. pokračovali na italských a španělských pozorování v rozlišování dvojhvězd metodou **zákrutů hvězd Měsícem**. Při 16 zákrutech našli rychlou fotometrii v blízkém infračerveném pásmu plných 16 průvodců v úhlových vzdálenostech 0,005" ± 0,6" od hlavní složky těsné dvojhvězdy, z toho 9 průvodců bylo odhaleno poprvé a 4 další byly potvrzeny, takže jen 3 hvězdy zůstaly podle těchto měření i nadále osamělé.

Tomu dobře odpovídá fakt, že vůči Slunci nejbližším objektem je dokonce trojhvězda **Centauri**, vzdálená 1,3 pc. Skládá se z jasné dvojice hvězd (A + B) hlavní posloupnosti spektrálních tříd G2 a K2, které kolem sebe obíhají v periodě 81,2 let a dále z proslulé **Proximy Cen** (Gliese 551), spektrální třídy dM5e, jež je od zmíněné dvojice vzdálena 1400 AU (v současné době na straně přivrácené ke Slunci – proto je to nyní Proxima) Na základě měření z družice IUE odvodili J. Jay aj., že zatímco Proxima je zcela konvektivní hvězda, složka A je pouze povrchově konvektivní. Složka A rotuje kolem své osy nejrychleji v periodě 23 dnů, zatímco složka B nejpomaleji jednou za 36,9 dnů. Proxima, charakterizovaná jako eruptivní trpaslík, rotuje o něco pomaleji než Slunce, totiž jednou za 30,1 dne. Nejnověji A. Schultz aj. oznámili, že na snímcích z července a října 1996, pořízených spektrografem FOS HST, zaznamenali ve vzdálenosti 0,5" (tj. 0,5 AU) od Proximy o 7 mag slabší – tedy patrně substelární – objekt, jenž se v intervalu 103 dnů vůči Proximě zřetelně posunul.

Jasná hvězda 4 mag  $\phi$  **Persei**, vzdálená od nás

220 pc, byla loni sledována spektrografem GHRS HST. Podle D. Giese aj. se skládá z masivní primární složky o hmotnosti 9  $M_{\odot}$  a podtrpaslíka o hmotnosti pouze 1  $M_{\odot}$ . Podtrpaslík byl ve skutečnosti původně hlavní složkou o hmotnosti 6  $M_{\odot}$ , jenž však předal značnou část své látky dnešnímu primáru o původní hmotnosti 5  $M_{\odot}$ . Tak se fakticky obnažilo teplé nitro podtrpaslíka, jehož povrchová teplota dosahuje 50 kK a jenž svou svítivostí převyšuje svítivost Slunce 200×. Přenášená látka vytváří kolem dnešní primární složky rotující akreční disk, jehož šířka převyšuje průměr primáru osmkrát. Plyn, dopadající z akrečního disku na povrch primáru (hvězdy třídy Be), ho roztáčí na vysokou rychlost 450 km/s. Soustava, jež byla tudíž zastížena v relativně krátkém období intenzivního přenosu látky, je stará asi 10 milionů let a stejně dlouhá budoucnost ji ještě čeká. Potom se směr výměny látky obrátí a dnešní podtrpaslík se zhroutí na bílého trpaslíka.

## 2.5. Novy a příbuzné objekty

Mezi sledovanými novami stále zastává výjimečné postavení Nova **V1974 Cygni**, jež sice vzplanula již v únoru 1992, leč pro svou vysokou jasnost a pomalý pokles se stala nejlépe studovanou novou v dějinách astronomie. D. Chochol aj. vypracovali na základě spekter z ondfjevského 2 m teleskopu a na základě snímků expandujících obalů z HST kinematický model rozpínající se obálky, jež se skládá z rychlé tenké vnější a pomalejší husté vnitřní slupky. Slupky vytvářejí rovníkový prsten a dále kulová i polární zhuštění, pohybující se v silném magnetickém poli. Prsten je k zornému paprsku skloněn pod úhlem 39° a vzdálenost novy od nás, odvozená z expanse obalů, nyní dobře souhlasí se vzdáleností, odvozenou klasickými postupy, když činí 1,8 kpc.

Rozpínání obalů novy přímo potvrdili P. Garnavich a J. Raymond ze spekter, pořízených mezi říjnem 1996 a květnem 1997. Za 200 dnů se poloměr obálky zvětšil o 10". Z měření v blízké infračervené oblasti určili C. Woodward aj. celkovou ztrátu hmoty této novy při explozi na 4 · 10<sup>-4</sup>  $M_{\odot}$ . S. Shore aj. odvodili z ultrafialových spekter IUE a GHRS HST, že původní teplota povrchu novy-bílého trpaslíka dosahovala 300 kK, avšak od konce r. 1997 klesla na 20 kK a její zářivý výkon na 30  $L_{\odot}$ . Konečně D. Skillman aj. a A. Retter aj. se zabývali rozborem tzv. hrbů (superhumps) na světelné křivce novy v letech 1993–1996. Tyto hrby vznikají skládáním dvou blízkých period 117 a 122 min, přičemž kratší z nich je vyvolána oběžným pohybem samotné těsné dvojhvězdy. Hmotnost bílého trpaslíka pak vychází v rozmezí 0,75 ± 1,07  $M_{\odot}$ .

Ještě pomalejší klasickou novou se stala **Nova Cas 1995** (V723 Cas), která byla na přelomu let 1996 a 1997 rozpoznána jako zesilující se rádiový zdroj v pásmu vlnových délek kolem 60 mm. Podle optických spekter z července 1997 vstoupila totiž do nebulární fáze teprve dva roky po vlastním výbuchu. Mezi vůbec nejdéle sledované novy patří **GK Persei**, jež vzplanula na počátku století r. 1901 a jež byla loni rozpoznána družicí ROSAT jako rentgenový zdroj. V pásmu 0,1 ± 2,4 keV je pozorovatelná rozpínající se obálka do vzdálenosti až 60" od bílého trpaslíka. Obálka má eliptický vzhled s četnými uzlíky, jejichž poloha se však liší od polohy uzlíků optických. Další starou novou **BT Monocerotis**, jež vzplanula r. 1939, se zabývali D. Smith aj. Nova je v současné době 16 mag a jelikož

je současně zákrutovou dvojhvězdou, umožnilo to určit základní parametry soustavy, především pak hmotnost obou složek. Ta činí 1,0  $M_{\odot}$  pro bílého trpaslíka a 0,9  $M_{\odot}$  pro jeho průvodce spektrální třídy G8 V. Bílý trpaslík rotuje kolem své osy velkou projektovanou rychlostí 138 km/s, což je stejně udivující jako jeho vysoká hmotnost. Soustava je od nás vzdálena 1,7 kpc.

**II. katalog kataklyzmických proměnných hvězd** vydali R. Downes aj. a počet položek v něm poprvé překročil tisícovku. M. Diaye a A. Bruch zkoumali rozložení oběžných dob pro kataklyzmické proměnné hvězdy a speciálně pro novy. Asi třetina kataklyzmických proměnných lze zařadit ke klasickým novám, jež se vyskytují v těsných dvojhvězdách s oběžnými periodami od 1,4 h do 48 h. Většina oběžných period však spadá do úzkého pásma 3 ÷ 4 h. Naproti tomu se prakticky nevyskytují oběžné periody 2 ÷ 3 h. Úhrnná četnost nov v Galaxii za rok není známa příliš přesně a rozliční autoři udávají hodnoty od 11 až po 260 nov za rok. A. Shafter přichází nyní se zlatou střední hodnotou 35 nov ročně.

Pro studium **trpasličích nov** se ukázal být přímo nepostradatelným ultrafialový spektrograf GHRS na HST. E. Sion aj. zkoumali trpasličí novu **VW Hvi** asi měsíc po výbuchu a odhalili v jejím spektru přebytek dusíku, kyslíku, křemíku, hliníku a zvláště fosforu. Posledně jmenované prvky vznikají zachycováním protonů v těžších atomových jádrech během překotné termonukleární reakce jader C,N,O na povrchu bílého trpaslíka a jejich výskyt ve spektru je vlastně prvním přímým důkazem, že v trpasličích novách tato překotná reakce vsutku probíhá. Bílý trpaslík o hmotnosti 0,9  $M_{\odot}$  o poloměru 6500 km rotuje rychlostí 400 km/s a jeho povrchová teplota dosahuje 22 kK. Gravitační červený posuv čar na jeho povrchu činí 58 km/s.

F. Cheng aj. pořídili ultrafialové spektrum trpasličí novy **WZ Sge**, jejíž parametry doslova zlomily všechny rekordy pro tento typ objektů. Bílý trpaslík, na němž dochází k překotné termonukleární reakci, totiž rotuje s obvodovou rychlostí plynů 1200 km/s a efektivní teplota na jeho povrchu dosahuje jen 15 kK. Je členem velmi těsné dvojhvězdy s oběžnou periodou pouhých 81 minut. Amplituda světelné křivky při explozi dosahuje plyných 7 mag, přičemž výbuchy se opakují v mimořádně dlouhých periodě 33 let.

A. Skopal aj. analyzovali světelnou křivku a spektrum symbiotické dvojhvězdy **BF Cygni** od r. 1890 do r. 1996. Soustava je od nás vzdálena 5 kpc a skládá se z jasného obra třídy M5 o hmotnosti 2  $M_{\odot}$ , poloměru 260  $R_{\odot}$  a zářivém výkonu 5000  $L_{\odot}$  jakož i z horké kompaktní složky o hmotnosti 0,35  $M_{\odot}$  a výkonu 1,4  $L_{\odot}$ . Obě složky kolem sebe obíhají v periodě 757,3 dne, přičemž primární obří složka téměř vyplňuje svůj Rocheův lalok. Soustava prodělala během posledního století několik zábleskových epizod, vyvolaných akrecí látky na horkou složku, a klasické výbuchy v letech 1920 a 1989. Na povrchu horké složky probíhala v letech 1895–1960 termonukleární reakce.

I v loňském roce byla pečlivě sledována nově podobná proměnná **V4334 Sgr** (objekt Sakurai), kde příčinou vzplanutí je zřejmě závěrečný heliový záblesk, k němuž došlo patrně již koncem r. 1994. Příma pozorování započala v únoru 1996. Infračervený tok proměnné od dubna 1996 neustále stoupal, zejména v pásmech RIJK, což lze objasnit svícením horkého cirkumstelárního prachu. Podle H. Duerbecka aj. je objekt Sakurai od nás vzdálen 8 kpc a představuje vlastně bílého trpaslíka – žhavé jádro

planetární mlhoviny. Jeho zářivý výkon dosáhl r. 1997 plných 10 000  $L_{\odot}$ , ačkoliv se teplota fotosféry ochladila z 8 na 6 kK. Fotosféra se totiž pomalu rozpíná a větší rozměry dávají větší zářivý výkon navzdory poklesu efektivní teploty. V březnu téhož roku byly zaznamenány dramatické změny ve spektru objektu.

A. Frank se zabýval vznikem **bipolárních mlhovin** kolem starých hvězd. Interakce hustého pomalého a rychlého řídkého hvězdného větru způsobí vznik dvou bublin a bipolárních výtrysků, jak se podařilo nádherně doložit na sugestivních snímcích HST. Hustý vítr odnese během řádově  $10^4$  let velké množství hmoty, jelikož vnější vrstvy obra jsou slabě gravitačně vázány a rozptýlí do interstelárního prostoru těžší prvky.

## 2.6. Bílí trpaslíci

J. Dupuis aj. identifikovali pomocí družice EUVE velmi hmotného bílého trpaslíka **J1746-706** o povrchové teplotě 46,5 kK a hmotnosti 1,2  $M_{\odot}$ , jehož stáří odhadli na méně než 50 milionů let. J. Provençal aj. určili pomocí HST základní parametry bílého trpaslíka **Prokyon B**, jenž je ve vizuálním oboru 10,9 mag a obíhá kolem Prokyonu A v periodě 40,8 roku. Při hmotnosti 0,62  $M_{\odot}$  a poloměru 0,0096  $R_{\odot}$  má totiž jádro bílého trpaslíka vyšší hmotnost, než odpovídá hmotnosti jádra z uhlíku, což je naprosto záhadné; jeho povrchová teplota dosahuje pouze 8,7 kK. Autoři tvrdí, že původní hmotnost Prokyonu B činila 1,7  $M_{\odot}$ . Naproti tomu **Sirius B** dosahuje při poloměru 0,007  $R_{\odot}$  o hmotnosti 1,03  $M_{\odot}$  a druhý nejjasnější bílý trpaslík **40 Eri B**, vzdálený od nás podle H. Shipman a aj. přesně 5 pc, má poloměr 0,013  $R_{\odot}$  a hmotnost pouze 0,50  $M_{\odot}$ . Potvrzuje se tak Chandrasekharův teoretický výpočet, podle něhož je poloměr bílého trpaslíka nepřímě úměrný jeho hmotnosti.

K. Werner a T. Rauch a M. Barstow aj. se zabývali bílým trpaslíkem **V471 Tau**, jenž je členem zákrvové dvojhvězdy, kde druhou složku představuje hvězda spektrální třídy K2 V o hmotnosti 0,8  $M_{\odot}$ . Soustava je od nás vzdálena necelých 47 pc a patří tedy do otevřené hvězdokupy Hyády. Obě složky kolem sebe obíhají v periodě 0,5 dne s totalitou o trvání 50 min, přičemž fáze sestupu a vzestupu světelné křivky trvají pouhých 68 s. Bílý trpaslík má při poloměru 0,010  $R_{\odot}$  a efektivní teplotě 34 kK hmotnost 0,76  $M_{\odot}$ . V rentgenovém oboru vykazuje pulsace s periodou 555 s. D. Finely a D. Koester objevili nejmladší vizuální dvojhvězdu **PG 0922+162**, tvořenou degenerovanými složkami o hmotnostech 0,79  $M_{\odot}$  a 1,10  $M_{\odot}$ . Obě složky mají touž efektivní teplotu 22 kK. Původní hmotnosti degenerovaných objektů dosahovaly ovšem 6,5  $M_{\odot}$  a 3,8  $M_{\odot}$ , takže ve stádiu bílého trpaslíka se v souladu s teorií ocitly teprve před 90 resp. 260 miliony let.

## 2.7. Supernovy

Ačkoliv od výbuchu slavné **supernovy 1987A** ve Velkém Magellanově mračnu uplynulo již celé desetiletí, zájem o tento jedinečný objekt rozhodně neklesá. Astrofyzikům stále vrtá hlavou, jak je možné, že bezprostředním předchůdcem supernovy byl v tomto případě modrý – a nikoliv červený – veleobr. Podle S. Woosley aj. došlo k přeměně červeného veleobra na modrý asi 20 tisíc let před vlastní explozí. Hvězdný vítr červeného veleobra byl pomalejší a hustší s roční ztrátou hmoty řádu  $10^{-5} M_{\odot}$ ,

kdežto mladší modrý veleobr ztrácel hvězdným větrem ročně jen  $10^{-7} M_{\odot}$ , poněvadž byl řídkší, ale zato byl rychlejší, takže vítr z červeného veleobra postupně dohání, a to se projevuje rázovou vlnou v plynných obalech kolem supernovy. Podle F. Meyera se původně chladná vnější obálka tím ohřívá a ionizuje a my pozorujeme vnější úzký prsten s velkým kontrastem hustoty.

Prsten se dle J. Puna a R. Kirshnera rozpíná rychlostí 9 km/s, ale jelikož bude v dohledné době dostižné produkty vlastní exploze, šířícími se v rázové vlně rychlostí 0,05 c, začne se výrazně zjasňovat a brzy po roce 2000 by měl dosáhnout až 13 mag (nyní je asi 21 mag). Tomu odpovídá situace ze snímku HST, pořízeného v červenci 1997, na němž je v porovnání se obdobným snímkem z února 1994 patrně zjasnění kompaktního uzlíku poblíž vnitřního prstenu o plných 50%. Ještě zřetelněji se týž efekt projevil ve spektrech prstenců, pořízených spektrografem STIS HST koncem září a počátkem října 1997, na nichž jsou zřetelné emise vícenásobně ionizovaného uhlíku, dusíku, kyslíku a hélia.

Přesné spektroskopické změnění rychlosti rozpínání obálky umožnilo porovnáním s úhlovými rozměry prstence určit nezávisle vzdálenost supernovy na 51,2 kpc. To je v dobré shodě s údaji N. Panagii aj., kteří z ultrafialové světelné křivky družice IUE a ze snímků rozpínajícího se prstence z HST dostali pro vzdálenost supernovy (50,9–1,8) kpc a odtud odvodili pro vzdálenost centra Velkého Magellanova mračna hodnotu 51,5 kpc.

T. McCray soudí, že předchůdcem supernovy byla fakticky velmi těsná dvojhvězda, jež splynula právě před 20 tisíci lety, a to způsobilo proměnu červeného veleobra na modrý. Při výbuchu supernovy se vytvořily izotopy kobaltu  $^{56}\text{Co}$  v množství 0,07  $M_{\odot}$  a  $^{57}\text{Co}$  v množství 0,003  $M_{\odot}$ , jejichž postupný radioaktivní rozpad přispívá nyní výrazně k pozorované jasnosti pozůstatku supernovy. Podle N. Chugaie aj. odpovídá ultrafialové a optické emisní spektrum pozůstatku, pořízené 8 let po výbuchu HST, radioaktivní luminiscenci chladného plynu o teplotě pouhých 150 K, přičemž hlavním zdrojem svícení plynu se zářivým výkonem  $10^{29}$  W je radioaktivní rozpad deceřiného izotopu  $^{44}\text{Ti}$  v množství  $1,5 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$ . Podle T. Narity aj. je téměř jisté, že uvnitř pozůstatku se nenalézá radiový resp. optický pulsar, což je další nečekaná komplikace, pro níž není jednoznačně vysvětlení. Podle K. Nomota aj. činí hmotnost expandující obálky supernovy 10  $M_{\odot}$  a její celková energie dosahuje fantastické hodnoty  $1,3 \cdot 10^{44}$  J; přitom předchůdce měl před výbuchem poloměr jen 48,5  $R_{\odot}$ .

Mezi ostatními pozorovacími výsledky je patrně nejvýznamnější důkaz J. Marcaida aj., že tempo rozpínání obalů **supernovy 1993J** v galaxii M 81 se intervalu od půl roku do 42 měsíců po explozi zpomalilo asi o 15%, jak vyplývá z radiointerferometrických měření na vlnových délkách 36 a 60 mm. Počáteční rychlost expanze přitom dosahovala 15 000 km/s.

Zcela novou kapitolu ve výzkumu supernov otevírají soustavné přehledky zaměřené na objevování **kosmologicky vzdálených supernov**, neboť supernovy se pro své rekordní zářivé výkony ideálně hodí jako pravé majáky vesmíru k průzkumu kosmických hlubin. Za pouhých 8 měsíců loňského roku tak bylo údajně objeveno přes 1100 (!) supernov, ač skutečný počet bude nakonec o něco nižší, jelikož paradoxně není nijak jednoduché odlišit takto vzdálené a tudíž opticky slabé supernovy od nesrovnatelně bližších planetek sluneční soustavy. V říjnu 1996 byl ustaven na observatoři Cerro Tololo

v Chile nový rekord  $z = 0,84$  pro červený posuv kosmologicky vzdálené supernovy v souhvězdí Ryb, jež byla v době maxima  $R = 24$  mag. Již koncem dubna 1997 byl však tento rekord pomoci 3,7 m reflektoru CFHT na Mauna Kea překonán P. Garnavichem aj. pro **supernovu 1997ck** v souhvězdí Herkula, pro níž Keckův teleskop našel červený posuv  $z = 0,97$ . Vzdálenost této supernovy si ce poněkud závisí na přijaté kosmologické modelu, ale okrouhle ji lze odhadnout na 8 miliard světelných let.

