

# KOZMOOS

1996  
ROČNÍK XXVII.  
Sk 20,- 2

## ANTIHMOTA v urýchlovači

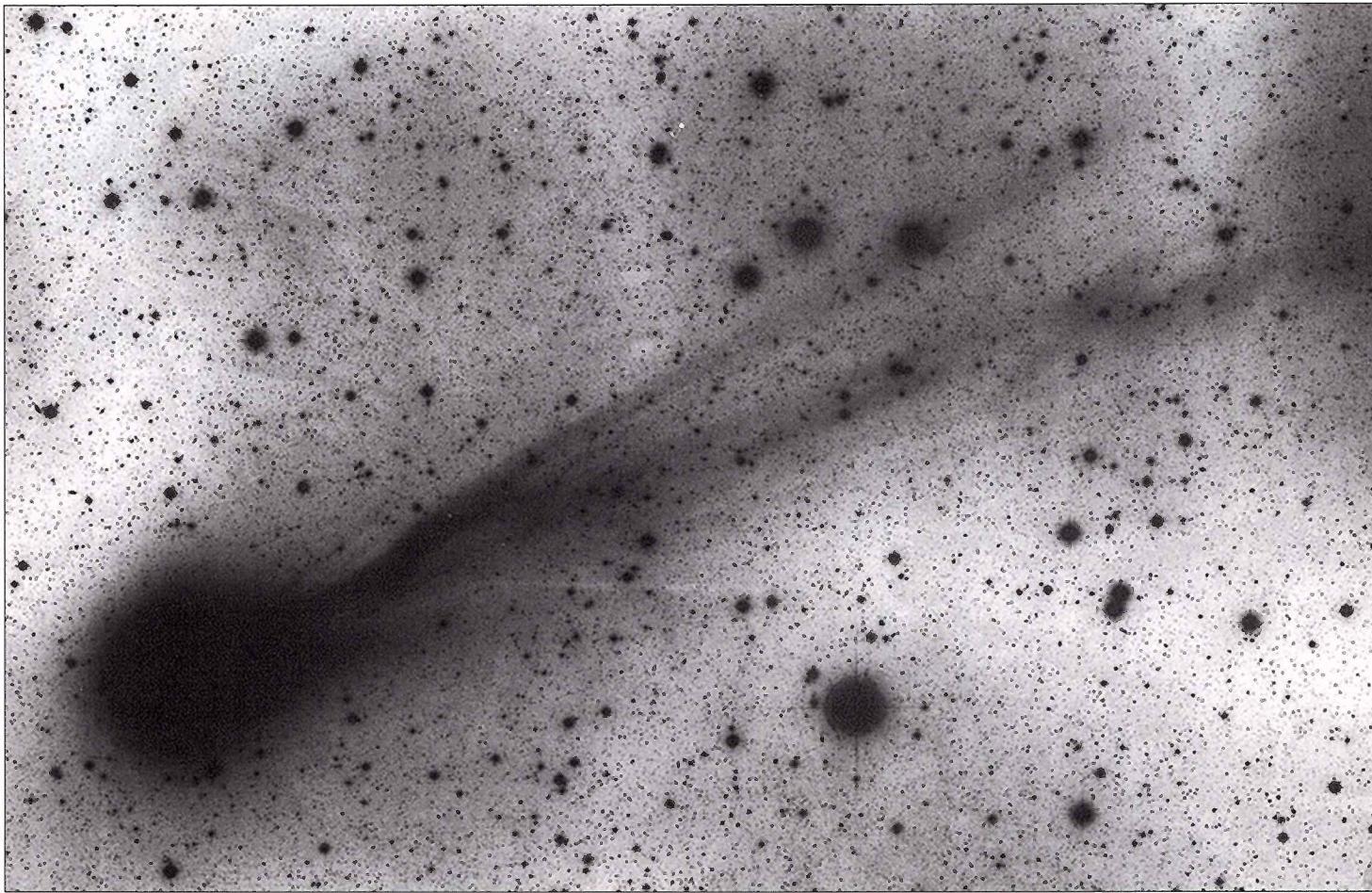
Premiéra v KOZMOSE:  
**ŽEŇ OBJEVŮ Jiřího Grygara**

TRI PLANÉTY okolo troch hviezd

ZATMENIE Mesiaca 3. 4. 1996

KOMÉTY na pokračovanie

Meteorit RUMANOVÁ



Najdetailnejší záber komplexu kometárnych chvostov získal Oscar Pizarro 28. februára pomocou 1 m Schmidtovej komory ESO na La Silla v Chile. Na 60-minútovej expozícii na senzibilizovanú platiňu Kodak 4415 cez filter GG385, zvýrazňujúci kometárne štruktúry, krásne vidno kypiacu aktivitu kométy plnej sôl. Celková dĺžka chvosta na originálnej platiňi dosahovala 2,7°, kométa bola v čase expozície od Zeme vzdialenosť 124 miliónov kilometrov a od Slnka 230 miliónov kilometrov.

Foto: ESO

## Kométa Hyakutake

V tesnej blízkosti Zeme, iba 15 miliónov kilometrov od nás, neočakávané preletela 26. marca nová kométa C/1996 B2, ktorú objavil japonský amatér Yuji Hyakutake 30. januára svojím binarom 25×150. Bližšie o kométe čítajte na strane 31.



6 min., V

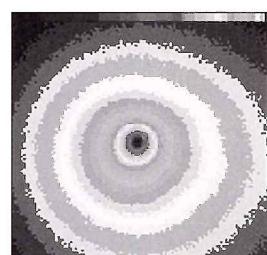


20 min., V

Kométa 9. februára o 9h00min SEČ na snímkach Jeana-Marie Willa, získaná 6- a 20-minútovou expozíciou v ohnisku 1,54 m Dánskeho teleskopu ESO na La Silla v Chile. Na týchto záberoch bola koma ešte ideálne symetrická.



Kométa 29. februára o 6h37m UT. Snímka Klausu Simona a Chrisa Lidmana (CCD kamera v ohnisku 1,54 m Dánskeho teleskopu ESO) zachytáva oblasť komy o rozmeroch 9,2×6,7°.



Vnútorná časť komy s rozmermi 27 500×27 500 kilometrov. Asymetria v okolí jadra je spôsobená nerovnomerným uvoľňovaním materiálu z povrchových žriediel. Analýzou obrazu sa nepodarilo odhaliť žiadne výtrysky, pozorované napríklad na kométe Hale-Bopp. Obrázok je detailným výrezom ľavej snímky.

Kométa v ohnisku 60-tky snímaná CCD kamerou SBIG ST-6 na observatóriu AGO MFF UK v Modre-Pieskoch. O 4h45min32s SEČ urobili tri 60-sekundové expozície L. Kornoš a P. Kolény. Snímku spracoval A. Pravda.

## TÉMY ČÍSLA

## 7 ANTIHMOTA

- Antiatóm vodíka otvoril bránu do antisveta**  
**Na princíp sme prišli v bufete – Rozhovor**  
 s Walterom Oelertom o výrobe antihmoty (str. 8)  
**Krátke dejiny antihmoty (str. 15)**  
**Možné je všetko – Rozhovor**  
 so Stanislavom Lemom o antihmote (str. 16)

## 10 MEDZIPLANETÁRNA HMOTA

- Meteorit, ktorý nám ostane /**  
 / Vladimír Porubčan, Igor Rojkovič  
**Na margo Lutterovho objavu /**  
 / Pavol Gross, Igor Rojkovič  
**Společnost pro meziplanetární hmotu /**  
 / Vladimír Znojil (str. 22)



- 13 Magnetosféra Zeme a jej výskum / Ladislav Hric**  
**Slovenský podiel pri výskume magnetosféry Zeme /**  
 / Ladislav Hric (str. 14)

- 17 Žeň objevů 1995 (XXX.) – 1.1. Planety / Jiří Grygar**

## 21 KOMÉTY

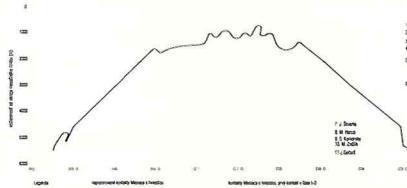
- Po stopách veľkých vlasatic – 2 / Jan Kyselý**  
**Komety roku 1995 / Jan Kyselý (str. 23)**  
**Kométa Hyakutake (2. str. ob.)**  
**Rozpadla sa kométa**  
**73 P/Schwassmann-Wachmann 3 (3. str. ob.)**

## RUBRIKY

- 24 ASTRONÓMIA**  
 V EXPERIMENTOCH  
**Jak daleko je Měsíc? / Jiří Dušek**

- 28 POZORUJTE S NAMI**  
**Obloha v kalendári (apríl – máj 1996) /**  
 / Roman Piffl, Jiří Dušek  
**Najväčšie známe priblíženia planétok**  
 k Zemi; **Najväčšie známe priblíženia komét**  
 k Zemi / Roman Piffl; **Zatmenie Mesiaca /**  
 / Peter Kušnírak

- 33 ALBUM POZOROVATEĽA**  
**Dotyčnicový zákryt hviezdy Mesiacom č. 2 /**  
 Ján Másiar; **Slnecná aktivita / Milan Rybansky;**  
**Zákryty hviezdičiek Mesiacom v roku 1996 /**



**Jaroslav Gerboš: Miniedpädie na hvezdárni v Ruztočkach / David Farinič; Zákryty hviezdičiek Mesiacom v roku 1996 / Pavol Rapavý**

## PODUJATIA / RÔZNE / SERVIS

**Zajímavá miesta Internetu (str. 24); Pamätník M. R. Štefánika odhalili v Brazílii / Teodor Pintér (str. 27); O zobrazovaní oblo-**

hy / Peter Zimník (str. 28); Pozvánka na ZMAS (str. 34); Astronomické zaujímavosti Prahy / Peter Poliak (str. 35); Opustili nás – Eugen Titka, Karol Králiček, Dezső Gráčik / Peter Poliak (str. 35); Odísťa vzácná žena – Alžbeta Reiskupová / Darina Lišáková (str. 35); Zatmenie pre verejnosť / Peter Poliak (str. 35); Meteorit Rumanová / Peter Poliak (str. 35); Inzeráty (str. 36)

**Vydáva:** Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Roman Piffl – redaktor, Eva Vörösová – sekretár redakcie. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Třkova 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., RNDr. Ladislav Kulčárik, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň G-print, spol. s r. o., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/31 11. • **Vychádzka:** 6 × do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 20,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 100,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozšíruje Poštová novinová služba – volný predaj. Ústredná expedičia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Pekná cesta 2, 831 05 Bratislava – predplatiteľia. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. Zadané do tlače 10. 1. 1996. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1996.

ISSN 0323 – 049X

## obálka / 26



Planetárny modul sondy Galileo vstúpil do atmosféry Jupitera 7. decembra 1995 o 23h04min SEČ a po 3456 sekundách zhromažďovania údajov zanikol. Výsledky, najmä očakávané fotografie, budú k dispozícii až koncom júna, zážitky fiktívnych cestovateľov však prinášame už teraz.

## NOVINKY

- 2 Z CIRKULÁROV IAUC A HST**  
**2EG J0432+2910; HD 49798, 2E 0050.1-7247;**  
**RX J0439.8-6809, RX J055.0-7151; NGC 2363;**  
**4U 0115+634; AX J2315-592; O a B hviezdy ako röntgenové systémy; Stred galaxie permanentne; „Chytili“ hnedého trpaslíka / Juraj Zverko**

- 3 Obežnicu má 51 Pegasi / Eugen Gindl**

- Ludia opúšťajú Zem – Rozhovor**  
 s prof. Aleksandrom Wolszczanom (4. str.)  
**Ďalšie planéty okolo pulzarov (5. str.)**  
**Ešte dve hviezdy s planétkami (6. str.)**  
**Umierajúce hviezdy (6. str.)**  
**Zatial žiadnen pulzar v SN 1987 A (6. str.)**

- 26 Ve stopách nesmrtelných poutníků / Zdeněk Pokorný**



**2EG J0432+2910**

Gama zdroj, evidovaný v katalógu EGRET pod týmto číslom, prešiel v období od 8. do 22. augusta 1995 výbuchom, po ktorom sa jeho gama emisia zvýšila 5-násobne. Poloha zdroja je určená EGRETOM s presnosťou 15° a vnútri tejto hranice sa nachádza rádiový zdroj 87GB 0430+2859. Interferometrom v Green Banku na frekvencii 2,25 GHz skutočne zaregistrovali asi 35 % zvýšenie jeho rádiového toku. Podľa Palomarskej prehliadky oblohy by optickým náprotivkom tohto zdroja mohol byť objekt nachádzajúci sa len 2° od rádiowej polohy. Röntgenovským náprotivkom by mohol byť zase zdroj, ktorý v tomto mieste zaregistroval ROSAT ešte v marci 1995. Pravdepodobnosť náhodného výskytu rôznych objektov na tak malej ploche oblohy je menšia ako 1%, a ak teda ide o jeden zdroj, potom charakter emisie v celom rozsahu elektromagnetického spektra naznačuje, že ním môže byť aktívne jadro galaxie.

**HD 49798,  
2E 0050.1-7247**

V rámci systematického výskumu periodicit zdrojov v katalógu ROSAT objavil taliansko-americký tím dva nové pulzujúce röntgenové zdroje. Prvý z nich, HD 49 798, je spektroskopickou dvojhviezdou s dráhovou períodou 1,54 dňa. Jasnejšia zložka má spektrálny typ sdO6, slabšia zložka sa v spektri neprejavuje. Röntgenový tok pulzuje s períodou 13 s. Pozorovanie 12. novembra 1995 trvalo viac ako jeden a pol hodiny, pričom krivka pulzácií malá sínusoidálny tvar. Pozorovania potvrdzujú, že neviditeľný sprievodca je bud' biely trpaslík, alebo neutrónová hviezda.