Podobně vzdálené jsou také **supernovy 1997ff a 1997fg**, snímkané koncem prosince HST v proslulém Hubblově hlubokém poli (HDF) v souhvězdí Velké Medvědice. Jsou to také zatím nejslabší pozorované supernovy, když 1997ff měla na Štědrý den 1997 magnitudu  $I = 26,8$ . A. Riess aj. ukázali, že u **supernovy 1996bj** s červeným posuvem  $z = 0,57$  stárne její spektrum po explozi pomaleji, než pro supernovy blízké. Za 10 dnů pozemského času se totiž její spektrální vzhled změnil jakoby jen o 3,3 dne, což alespoň v prvním přiblížení lze objasnit relativistickou dilatací času, která by ovšem pro uvedený červený posuv měla dát fiktivní zestárnutí o 6,4 dne.

Nová pozorování supernov podněcují také teoretické výpočty a modely průběhu vlastního výbuchu. A. Burrows shrnul nejnovější modelování gravitačního hroucení masivních hvězd, jež vede k **supernovám II. typu**. Po katastrofálním zhroucení hvězdy se odražená rázová vlna a také neprůhledná neutrinoféra na chvíli zastaví, ale pak je prudký ohřev neutrinů opět uvede do pohybu. Výbuch probíhá asféricky, což se navenek projeví rychlým vlastním pohybem neutronové hvězdy (pulsaru) tempem nad 300 km/s.

S. Mineshiga aj. studovali průběh **gravitačního kolapsu masivních hvězd** s ohledem na možnost vzniku černé díry. Ukázali, že pokud má hvězda před zhroucením hmotnost vyšší než 50  $M_{\odot}$ , vzniká černá díra přímo zhroucením neutronové hvězdy, kdežto pro původní hmotnosti v rozmezí 20 ÷ 50  $M_{\odot}$  může dojít ke kolapsu neutronové hvězdy na černou díru opožděně, například už jen tím, že po vlastním výbuchu spadne část vymrštnuté hmoty zpět na neutronovou hvězdu. Totéž se stane v případě, že se masivní hvězda nalézá v těsné dvojhvězdě a po explozi pokračuje přetékání hmoty z průvodce do akrečního disku kolem neutronové hvězdy. To je údajně případ opticky nevýrazných supernov typů Ib a Ic, anebo i klasických typů II, pokud jejich maximální zářivý výkon byl nápadně nízký. Právě tak by se potom dala objasnit pozorování pozůstatku supernovy 1987A, kde – jak jsem již uvedl – patrně nevznikl pulsar.

K. Nomoto aj. se zase věnovali přehledu o dějích, které vedou k výbuchu **supernov typu Ia**, což jsou obecně nejzářivější supernovy prakticky konstantního maximálního zářivého výkonu. Nutnou podmínkou vzniku takové supernovy je existence těsné dvojhvězdy, v níž kompaktní složku představuje bílý trpaslík, nabírající hmotu akrecí z druhé složky dvojhvězdy. Je-li původní hmotnost mateřské hvězdy nižší než 8  $M_{\odot}$ , vzniká z ní nakonec bílý trpaslík, tvořený uhlíkem a kyslíkem. Jestliže hustota nitra bílého trpaslíka stoupne nad  $10^{12}$  kg/m<sup>3</sup>, stane se hoření uhlíku v nitru díky silné elektronové degeneraci výbušným a termonukleárním plamenem doslova prošlehne celou hvězdou a tím ji zničí.

(Pokračování)

# Astronómia na Mesiaci

**Už v prvých desaťročiach budúceho storočia začnú na Mesiaci pracovať prvé teleskopy, ktoré otvoria nový zlatý vek astronómie. Kde sa nachádza najideálnejšie miesto pre astronomické observatóriá budúcnosti?**

Naša Zem rozhodne nie je pre astronómov najoptimálnejším miestom. Atmosféra Zeme ruší viditeľné svetlo prichádzajúce z hĺbok vesmíru, pričom svetlo viacerých vlnových dĺžok na povrch Zeme cez filter ovzdušia ani neprenikne. Práve tieto obmedzenia urýchlili príchod epochy vesmírnych ďalekohľadov, krúžiacich okolo Zeme, vysoko nad hornou hranicou atmosféry: Hubble Space Telescope, Infrared Astronomical Satellite, Compton Gamma Ray Observatory a mnohé iné. Všetky astronomické satelity modernú astronómiu priam zrevolucionizovali.

Astronómia však potrebuje aj stabilnú bázu s porovnateľnými parametrami. Satelity na obežnej dráhe sa periodicky vnárajú do tieňa Zeme, pričom musia odolávať kolísajúcim teplotám v rozmedzí 280 stupňov Celzia. Všetky tieto nevýhody rozlišovaciú schopnosť satelitov na obežnej dráhe okolo Zeme limitujú.

Vo vzdialenosti 384 000 kilometrov sa však nachádza svet, kde by sa dali postaviť observatóriá, v ktorých by sa spojili výhody pozorovania zo satelitov i z pozemských ďalekohľadov. Observatóriá na Mesiaci by otvorili nové okná do vesmíru, ktoré by určite naše vnímanie kozmu celkom zmenili. – Mesiac je priam stvorený pre astronómov, vo vnútornej slnečnej sústave výhodnejšie miesto nenájdeme, – vraví astronóm Jack Burns z New Mexico State University, ktorý lunárne observatóriá študuje už mnoho rokov.

## Mesiac ako astronomická základňa

Observatóriá na obežnej dráhe sú síce lacnejšie ako observatóriá lunárne, ale Mesiac poskytne astronómom v porovnaní so Zemou oveľa viac výhod: vytráfi sa problém seeingu, navyše, ako optická tak aj rádiová interferencia bude na Mesiaci viac ako stonásobne nižšia. Teleskopy na obežnej dráhe okolo Zeme ruší aj svetlo odrážané Zemou. Na odvrátenej strane Mesiaca, za clonou tisícok kilometrov mesačných hornín, sa nachádza, prinajmenšom pre rádioastronómov, najpokojnejšie miesto vo vnútornej slnečnej sústave, kam neprenikne ani najjemnejší rádiový šelest z povrchu Zeme. Satelity na obežnej dráhe Mesiaca môžu prenášať napozorované údaje na Zem s posunom iba dvoch sekúnd.

Mesiac ponúka astronómom aj iné prednosti: mesačná atmosféra je taká riedka, že by sa zmesila do veľkej športovej haly. Cez takúto atmosféru poľahky prenikne svetlo na všetkých vlnových dĺžkach, od rádiových vln na najnižších frekvenciách až po najsilnejšie žiarenie gama. Obloha, pozorovaná bez atmosféry a jej ruši-

vých vplyvov, je na Mesiaci chladná a tmavá. Pozemské optické a infračervené teleskopy môžu pozorovať vytípané objekty iba v noci, na Mesiaci vlastne stále.

Fyzikálne a orbitálne vlastnosti Mesiaca však ponúkajú aj ďalšie výhody. Jeho pomalá rotácia umožní neprerušené pozorovania vzdialených slabých objektov celé dva týždne, oveľa dlhšie ako na Zemi (pravda s výnimkou pólou), alebo aj v porovnaní s lietajúcimi observatóriami. Mesačná gravitácia nedosahuje ani šestinu pozemskej, čo umožní stavať oveľa väčšie a ľahšie zrkadlá bez obavy z toho, že by ich gravitácia deformovala. Stabilný, pevný povrch, bez častých seizmických otrasov, je pre astronomické prístroje ako stvorený.

Napríklad veľký rádioteleskop, taký, ako vlastní observatórium v Arecibe (Portoriko), s priemerom 305 metrov, by sa dal na Mesiaci ľahko inštalovať v prirodzenej mise niektorého z kráterov. Navyše, na Mesiaci je dostatok surovín, ktoré by sa dali využiť ako na termálnu izoláciu a ochranu pred rádiovými vlnami, tak aj v neskoršom štádiu, na stavbu potrebných zariadení.

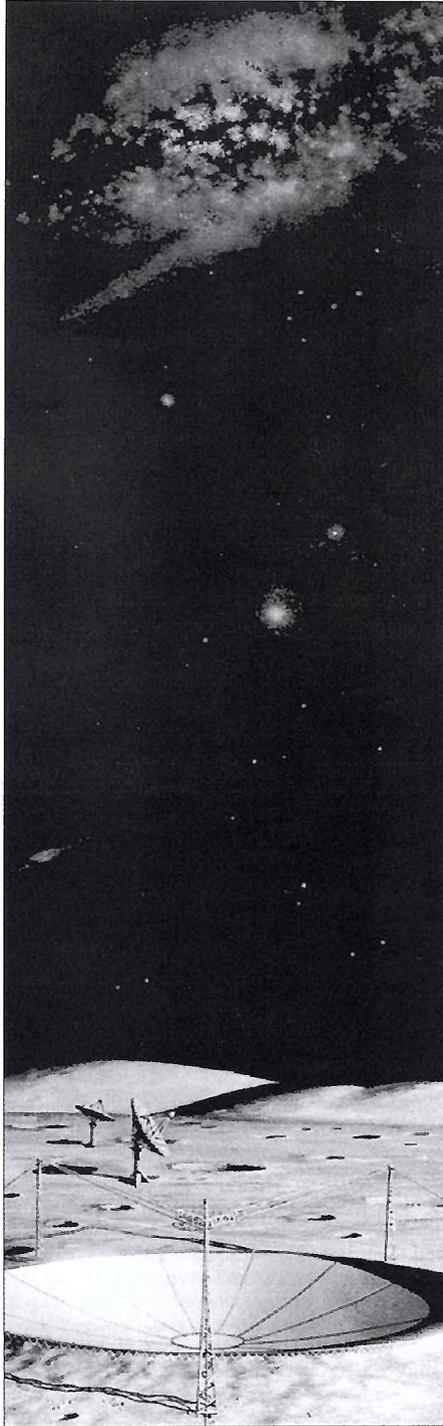
## Deň M sa blíži

Vzhľadom na pomerne vysoké náklady, potrebné na zriadenie lunárneho observatória, bude astronomická kolonizácia Mesiaca prebiehať postupne: prvou lastovičkou bude malý teleskop, ktorý mákko pristane v zvolenej oblasti; pracovať bude bez ľudskej obsluhy, automaticky. Až potom sa na mesačnom povrchu objavia gigantické antény, ktoré postavia astrokonštruktéri. Jack Burns verí, že evolučná kolonizácia je perspektívnejšia ako kolonizácia revolučná.

Prvý krok na tejto evolučnej ceste urobila vlastne už posádka lunárneho modulu Apollo 16, ešte v roku 1972. Astronauti umiestnili vtedy na mesačnom povrchu ultrafialový teleskop. Tento teleskop skúmal celý rad zdrojov žiarenia v ultrafialovej oblasti, vrátane horných vrstiev pozemskej atmosféry a magnetosféry, Veľký Magellanov oblak i ultrafialové halo lemujúce galaxie.

Inžinieri z Marshall Space Flight Center v Huntsville, Alabama, ktoré je pracoviskom NASA, vyvinuli vzápätí metrový teleskop LUTE (Lunar Ultraviolet Telescope Experiment), ktorý mal byť dopravený na povrch Mesiaca automatickou sondou – landerom a pracovať podľa pokynov zo Zeme. Kongres však túto misiu odmietol financovať. LUTE by mal pevnú deklináciu. Paralelne s rotáciou Mesiaca by tento teleskop snímал 1,5 stupňa oblohy až kým by neskompletoval úplnú prehliadku v oblasti ďalekého ultrafialového žiarenia, ktoré sa z povrchu Zeme či z obežnej dráhy pozoruje iba s veľkými ťažkosťami. – LUTE je misiou bez ľudskej posádky, ktorá by priniesla vedcom neobyčajný ošoh, – vraví inžinier Max Nein. – Stala by sa priekopníkom epochy lunárnych teleskopov.

Mimoriadne ošožným by bolo i vysadenie malého infračerveného ďalekohľadu (1 m), pretože pred vyslaním alebo skonštruovaním väčších prístrojov je nevyhnutné otestovať mesačné podmienky. Dnes vyvíjané infračervené vesmírne teleskopy sú príliš malé (najväčší má priemer 85 cm) a ich operačný čas neprevyšuje dobu dvoch – troch rokov. Lunárny infračervený ďale-



**Veľké statické rádioteleskopy sa budú umiestňovať v misách impaktných kráterov**

kohľad by pracoval v úplnom vákuu, mal by oveľa väčšiu rozlišovaciu schopnosť a oveľa dlhší operačný čas ako hociktorý z existujúcich prístrojov.

Priam ideálnym miestom pre vysadenie infračerveného teleskopu by boli krátery v blízkosti mesačných pólů. Ešte aj na Južnom póle Zeme, kde teplota klesá až na +90 stupňov Celzia, je treba infračervené ďalekohľady chladit tekutým dusíkom, pretože infradalekohľad v prevádzke produkuje teplotu, ktorá by rušila detegovanie tepelného žiarenia slabých vzdialených objektov. V okolí mesačných pólů však teploty klesajú až na +200 stupňov Celzia, takže v týchto podmienkach ani elektronika, ani detektory či samotný teleskop nemuseli byť dodatočne chladené, čo by operačný čas prístroja nesmierne predĺžilo. Pomocou lunárnych infrateleskopov by sme sa oveľa viac dozvedeli o mladých hviezdach, o hviezdach s malou hmotnosťou vrátane hnedých trpaslíkov a študovať by sme mohli aj najvzdialenejšie galaxie, ktorých svetlo sa v rozpinajúcom vesmíre prejavuje iba v infračervenej oblasti spektra.

Mimoriadne objavy a poznatky by sa získali i z lunárnych prehliadok oblohy i v röntgenovej a gama oblasti. Už malé prístroje dokážu zaznamenávať vzplanutia žiarenia gama. Astronómovia by mohli kombinovať údaje lunárnych teleskopov s údajmi teleskopov na obežnej dráhe okolo Zeme i na Zemi, čím by sa dosiahla nevýdaná presnosť, a tak by sa určite odhalilo aj tajomstvo pôvodu týchto vzplanutí a zábleskov, ktorých zdroj sa zatiaľ iba v jedinom prípade podarilo (satelit Beppo/SAX) identifikovať. Röntgenové a gamateleskopy by mohli spolupracovať aj s ďalekohľadmi operujúcimi na iných vlnových dĺžkach a pátrať po malých, aktívnych oblastiach v okolí supermasívnych čiernych dier. To by astronómom umožnilo pochopiť brutálne procesy, ktoré sa odohrávajú v kvazaroch a aktívnych jadrách galaxií.

Čo sa týka viditeľnej oblasti spektra – už teleskop s priemerom 1 metra by dosiahol rozlíšenie 0,1 oblúčkovej sekundy, čo je ostrosť porovnateľná s HST, ktorý má 2,4-metrový ďalekohľad. Na meranie objektov s kolísajúcou jasnosťou, ktorá je typická pre premenné hviezdy a kvazary, by takémuto ďalekohľadu stačila stotina expozičného času, ktorý je potrebný na Zemi kvôli prerušeniam spôsobovaným pohybom oblakov a dennonočným cyklom.

Na odvrátenej strane Mesiaca sa určite otvorí aj nové okno do vesmíru – pre rádioastronómiu, operujúcu na veľmi nízkych frekvenciách pod hladinou 15 megahertzov, ale aj na vlnových dĺžkach v oblasti nad 20 metrov. Molekuly v pozemskej atmosfére absorbujú alebo rozložia tieto vlny skôr ako dopadnú na zemský povrch, takže spomínané oblasti ostávajú trinástou komnatou astronómie, bielymi miestami v elektromagnetickom spektre. Astronómovia cez toto okno dokážu neobyčajne presne určiť zloženie i hustotu plynu v medzihviezdnom priestore a zistiť, do akej miery sa urýchľujú častice v kvazaroch a v rádiogalaxiách. Burns zdôrazňuje:

**LUTE, ultrafialový ďalekohľad, vyvinutý už pred štvrtstoročím: po vysadení na Mesiac ho zvláštny tím bude riadiť na diaľku, zo Zeme.**



**Lineárne zoskupenie mnohých optických teleskopov dokáže získavať fotografie v ultrafialovom svetle s vysokým rozlíšením aj z tých najvzdialenejších nebeských objektov.**

– Zakaždým, keď sa otvorilo nové okno do vesmíru, astronómia zaznamenala senzačné objavy.

### Interferometria

Najvzdialenejším cieľom astronómov na Mesiaci je stavanie rozľahlých sietí rádioantén. Elektronicky koordinovaná sieť malých lunárnych teleskopov, pomocou ktorej dokážu astronómovia získať rovnaké údaje ako z obrovského ďalekohľadu, pracuje na princípoch interferometrie. Ak by sa rádioastronómom podarilo umiestniť sieť rádioteleskopov na odvrátenej strane Mesiaca, výkon tohto prístroja by dosiahol rozlišovaciu schopnosť hypotetického rádioteleskopu, veľkého ako naša Zem!

Nakoľko infračervené a optické interferometre potrebujú extrémne stabilné podmienky, atmosférické turbulencie a seizmická aktivita využité takýchto gigantických astrosietí na Zemi vylučuje. Interferometre na obežnej dráhe nefungujú optimálne, pretože každá ich súčasť je neustále v pohybe; to neobyčajne sťažuje udržiavanie presnej vzdialenosti medzi jednotlivými segmentami, čo je predpokladom optimálnej funkcie takéhoto zariadenia. Na Mesiaci, kde je seizmická aktivita minimálna (v podmienkach takmer nulovej atmosféry), môžu interferometre dosiahnuť vrchol svojich možností.

Bernard Burke z MIT navrhol postup inštalovania lunárneho interferometra: – Najprv vyšleme na Mesiac teleskop, ktorý bude prototypom ďalších elementov interferometra. Keď sa pre-

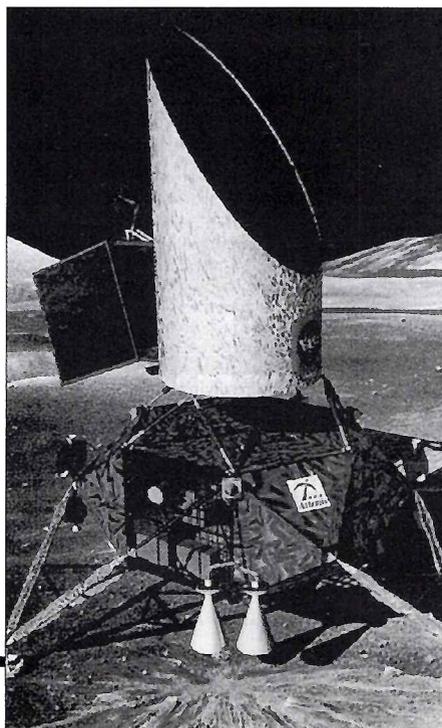
svedčíme, že optimálne funguje, vyšleme na Mesiac ďalší teleskop, a tak získame interferometer zostavený z dvoch prvkov, ktorý bude pracovať automaticky. Na zostavenie komplexnejšieho systému je však potrebná obývateľná základňa pre konštruktérov a prevádzkovateľov.