Druhý zdroj, 2E 0050.1-7247, leží až v Malom Magellanovom oblaku. Zdroj, ktorého optickým náprotivkom je hvieza spektrálneho typu B1, ukazoval v máji 1993 röntgenové pulzacie 8,9 s. Podľa archívnych záznamov z rokov 1991 a 1992 bol tento zdroj podstatne slabší a jeho žiarenie bolo mäkké. Systém je zrejme röntgenovou dvojhviezdou s primárnu zložkou typu Be a akreujúcim magnetickou neutrónovou hviezdom.

**RX J0439.8-6809,  
RX J055.0-7151**

V novembri 1995 sa na Interamericanom observatóriu na Cerro Tololo v Chile podarilo identifikovať optického predstaviteľa zdroja supermäkkého röntgenového žiarenia RX J0439.8-6809, ktorý leží vo veľkom Magellanovom oblaku. Je ním veľmi modrá hvieza so zdálkou hviezdnej velkosťou  $V = 21,8$  mag, ktorá ukazuje premenenosť asi 0,5 mag s períodou kratšou ako jeden deň. Jej absolútна hviezdna velkosť je +3,5 mag. Druhý supermäkký röntgenovský zdroj je naopak veľmi červená hvieza o zdalnej hviezdnej velkosti  $V = 13,5$  mag. Je to symbiotický systém, skladajúci sa z obrej chladnej hviezdy a bieleho trpaslíka.

**NGC 2363**

Kanadskí astronómi oznamili objav neobvykle jasného nového objektu uprostred obrovskej HII oblasti NGC 2363. HST ho 8. januára 1996 zobrazil ako hviezdu zdalnej velkosti  $V = 17,95$  mag, s farebným indexom B-V blízkym nule. Tento objekt však neboli viditeľný na snímkach získaných v januári 1991 a októbre 1992 kanadsko-francúzsko-havajským teleskopom. Na nich neboli objekt jasnejší ako  $V = 22$  mag. Širokouhlá kamera HST ukazuje silný bodový zdroj s H-alfa emisiou obklopený malou, 0,9" (1,5 pc) obálkou. Ide zrejme o veľmi svietivú modrú premenennú hviezdu typu Ca-rinæ, ktorú HST naznamenal v štádiu erupcie. NGC 2363 je oblasťou s intenzívou tvorbou hviezd v nepravidelnej galaxii NGC 2366, ktorá je členom skupiny M 81.

**4U 0115+634**

BATSE tím Comptonovho observatória (GRO) zaregistroval pulzujúci tok tvrdého röntgenového žiarenia z transiente 4U 0115+634. Medzi 18. a 21. novembrom 1995 mali pulzacie períodu 3,6 s, ale na začiatku tohto pozorovacieho okna mal pulzujúci tok v pásme 20–50 keV úroveň iba 15 mCrab, kým na konci až 70 mCrab. Granat/WATCH tím potvrdil vysokú aktivitu zdroja. Podľa neho mal zdroj 18. novembra v pásme 8–20 keV úroveň 60 mCrab, ale 25. novembra až 670 mCrab.

**„CHYTILI“ HNEDÉHO TRPASLÍKA**

Okolo nedalekej hviezdy, Gliese 229A, krúži hnédý, miliardu rokov starý trpaslík. Gliese 229A je červený trpaslík, vzdialenosť sotva 19 svetelných rokov od Zeme. Trpaslíka objavil Takaši Nakajima z Caltechu vo vzdialosti 7 oblúkových sekund od väčšieho, červeného suseda. Pomocou adaptívnej optiky koronografu, prepojeného s 5,1 m reflektorm na Mount Palomare, podarilo sa rozlíšiť hviezdny objekt 8. magnitúdy, typu M. Gliese 229B vyžaruje iba niekoľko miliónov jasu Slnka, na infračervených vlnových dĺžkach však nemá medzi hviezdami páru v celom známom vesmíre. Vieme, že veľký sused objavenej hviezdicky, Gliese 229A má o niečo viac ako miliardu rokov. Hvezdári vyrátili, že jeho hnédý vrstvotník má prinajmenšom 50 hmotnosťí Jupitera. Neil Reid z Caltechu objasnil, že tento odhad umožňujú modely chladnutia substelárnych trpaslíkov s rozličnými hmotnosťami.

Teoretici tvrdia, že hnédí trpaslíci sú nedovývinuté Slnká, ktoré v zárodočnom štádiu nedokázali gravitačne nabaliť dosťatok hmoty na to, aby v ich útrobách vzplanuli jadrové reakcie. Hvezdári zatial objavili niekoľkých kandidátov na hnédych trpaslíkov, ale zatial sa, hoci by ich mal byť vo vesmíre bezpočet, nepodarilo ani v jednom prípade dokázať jednoznačne ich existenciu. Takí boli i dva kandidáti objavení nedávno v Plejádach. Gliese 229B má však v porovnaní s nimi celý rad svojzrých vlastností. Kandidáti z Plejád sú oveľa mladší a jasnejší. Sliepnajúci Gliese 229B však obsahuje metán ( $\text{CH}_4$ ), tak to aspoň vyplýva z čiar jeho infračerveného spektra. Táto organická zlúčenina dominuje i v atmosfére Jupitera.

Spektrum získal Ben Oppenheimer (Caltech) pomocou 5,1-metrového reflektora na Mount Palomare. Podľa neho, teplota unikajúceho metánu podstatne prevyšuje hodnotu 1000 °Kelvinov. Prítomnosť metánu je silným dôkazom, že Gliese 229B je naozaj hnédý trpaslík, ktorý, v porovnaní s príbuznými v Plejádach, už dohára. Hnedí trpaslíci z Plejád sú však stále iba kandidáti. Gliese 229B však podľa všetkého dostane prvú stopercentnú overenosť legitimáciu do klubu týchto exotických „nehviezd“/ podhviezd. Na snímke záber Gliese 229B z Hubble Space Teleskopu zo 17. novembra 1995.

Na tejto úrovni žiaril zdroj ešte v deň posledného pozorovania, 8. decembra 1995. Prvý výbuch tohto objektu pozorovali pred takmer šiestimi rokmi pomocou družice Ginga a už vtedy vyslovili domnenku, že výbuchy 4U 0115+634 sa môžu opakovat.

**AX J2315-592**

Pri pozorovaní infračerveného objektu IRAS 23128-5919 2. novembra 1995 zaregistrovali Japonci mimoriadne silný tok röntgenového žiarenia. V blízkosti zdroja sú dva optické objekty 16. a 17. magnitúdy. Röntgenový tok má silnú premenosť s períodom 5360 s a jeho krivka má až 90% hlboké a úzke minimum. Z tvaru svetelnej krivky a spektrálnych charakteristik sa dá usúdiť, že objekt je kataklizmická premenná typu AM Herculis. Ako premennú typu AM Her charakterizujú tento zdroj a nemeckí astronómi podľa optických pozorovaní z 12. novembra. Spektrá majú silné emisie v čiarach vodíka a hélia. Zmeny radiálnej rýchlosťi dosahujú amplitúdu 200 km  $\text{s}^{-1}$  a jasnosť sa mení od 14,4 do 16,2 mag s rovnakou períodou akú ukazuje röntgenový tok. Charakter zmien svedčí o cyklotrónovom pôvode žiarenia, ktoré vzniká v pomerne slabom magnetickom poli na povrchu bieleho trpaslíka. Stojí za povšimnutie, že taký silný zdroj röntgenového žiarenia sa ne nachádza v žiadnom z katalógov HEAO-1, GINGA, ROSAT či databáze SIMBAD.

**O A B HVIEZDY  
AKO RÖNTGENOVÉ  
SYSTÉMY**

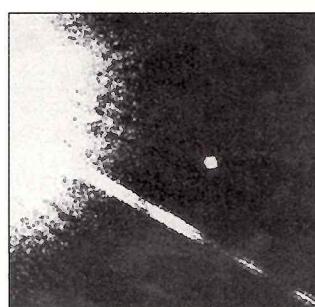
Francúzsko-nemecký tím si dal za úlohu vytvárať O a B hviezdy, ktoré by mohli byť zdrojmi röntgenového žiarenia. Na základe krízovej korelácie medzi polohami zdrojov z katalógu ROSAT a katalógov galaktických O a B hviezd vybrali niekoľko objektov na súčasné optické a röntgenovské pozorovania. Objavili 4 nové veľmi hmotné röntgenové dvojhviezdy. Sú to: Ohviezda LS 5039 a Be-hviezdy BSD 24-491, LS 992 a LS 1698. LS 992 predviedla röntgenový výbuch počas pozorovania koncom októbra 1990. LS 1698 je pravdepodobne totožná s tvrdým transientom 4U 1036-56. Svetlosť týchto zdrojov naznačuje, že v systémoch prebieha akrécia materiálu na neutrónovú hviezdu alebo čieru dieru.

**STRED GALAXIE  
PERMANENTNE**

Stred našej Galaxie je veľmi vďačnou oblasťou pre astrofyziku vysokých energií. Už od 2. decembra 1995 sa v rámci experimentu BATSE v smere ku galaktickému centru pozoruje röntgenový transient ukazujúci spočiatku až 18 výbuchov za hodinu. Výbuchy trvajú 8–30 s. Takúto prskavku (burst) ešte v röntgenovej ani gama oblasti nepozorovali. Jeho súradnice nie sú ešte určené tak presne, aby sa dalo s istotou povedať, o ktorý z už známych zdrojov by mohlo ísť. Zdroj došiel predbežné označenie GRO J1744-28. 10. januára 1996 sa v pásme 25–45 keV objavili pulzacie s períodou 467 ms. Rovnaké pulzacie zistili aj Američania, ktorí vyslovili domnenku, že môžu byť prejavom nestabilnej akrécie na silne zmagnetizovanú neutrónovú hviezdu v dvojhviezde. To sa potvrdilo ďalšími pozorovaniami z GRO. Náznaky dráhovej modulácie pulzácií vedú k hodnote dráhovej períody 11,76 dňa. Spomenutá neutrónová hviezda by potom mala hmotnosť 1,4 hmotnosti Slnka, jej sprievodca len 0,14 slnečnej hmotnosti.

Vďaka narastajúcej mohutnosti výbuchov i stálej zložky röntgenového žiarenia v januári 1996, sa podarilo získať spektrálne pozorovania. Z charakteru spektra sa dá odvodí teplota 7–12 miliónov K. Stála zložka v pásme 20–100 keV dosahuje úroveň 2,5 Crab, v pásme 8–20 keV až 4,4 Crab. Zdrojom emisii je zrejme jasný, látku akreujúci pulzar. Jeho nadmerná jasnosť však naznačuje, že asi neleží až vo vzdialosti stredu Galaxie. Optické a infračervené pozorovania z januára neukázali žiadny nový zdroj ani registrvateľné zjasnenie niektorého zo známych objektov ležiacich v danom smere.

**Podľa IAUC No.6257-6296  
spracoval Juraj Zverko  
AsÚ SAV T. Lomnica**



Prvá planéta pri inej hviezde je potvrdená!

# OBEŽNICU má 51 Pegasi

Konečne sme sa dočkali: astronómovia objavili planétu, obiehajúcu okolo inej hviezdy. Tentokrát sú presvedčení, že sa nemýlia. Hviezda, 51 Pegasi, sa podobá Slnku. Planéta, ktorá okolo nej obieha, sa im však akosi nevidí.

Ešte pred dvadsiatimi rokmi sa hvezdári nazdávali, že objav obežníc okolo iných hviezd nebude v tomto storočí možný ani v prípade, keby sa ukázalo, že prinajmenšom niektoré najbližšie hviezdy majú planetárne systémy. Presnejšie, neverili v priamy objav, pretože možné planéty, z pohľadu pozemského pozorovateľa, obiehajú svoje slnká po príliš tesných obežných dráhach, takže ich v jase materskej hviezdy nedokážeme rozlísiť ani najväčšími dalekohľadmi.

V posledných rokoch sa však ukázalo, že masívne planéty, také veľké, alebo väčšie ako Jupiter, možno objaviť **nepriamo**. Ak planéta obieha hviezu, poloha hviezdy nie je stabilná. Obe telesa obiehajú okolo spoločného ťažiska – barycentra, pričom ich dráhy i rýchlosť sú priamoúmerné ich hmotnosťam. Ak rozlíšime poruchy v pohybe hviezdy, spôsobené masívnym súputníkom, nie je až také ľahké pomerne presne odhadnúť jeho hmotnosť či vzdialenosť od materskej hviezdy. Je to v podstate metóda **astrometrická**. Jej presnosť závisí od citlivosti prístrojov, schopných zachytiť drobné zmeny polohy hviezdy, spôsobené obiehajúcou planétou.

Inou produktívnejšou metódou je meranie uhlovej rýchlosťi pozorovanej hviezdy, jej pohyb smerom k Zemi, alebo naopak: aj takéto periodické výkyvy môžu byť dôkazom prinajmenšom jednočlenného planetárneho systému. Napríklad: Jupiter, tisíckrát ľahší ako Slnko, sa po obežnej dráhe pohybuje rýchlosťou  $13 \text{ km.s}^{-1}$ . Lahko vyráťame, že Slnko sa okolo spoločného ťažiska pohybuje rýchlosťou  $13 \text{ m.s}^{-1}$ , nie rýchlejšie ako auto v uzavretej osade.