Dva teleskopy, umiestnené vo vzdialenosti jediného kilometra od seba, by prekonalí rozlišovaciu schopnosť HST štyristodvadsaťkrát! Takýto interferometer by dokázal zmerať vzdialenosť medzi dvoma hviezdami s presnosťou 0,02 milioblúčkovej sekundy, čo je priemer malej mince, pozorovanej zo vzdialenosti 2 miliónov kilometrov. Podobné merania by umožnili detegovať planetárne systémy hviezd i osamelých hnedých trpaslíkov.

Burke navrhol pre vzdialenejšiu budúcnosť, už s využitím lunárnych surovín, vybudovať systém 27 optických teleskopov, umiestnených v rade za sebou po 16 kilometrov dlhej línii. Využívajúc výhody slabej gravitácie, z lunárneho skla by sa dali vyrobiť obrovské, mimoriadne kvalitné zrkadlá. Takýto optický interferometer, vraví Burke, by bol schopný rozlíšiť škvrny na hviezdach vo vzdialenosti 300 svetelných rokov.

Skupina Jacka Burnsa navrhla a vyvinula interferometer LUISA (Lunar Optical Ultraviolet Infrared Synthesis Array). Vytvorí ho do dvoch kruhov zoradené 1,5 metrové teleskopy. Vonkajší kruh, s priemerom 10 km, vytvorí 33 teleskopov. Vnútorý kruh, s priemerom 0,5 km vytvorí 9 prístrojov. Pomocou LUISA sa budú dať pozorovať oblasti na vlnových dĺžkach v rozpätí od ultrafialovej (0,1 mikrometra) až po infračervenú (1 mikrometer). Takýto komplex bude mať stotisíc násobne vyššiu (priestorovú) rozlišovaciu schopnosť ako najväčšie pozemské ďalekohľady a desatisíckrát vyššiu ako HST; dokáže teda rozlíšiť aj jemné detaily v akrečných diskoch okolo čiernych dier, fotografovať Zemi podobné planéty, krúžiace okolo vzdialených hviezd, ba dokáže z týchto planét získať spektrá chemických prejavov života.

Astronómovia už dnes snívajú aj o ozrutných rádioteleskopoch, pokrývajúcich celú odvrátenu stranu Mesiaca, zoradených tak, aby fungovali ako interferometer. Takáto anténa by bola schopná detegovať neobyčajne jemné detaily v emisiách z takých objektov, akými sú kvazary, rádiogalaxie, rádiohalá okolo kôp galaxií, pulzary, rozpinajúce sa zvyšky po výbuchu supernovy i planéty. – Naši potomkovia takto dokážu merať skutočné rýchlosti galaxií v kopách, – prorokuje Burns. – Takéto merania umožnia presne odhadnúť vzdialenosť tej-ktorej galaxie a vypočítať tak rýchlosť rozpinania sa vesmíru.





### Praktické problémy

Konštruktéri astrozariadení na Mesiaci popri využití všetkých výhod musia počítať aj s vážnymi problémami. Na Zemi nás pred účinkami kozmického žiarenia a slnečného vetra chráni atmosféra. Mesiac takúto bariéru nemá. Konštruktéri astronomických zariadení i posádky observatórií, rovnako ako citlivá elektronika, budú vystavení intenzívnej radiácii.

Posádky a zariadenia na Mesiaci, ktorý nemá ochranný štít atmosféry, budú terčom bombardovania meteoroidov. Na každý štvorcový meter mesačného povrchu dopadne za rok 100 drobných objektov, po ktorých ostávajú krátery väčšie ako 0,05 milimetra. Také zraniteľné zariadenia ako zrkadlá musia pred ich účinkom chrániť dômyselné ochranné stavby alebo tuby.

Dlhé dni a noci na Mesiaci v podmienkach lunárneho vákua spôsobujú drastické kolísanie teploty od -170 až po 110 stupňov Celzia. Lunárne

**Citlivé prístroje budú musieť pred mikrometeoritmi chrániť zvláštne ochranné puzdra, alebo tuby.**

teleskopy budú musieť byť postavené z takých materiálov, ktoré budú rezistentné proti termálnemu rozťahovaniu a sťahovaniu.

Už astronauti zo šiestich lodí Apollo sa presvedčili, že lunárny povrch pokrýva vrstva prachu, ktorá ulpieva na každom predmete. To znamená, že v okolí každého lunárneho observatória bude nevyhnutné obmedziť akúkoľvek ľudskú aktivitu na minimum a všetky dôležité prístroje budú musieť byť pred prachom prachotesne chránené.

Najdôležitejším problémom sú náklady. Burns vraví: – Lunárna astronómia pri danej apertúre bude desať až stonásobne nákladnejšia ako pozemská.

Burns však verí, že akonáhle sa ľudia na Mesiac vrátia, budovanie astronomických zariadení už nedá na seba dlho čakať: – Keď sa založí prvá mesačná základňa, ktorá bude mať so Zemou pravidelné spojenie, náklady na mesačnú vedu sa znížia. So stavbou veľkých teleskopov budeme ešte musieť počkať, ale už v najbližšom desaťročí

### AKÉ VÝHODY MÁ OBSERVATÓRIUM

	na Zemi	na obežnej dráhe	na Mesiaci
Bez atmosféry		✓	✓
Stabilita	✓		✓
Rádiový tieň			✓
Chladné prostredie		✓	✓
Neprerušované pozorovanie			✓
Nízka gravitácia		✓	✓
Miestne suroviny	✓		✓
Nízke náklady	✓	✓	
Ochrana magnetickým poľom	✓	✓	
Stabilná teplota	✓		
Nízke riziko zásahu meteoritom	✓		

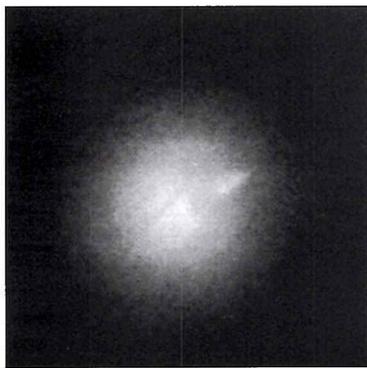
by sme na Mesiaci mohli umiestniť prinajmenšom stredne veľký, robotický teleskop.

Vzhľadom na vysoké náklady bude stavba a prevádzka stronomických základní na Mesiaci vyžadovať permanentnú prítomnosť obslužných posádok. NASA predbežne nemá na takéto programy prostriedky. European Space Agency (ESA) a Japanese Space Agency (NASDA) však už pre najbližšie desaťročie ohlásili štart robotického prieskumu Mesiaca, po ktorom bude nasledovať obdobie permanentnej prítomnosti robotov na mesačnom povrchu, vrátane viacerých astronomických prístrojov. Po robotoch osídliť Mesiac ľudia.

V najbližších troch desaťročiach sa úplný astronomický potenciál nepodarí využiť, ale Burns je optimista: – Astronomický výskum z povrchu Mesiaca má toľko výhod, že už naši vnuci budú mať z jeho výsledkov osoh.

Podľa Astronomy spracoval –dl–

Tri snímky galaxie M87: prvú, (vľavo hore), nasnímal veľký pozemský teleskop. Nedočkáme na nej rozlíšiť nijaké detaily v centre. Druhú snímku, (vľavo dole) získal HST. Na nej sa už dá rozoznať jadro galaxie i nejasné náznaky akrečného disku, prezrádzajúceho čiernu dieru. Aj najjednoduchší interferometer na Mesiaci by dokázal zviditeľniť akrečný disk v plnej kráse.



# Prvé svetlo vo VLT

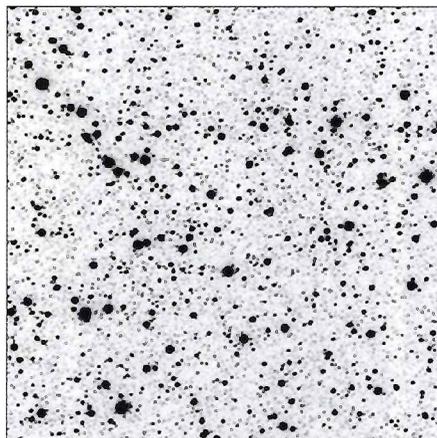
Južné Európske observatórium (ESO) ohlásilo, že v noci z 25. na 26. mája uskutočnilo prvé testy na prvej časti VLT (Very Large Telescope). Ide o reflektor s priemerom zrkadla 8,2 metra. Tento ďalekohľad je umiestnený v Paranalskom observatóriu a je len prvou časťou veľkého projektu VLT. Ide o optický teleskop s najväčším priemerom primárneho zrkadla na svete. Tvoria ho štyri 8-metrové teleskopy (prvým z nich je práve tento testovaný), ktoré môžu spolupracovať osobitne alebo v kombinovanom móde, čím sa dosiahne efekt jediného ďalekohľadu so 16 metrovým priemerom primárneho zrkadla. Práve to z neho robí najväčší ďalekohľad na svete. Okrem štyroch veľkých ďalekohľadov budú VLT tvoriť ešte tri 1-metrové, ktoré sa budú využívať na zväčšenie rozlišovacej schopnosti pri využívaní VLT ako interferometra. Táto vlastnosť VLT bude pre stelárnu astronómiu, ale aj pre výskum medziplanetárnej hmoty veľmi významná, lebo práve pomocou interferometrov sa dajú určiť uhlové priemery veľmi vzdialených objektov. VLT postihuje interval vlnových dĺžok od blízko ultrafialového žiarenia až do 25 mikróvov v infračervenej oblasti. Všetky komponenty tvoriace VLT by mali byť umiestnené na Paranalskom observatóriu v Cerro Paranal, ktoré sa nachádza v púšti Atacama v severnej časti Chile. Prvé vedecké pozorovania s prvou časťou VLT (UT1, tj Unit 1) sú naplánované na prvú polovicu roku 1999 a úplné dokončenie VLT sa plánuje na prvé roky 21. storočia.

Už prvé analýzy snímok, ktoré sa získali počas testovania prvej časti VLT (UT1), demonštrujú úžasné možnosti VLT, ktoré bude mať po úplnom dokončení. Len mesiac po nainštalovaní a provizórnom nastavení optickej sústavy UT1 sa dosahovala vyššia kvalita zobrazovania, ako sa predpokladalo. Už prvé desaťminútové expozície potvrdzujú, že pointácia ďalekohľadu (dôležitá na to, aby ďalekohľad sledoval denné otáčanie oblohy) je presná a stabilná. Zdá sa, že pracovníci ESO, ktorí VLT vyvíjajú, kladú dôraz na jednoduché tenké primárne zrkadlá, ale pritom veľmi precízne vybrúsené, čo umožňuje získavať veľmi kvalitné snímky s veľmi nepatrnými optickými chybami. Uhlové rozlíšenie je teda neporovnateľne väčšie než u všetkých pozemských ďalekohľadov na svete. Vynikajúce uhlové rozlíšenie a veľká plocha, ktorú budú štyri ďalekohľady tvoriace VLT vymedzovať, umožní lepšiu citlivosť zariadenia pre bodové zdroje (napr. hviezdy) než u ostatných pozemských ďalekohľadov na svete.

Prvé prezentované snímky, ktoré boli získané pri testoch UT1, demonštrujú všetky hore opísané prednosti VLT a ukazujú možnosti nového obrovského európskeho teleskopu. Po ďalšej optimalizácii optického, mechanického a elektronického systému a po zvýšení operačnej produktivity ovládania ďalekohľadu bude VLT schopný poskytovať unikátne astronomické dáta najvyššej možnej kvality. Kolaudácia a vedecké overovanie komplexných možností úplného VLT bude trvať do 1. apríla 1999. Od tohto dňa by mali na VLT začať stále pozorovania astronómov spolupracujúcich na tomto projekte. Čo sa týka medzinárodného významu VLT, ide o triumf európskej spolupráce, kde sa uplatnilo to najlepšie z priemyslu a vedy jednotlivých zúčastnených

európskych národov. Po prvýkrát v tomto storočí budú mať možnosť astronómia z celej Európy používať najväčší ďalekohľad na svete, dnes sa môžeme tešiť na nové astronomické objavy, ktoré sa práve vďaka VLT v budúcnosti uskutočnia.

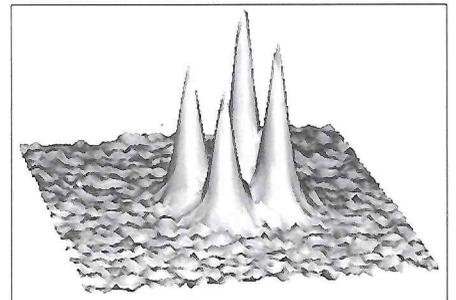
Na testovanie UT1 sa použila CCD kamera, nainštalovaná v ďalekohľade. Najlepšie na otestovanie optických vlastností UT1 bolo vybrať astronomicky a astrofyzikálne odlišné objekty. Žiadna s testovacích snímok nebola upravovaná okrem flat-field (počítačové vyrovnávanie citlivosti jednotlivých pixlov CCD kamery) a kozmetického čistenia (odstránenie artefaktov, ktoré môžu byť spôsobené nečistotami v tubuse ďalekohľadu alebo chybami šošoviek optickej sústavy). Detailný popis testovacích snímok UT1 je pri každom obrázku, ktorý tu prezentujeme.



Testovanie pointácie UT1 snímokovaním guľovej hviezdokopy  $\omega$  Centauri.

$\omega$  Centauri je najsvetlejšia guľová hviezdokopa v našej Galaxii, veď napriek tomu, že je od

nás vzdialená 17 000 svetelných rokov, je viditeľná voľným okom ako slabá, sotva badateľná machulka. Ale keď sa na ňu pozrieme cez ďalekohľad, vidíme masívny zhluk veľkého množstva hviezd, viazaných dokopy vzájomným gravitačným pôsobením. Ako prezrádza jej meno, nachádza sa v súhvezdí Centaurus na južnej poglobuli hviezdnej oblohy, a preto je pozorovateľná iba z južnej poglobule Zeme. Guľové hviezdokopy majú hmotnosti rádovo 100 000-krát väčšie, ako hmotnosť Slnka, ale  $\omega$  Centauri je s hmotnosťou 5 miliónu hmotností Slnka najväčšia v našej Galaxii. Táto snímka s expozíciou až 10 minút dokazuje, že teleskop je schopný dosť dlhú dobu veľmi presne „sledovať oblohu“. To umožňuje využívať stabilné atmosferické podmienky v Paranale na dlhodobé expozície a nasnímať aj veľmi slabé objekty s dobrým rozlíšením. Táto snímka bola urobená 16. mája 1998 v červenom svetle, v tej dobe nebolo ešte zrkadlo pokovované. Jednotlivé hviezdy hviezdokopy sú na snímke ostré, ich obrazy zaberajú uhlové prierezy iba 0,43 oblúkových sekúnd, teda to dokazuje vysokú rozlišovaciu schopnosť VLT a sú všetky presne kruhového tvaru, čo dokazuje veľkú presnosť a stabilitu (lepšia než 0,001 oblúkových sekúnd za 1 sekundu) pointácie ďalekohľadu.



Kvazar v tvare štvorlístka.

Toto je trojrozmerná reprezentácia snímky „štvorlístkového“ kvazaru získanej 2-minútovou expozíciou na VLT 16. mája 1998 v červenom svetle počas veľmi dobrých atmosferických podmienok (seeing bol v tej dobe iba 0,32 oblúkových sekúnd). Uhlové rozlíšenie na tomto obrázku je iba 0,38 oblúkových sekúnd, jednoducho ide o zatiaľ najlepšiu snímku tohto objektu, aká kedy bola vôbec urobená.

Ako už samotný názov „štvorlístkový“ kvazar napovedá, že ide o objekt tvaru štvorlístku. Nie je to však skutočný tvar objektu, sú to štyri obrazy jedného kvazaru, ktoré vznikli prechodom žiarenia kvazaru gravitačnou šošovkou.

Fenomén gravitačnej šošovky sa prejavuje, keď lúč svetla prechádza v blízkosti nejakého veľmi hmotného objektu (napr. obrej galaxie), a prejavuje sa zakrivením tohto svetelného lúča smerom k objektu. Pozorovateľovi sa potom zdá, že objekt, z ktorého vyžiarené lúče podliehajú gravitačnému ohybu, je tvaru prstenca okolo hmotného objektu, ktorý gravitačnú refrakciu spôsobuje. Takýto jav by nastal len vtedy ak by boli pozorovaný objekt, gravitačne pôsobiaci objekt a pozorovateľ presne v jednej rovine. Ale takýto prípad je veľmi zriedkavý, preto pozorujeme vo väčšine prípadov efekt gravitačnej šošovky ako dva polmesiace alebo ako 4 obrazy pozorovaného objektu. Pomocou aparátu všeobecnej

teórie relativity sa dá dokázať, že gravitačná šošovka pôsobí na prichádzajúce lúče naozaj ako reálna optická spojka. Ak použijeme vzťahy pre gravitačný ohyb svetelného lúča a necháme dopadať kolmo na gravitačnú šošovku rovnobežné (tzv. paraxiálne) lúče, dostaneme vzťah podobný zobrazovacej rovnici šošovky známej z optiky. Gravitačné šošovky budú hrať v budúcnosti dôležitú úlohu pri mapovaní rozloženia hmoty vo vesmíre, teda aj zatiaľ tajomnej tmavej hmoty.

„Štvorlístkový“ kvazar (QSO 1413+117) sa nachádza v súhvezdí Pastier. Je to učebnicový príklad kvazaru s červeným posunom 2,6. Svetlo prichádzajúce z tohto objektu je „staré“ 80 % veku vesmíru. Objekt, ktorý spôsobuje efekt gravitačnej šošovky pri tomto kvazare, je obria galaxia, nepozorovateľná vo viditeľnom a veľmi slabá v infračervenom svetle. Všetky štyri zdanlivé obrazy tohto kvazaru majú rovnaké spektrum, čo potvrdzuje efekt gravitačnej šošovky. Najväčšia uhlová vzdialenosť medzi dvoma lístkami tohto „štvorlístkového“ kvazaru je až 1,35 oblúkovej sekundy, čo spôsobuje ťažkosti pri detailnom pozorovaní pozemskými ďalekohľadmi. Práve VLT po dokončení by mal poskytovať súčasným využitím všetkých štyroch teleskopov veľkú rozlišovaciu schopnosť a zároveň aj veľké pozorovacie pole.



Centrálna oblasť guľovej hviezdokopy M4.

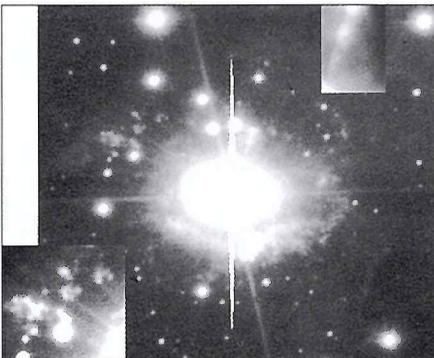
Táto snímka bola získaná kombináciou troch obrázkov, získaných pomocou modrého, červeného a zeleného filtra, pochádzajúcich z noci 22. mája 1998. Jednotlivé hviezdy sú tu zobrazené v pravých farbách, počnúc modrou pre veľmi horúce hviezdy (okolo 10 000 stupňov Celzia) až po červenú pre chladné (okolo 4000 stupňov celzia). Tento obrázok demonštruje veľmi dobrú citlivosť VLT na slabé hviezdy, veď dokázal zachytiť len dvojnásobnou expozíciou aj veľmi slabé modré hviezdy 24. magnitúdy, teda také, ktoré sú rádovo 15-miliónkrát slabšie než najslabšie hviezdy pozorované voľným okom. Jednoduchou extrapoláciou by sme zistili, že pre hviezdy 28. magnitúdy by bola potrebná expozíčná doba 1 hodina, teda aj také slabé objekty, keď zohľadníme stabilitu a presnosť pointácie UT1, by mohli byť v budúcnosti pozorované. Snímka takej dobrej kvality, ako je táto, sa podarila urobiť na VLT aj napriek tomu, že obloha bola osvetlená Mesiacom, tri dni pred prvou štvrtou. To umožňovala veľká plocha primárneho zrkadla (53 m<sup>2</sup>) kvalitne a precízne pokovovaná.