Vari poltucta hvezdárskych tímov vyvinulo v posledných rokoch vysoko špecializované spektrografy, ktoré dokážu zmerať uhlové rýchlosťi hviezd až s presnosťou niekoľkých metrov za sekúnd. Spektrografe zaznamenávajú extrémne malé, dopplerovské posuny vlnových dĺžok v spektrálnych čiarach hviezdi. Táto metóda je vhodná najmä na vyhľadávanie veľkých planét, potažme, obežníc, ktoré krúžia po relatívne tesných obežných dráhach, pretože práve ony dokážu vyvolať najzretelejšie reflexné pohyby svojej hviezdy. Toto pôsobenie pripomína tak trochu jojo, pravdaže, na nevelmi pružnej gume.

Ambičózny program merania uhlových rýchlosťí predostreli pred dvomi rokmi dvaja Švajčiarsky astronómi. Od apríla 1994 preverovali uhlové rýchlosťi 142 vybraných, Slnku podobných hviezd. Medzi kritériá výberu patrilo i to, že vytipovaná hviezda musela byť „jedináčikom“, pretože premenlivá gravitácia v dvoj- či viachviezdných systémoch neobyčajne znižuje pravdepodobnosť vytvárania homogénnych protoplanetárnych diskov, no najmä planét, ktoré by sa z nich vyvinuli.

Michel Mayor a Didier Queloz upevňili svoj spektograf na 1,9 m dalekohľade v Haute Provence Observatoire v južnom Francúzsku. Chyba v určení uhlových rýchlosťí bola  $12 \text{ m.s}^{-1}$ . To úplne postačovalo na identifikáciu planét niekoľkokrát väčších ako Jupiter.

Objekt, ktorý objavili, im však vyrazil dych. Začiatkom októbra 1994 oznámili, že pri 51 Pegasi, hviezde typu G2-3 hlavnej postupnosti (Slnko patrí tiež medzi „géčka“), objavili planétu, ktorá má sotva polovicu hmotnosti Jupitera! Doba obehu tohto exo-

ta je neuveriteľne krátka:  $4,2291 \pm 0,001$  dňa, pričom uhlová rýchlosť hviezdy osciluje v rytmie polamplitúdy  $60 \text{ m.s}^{-1}$ . Táto perióda sa v priebehu roka nezmenila ani o príslovečný chlp.

51 Pegasi, materská hviezda objavenej planéty, je vo vzdialosti 40 svetelných rokov objektom 5,5 magnitúdy. Podobne ako naše Slnko má nanajvýš niekoľko milárd rokov a patrí tiež medzi hviezdy s pomalou rotáciou. Ak objavená planéta obiehne takúto hviezdu za čosi vyše 100 hodín, potom musí krúžiť vo vzdialosti približne 7 miliónov kilometrov od materskej hviezdy: Merkúr obieha Slnko v osemkrát väčšej vzdialosti. Kotúčik Slnka z povrchu planéty má priemer  $10^\circ$ , čo je šírka tenisovej loptičky, držanej pred okom pozorovateľa vo vzdialosti vystrejtej ruky. Teplota na povrchu záhadnej planéty by mala prevyšovať  $1000^\circ \text{C}$ .

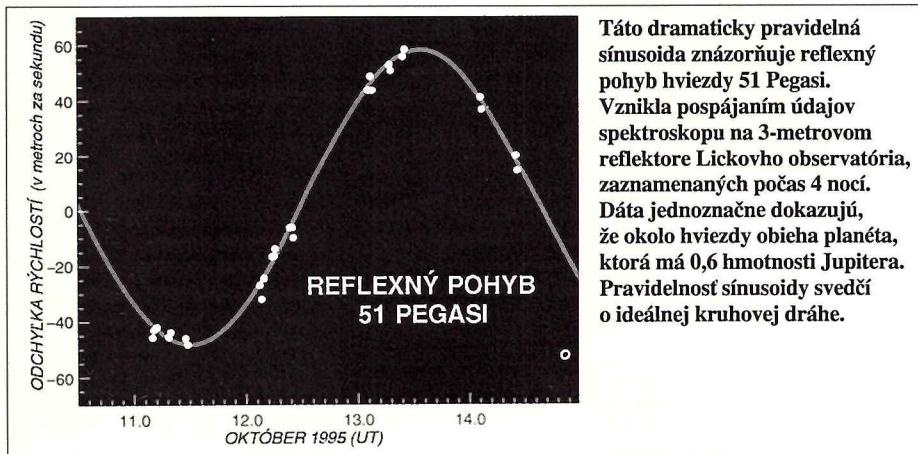
## Chladné hviezdy, horúce správy

Objav oboch Švajčiarov sa rozhodli preveriť Američania – Geoffrey Marcy a Paul Butler, ktorí vyuvinuli doteraz najcitlivejší program preveriavania uhlových rýchlosťí hviezd. Ich 3-metrový Shane reflektor na Lickovom observatóriu dokáže rozlísiť dopplerovský posun s presnosťou  $3 \text{ m.s}^{-1}$ . Objav Švajčiarov ich zdravo nasrnil. Obaja sa totiž pripravovali na podobný prieskum, ale zo svojho súboru vtipovaných hviezd vylúčili akurát 51 Pegasi, pretože v Bright Star Catalogue (vypracovali ho hvezdári z Yalskej univerzity) bol tento objekt označený ako hviezdny podobor. Rozhodli sa teda dohoniť zameškané a študovali 51 Pegasi celý nasledujúci rok. Ide o rok z hľadiska novooobjavenej planéty, v skutočnosti sú to len štyri pozemské noci. Vyšlo im, že hviezda tančuje v polamplitúde  $51 \pm 2 \text{ m.s}^{-1}$ . Údaje sa poskladali do perfektnej sinusoidy, čo dokazuje, že obežná dráha planéty je ideálne kruhová. Ba čo viac, inakši výsledok by existenciu planéty náramne spochybil. Je zrejmé, že iba pri takej blízkej obežnej dráhe môže gravitačná sila hviezdy sformovať dráhu svojej obežnice do takmer dokonalej kružnice.

## Alternatívne vysvetlenia

Nielen opakovanie, aj pochybnosť je matkou múdrosti. Hvezdári si museli položiť otázku, či nepatrné zmeny uhlovej rýchlosťi nevyvolať aj iný jav. Zdravá vedecká skepsa bola namiestne, a tak objavili, skôr ako začali oslavovať svoj objav, preverili všetky mysliteľné možnosti. O predchádzajúcich „objavoch“ planét okolo najrozličnejších hviezd v priebehu ostatných desaťročí vedeli, že ich predchodcov pomýlili väčšinou zdanlivý, nie skutočný tanec preverovaných červených trpaslíkov, spôsobený nedokonalosťou prístrojov, či nesprávnu interpretáciu získaných údajov. Jedinými planétami, objavenými mimo našej slnečnej sústavy, o ktorých nik nepochybuje, sú zatiaľ tri objekty, obiehajúce okolo pulsaru 1257+12, vo vzdialosti 1600 svetelných rokov v súhviedzí Panny.

Ako dni preverovania ubiehali, astronómovia si boli čoraz istejší: nijaká iná, Slnku podobná hviezda, nemá 4-dennú periódu pulzov. Základná perióda oscilácií, nameraná na Slnku má 5 minút, najdlhšia, ktorú doteraz helioseismológovia namerali, má niekoľko hodín. 51 Pegasi však pulzuje presne ako hodinky, perióda sa v priebehu roka nezmenila ani o chlp. Hvezdári sú si načistom, že v tomto prípade nemôže ísť ani o prirodzené pulzovanie, ani o iné efekty, vyvolané magnetickou aktivitou, alebo aktivity slnečných/hviezdných škvŕn. V nijakom z týchto prípadov by sa údaje nemohli posklaňať do takej perfektnej (pozri diagram) sinusoidy. Pravidelné roztahovanie a zmršťovanie sa povrchu 51 Peg



rýchlosťou  $50 \text{ m.s}^{-1}$  v štvordennom cykli môže spôsobovať iba planéta. Akákoľvek iná príčina by spôsobovala pravidelné, až 10-násobné zvyšovanie jasnosti. 51 Pegasi je však, ako sa na hviezdu tohto typu patrí, pokojná. Doteraz sa nepozorovali ani najmenšie zmeny magnitúdy.

V systéme 51 Pegasi sa neprejavujú ani najmenšie príznaky zákrytu. Planéta s veľkosťou Jupitera by spôsobila počas križovania hviezdy v zornom poli pozemského pozorovateľa pokles jasnosti o 0,01 magnitudy. Rovina jej obežnej dráhy je teda voči pohľadu pozemšťana naklonená viac ako o  $5^\circ$ .

Vzhľadom na skutočnosť, že presný uhol, pod ktorým pozorujeme systém 51 Pegasi je zatiaľ neznámy, nedokázali objavitelia stanoviť predbežne presnú hmotnosť exotickej planéty. Odhadnutá hodnota – 0,5 hmotnosti Jupitera – je minimálna a platí iba v prípade, že ide o uhol približne  $20^\circ$ . Ak by však bola obežná dráha kolmá na spojnicu zorného lúča, radikálna rýchlosť, ktorú zo Zeme meriame, by bola iba zlomkom skutočného reflexného pohybu hviezdy. Objavená planéta môže byť teda oveľa väčšia. V prípade, že pozorujeme jeden z pólov 51 Pegasi, obiehajúci objekt by mohol byť dokonca hnedým trpaslíkom, mnohonásobne hmotnejším ako Jupiter. Takáto možnosť je však nepatrnná.

Naštastie, hvezdári získali dopplerovsky posunuté čiary 51 Pegasi, z ktorých rozšírenie sa podarilo odčítať rotáciu hviezdy okolo vlastnej osi. Ani táto hodnota –  $2 \text{ km.s}^{-1}$  – nie je samozrejme istá, pretože nevieme, či reflekтуje rotáciu v rovníkovej oblasti. Hojnoscť jasnych čiar výplníka však naznačuje, že povrchová aktivita 51 Pegasi je slabá, dokonca slabšia ako na povrchu Slnka. Pádnejší nepríamy dôkaz pomalej rotácie v tomto prípade ani nemožno nájsť.

**Mariusz Urbanek:** Pán profesor, čo ľudia hľadajú vo hviezdach?

**Aleksander Wolszczan:** Hviezdy vždy fascinovali ľudí, a istotne ich budú fascinovať aj v budúcnosti. Tí, čo zostavujú horoskop, hľadajú vo hviezdach šťastie. Inf. zas vešťia blízku či vzdialenosť budúco. Mňa najviac zaujímajú najodlahlejšie a najtajomnejšie záležitosti, ktoré možno preskúmať vedeckými metódami.

*Načo je vlastne ľudom astronómia?*

Astronómia v pôvodnom význame slova už neexistuje. Stala sa súčasťou fyziky a oddeľovanie týchto dvoch odvetví, ktorého sa občas dopúšťajú profesionálni fyzici aj astronómovia, je úplným nezmyslom. Astrofyzika je veda o vesmíre, ktorého sme my len nevelkou časťou.

*Niekedy je však ľahko presvedčiť tvrdohlavcov, že astronómia je viac než len vedeckofantastickej rozprávanie.*

Je dobré, že astronómia povzbudzuje obrazotvornosť. Vízia ľudu, ktorí opúšťajú Zem, je drážidlo, ktoré zvyšuje záujem o astronómiu. Je to vícia, ktorá nemusí byť nevyhnutná. Môže sa stať, že niekedy v budúcnosti budeme musieť opustiť Zem, pretože bude ohrozená niečim v kozmickom merítiku.

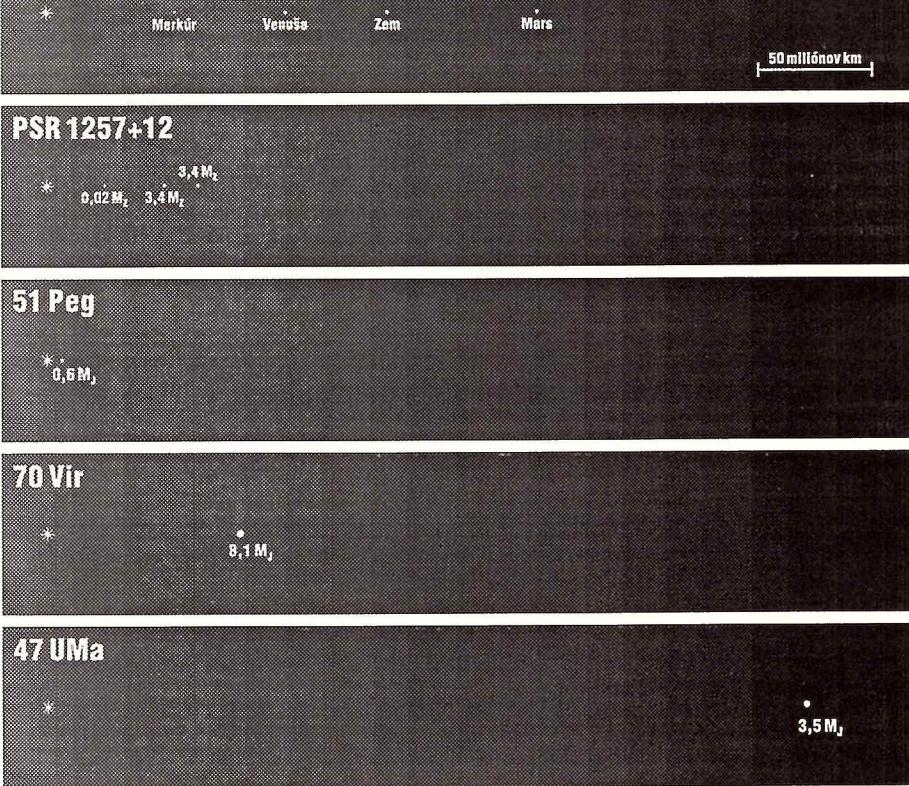
*To je to, čo hľadáte vo hviezdach?*

Astrofyzici sa zaoberejú vesmírom preto, aby pochopili, ako funguje a aký bol jeho začiatok. Je v tom istý futuristický príklad. Chceme sa dozvedieť o konci vesmíru skôr, ako sa uskutoční. Chceme vedieť, ako sa skončí naše veľké dobrodružstvo s vesmírom.