Jemné štruktúry v hmlovine Motýľ

Tento nádherný obrázok známej planetárnej hmloviny Motýľ (NGC 6302) bol vyhotovený 22. mája 1998. Je kombináciou troch snímok, prvá nasnímaná cez červený širokopásmový filter, druhá cez žltý a tretia cez modrý s expozíčnými dobami 10 minút. Rozlíšenie na tomto obrázku je až 0,6 oblúčkových sekúnd, teda ide o snímku výnimočnej kvality.

Niektoré masívne hviezdy na konci svojho života expandujú do obrovských rozmerov a odfúknu svoju obálku hviezdny vetrom. Pozostatkom po hviezde je superhustý a veľmi horúci, malý, ale pritom veľmi svietivý biely trpaslík, ktorý postupne chladne a stráca svietivosť: po odvrhnutí obálky je ešte schopný vyžarovať ultrafialové žiarenie, ktoré odvrhnutú obálku ionizuje, a tá sa potom rozplynie v medzihviezdnom priestore ako planetárna hmlovina. To je aj prípad hmloviny Motýľ. Táto hmlovina patrí do triedy bipolárnych hmlovín, ako to vidno na prvý pohľad z obrázka. Medzi „krídlami“ Motýľa v detaile vidíme tmavú prachovú diskovitú štruktúru z bočného pohľadu, ktorá zakrýva hviezdu v centre nášmu pohľadu. Napriek tomu jej intenzívne žiarenie sa šíri kolmo na disk a osvetľuje a zohrieva hmotu planetárnej hmloviny na oboch stranách. Predpokladá sa, že centrálna hviezda je členom dvojhviezdy, ako sa to ukázalo u iných bipolárnych hmlovín, kde na rozdiel od Motýľa bola centrálna hviezda viditeľná.

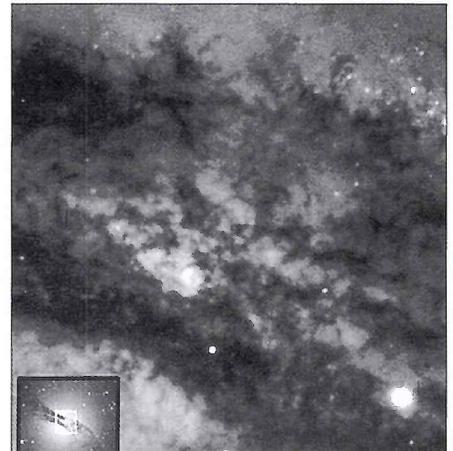


Vysokorýchlostné výtrysky v η Carinae.

Okolo roku 1841 sa stala η Carinae jednou z najjasnejších hviezd, keď pozemské teleskopy zaznamenali obrovské vzplanutie. Snímka v strede s expozíciou 10 sekúnd pochádza z 22. mája 1998, keď bolo zrkadlo VLT už pokovované. Demonštruje detailnú štruktúru hmoty, ktorá bo-

la odvrhnutá pri tejto udalosti. Je to zatiaľ najdetailnejšia snímka tohto objektu v histórii. Jasná hviezda v centre bola veľmi preexponovaná, čo viedlo k efektu pretekajúceho pixelu na CCD detektore. Obrázok v pravom dolnom rohu bol získaný pomocným ďalekohľadom UT1 s Cassegrainovým ohniskom. Ukazuje celkový pohľad na η Carinae a hmlovinu Homunculus.

η Carinae je jednou z najťažších hviezd v Mliečnej Dráhe a nachádza sa vo vzdialenosti 75 000 svetelných rokov. Odhaduje sa, že je 100-krát ťažšia ako Slnko. Tak ťažké hviezdy ako η Carinae spália vodík vo svojom jadre veľmi rýchlo, teda sú až neskutočne svietivé, asi miliónkrát svietivejšie ako Slnko. Aj ich celý vývoj je veľmi rýchly, veď explodujú ako supernovy len niekoľko miliónov rokov po svojom zrodení. η Carinae dospela práve teraz k tomuto záverečnému štádiu a počas ďalších 100 000 rokov môže vybuchnúť ako supernova; teraz je v stave veľkej instability, čo sa prejavuje obrovskými vzplanutiami aspoň raz za každých sto rokov, pri ktorých vyvrhne enormné množstvá hmoty. Tento obrázok zachytáva η Carinae práve pri jednom zo vzplanutí, ktoré prebehlo asi pred 400 rokmi, podobnom ako bolo v roku 1841. Obrázok v pravom hornom rohu ukazuje detail úniku hmoty v podobe výtrysku, ktorého rýchlosť presahuje 1 000 km s<sup>-1</sup>.



Prachový pás v galaxii Centaurus A.

Centaurus A je najbližšia aktívna eliptická galaxia a jeden z najintenzívnejších rádiových zdrojov na oblohe. Tento obrázok ukazuje časť prachového pruhu, ktorý zahŕňa centrálnu oblasť tejto galaxie. Verí sa, že je to výsledok nedávnej kolízie starej eliptickej galaxie a trpasličej galaxie bohatej na medzihviezdny plyn. Túto hypotézu dokazuje najmä intenzívnu formáciu nových hviezd vo vnútri prachového pásu, čo je dôsledok násilného premiešavania plynov obidvoch galaxií počas kolízie. Obrázok bol zhotovený 22. mája 1998 testovacou kamerou nainštalovanou v UT1. Snímka sa exponovala 10 sekúnd cez červený širokopásmový filter, aby sa otestovala schopnosť primárneho zrkadla s plochou 53 m<sup>2</sup> sústredovať svetlo. Hviezdy viditeľné na tomto obrázku sú hviezdy našej Galaxie, ale žiarivé chumáče v prachovom temnom pásu sú práve sa formujúce hviezdy v galaxii Centaurus A. V ľavej dolnej časti je čiernobiela snímka celkového pohľadu na túto galaxiu.



Vysokoenergetický výtrysk v M 87.

M 87 je (NGC 4486) je obria eliptická galaxia, ktorá chová vo svojom centre aktívne jadro, čiernu dieru. Tú sýti malý plynový disk, ktorý vydáva dobre usmernený vysokoenergetický výtrysk.

Ten preniká von z centrálnej časti galaxie a prejavuje sa silným modrým svetlom a ultrafialovým žiarením. M87 je typická eliptická galaxia, obsahuje v prevažnej miere staré a dosť chladné

hviezdy, tie spôsobujú načervenalé svetlo celej galaxie.

Tento obrázok je farebnou kompozíciou troch obrázkov: v ultrafialovom žiarení, v modrom a viditeľnom svetle (UBV fotometrický systém). Tieto tri snímky boli naexponované v noci z 25. na 26. mája 1998. Výtrysk je zachytený v ultrafialovom žiarení.

Atmosferické podmienky počas expozície boli trochu horšie než optimálne.

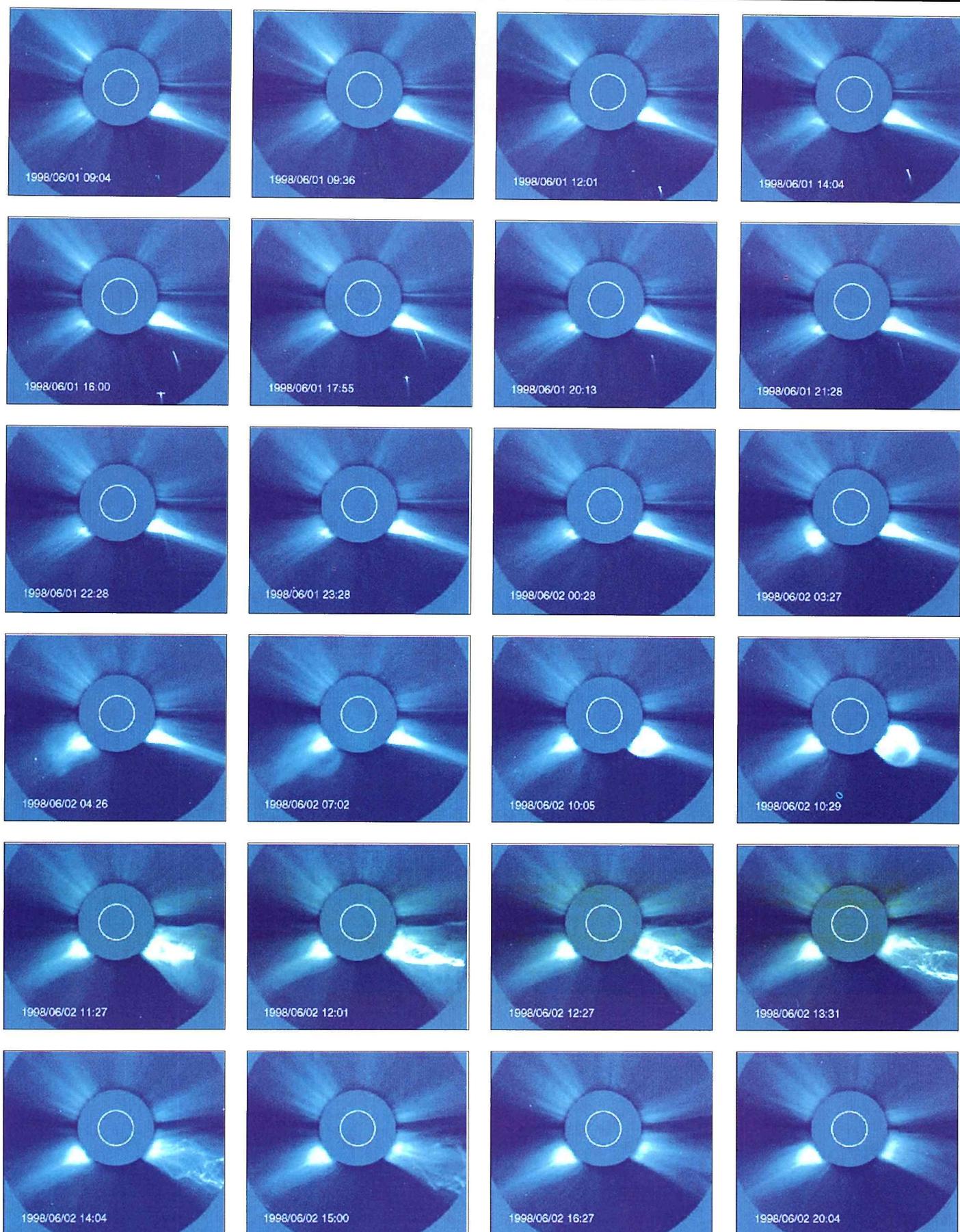
Tieto testy UT1 mali slúžiť na overenie nastavenia zrkadiel po ich nainštalovaní v druhej polovici apríla. Primárne zerodurové zrkadlo priemeru 8,2 m, počas testov ešte nepokrované, a sekundárne berýliové zrkadlo sú po testoch už dobre nastavené a prvá časť VLT môže slúžiť svojmu účelu.

Už to, čo dokáže ešte nekompletný VLT, je úžasné. Môžeme sa teda tešiť na snímky, ktoré získa „v plnej sile“.

Pavol Schwartz



Doteraz najostrejšou snímkou VLT je táto fotografia centrálnej časti hviezdokopy Messier 55 (alebo NGC 6809) v súhvezdí Strelca. Dĺžka expozície: 30 sekúnd. Ide o „surovú“ snímku, bez dodatočného spracovania počítačmi. Rozmer zobrazeného políčka je 83×83 oblúkovej sekundy. Rozlišovacia schopnosť VLT v pozemských podmienkach by umožnila rozlíšiť reflektory auta zo vzdialenosti 1200 km.



Niekoľko záberov z videosekvencie, ktorú urobili vedci na základe pozorovaní slnečného observatória SOHO, ukazuje jedinečný sled udalostí, ktoré sa na Slnku a v jeho blízkosti odohrali 1. a 2. júna tohto roka. Na Slnku najprv v rozpätí niekoľkých hodín dopadli dve kométy tzv. Kreutzovej skupiny. Krátko na to zaznamenali prístroje sondy najväčšiu erupciu v histórii modernej vedy, pri ktorej bola z povrchu Slnka vyvrhnutá hmota do vzdialenosti desiatok slnečných polomerov. Treba poznamenať, že medzi udalosťami bola zhoda len časová, bez príčinnej súvislosti. Celú sekvenciu nájdete na internetovej adrese [http://umbra.nascom.nasa.gov/comets/SOHO\\_sungrazers.html](http://umbra.nascom.nasa.gov/comets/SOHO_sungrazers.html). (Viac na nasledujúcej strane)

Snímky: NASA/ESA

# SOHO

## - dráma na pokračovanie

V Lagrangeovom bode L1, kde sa gravitačné pôsobenie Zeme a Slnka vyrovnáva, vyše milión kilometrov od našej planéty, odohráva sa malá tragédia. Krátko po tom, čo slnečná sonda SOHO, ktorá tu sleduje slnečné okolie, zaznamenala jeden z najúžasnejších úkazov posledných desaťročí, stratili operátori riadiaci signál.

Koronograf LASCO, ktorý je umiestnený na palube lietajúceho observatória SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), zaznamenal počas štyridsiatich hodín 1. a 2. júna tohto roka udalosť doteraz nevidanú – pád dvoch komét na Slnko, nasledovaný dramatickou erupciou slnečného plynu z povrchu našej hviezdy. Hoci vedecké prístroje na palube sondy odhalili už viac ako 50 komét tzv. Kreutzovej skupiny (ich perihélium sa nachádza tesne nad alebo dokonca vo vnútri slnečnej atmosféry), zánik dvoch komét vplyvom ich tesného priblíženia sa k Slnku v rozpätí niekoľkých hodín astronómovia ešte nezaznamenali. Navyše, krátko po tomto úkaze predviedlo Slnko svoju silu v celej kráse – vyvrhnutie plynu pozdĺž narušených siločiar magnetického poľa do vzdialenosti vyše 20 slnečných polomerov považujú odborníci za najväčšiu erupciu v dejinách modernej vedy. Našťastie, vyvrhnutá hmota a poruchy v magnetosfére nesmerovali priamo k Zemi, takže magnetosféra našej planéty zostala nedotknutá a žiadne vážnejšie nebezpečenstvo nehrozilo ani kozmonautom na obežnej dráhe. Krátko po oboch úkazoch astronómovia vylúčili súvislosť medzi dopadom komét a erupciou, hoci časová následnosť k takýmto úvahám nabádala. Veľkosť komét a Slnka je však neporovnateľná a dopad telies s rozmermi niekoľkých kilometrov do slnečnej atmosféry môže spôsobiť nanajvýš lokálnu udalosť s takmer nulovými následkami.

Rozruch po unikátnych pozorovaniach ešte neustal, keď 24. júna poobede počas rutinných operácií stratilo riadiace stredisko kontakt so sondou. Z neznámych prí-

čin prešiel počítač na palube SOHO do bezpečnostného módu, ktorý sa aktivuje v okamihu, keď senzor zaznamená určité anomálie v prevádzke sondy. Nanešťastie, v okamihu prechodu medzi módmí stratila sonda orientáciu a spojenie so Zemou sa prerušilo. Napriek úsiliu pracovníkov NASA Deep Space Networks sa pokusy o spojenie so sondou skončili neúspešne. Do pokusov o oživenie sondy sa v priebehu niekoľkých dní zapojili aj experti Matra Marconi Space, ktorí sondu skonštruovali. Podarilo sa im zostaviť kód, ktorý by pri predpokladanej príčine straty signálu zabezpečil opätovné nadviazanie spojenia. Tento kód začali v minútových intervaloch vysielat pomocou 34-metrových rádioteleskopov siete DSNO (Deep Space Network Observatory) smerom k sonde. Zatiaľ neúspešne...

Na základe telemetrických údajov zo sondy SOHO odborníci usúdili, že najpravdepodobnejšou príčinou straty spojenia so sondou je prerušenie dodávky energie do riadiaceho počítača. Toto prerušenie zrejme spôsobilo odklonenie solárnych panelov od Slnka. Vedci však dúfajú, že počas pomalejšej rotácie sondy sa panely po istom čase opäť dostanú do dosahu slnečných lúčov. Vtedy by mala sonda zareagovať na vysielaný kód a na náklade neho previesť operačný systém do núdzového režimu, ktorý by spojári využili na nadviazanie spojenia so sondou. Všetci dúfajú, že sa tak stane v priebehu niekoľkých týždňov a že jedno z najúspešnejších kozmických observatórií budú môcť astronómovia využívať až do maxima slnečného cyklu, ktoré očakávame na prelome tisícročí.

Roman Piffil

### Slnečné observatórium SOHO

je spoločným projektom Európskej kozmickej agentúry (ESA – European Space Agency) a americkej NASA. Sondy vyniesla na obežnú dráhu raketa Atlas IIAS z mysu Canaveral na Floride 2. decembra 1995. Operácie sondy riadi tím odborníkov z Goddardovho letového centra NASA v Greenbelte. V apríli 1998 sonda naplnila plánovaný dvojročný program, počas ktorého prostredníctvom batérie špeciálnych prístrojov sledovala atmosféru Slnka, jeho povrch, vnútro, ale aj blízke okolie. Medzi hlavné úspechy pozorovaní vedci zaraďujú odhalenie riek plazmy tesne pod povrchom Slnka; objav magnetického „plášťa“, ktorý zahaluje povrch našej hviezdy a spôsobuje ohrev plynu v koróne na teploty, ktoré si slniečkari doteraz nevedeli vysvetliť; prvú detekciu „slnkotrasenia“; získanie podrobných údajov o slnečnej atmosfére; unikátne zábery pohybu hmoty počas slnečných erupcií, ktoré vplyvajú na „počasie“ v medziplanetárnom priestore; a samozrejme, pohyby a zánik niekoľkých desiatok komét tzv. Kreutzovej skupiny v tesnej blízkosti slnečného povrchu. Podrobné informácie, obrázky a videosekvencie nájdete aj na Internete, na adrese <http://sohowww.nascom.nasa.gov/>.



## Planéty z hviezdneho popola?

Môže smrť hviezdy vyvolať tvorenie planét? Podľa doteraz platných teórií tvoria sa planéty z prachoplynových diskov, ktoré rotujú okolo novosformovaných hviezd. Zdá sa však, že planéty sa môžu tvoriť aj z popola Slnku podobných hviezd, ktoré sa nachádzajú v záverečnej fáze svojho života.

Rens Waters z Amsterdamskej univerzity ohlásil v máji objav hustého, prachového disku, ktorý obieha okolo Slnku podobnej hviezde, ktorá s umierajúcim červeným obrom vytvárala binárny systém. Holanďan a jeho tím pomocou Infračerveného vesmírneho teleskopu (ISO), ktorý na obežnú dráhu okolo Zeme vyslala Európska vesmírna agentúra zistili, že disk obsahuje veľké množstvo na kyslík bohatých minerálov, medzi ktorými nechýbajú ani kremičitany. Zmiečka prachu tvoriace disk sú veľmi podobné tým, ktoré detegujeme v diskoch, obklopujúcich mladé hviezdy.

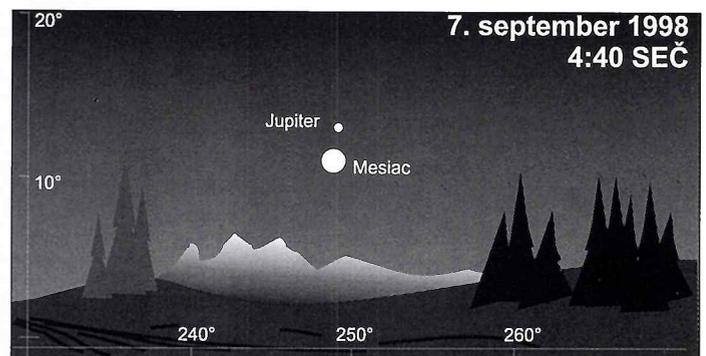
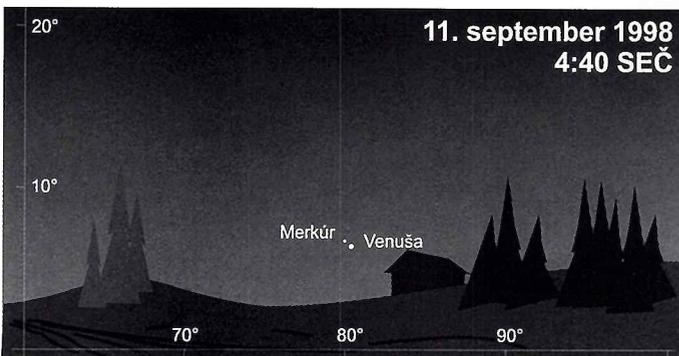
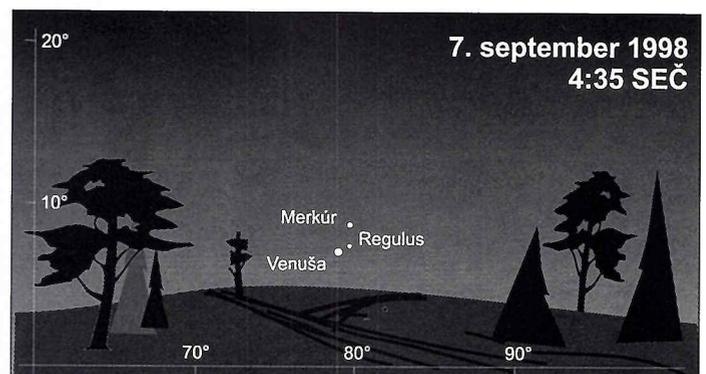
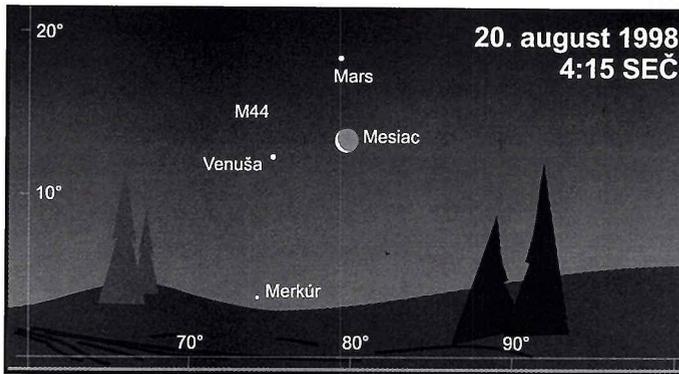
Disk vznikol v planetárnej hmlovine, ktorú poznáme pod názvom Červený štvoruholník. Táto planetárna hmlovina vznikla odvrhnutím obálky červeného obra, čo je príznakom toho, že palivo v jadre tejto umierajúcej hviezdy sa už vyčerpal, jej jadro kolabovalo a silný hviezdny vietor vzápätí rozptýlil obálku do okolitého priestoru. Časť materiálu odvrhnutého obálky si gravitačne „prisvojil“ hviezdny súputník umierajúceho obra a sformoval ho do podoby disku.

Tvorila sa v tomto disku nové planéty? Hvezdári preskúmali exotický útvar v rádiovej oblasti a po vyhodnotení napozorovaného materiálu zistili, že prachové zrnka sa začínajú gravitačne zahusťovať do veľkých chuchvalcov. – Pozorovali sme tvorbu planetesimálov, ale zatiaľ nedokážeme presnejšie určiť o aké veľké telesá ide – vraví Waters. Tak alebo onak: Procesy, ktorých dôsledkom je formovanie planét v diskoch okolo mladých hviezd fungujú aj v tomto disku. Waters sa nazdáva, že disk sa okolo hviezdneho súputníka umierajúcej hviezdy sformoval iba nedávno, takže sa v ňom sotva stihli vytvoriť veľké, Jupiteru podobné planéty, (aj s ohľadom na menšie množstvo stavebného materiálu z odvrhnutého obálky), ale menšie, terestrické planéty by sa v ňom mohli formovať. Ukazuje sa, že planétotvorba sa rozbehne všade tam, kde sa vytvoria priaznivé podmienky. Zdá sa, že planetárne systémy má oveľa viac hviezd, ako sme si ešte donedávna mysleli. (Pripomeňme si, že prinajmenšom v jednom prípade bol objavený planetárny systém aj okolo neutrónovej hviezdy.)

Nature

## Akí veľkí sú hviezdni obri a superobri?

Astronómovia pomocou palomarského interferometru PTI zmerali polomery 70 hviezdnych obrov a superobrov. Tieto „napuchnuté hviezdy“, v jadrách ktorých sa vypotrebovalo vodíkové palivo, majú 10- až 300-krát väčší polomer ako Slnko. Pomocou dvoch teleskopov, vzdialených od seba 110 metrov, dosiahol interferometer rozlíšenie, porovnateľné so 110-metrovým teleskopom. Astronómovia týmto prístrojom merajú uhlové veľkosti hviezd a kombinujú ich s údajmi astrometrického satelitu Hipparcos, čo im umožňuje doteraz najpresnejší odhad skutočnej veľkosti hviezd.



Kresby: Július Slíž

# Obloha v kalendári august, september

Pripravili: PAVOL RAPA VÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Počas teplých letných nocí si môžeme vychutnať všetky planéty, na svoje si prídu aj zákrytári a praví astronomickí žatvu budú mať pozorovatelia meteorov. Pri všetkých pozorovaniach si však musíme uvedomiť, že ak nám nestačí obohatiť sa silným emotívnym zážitkom, musíme svoje pozorovanie spracovať a zaslať príslušnému koordinátorovi. V tom vám iste radi poradia v každej hviezdárni.

## Planéty

**Merkúr** sa nám objaví na rannej oblohe až v druhej dekáde augusta. 21. 8. bude v peknom zoskupení s Mesiacom nízko nad obzorom za asistencie Venuše a Marsu. 31. 8. je v najväčšej západnej elongácii (18°), po ktorej sa jeho viditeľnosť postupne zhoršuje, aby sa v druhej polovici septembra beznádejne stratil v rannom súmraku. Najbližšie k Zemi (0.602 AU) bude 10. 8.

**Venuša** je od začiatku augusta pozorovateľná ako Zornička za asistencie načervenalého Marsa, od ktorého sa však bude uhlovo vzdalovať, aby sa koncom mesiaca priblížila k Merkúru a obe planéty vytvorila 7. 9. zaujímavé zoskupenie s Regulum. V polovici septembra sa začne strácať v rannom svitaní. 4. 8. je v konjunkcii s Marsom, 5. 8. ráno bude necelý stupeň pod Marsom a 19. 8. prejde v rovnakej vzdialenosti pod Jasličkami. 25. 8. bude 3' nad Merkúrom, no krajšia konjunkcia s touto planétou nastane 11. 9., keď na začiatku občianskeho súmraku budú obe planéty od seba len 0.3' vo výške 6' nad horizontom.

**Mars** je pozorovateľný v Blížencoch ako načervenalý objekt 1.5 mag, ktorý sa bude v priamom smere presúvať cez Raka do Leva. 31. 8. bude prechádzať cez Jasličky, čo by mohlo inšpirovať fotografov aspoň s malým teleobjektívom.

Obdobie jeho viditeľnosti sa stále predlžuje a koncom septembra už vychádza 2 hodiny po polnoci. 17. 9. pred východom Slnka sa priblíži k Mesiacu.

**Jupiter** ma dobré podmienky viditeľnosti, nakoľko 16. 9. je v opozícii so Slnkom, a teda pozorovateľný po celú noc. Najbližšie k Zemi je o deň skôr (3.963 AU) a jeho uhlový rozmer dosiahne 46". Retrográdnym pohybom sa presunie koncom augusta z Rýb do Vodnára ako jasný objekt -2.8 mag. Určite si teda nezabudnite pripraviť pozorovacie pomôcky a skúste zakresliť jeho povrchové útvary aj s červenou škvrnou. Prechod škvrny cez stred disku je v tabuľke. Vzhľadom na rýchlu rotáciu planéty je vhodné pozorovať Veľkú červenú škvrnu asi hodinu pred až po prechode škvrny centrálnym meridiánom. 11. 8. dve hodiny po polnoci nastane jeho konjunkcia s Mesiacom, ktorý bude 1.6° južne. 7. 9. si pred východom Slnka môžeme vychutnať priblíženie oboch telies nad západným obzorom.

**Saturn** vychádza začiatkom augusta 2 hodiny pred polnocou a obdobie jeho viditeľnosti sa postupne predlžuje. 16. 8. je stacionárny a retrográdnym pohybom sa 13. 9. dostane do Rýb. Koncom septembra je nad obzorom už takmer od konca občianskeho súmraku a jeho jasnosť je 0 mag.

**Urán** je v polovici augusta pozorovateľný už od občianskeho súmraku v súhvezdí Kozorožca, a teda aj pri kulminácii vystúpi nad obzor len do výšky 23 stupňov. 1. 8. je v opozícii so Slnkom a o deň neskôr bude k Zemi najbližšie (18.855 AU). Pomocou hviezdnej mapy sa ho môžeme pokúsiť nájsť voľným okom ako objekt 5.6 mag.

**Neptún** má podobné podmienky viditeľnosti ako Urán, nakoľko sú na oblohe od seba len 10 stupňov. Na jeho pozorovanie však už potrebujeme aspoň triéder, pretože jeho jasnosť je necelých 8 mag. Napriek tomu, že planéta je pomerne jasná, jej objavenie bolo zaujímavé a môžete sa o ňom viac dočítať v Základných otázkach z astronómie (6. diel, str. 26).

**Pluto** sa z hľadiska pozorovacích podmienok zhoršuje, pretože sa stále pohybuje v južných deklináciách a zároveň sa vzdaluje od Zeme.

**Tabuľka pozorovateľných prechodov Veľkej červenej škvrny centrálnym poludníkom Jupitera v SEČ**

3.8.	22:53	20.8.	21:52	6.9.	1:00	20.9.	2:30
5.8.	4:40	22.8.	3:39	6.9.	20:51	20.9.	22:21
6.8.	00:31	22.8.	23:30	8.9.	2:38	21.9.	18:12
8.8.	2:09	25.8.	1:08	8.9.	22:29	22.9.	4:08
8.8.	22:00	25.8.	20:59	10.9.	4:16	22.9.	23:59
10.8.	3:47	27.8.	2:46	11.9.	00:07	23.9.	19:50
10.8.	23:38	27.8.	22:37	11.9.	19:58	25.9.	1:37
13.8.	1:16	29.8.	4:24	13.9.	1:45	25.9.	21:28
15.8.	2:54	30.8.	00:15	13.9.	21:36	27.9.	3:15
15.8.	22:45	30.8.	20:06	15.9.	3:23	27.9.	23:06
17.8.	4:32	1.9.	1:53	15.9.	23:14	28.9.	18:57
18.8.	00:23	1.9.	21:44	16.9.	19:05	30.9.	00:44
19.8.	6:10	3.9.	3:31	18.9.	00:52	30.9.	20:35





skupina galaxií. Mlhovina v Andromedě (NM 31, NGC 224) však není nejnvhodnejším začátkem. Největší a zřejmě i nejnámější je NGC 206, rozsáhlá OB asociace na jihozápadním okraji galaxie. Na snímcích vypadá jako nápadné zjasnění severozápadně od M 32 (NGC 221). Měla by být poměrně snadno viditelná v dalekohledu o průměru dvacet centimetrů jako eliptická skvrna s velikostí 2×1. V ještě větších přístrojích byste mohli spatřit několik hvězd patřících do sociace. Jejich hvězdná velikost je 15,5 mag a jsou tudíž asi 250 000-krát zářivější než Slunce.

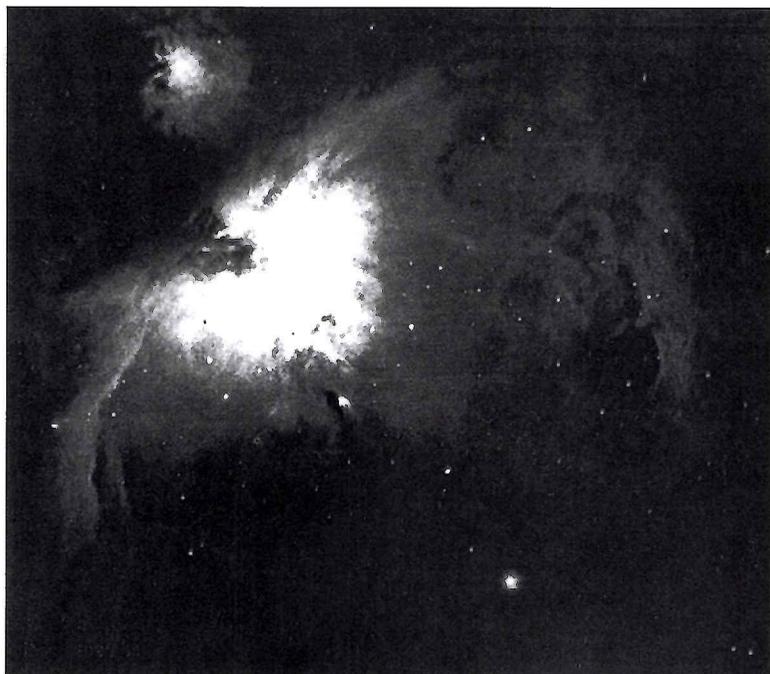
Mnohem více šancí máte u Galaxie v Trojúhelníku (M33, NGC 598). NGC číslo má v jejím případě hned několik zhustků. Nejdříve se určitě podívejte na rozsáhlou HII oblast NGC 604, která je v těsné blízkosti hvězdy desáté velikosti. Je natolik bohatá na mladé hvězdy a ionizovaný vodík, že se na ni podíval i Hubbleův kosmický dalekohled. Měla by být viditelná již v Sometu binaru, ve větších přístrojích se promění na mírně protáhlou skvrnu (30×20) se dvěma, slabými hvězdami. Dalším prominentní HII oblastí je NGC 595. Má zhruba poloviční velikost jako předcházející, ale i tak je snadno pozorovatelná. Budete-li pokračovat na jihozápad od jádra M 33, můžete spatřit NGC 588 a NGC 592. Jsou však ještě slabší.

Z členů Místní skupiny se lze ještě zmínit o NGC 6822 ve Střelci. (Mimo chodem se jedná o první galaxii, ve které Edwin Hubble našel cefeidy). Za jejím severním okrajem leží HII oblast IC 1308. Její jasnost se odhaduje na 14 mag a velikost na 30 úhlových vteřin.

O něco lépe je na tom opomíjená NGC 253, která je jednou z nejjasnějších

galaxií. Najdete ji poblíž hranic Velryby se Sochařem, asi sedm a půl stupně jižně od beta Ceti. Prvenství objevu patří Karolině Herschelové z roku 1783. Všimla si jí během systematického hledání komet. O padesát let později se na ni podíval osmnáctipalcovým kovovým zrcadlem i její synovec John Herschel. Popsal ji jak „velmi jasný, velký (24 v délce) a jedinečný objekt. Jeho jas je nerovnoměrný a nejsou v něm vidět žádné hvězdy, vyjma čtyř jasných a jedné velmi slabé. Žádná z nich ale pravděpodobně k mlhovině nepatří. V blízkém okolí se nachází množství dalších hvězd“. Novodobé zkušenosti různých pozorovatelů potvrzují, že je pohodlně v dosahu i malých dalekohledů. Snadno ji spatříte už v triedru 10x50 jako podlouhlou, jasnou mlhavou skvrnu. Nápadnější detaily však uvidíte až v dalekohledech o průměru nad dvacet centimetrů.

Tím je naše nabídka prakticky vyčerpána. Vzdálíme-li se totiž z Místní skupiny, galaxie zeslábnou a stanou se skutečně nezajímavé. Alespoň v dalekohledech jež máte většinou k dispozici. Takže jen telegraficky: M 74 (NGC 628) v Rybách má ve velkých přístrojích jakási zjasnění ve spirálních ramenech. Také NGC 25146 as NGC 2366 v Žirafě. Ve druhém případě byste mohli mít více šanci, jelikož nejjasnější oblast NGC 2366, která se nachází na jihozápadě, má číslo NGC 2363. Podobným případem je i NGC 2403, velká spirální galaxie. Její nejjasnější zhustek NGC 2404 je rozsáhlou HII oblastí podobnou NGC 604 v M 33. Vděčná je samozřejmě M 82 ve Velké medvědicí. Ve dvacetimetrem refraktoru jsou bez problému vidět dva nápadné zářezy poblíž centra galaxie. Určitě se na ni proto podívejte.



Velká hmlovina v Orióně s malou plynoprachovou hmlovinou M 43.