*Vy to už viete?*

To nevie nikto.

## Slniečná sústava



Novoobjavené extrasolárne planéty a ich hviezdy. Na kresbe môžete porovnať základné parametre extrasolárnych planét a porovnať s planétami našej slnečnej sústavy. Kresba schematicky znázorňuje dva parametre: vzdialenosť od materskej hviezdy a veľkosť (v jednotkách hmotnosť Zeme M<sub>Z</sub>, resp. Jupitera M<sub>J</sub>). Materské hviezdy nie sú rovnaké, ide však (s výnimkou pulzara) o hviezdy podobné Slnku.

## Ľudia opúšťajú Zem

Rozhovor s profesorom Aleksandrom Wolszczanom

*Možno spojiť skúmanie kozmu s hľadáním Boha?*

Myslím, že u niekoho áno, u niekoho nie. Ide o to, z akého uhu sa na to pozeráme. Určite jestvuje pokušenie, aby sme sa vzdali vedeckého poznania a prijali postulát, že to, čomu nerozumieme, je dieľom niečoho, čo necháperieme, prípadne níkdy nepochopíme. Na druhej strane však kto si raz povedal, že každá dostatočne vyvinutá technológia bude vyžerať z pohľadu civilizácie, ktorá sa nachádza na nižšej úrovni, ako magia. Myslím si, že toto konštatovanie je dosť zmysluplné. Je možné, že vesmír vyzerá z nášho pohľadu preto tak, ako vyzerá, lebo o ním premyšľame z nášho miesta. Na takéto otázky neexistujú jednoduché odpovede. Po kuse nájsť definitívnu odpoved na túto otázkou v súčasnej etape výskumu vesmíru je odkázaný na neúspech.

*Aký je to pocit, keď vidíte svoje meno vpísané vedla Koperníkovo meno?*

Je to pocit zahanbenia, pretože toto porovnanie je nezaslúžené. Docenenie výsledkov bádania si vyžaduje zodpovedajúcu časovú perspektívnu. Teraz podobne ako v mnohých iných prípadoch, ľahko ešte povedať, aký je skutočný význam toho, čo som objavil.

*Čo teda vyplýva pre pozemšťanov z to-*

*ho, že ste dokázali existenciu inej slnečnej sústavy?*

Jestvujú dva prístupy k tomuto problému: jeden je veľmi optimistický, a druhý – mimoriadne pesimistický. Podľa prvého prístupu sa okolo najrozličnejších hviezd krúti množstvá planét a je len otázkou času a zodpovedajúcich prostriedkov, kym ich neobjavíme. Ďalším dôsledkom toho by mohlo byť, že jedného dňa objavíme život mimo našej slnečnej sústavy. Bola by to revolúcia. Pesimistický prístup hovorí, že planéty sa z astrofyzických dôvodov tvoria len okolo istého typu hviezd, napríklad okolo pulzarov. Planetárne sústavy okolo takých hviezd akou je naše Slnko, sú neslýchanou vzácnosťou. Podľa toho sme aj my kozmickým unikátom. Ak by to bola pravda, mal by sme dočinenia so svetonázorou revolučiou. Vedecké, náboženské a filozofické tvrdenia, že sme vo vesmíre sami, si možno len veľmi ľahko predstaví.

*Čo je potrebné na to, aby sme mohli povedať: toto je dôkaz existencie života mimo Zemi?*

Je to jednoduché: treba taký život nájsť. Môže to byť, mimochodom, oveľa jednoduchšie, ako zdôvodňovanie tézy, že taký život neexistuje.

*Veríte v UFO?*

Je to nehorázny nezmysel. Na Zemi je lenko prírodných úkazov, ktorým nerozumie, že nijakého dôvodu na to, aby sme pre ne hľadali mimovedecké zdôvodnenia. Inak povedané, uverím v UFO, keď ho uvidím.

*Takže UFO je projekciou človeka, ktorý túži po existencii mimozemských civilizácií?*

Ľudia si vždy vymýšľajú niečo, čo chcú uvidieť, alebo čomu chcú uveriť. UFO je zmesou rôznych potrieb a javov. Časť z nich tvorí pravdepodobne fyzicky dobre známe úkazy, ktoré len ľudia zle interpretovali. Niet nijakého dôvodu na to, aby sme boli hrđi na to, že o pozemskej fyzike vieme všetko.

*Nedávno od slnečnej sústavy, ktorú ste objavili vo vzdialosti 1300 svetelných rokov, vylučujete existenciu podobných sústav, ktoré by sa mohli nachádzať bližšie?*

Z astrofyzikálneho hľadiska sa tato sústava nachádza veľmi blízko. Napriek tomu je však na základe tohto ľahko povedať, či existujú alebo neexistujú podobné sústavy, ktoré by boli bližšie k Zemi. A to je veľmi pozitívne, pretože najlepšie by bolo, keby sa nám podarilo objaviť planéty tak blízko, ako je to len možné.

*Je ľahké nájsť v kozme novú planétu?*

Bola to úplná náhoda. Hľadal som úplne niečo iné, istý druh pulzarov, zaujímavý ako veľmi precízny typ hodiniek. Až analýza napravidelnosti v správaní sa jedných z týchto hodiniek mi naviedla na stopu ich planetárneho systému.

*Vie sa už, ako vyzierajú planéty, ktoré ste objavili?*

# Ďalšie planéty okolo pulzarov?

Pulzar PSR BO 329+54 v súhvezdí Camelopardalis by sa mohol stať ďalšou hviezdom, ktorá má planétu. Oznámila to Tatjana V. Šabanovová z Lebedevovho Fyzikálneho inštitútu v Mokve.