## Kalendář úkazů august–september (časy sú v SEČ) a výročí

Deň, čas	Úkaz
1.8.	planétka (980) Anacostia v opozícii (10.7 mag)
1.8.	maximum W And (A=6.7-14.6 mag, P=396d)
2.8.	planétka (29) Amphitrite v opozícii (9.2 mag)
3.8.	1.0 zákryt hviezdy GSC 5757 009 (10.7 mag) planétkou (102) Miriam
3.8.	planétka (13) Egeria v opozícii (10.9 mag)
3.8.	8 Úrán v opozícii
4.8.	23.5 Venuša v konjunkcii s Marsom (Venuša 0.8° južne)
5.8.	25. výrocie Marsu 6 (1973)
5.8.	maximum meteorického roja južne iota Akvaridy
7.8.	2.3 Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 1.6° južne)
7.8.	18.3 Úrán v konjunkcii s Mesiacom (Úrán 1.7° južne)
8.8.	18.8 Venuša v konjunkcii s Polluxom (Venuša 6.5° južne)
8.8.	3.2 Mesiac v splne
8.8.	3.4 polotieňové zatmenie Mesiaca (stred zatmenia)
9.8.	maximum meteorického roja severne delta Akvaridy
9.8.	planétka (71) Niobe v opozícii (10.6 mag)
10.8.	Merkúr najbližšie k Zemi (0.602 AU)
11.8.	1.5 Konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 1.6° severne)
11.8.	Kométa Peters-Hartley v perihéliu (1.624 AU)
11.8.	12.8 Mesiac v perigeu
12.8.	maximum meteorického roja Perzeidy
13.8.	23.2 zákryt hviezdy SAO 160702 (8.8 mag) planétkou (1428) Mombasa
14.8.	20.8 Mesiac v poslednej štvrti
14.8.	0.8 Merkúr v dolnej konjunkcii
15.8.	kométa C/1997 J2 Meunier-Dupouy najbližšie pri Zemi (2.494 AU)
16.8.	1.0 zákryt hviezdy GSC 5257 934 (11.5 mag) planétkou (645) Agrippina
16.8.	2.8 Aldebaran v tesnej konjunkcii s Mesiacom (0.2° južne)
16.8.	16.7 Saturn stationárny
16.8.	Meteoroids (16.-21.8.) Stará Lesná
17.8.	4.5 zákryt hviezdy SAO 94464 (8.5 mag) planétkou (444) Gypsis
17.8.	maximum U Cyg (A=5.9-12.1 mag, P=463d)
18.8.	1.3 minimum β Per(A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
18.8.	12 Pluto stationárne
18.8.	maximum meteorického roja kappa Cygnidy
19.8.	planétka 1987 OA najbližšie k Zemi (0.1019 AU)
19.8.	4.0 zákryt hviezdy GSC 3693 1699 (10.2 mag) planétkou (1036) Ganymed
19.8.	4 Venuša 1° južne od Praesepe (M44)
20.8.	International Meteor Conference (20.-23.8.) Stará Lesná
20.8.	2.7 zákryt hviezdy SAO 125847 (9.0 mag) planétkou (1371) Resi
20.8.	maximum meteorického roja severne iota Akvaridy
20.8.	14.3 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 3.4° severne)
21.8.	2.2 Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 1.2° južne)
22.8.	prstencové zatmenie Slnka (od nás nepozorovateľné)
22.8.	3.0 Mesiac v nove
23.8.	23.9 zákryt hviezdy SAO 78260 (9.0 mag) planétkou (389) Industria
23.8.	6 Merkúr stationárny
24.8.	planétka (354) Eleonora v opozícii (10.7 mag)
24.8.	kolokvium IAU: Evolution and Source Regions of Asteroids and Comets, (24.-28.8.) Stará Lesná
25.8.	kométa Shoemaker-Levy 7 v perihéliu (1.697 AU)
25.8.	kométa Russell 1 v perihéliu(2.182 AU)
26.8.	19.5 Merkúr v konjunkcii s Venušou (Merkúr 2.4° južne)
27.8.	7.3 Mesiac v prízemí
28.8.	5. výrocie sondy Galileo (Iida)
30.8.	6.1 Mesiac v prvej štvrti
31.8.	0.8 zákryt hviezdy SAO 145834 (9.0 mag) planétkou (1828) Kashirina
31.8.	10 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (18°)
1.9.	maximum R Oph (A=7.0-13.8 mag, P=306d)
1.9.	maximum meteorického roja alfa Aurigidy
2.9.	23.7 zákryt hviezdy SAO 76822 (9.0 mag) planétkou (1264) Letaba 76822
3.9.	3.5 zákryt hviezdy GSC 1307 921 (9.4 mag) planétkou (65) Cybele
5.9.	Merkúr v perihéliu
6.9.	12.3 Mesiac v splne
6.9.	12.2 polotieňové zatmenie Mesiaca
7.9.	3.1 minimum β Per(A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
7.9.	6.8 Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 1° severne)
7.9.	Venuša v perihéliu
7.9.	23.6 Merkúr v konjunkcii s Regolom (Merkúr 0.6° severne)
8.9.	3.6 zákryt hviezdy SAO 95514 (8.3 mag) planétkou (676) Melitta
8.9.	7.0 Mesiac v prízemí
9.9.	20. výrocie Venury 11
9.9.	maximum meteorického roja delta Aurigidy
9.9.	19.5 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 2.8° severne)
9.9.	23.9 minimum β Per(A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
10.9.	3.6 zákryt hviezdy SAO 12715 (8.9 mag) planétkou (1574) Meyer
10.9.	planétka (804) Hispania v opozícii (10.6 mag)
11.9.	5 konjunkcia Merkúra s Venušou (Merkúr 0.3° severne)
12.9.	10.5 tesná konjunkcia Aldebarana s Mesiacom (Aldebaran 0.3° severne)
13.9.	2.9 Mesiac v poslednej štvrti
14.9.	20. výrocie Venury 12
15.9.	Jupiter najbližšie k Zemi (3.963 AU)
16.9.	4 Jupiter v opozícii
16.9.	planétka (2) Pallas v opozícii (8.2 mag)
18.9.	21.2 zákryt hviezdy GSC 5148 1018 (10.8 mag) planétkou (456) Abnova
18.9.	planétka 1991 RB najbližšie k Zemi (0.0401 AU)
19.9.	150. výrocie objavenia Saturnovho mesiaca Hyperion (W.Bond)
20.9.	18.0 Mesiac v nove
20.9.	planétka (5786) Talos najbližšie k Zemi (0.943 AU)
20.9.	maximum meteorického roja Piscidy
23.9.	6.6 jesenná rovnodennosť
23.9.	22.9 Mesiac v odzemi
24.9.	Merkúr v maxime jasnosti (-1.6 mag)
25.9.	21 Merkúr v homej konjunkcii
27.9.	kométa Howell v perihéliu (1.406 AU)
27.9.	4.8 minimum β Per(A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
28.9.	22.2 Mesiac v prvej štvrti
29.9.	planétka (521) Brixia v opozícii (11.0 mag)
30.9.	1.6 minimum β Per(A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
30.9.	19.5 zákryt hviezdy SAO 163130 (8.8 mag) planétkou (43) Ariadne
30.9.	19.1 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 1.5° južne)

# Súhvezdia

*...raz pri prenasledovni Plejád vyskočil oproti nemu rozzúrený býk. Nezlaknúc sa, Orion vysoko zdvihol pravú ruku s kyjakom a čakal, kým sa k nemu býk priblíži, aby mu zasadil úder do hlavy...*

Príbeh, ktorý sa nikdy neodohral, dal podnet k názvu skupiny hviezd na oblohe, ktorú dnes nazývame súhvezdie Orion. Aj iné, viac či menej výrazné skupiny hviezd združujeme do podobných celkov – súhvezdí. Jasnejšie hviezdy vytvárajú charakteristický obrazec daného súhvezdia. Jednotlivé hviezdy však spravidla nemajú žiadnu priestorovú ani fyzikálnu súvislosť. Preto súhvezdia, tak ako ich poznáme, možno pozorovať len z pomerne malého vesmírneho okolia Zeme. Naše súhvezdia sú však viazané nielen na priestor, ale aj na dobu, v ktorej ich pozorujeme. No zmeny, ktorým naše hviezdne okolie podlieha, sú z hľadiska dĺžky ľudského života také pomalé, že si ich takmer neuvedomujeme.

Prvé informácie o „súhvezdiach“ sú zachované na hlinených tabuľkách z obdobia asi 13 000 rokov pr.n.l. Ľudia spájali výrazné skupiny hviezd do obrazcov, ktoré odzrkadľovali život človeka. Obloha zároveň slúžila ako kalendár. Napr. podľa východu a západu Sírnia niektoré kultúry určovali, kedy nastáva obdobie záplav, kedy obdobie vhodné na sejbu alebo na zber úrody. Táto črta sa postupne vytrácala a súhvezdia nadobúdali čoraz väčšiu súvislosť s mytológiou.

Každá kultúra mala svoje mená hviezd a názvy súhvezdí. Jednotlivé obrazce sa však často navzájom podobali a mali príbuzné názvy. K dnešnej podobe súhvezdí sme sa dostali po dosť zložitej vývoji, na ktorom mali najväčší podiel euroázijské národy a ich kultúry.

Hipparchos, jeden z najväčších astronómov staroveku, mal vo svojom katalógu 1080 hviezd rozdelených do 49 súhvezdí. V tomto období vzniklo aj niekoľko básnických diel, v ktorých sú opisované nielen hviezdy, astronomické úkazy a súhvezdia, ale aj ich súvislosť so životom človeka.

Grécky astronóm a filozof Klaudios Ptolemaios okolo roku 150 n.l. popísal vo svojej knihe Almagest 48 súhvezdí s 1028 hviezdami. 12 zvieratníkových súhvezdí bolo prevzatých podľa viac ako dvetisíc rokov starých babylónskych predstáv.

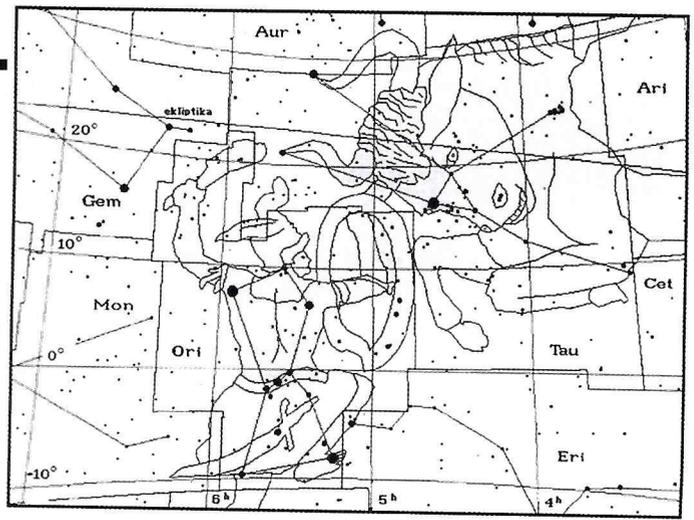
Náhľady na súhvezdia však od čias Ptolemaia ostali nezmenené prakticky až do konca 16. storočia, keď holandskí moreplavci Kayser a Houtman pomenovali 12 súhvezdí južnej oblohy. Po tomto období začalo rozdelenie oblohy do súhvezdí prechádzať mnohými premenami. Počty hviezd v ka-

talógoch pribúdali a vznikali aj nové súhvezdia. Medzi najvýznamnejšie diela z tohto obdobia patrí atlas Uranometria, ktorý podľa katalógu zostaveného Tycho de Brahe (46 súhvezdí so 777 hviezdami) vypracoval začiatkom 17. storočia Johann Bayer.

Uranometria, podobne ako iné atlasy pochádzajúce z tohto obdobia, zobrazuje oblohu v ekliptikálnom súradnicovom systéme. Súhvezdia sú ilustrované figurálnymi kresbami, ktoré zodpovedajú predstavám vtedajšej doby. Dnes sa nám tieto mapy zdajú neprehľadné. Ilustrácie v nich však neboli samoučelné. Popri umeleckej a dekoratívnej stránke boli prínosom aj z vedeckého hľadiska. Pomáhali vizualizovať súhvezdia. Umožňovali tak lepšie sa na oblohe orientovať a popisovať polohu objektov na nej. V tomto zmysle nám tieto kresby pomáhajú dodnes.

Bayer vo svojom atlase zaviedol označovanie jasných hviezd, ktoré označil písmenami gréckej abecedy s pridaním genitívu latinského názvu súhvezdia, do ktorého daná hviezda patrila. Písmená abecedy boli väčšinou priraďované podľa ich zdanlivej jasnosti. Nebolo to však pravidlo. V niektorých prípadoch hviezdy dostali označenie podľa významnosti polohy v obraze súhvezdia. V iných prípadoch mali prednostné označenie hviezdy ležiace severnejšie (napr. Rigel a Betelgeuze). V súhvezdiach zostávajúcich z viac ako 24 jasných hviezd boli použité aj písmená rímskej abecedy. Tento systém označovania neskôr zaviedol La Caille aj na južnú oblohu. Ďalšie súhvezdia doplnili tiež Jacob Bartsch, Johan Kepler, a Edmund Halley.

K tvorbe súhvezdí významne pri-



Obr. 1

spel tiež Jan Hevelius. Na základe svojich pozorovaní (1564 hviezd) koncom 17. storočia zostavil atlas Uranographia. Tento atlas bol spracovaný podľa Bayerovej Uranometrie. Hevelius zachoval ekliptikálnu projekciu, no vrátil sa na vtedajšiu dobu už k archaickému stranovo obrátenému mapovaniu oblohy. Aby vyplnil oblasti hviezd nepatriace k žiadnemu súhvezdiu, doplnil ďalšie súhvezdia. Na obrázku č. 1 sú do počítačom vytvorenej mapy zakreslené figurálne kresby súhvezdí Orion a Býk. Kresby sú upravené podľa Hevelia, no oproti originálu sú stranovo otočené. Anglický kráľovský astronóm Flamsteed vo svojom atlase Coelestis z roku 1729 použil na zobrazovanie máp rovnaký súradnicový systém v presnejšej projekcii. Upravil Bayerovo označovanie hviezd, aby poradie písmen v gréckej abecede zodpovedalo jasnostiam hviezd v súhvezdí. Nebol však celkom dôsledný. Zaviedol označovanie menej jasných hviezd číslami.

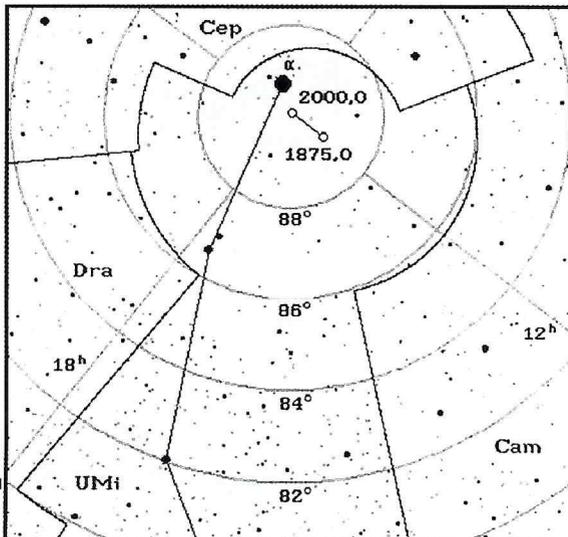
Koncom 18. storočia La Caille obohatil južnú oblohu o 14 súhvezdí s celkom netradičnými názvami – menami prístrojov používaných vo vede a umení jeho doby. Rozdelil tiež Ptolemaiovo súhvezdie Loď Argonautov na súhvezdia Plachty, Kýl a Korma.

Johann Bode vo svojom atlase Uranografia z roku 1801 zaviedol ďalších deväť súhvezdí. Atlas bol zostavený v kužeľovej projekcii a polohy hviezd

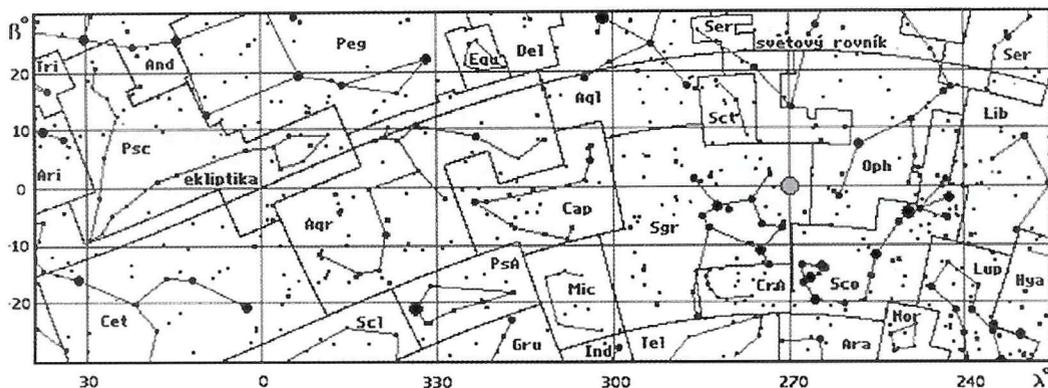
boli vynesené pomerne veľmi presne. Pozostával z asi 17 000 hviezd. Stále však obsahoval aj figurálne kresby súhvezdí. Súhvezdia, ktoré zaviedol Bayer, boli pomenované podľa technických výdobytkov jeho doby. Tak sa napríklad na oblohu dostalo súhvezdie Montgolfierov teplovzdušný balón. Z jeho súhvezdí sa dodnes zachoval názov meteorického roja aktívneho v januári – Kvadrantidy, ktorého radiant leží v ním navrhnutom súhvezdí Quadrans Muralis. Dnes táto časť oblohy patrí do súhvezdia Bootes. Bayer do svojho atlasu zaviedol hranice súhvezdí, ktoré však neboli jednoznačne definované.

Počiatkom 19. storočia boli hviezdne mapy dosť neprehľadné a popletené. Na oblohe už bolo zavedených okolo 300 súhvezdí. Kráľovská astronomická spoločnosť v Anglicku preto v roku 1841 navrhla reformu súhvezdí. Reforma však úspešná nebola. Až roku 1922 počas konferencie novovzniknutej Medzinárodnej astronomickej únie bola obloha definitívne rozdelená na 88 súhvezdí. V priebehu konferencie belgický astronóm Delporte do máp vkreslil hranice súhvezdí pozdĺž siete rovníkových súradníc. Vzhľadom na to, že američan Gould už takto rozdelil súhvezdia južnej oblohy pre epochu 1875, táto epocha bola použitá aj na ostatné súhvezdia. Hranice súhvezdí boli definitívne schválené a publikované roku 1930. Každá časť oblohy je pomenovaná podľa súhvezdia, ktoré sa v nej nachádza. Súhvezdia majú latinské názvy a trojpísmenové skratky, ktoré sú záväzné pre všetky krajiny.

Ako všetko v prírode, aj súhvezdia sa menia. Vlastné pohyby hviezd pomaly menia tvary obrazcov vytvárajúcich jednotlivé súhvezdia. Tieto zmeny sú však veľmi pomalé, výraznejšie by sa prejavili až po dlhom časovom období (desiatky tisícov rokov). No hviezdy ležiace v tesnej blízkosti definovaných hraníc súhvezdí môžu v dôsledku vlastných pohybov prejsť v relatívne krátkom čase do súhvezdia susedného. Aj samotné hranice súhvezdí prechádzajú určitými zmenami.



Obr. 2



Obr. 3

mi. V epoche, pre ktorú boli definované (1875,0), mali zlomové body celočíselné hodnoty rovníkových súradníc. Vplyvom presesie sa však menia rovníkové súradnice hviezd. Aby hviezdy nevychádzali z hraníc súhvezdí, musia teda aj hranice podliehať precesii. Preto sa vlastne neustále menia súradnice zlomových bodov hraníc. Sieť hraníc tak po období takmer jeden a štvrt storočia vykazuje značný posuv oproti sieti rovníkových súradníc. Najviac sa to prejaví v okolí svetových pólů. Na obr. 2 je znázornené okolie severného svetového pólu. Veľmi dobre vidieť, ako sa hranica

súhvezdia Malý Voz posunula od deklinačných kružníc a kružnic rektascenzie, s ktorými v r. 1875 splyvala.

Súhvezdia podľa polohy na oblohe delíme na súhvezdia severnej a južnej oblohy a na rovníkové. Medzi rovníkové súhvezdia patria tie, ktorými prechádza svetový rovník, ale svojimi časťami zasahujú na severnú aj na južnú oblohu. Z hľadiska pozorovacích podmienok sa súhvezdia vzhľadom na zemepisnú šírku pozorovateľa delia na viditeľné, nezapadajúce (cirkumpolárne) a neviditeľné. Súhvezdia viditeľné delíme na súhvezdia jarné, letné, je-

senné a zimné. V tomto delení nie sú definované pevné hranice. Do jednotlivých skupín zaradujeme tie súhvezdia, ktoré môžeme v danom ročnom období pozorovať vo večerných hodinách.

Ďalšie delenie, ktoré sa z histórie zachovalo dodnes, je skupina 12 zvieratníkových súhvezdí. Okolie ekliptiky bolo rozdelené na 12 oblastí, širokých 30 stupňov. Tieto oblasti voláme znameniami. Jednotlivé znameniami majú meno podľa súhvezdia, ktoré sa v nich v dobe ich zavedenia nachádzalo. Keďže odvtedy uplynulo viac ako 2000 rokov, dôsledkom precesie sa

znamenania posunuli oproti súhvezdiami asi o 30 stupňov, čo je prakticky jedno celé znamenie. Ak teda dnes povieme, že Slnko je v znamení Kozorožca, v skutočnosti sa nachádza v súhvezdí Strelec. Obrázok č. 3 predstavuje mapku okolia ekliptiky. Súhvezdia patriace k zvieratníkovým sú vyznačené sivou farbou. Na ekliptike je krúžkom vyznačené Slnko dňa 21. decembra, teda v čase, keď prechádza zo znamenania Strelec do znamenania Kozorožec. Do súhvezdia Kozorožec sa v skutočnosti dostane až o 30 dní neskôr. V obrázku vidieť tiež súhvezdie, ktorým ekliptika prechádza, no nie je zaradené medzi zvieratníkové. Je ním súhvezdie Hadonos.

I keď mýtické náhľady na zoskupenie hviezd, aj potrebu súhvezdí ako kalendára dávno vytlačil vedecko-technický pokrok, rozdelenie hviezdnej oblohy do súhvezdí nestratilo svoj význam. Bez súhvezdí by sme sa na oblohe veľmi ťažko orientovali a veľmi zložito by sme niekomu vysvetľovali, že napríklad hmlovina Kónská hlava nájdem v páske Orióna.

Beata Zimmnikovalová,  
Peter Zimmnikoval

## Výsledky pozorovaní zákrytov a zatmení na Slovensku roku 1997

Aktivita slovenských amatérskych aj profesionálnych astronómov roku 1997 zahŕňovala takmer všetky oblasti spadajúce pod pojem pozičné merania. Sem možno zaradiť zatmenia Slnka a Mesiaca, totálne a dotýčnicové zákryty hviezd Mesiacom, zákryty hviezd malými telesami Slnčnej sústavy. Aj napriek celkove nepriaznivému počasiu sa podarilo dosiahnuť niektoré pozoruhodné výsledky.

Za úplným zatmením Slnka 9. 3. 1997 boli zorganizované dve expedície. Expedícia Astronomického ústavu Slovenskej akadémie vied do Mongolska bola kvôli nepriaznivému počasiu neúspešná. Druhá expedícia, zložená z pracovníkov SÚH v Hurbanove a Hvezdárne v Banskej Bystrici, ktorá si miesto pozorovania vybrala sibirské mestočko Pervomajskij, mala viac šťastia. Počas 170 sekúnd zatmenia a pri teplote -30 stupňov Celzia bolo vykonaných päť experimentov: 1. fotometria bielej koróny, 2. rozloženie intenzity v spektre K-koróny získané pomocou CCD kamery, 3. Štruktúra bielej koróny vo veľkých vzdialenostiach (2 až 50 polomerov Slnka), 4. Bleskové spektrum chromosféry, 5. videozáznam zatmenia

Úplné zatmenie Mesiaca nastalo 24. marca v ranných hodinách a 16. septembra vo večerných hodinách. Počas oboch úkazov boli uskutočnené fotografické pozorovania, pozorované zákryty hviezd Mesiacom, merané kontakty mesačného tieňa s vybranými krátermi na mesačnom limbe. Zatmenia boli pozorované na všetkých slovenských hviezdárňach, kde to umožnilo počasie.

Zákryty hviezd planétkami boli vykonávané na troch hviezdárňach: v Rimavskej Sobote, v Žiari nad Hronom, v Partizánskom. Celkovo bolo vykonaných 11 pozorovaní, pri ktorých boli pozorované planétky Euterpe, Lutetia, Valentína, Eukrate, Clorinde, Messalina, Fortuna. Ani v jednom prípade nebol pozorovaný zákryt hviezdy.

V oblasti totálnych zákrytov hviezd Mesiacom pokra-

čuje od roku 1990 stúpajúci trend, aj keď veľmi úspešný rok 1996 sa asi tak rýchlo nezopakuje. Celkovo bolo vykonaných 580 pozorovaní na 14 pozorovacích stanicách. Najaktívnejšou stanicou bola Rimavská Sobota s počtom 177 zákrytov, najúspešnejším pozorovateľom Pavol Rapavý – 58 zákrytov. Je potešiteľné, že niektoré stanice experimentálne skúšali pozorovania pomocou CCD kamier a je predpoklad, že v tomto roku sa takéto pozorovania stanú rutinnou záležitosťou pre väčšinu pozorovateľov. Vývoj v tejto oblasti udáva graf:

Prehľad aktivity pozorovateľov a staníc v roku 1997 udáva tabuľka:

Najúspešnejšie stanice	Počet pozorovaní	Najúspešnejší pozorovateľia	Počet pozorovaní
GMH Rim. Sobota	177	Pavol Rapavý	58
VH Humenné	111	Peter Kušnirák	54
KH Kysucké Nové Mesto	59	Štefan Gojdič	52
SPH Žilina	50	Miroslav Znášik	41
TH Partizánske	45	Ján Mäsiar	34
HaPMH Žiar nad Hronom	42	Július Slíž	34
Zvolen (Michal Izák)	27	Michal Maturkanič	33
GH Rožňava	14	Michal Izák	27

Dotýčnicové zákryty hviezd Mesiacom sa stali bežnou súčasťou odbornej činnosti hviezdárni a pozorovateľov, venujúcich sa zákrytom. Základným predpokladom je zvládnutie organizácie takéhoto pozorovania a samozrejme skúsenosti nadobudnuté v predchádzajúcom období. Výsledkom je, že z roka na rok stúpa počet týchto pozorovaní aj ich úspešných výsledkov. V roku 1997 na území Slovenska bolo vykonaných osem expedícií, z ktorých jedna (25. 6.) bola úspešná. Ostatné pozorovania zmarilo zlé počasie. Významné boli najmä dve stretnutia, a to 13. 2. v priestroch Gemersko-malohontskej hviezdárne v Rimavskej Sobote, kde sa zišlo vyše tridsať pozorovateľov zo Slovenska, a 15. 11. v Michalovciach, kde sa na pozorovanie zákrytu Aldebarana Mesiacom dostavilo vyše 60 pozorovateľov zo Slovenska, Čiech a Poľska. Hlavným organizátorom týchto pozorovaní boli kolegovia z Gemersko-malohontskej hviezdárne v Rimavskej Sobote.

Ján Mäsiar

## Spolupráca

Keď sme roku 1996 ako členovia sekcie zákrytov a zatmení SAS pri SAV oslovili kolegov zo Sekcie Observácií Pozícií i Zakrytí Poľského Towarzystwa Miłośników Astronomii (SOPiZ PTMA) a ponúkli im spoluprácu v tejto oblasti, netušili sme, že táto spolupráca nadobudne také konkrétne a pozitívne formy. Od tej doby sa pravidelne formálne i neformálne stretávame pri rôznych príležitostiach. Konkrétnym výsledkom je napr. niekoľko spoločných „Brzeguwek“ – dotýčnicových zákrytov, vzájomná pomoc pri technickom zabezpečení pozičných meraní, poskytovanie aktuálnych predpovedí úkazov a výsledkov ich pozorovaní.

Už druhý raz nás poľskí kolegovia pozvali na ich každoročnú Konferenciu SOPiZ PTMA, ktorá sa konala v dňoch 24. 4.–26. 4. 1998 v Lodži, kde sme mali možnosť vystúpiť a prezentovať výsledky odborných pozorovaní v tejto oblasti na Slovensku v roku 1997. Konferencie sme sa zo Slovenska zúčastnili štyria (okrem mňa aj Pavol Rapavý a Jaroslav Gerboš z Gemersko-malohontskej hviezdárne v Rimavskej Sobote a Miloš Socháň z Prešova). Predniesli sme tri referáty o výsledkoch pozorovaní slovenských astronómov v oblasti zákrytov a zatmení v roku 1997, o výsledkoch pozorovania dotýčnicového zákrytu Aldebarana Mesiacom 5. 2. 1998 na Slovensku a o spôsobe spracovania pozorovaní z viacerých pozorovacích stanovišť a určenia výsledného profilu mesačného limbu.

Ján Mäsiar,  
Kysucká hviezdárň

## Slnčná aktivita

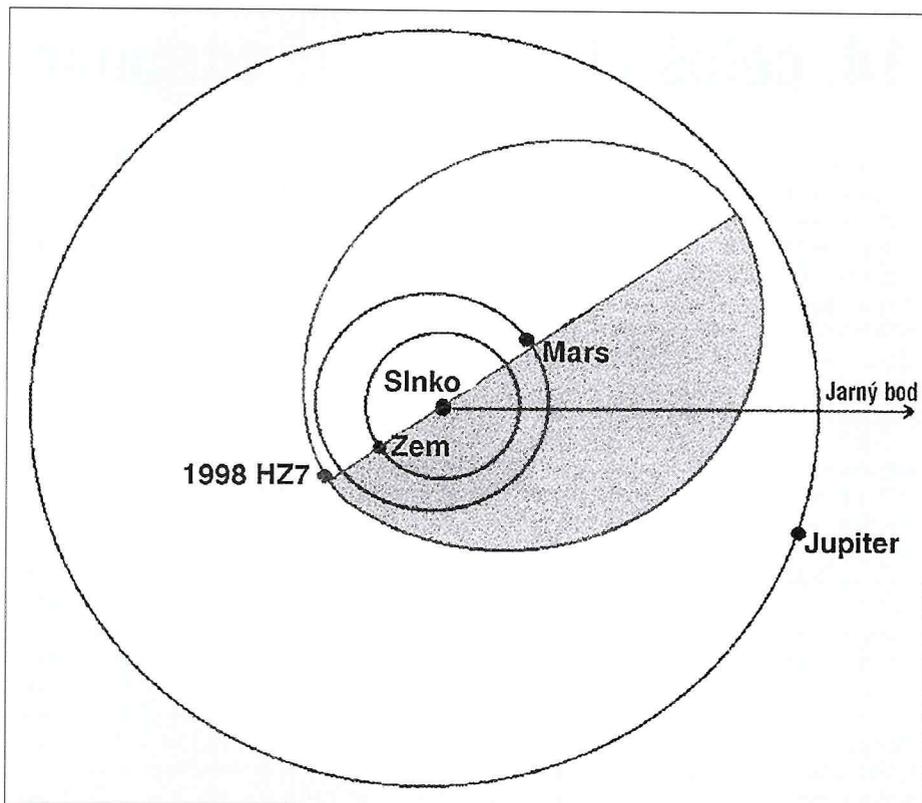
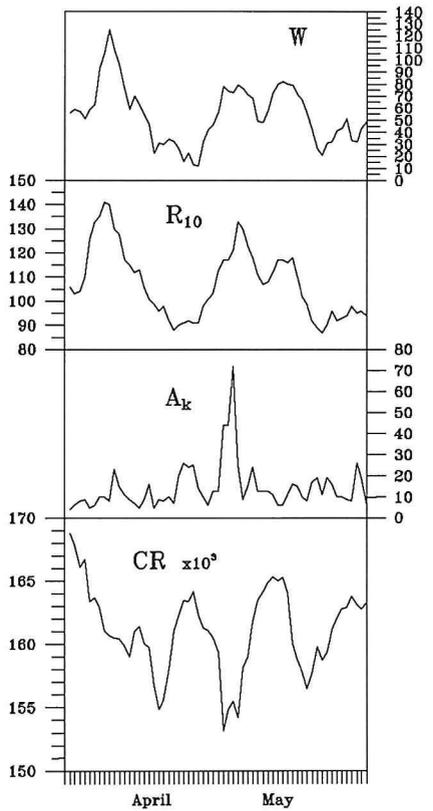
(apríl – máj 1998)

Tentoraz by som rád priestor tohoto stĺpčeka využil na určitú úvahu. V dennej tlači, časopisoch populárnych aj odborných sa v ostatnom čase často vyskytujú správy o konečnom riešení niektorých vedeckých problémov.

Hneď na štyroch miestach som narazil na optimistickú správu, že sa podarilo vyriešiť kardinálny problém fyziky slnečnej koróny – problém jej ohrevu. Približne pred päťdesiatimi rokmi sa totiž zistilo, že koróna má teplotu okolo milióna K (kelvínov), hoci pod ňou ležiaca fotosféra Slnka má „iba“ 5700 K. O probléme sa písalo v tonách vedeckých prác, ale riešenie sa najsť nepodarilo. Ani posledné správy nie sú pravdivé. Ukazuje sa totiž, že každá správa pochádza od inej skupiny vedcov a vysvetľuje proces ohrevu iným spôsobom. A ako vieme, pokiaľ existujú dve hypotézy, musí sa najprv dokázať, pravdivosť jednej z nich a až potom vypracovať teória.

Prečo podobné správy vznikajú? Myslím, že najmenej z dvoch príčin. Prvou je nesprávne pochopenie vedeckého komentára zo strany novinára. Druhou je prehnaná snaha vedca po publikácii, spojená so spôsobom získavania prostriedkov na vedecký výskum. Podobné správy treba brať s rezervou a akceptovať ich a šíriť ďalej až po overení.

Ďalšou otázkou je, kedy vlastne môžeme pokladať nejaký vedecký problém za vyriešený? Tu sa názory rôznia. Podľa môjho názoru k tomu nemôže dôjsť nikdy. Poznávacia proces je totiž nekonečný a každé čiastočné riešenie obyčajne ešte problém skomplikuje, prinesie kopu nových otázok. Pri financovaní sa však na začiatku vyžaduje formulovanie cieľa a na konci zhodnotenie výsledku. A nikto nebude tvrdiť, že problém sa mu rozrástol a cieľ sa mu nepodarilo dosiahnuť.



## Planetka na neobvyklé dráze aneb nový pozoruhodný objav kletských astronomů

Jihočeská Observatoř Klet, pobočka českobudějovické hvězdárny, je známá u nás i ve světě výzkumným programem zaměřeným na vyhledávání dosud neznámých planetek a určování jejich drah. S počtem 345 potvrzených objevů planetek na svém kontě zaujímá v současnosti šesté místo v celosvětových statistikách, a stovky dalších na Kleti zaznamenaných planetek čekají na upřesnění svých drah při dalších, poobjevových obězích kolem Slunce. Většina kletských objevů patří do hlavního pásu planetek, několik z nich jsou planetky ocitající se v blízkosti Země.

Nejnovější kletský objev však je daleko pozoruhodnější. Planetek s velmi neobvyklou dráhou tohoto typu bylo ve sluneční soustavě doposud známo jen pět mezi více než 38 tisíci planetkami. Nový kletský objev je tedy teprve šestou takovou planetkou.

Těleso, nápadně rychlým pohybem mezi hvězdami, zaznamenali poprvé astronomové Miloš Tichý a Zdeněk Moravě na Observatoři Klet v noci z 23. na 24. dubna 1998 na snímcích pořízených 0,57m zrcadlovým dalekohledem vybaveným elektronickým záznamovým zařízením CCD. Po následujících pozorováních z Kleti z 25. dubna (Jana Tichá a Miloš Tichý) a z amerických observatoří v Novém Mexiku (projekt LINEAR) a v Prescottu (Paul Comba) bylo možno poprvé spočítat dráhu tělesa. Dr. Brian G. Marsden z Minor Planet Center při Harvard Smithsonian astrofyzikální observatoři v Cambridge v Massachusetts ji publikoval v cirkuláři Mezinárodní astronomické unie MPEC 1998-H25. Planetka označená předběžně kódem 1998-HZ7 obíhá kolem Slunce po značně protáhlé elipse

s excentrickou 0,44 velkou poloosou 3,26 astronomické jednotky a sklonem dráhy k rovině ekliptiky 23 stupňů tak, že se v přísluní přibližuje k dráze Marsu a v odsluní k dráze Jupiteru. Podobná dráha by se nezdála tak překvapující u komety, avšak nové kletské těleso nejeví (zatím?) jakýkoliv náznak kometární aktivity.

Oběžná doba planetky je 5,89 roku. To je polovina oběžné doby planety Jupiter. Planetka 1998 HZ7 se zřejmě pohybuje v rezonanci 2:1 s největší planetou sluneční soustavy, v jedné z tzv. Kirkwoodových mezer v pásu planetek, kde planetky chybějí, neboť jsou na podobných dráhách pravidelně rušeny gravitačními účinky Jupiteru. Jedná se tedy o nestabilní dráhu, z níž může být planetka v dlouhodobém časovém horizontu odhozena např. na dráhu směřující do blízkosti Země.

Planetky s podobnou dráhou se označují podle jména první z nich, objevené v roce 1935, jako typ Griqua. Zkusíme-li tělesa takového typu vyhledat například v nové verzi katalogu drah planetek Edwarda L. G. Bowella z Lowellovy Observatoře v Arizone, najdeme pouhých pět mezi 38665 známými planetkami. A nově objevené těleso 1998-HZ7 je šestým.

Následná pozorování pro upřesnění stávajících a získání nových poznatků o tomto tělese probíhají jak na Observatoři Klet tak i na dalších světových pracovištích.

Příkládáme schéma dráhy planetky 1998-HZ7 ve Sluneční soustavě s vyznačenými polohami planetky, Země, Marsu a Jupiteru ke dni objevu.

Ing. Jana Tichá

# 14. celoštátny slnečný seminár

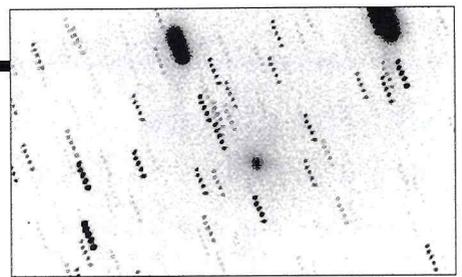
Dva roky uplynuli a znova nadišiel čas, aby sa zišli odborníci na fyziku Slnka, geofyziku a fyziku vzťahov Slnko–Zem na 14. celoštátny slnečný seminár. Tentokrát ho Slovenská ústredná hviezdáreň, Národné metodické centrum, zorganizovala v dňoch 15.–19. júna 1998 za odbornej spolupráce Slnečnej sekcie SAS pri SAV. Hotel CEVA v Starej Lesnej pri Tatranskej Lomnici poskytol pre účastníkov seminára výborné podmienky pre prezentovanie výsledkov práce v uvedených vedných odboroch.

Seminára sa zúčastnilo 66 pracovníkov astronomických a geofyzikálnych ústavov SAV i AV ČR, pracovníkov hviezdární zo Slovenskej republiky a z Českej republiky. Podujatie ne stráca medzinárodný charakter, lebo kolegovia z Českej republiky (22) opäť radi prišli medzi nás. Škoda však, že geofyzici sa zúčastnili v malom počte (3). Na úvod seminára boli načrtnuté súčasné problémy slnečnej fyziky. Odborný program bol rozdelený do 6 tematických celkov, v rámci ktorých odznelo 56 príspevkov. Tematika referátov pokryla nasledovné oblasti: fyzika slnečných škvrn, prístrojová technika a nové pozorovateľské postupy (kde dominovala prezentácia pozorovaní prístrojmi družice SOHO), chromosférické erupcie, protuberancie, spektrografia, slnečná koróna, výsledky experimentov počas úplných zatmení Slnka, geomagnetická aktivita, cykličnosť slnečnej i geomagnetickej aktivity, spracovanie údajov a pod. V niekoľkých referátoch odznelo optimistické

vyjadrenie, že prístroje družice SOHO budú pracovať aspoň do maxima 23. cyklu slnečnej aktivity. Žiaľ, v čase písania tohoto článku došlo k prerušeniu komunikácie so SOHO a budúcnosť dlhodobého nepretržitého pozorovania Slnka v rámci projektu medzinárodnej spolupráce ESA a NASA pre výskum Slnka od jeho jadra cez vonkajšiu korónu až po slnečný vietor v heliosfére je neistá. Vo večerných hodinách sa uskutočnilo premietanie videozáznamov zo zahraničných ciest a expedícií za úplnými zatmeniami Slnka jednotlivých účastníkov seminára. Oddychovým programom bola tematická exkurzia na Spišský hrad a za kultúrnymi pamiatkami mesta Levoča.

Kľudne možno konštatovať, že seminár mal už tradične vysokú vedeckú a spoločenskú úroveň, čo potvrdzujú aj vyjadrenia účastníkov. Počas odborného programu sa znova potvrdilo, ako aj pri minulých seminároch, že výsledky vedeckej a pozorovateľskej činnosti vo výskume Slnka a vzťahov Slnko–Zem sú v Slovenskej republike a v Českej republike na vysokej medzinárodnej úrovni. Účastníci získali prehľad o najnovších poznatkoch vo fyzike Slnka a vo vzťahoch Slnko–Zem tak, že to môžu využiť vo svojej odbornej a popularizačnej činnosti. Všetci účastníci sa zhodli na tom, že takýto seminár by sa mal uskutočniť aj o dva roky, a keďže ide o jubilejný 15. slnečný seminár, plánuje ho usporiadať v okrese Komárno.

RNDr. Ivan Dorotovič, SÚH Hurbanovo



## Tempel-Tuttle a novembrové Leonidy

Podľa pozorovaní meteorického roja Leoníd v uplynulých dvoch rokoch a podľa modelových výpočtov sa zdá, že predpokladaný meteorický dážď v novembri nastane v čase, keď bude radiant roja pre pozorovateľov na Slovensku ešte pod obzorom.

Tí, ktorí nemôžu podniknúť expedíciu za pozorovaním tohto výnimočného úkazu na ďaleký východ, majú v súčasnosti možnosť pozorovať aspoň materské teleso tohto roja, kométu 55/P Tempel-Tuttle.

Kométa prechádzala perihéliom 27. februára tohto roku, najbližšie k Zemi bola koncom januára. Z tohto obdobia je aj CCD snímka kométy, ktorú som získal na Kysuckej hviezdárni CCD kamerou SBIG ST-7 26. 1. 1998.

Snímka je zložená z piatich dvojminútových expozícií v období od 19.40.03 UT do 19.49.36 UT. Vzhľadom na jej rýchly pohyb sú snímky skladané na kométu, hviezdy potom vytvárajú päť bodov na relatívnej priamke. V čase pozorovania mala kométa difúzny charakter bez centrálnej kondenzácie, vizuálnu magnitúdu 8.8.

Veľkosť obrázku je zhruba 15×24 oblúkovej minúty. Snímky boli exponované cez objektív MTO 105/1100 mm.

Ján Mäsiar



Účastníci 14. celoštátného slnečného seminára (5.–19. júna 1998) v Starej Lesnej.

## Astronomické dni v Schneebergu (9.–11. októbra 1998)

Hviezdáreň a planetárium v Schneebergu usporiada začiatkom októbra už 23. ročník Astronomických dní, i v tomto roku za účasti mimoriadne renomovaných prenášateľov. Súčasťou podujatia je i bohatý spoločenský a kultúrny program v meste a okolí. (Koncert chýrneho Kreuzchöru vo Wolfgangskirche, exkurzia „Biely jeleň“ do okolitých historických baní, prehliadka mesta atď.) Noclah na tri noci s raňajkami 55 DM. Prihlášky treba poslať do 31. augusta 1998. Centrum podujatia: Kultúrne stredisko „Goldne Sonne“. Zaujímci sa môžu prihlásiť na adresu: Sternwarte und Planetarium Schneeberg, Heinrich Heine Strasse 13 a, 08289 Schneeberg. Tel. 037 72/ 224 39. Fax: 037 72/224 40.

**Kúpim** kvalitný astronomický ďalekohľad typu Newton 120-150/1200-1500, s paralaktickou montážou. Možnosť napojenia na fotoaparát so závitom M42 vitaná. Miroslav Bobrik, Pribylina 273, 032 42, tel.: 0844 293584.

**Predám:** Kvalitnú paralaktickú montáž ProLine s jemnými posuvmi, stupnicami, na masívnej trojnožke. Nosnosť do 7 kg. Cena 9800 Sk. Maksutov Cassegrain 96/1000 mm so širokouhlými okulármi Plossl 12,5 mm a 25 mm, slnečným chrómovým filtrom, redukciovú pre fotoaparát a stabilnú stolnú azimutálnu montážou, cena 18 000 Sk (pripojiteľný aj na vyššie predávanú paralaktickú montáž). **Profesionálny astronomický atlas SkyMap Pro 4.0 na CD Rom** pre počítač pod Win'95 alebo Win NT, obsahujúci hviezdy do 16 m, nestelárne objekty do 18 m, databázu všetkých známych asteroíдов a komét. Obsahuje hviezdne katalógy PPM, SAO, Hubble GSC, Yale BSC, katalóg dvojhviezd WDS, katalóg premenlivých hviezd GCVS, katalóg nestelárnych objektov NGC, SAC, PGC, RC, fotografickú databázu planét, Messierových a niektorých NGC objektov, množstvo programových funkcií, cena 2100 Sk. RNDr. Dušan Brozman, Ďurčanského 4, 94901 Nitra, tel.: 087 36795.

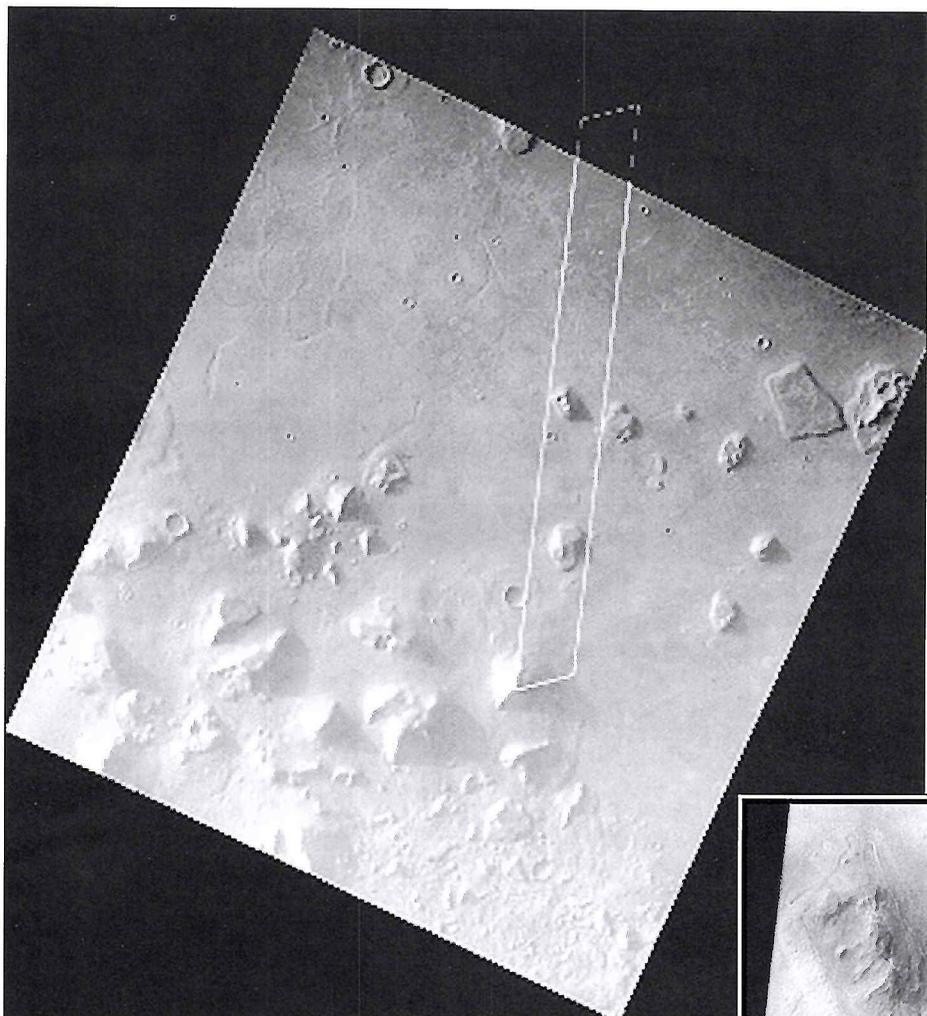
**Kúpim** ďalekohľad Newton s priemerom zrkadla nad 20 cm v cene do 45 000 Sk. Kúpim alebo výmením astronomické programy. Andrej Pavlík, Liptovská 3, 91101 Trenčín, tel.: 0831 27244.

**Ponúkam** optické sústavy pre Šoškovkové a zrkadlové ďalekohľady v priemere od 100 do 400 mm. Martin Kavecký, 013 14 Kamenná Poruba 31, tel.: 0823/461400.

**Predám** ďalekohľad Cassegrain 150/2250 mm bez okulárov, hľadáčika a montáže. Cena 5500 Sk. Dohoda možná. Jozef Leško, Ružová 51, 08301 Sabinov.

**Predám** zaregistrovaný originál astronomického programu „SkyMap“, autor C. Marriott, verzia 3.0 pre Windows 95, resp. 2.2 pre Windows 3.1 (1500 Sk). Program je v angličtine. Jedná sa o profesionálne planetárium s intuitívnym ovládaním v prostredí Win95 resp. Win3.1, kvalitným grafickým mapovým výstupom a rozsiahlou databázou hviezd, mlhovín, galaxií, hviezdokop, planétok a komét. Ďalej predám CD-ROM „The Best of British“ – kolekcia shareware, od firmy The Thomson Partnership (300 Sk). Ing. Ľudmila Pochyla, Sasinkova 7, 03601 Martin, tel./fax: 0842 288389.

**Predám** Astronomický ďalekohľad Maksutov – Cassegrain (ATC-Pferer) 136 mm f=2150 mm okulár (31,75 mm) f 20, f 13, hľadáčik 6x30 slneční chromový filter, statív s paralaktickou montážou (ZEISS). Vše vo vynikajúcom stave v cene 25 000 Kč. Karel Botek Jungmannova 9, 695 01 Hodonín, tel. 0628 341426.



# CYDONIA stratila tvár



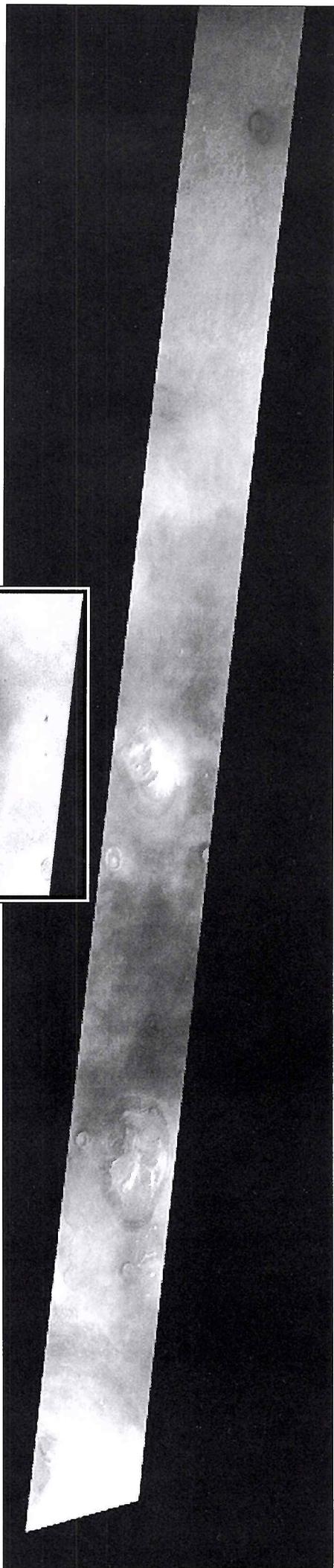
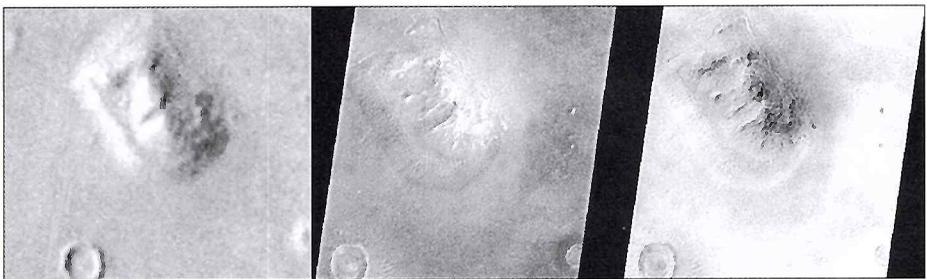
Kamera MOC na sonde Mars Global Surveyor získala senzačné snímky s vysokým rozlíšením z tzv. „tváre na Marse“, bizarného útvaru na červenej planéte, ktorý už vyše dve desaťročia vzrušuje ľudí, ktorí veria, že na Marse existovala kedysi civilizácia. Sonda získala a vyslala snímky oblasti Cydonia 6. apríla tohto roku.

Expozícia snímok trvala 375 sekúnd, krátko potom, ako sonda dovršila 220. približovací oblet počas svojej púte okolo Marsu. V tom čase bola Tvár (ležiaca na 40,8 stupni severnej šírky a 9,6 stupni západnej dĺžky) vo vzdialenosti 444 km od sondy. Bolo ráno, Slnko stálo 25 stupňov nad obzorom. Rozlíšenie (4,3 m na pixel) je desaťkrát vyššie, ako získali sondy Viking počas svojej misie v polovici sedemdesiatych rokov. Celý „slížik“ prvej snímky z oblasti Cydonia (s vysokým rozlíšením) je 4,4 km široký a 41,5 km dlhý.

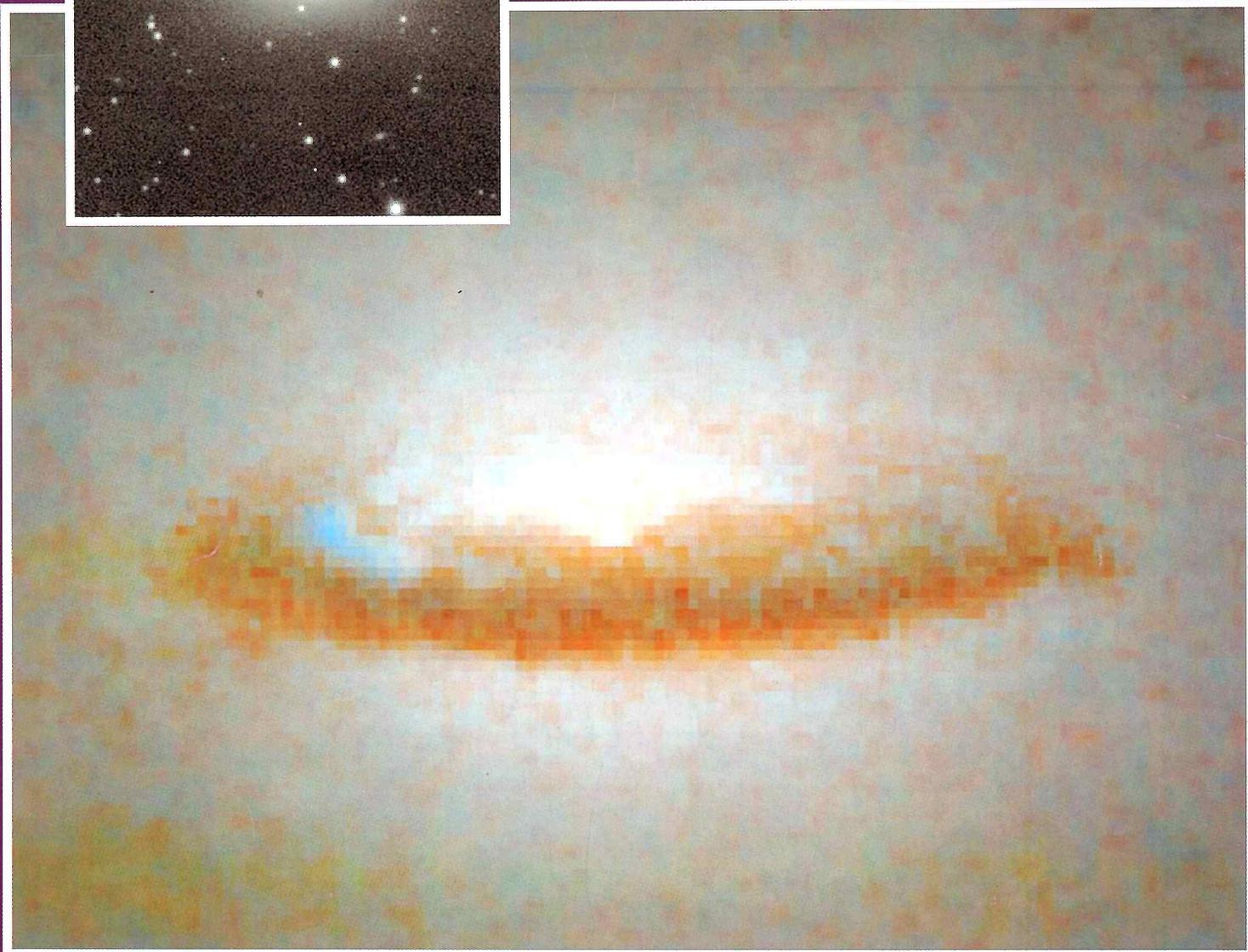
Severnú pologuľu Marsu pokrývajú v tomto období zimné oblaky. Deň predtým fotografovala MOC oblasť, kde kedysi pristála sonda Viking 2, ktorá leží skoro v rovnakej martanskej šírke, ale povrch kompletne zahalovali oblaky. Na snímke, ktorá je sendvičom snímok s červeným a modrým filtrom, vidíte, že oblasť bola relatívne nezahalená, hoci pomerne nízky kontrast svedčí o tom, že v atmosfére bolo dosť prachu a hmly.

Na ďalšom obrázku vidíte najlepšiu snímku oblasti Cydonia, ktorú získali sondy Viking.

Na tretej snímke, „slížiku“, vidíte rovnakú oblasť v podaní kamery MOC. Tieto snímky boli počítačom postupne spracované a dva najvýraznejšie útvary, (jedným z nich je i Tvár), nadobudli tak skutočnú podobu. Cydonia je kúzla zbavená: slziaca tvár, hľadajúca k hviezdám, (alebo k Zemi?) je v skutočnosti erodovaný pahorok, o ktorého geologickej minulosti sa čoskoro dozvieme viac.



# Disk okolo čiernej diery



Ozrutný prachový disk, pripomínajúci masívne koleso, rotuje okolo čiernej diery, ktorá leží v srdci vzdialenej galaxie. HST naexponoval túto unikátnu snímku 18. júna 1998. Disk má v priemere 3700 svetelných rokov a vznikol ako produkt dávnej kolízie dvoch galaxií. Disk bol pôvodne oveľa masívnejší, ale značnú jeho časť už čierna diera skonzumovala, takže po niekoľkých miliónoch rokov už po ňom nemusí byť ani pamiatky. Čierna diera, ktorá má hmotnosť 300 Slnk, leží v strede galaxie NGC 7052, ktorá leží 191 miliónov svetelných rokov od Zeme v súhvezdí Vulpecula. Nakoľko sa v posledných rokoch podarilo získať niekoľko tuctov snímok zviditeľňujúcich okolie malých i veľkých čiernych dier, vedci predpokladajú, že podrobným štúdiom tohto materiálu sa im podarí poodhalit ďalšie tajomstvá týchto mysterióznych objektov. Veľkú snímku naexponoval HST; menšiu snímku urobil pozemský ďalekohľad.

NASA Press Releas