Rádiové pulzy z tejto rotujúcej (neutrónovej) hviezdy, zaznamenávané od roku 1968 do roku 1994, prichádzajú k nám o 18 milisekund skôr, alebo neskôr, ale v període 17 rokov. Najatraktívnejším vysvetlením tejto nepravidelnosti je podľa Šabanovej planéta, ktorá okolo pulzaru obieha vo vzdialosti 7,3 astronomickej jednotky. Hmotnosť planéty by mala prevyšovať dvojnásobok hmotnosti Zeme. Z rytmu pulzov vyplýva, že planéta obieha pulzar po eliptickej dráhe s excentricitou 0,23, podobnej excentricite dráhy Pluta okolo Zeme.

Jediný pulzar, o ktorom vieme, že má planéty, je PSR 1257+12, rýchle rotujúca, „milisekundová“ neutrónová hvieza. Šabanovej pulzar rotuje oveľa pomalšie: raz za 0,7 sekundy. Práve táto vlastnosť

by však mohla potvrdiť existenciu zatiaľ iba hypotetickej planéty. Podľa skúsených pulzárologov však v motore týchto obyčajných, v žargóne pulzárarov „vanilkové“ pulzary, prejavujú sa neraz časové poruchy, vyplývajúce z rotačnej nestabilitu starej, unavenej neutrónovej hviezdy. V spočiatku príkladne periodických vln, objavujú sa vtedy príznačné nepravidelnosti. Naproti tomu časové variácie, spôsobované planétou, musia byť pravidelné.

Šabanová trochu dotknuto napísala pre Astrophysical Journal článok, v ktorom dokazuje, že deformáciu sínusoidy PSR BO329+54 nemôžu spôsobovať vrtochy starého pulzaru. Najspôsobivejším testom tejto alebo onej hypotezy by bolo nepretrajné monitorovanie podozrivého pulzaru počas viacerých 17-ročných períod. To si však vyžiada prinajmenšom 51 rokov. Na spoplahlivý dôkaz však budeme potrebovať možno raz taký dlhý čas...

Podľa S+T 1996/1 - nl -

Podľa všetkého nie je rotácia 51 Pegasi rýchlejšia ako 2 km.s<sup>-1</sup>, ak, pravda, nepozorujeme oblasti veľmi vzdialenosť od rovnika. Rotácia Slnka, nie je, ako vieme, oveľa odchodenie. Čo z toho vyplýva? Nuž prinajmenšom to, že ak platí teória, že planéty sa tvoria a obiehajú blízko roviny rovnika materskej hviezdy, tak ako v našej slnečnej sústave, minimálne hmotnosť objavenej planéty – predstavujúca polovicu hmotnosti Jupitera, ktorá sa vynorila z merania a výpočtov, je jej skutočnou hmotnosťou!!

## Bizarný svet

Tak alebo onak, objav obrovskej planéty, tak tesne obiehajúcej materskú hviezu, postavil platné

teórie tvorenia planetárnych systémov na hlavu. Planetológovia nás už presvedčili, že planéty vznikli z protoplanetárneho disku postupným gravitačným zliepaním malých čiastočiek zárodočnej hmoty do čoraz väčších telies. Tie najmasívnejšie, čo dokázali pripútať aj molekuly plynov, premenili sa na obrov podobných Jupiteru. Peter Bodenheimer, planetológ z Kalifornskej univerzity však tvrdí, že nabalovanie plynu na tuhé jadro je vylúčené, ak planéta obieha hviezu po takej tesnej dráhe ako je to v prípade 51 Pegasi. Najmä ak je hvieza mladá, taká ako Slnko, keď sa začala planetárna sústava formovať.

Kde teda vznikla tato bizarná planéta, ako sa vynulila? Vyliahla sa snáď z rovnakého oblaku plynu

## NOVINKY

ako 51 Pegasi, ale vzhľadom na vypotrebovaný materiál ustrnula vo vývoji? Ak je tak, po akej bizarej špirale zostúpila na kruhovú obežnú dráhu svojej hviezdy? Alebo ju tam posunul karambol s iným veľkým telesom? Bola pôvodne väčšia, ale postupom času zdrodovala a ďalej sa zmenšuje? Na tieto otázky musia nájsť teoretici odpovedeť.

Zopár odpovedí už je naporúdzí: Robert Noyes (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) tvrdí, že táto „planéta“ bola kedysi nepodareným Slnkom, ktoré prikrmovalo 51 Pegasi počas jej vývoja. Sám Noyce však upozorňuje na to, že až nudná pokojnosť 51 Pegasi túto teóriu v podstate vylučuje. Prikrmované hviezdy bývajú búrlivejšie.

Oblastená planéta je obalená tajomstvom. Nemusí to byť „ozrutaná, železná guľa“, obrovský Merkúr, s pätnásobne väčším priemerom ako má Zem. Naopak: podľa Georga Wetherilla z Carnegie institute si táto planéta mohla napriek blízkosti hviezdy udržať takú atmosféru, akú má Jupiter. Na námetku, ako si mohla takú atmosféru udržať počas ranej T Tauri fázy vývoja 51 Pegasi, keď toto slnko žiarilo stokrát jasnejšie a masívny hviezdny viesťor vymetal jeho okolie, však ani tento teoretik nemá odpovedeť.

V poslednom čase čítame v astronomických novinkách čoraz viac informácií o objavoch možných planét, či dokonca hniedch trpaslíkov okolo najrozličnejších hviezd. Niektoré sa potvrdia, iné, po dlhorocnom overovaní, dementujú. Aj v tejto oblasti astronómie sme však pokročili o hodný krok dopredu. Ďalšie objavy prinesú podistým ešte nejedno prekvapenie.

Podľa Sky and Teleskope 1966/1 spracoval Eugen Gindl

Nie, nevie sa to, pretože nie sú pozorovateľné našou technikou. Poznáme len základné dynamické parametre týchto planét. Vieme, v akých vzdialosťach od pulzaru krúžia, kolko času uplynie, kým obehnú pulzar, teda – kolko trvá na každej z týchto planét rok. Poznáme ich hmotnosť, teda vieme, že ide o planéty zemskejho typu, ich hmotnosť je iba o trochu väčšia ako hmotnosť Zeme.

To je všetko?

Možno ešte pripustiť domienky o ich zložení, no to sú všetko už len spekulácie, napriek tomu, že sa zakladajú na určitých poznatkoch. Tieto planéty pravdepodobne vznikli z hviezd, ktorá bola z hľadiska evolúcie už dosť stará. Jej jadro sa mohlo sklaňať najmä zo železa. Ak tieto planéty nadozaj vznikli z takejto hmoty, ide jednoducho o železné gule.

Vylučuje to existenciu života podobnú nášmu?

Celkom určite, hoci toto nie je jediný dôvod. Pulzar, ktorý je centrom tejto sústavy, emituje žiarenie a čiastočky, ktoré zabijajú taký život, aký existuje na Zemi.

Je astrofyzika oblasťou pre veľkých vizonárov a experimentátorov, alebo tiež pre učencov, ktorí dospejú k výsledkom po rokoch trvajúcich, neraz neefektívnej práce?

Fyzika, astrofyzika či celkové prírodné vedy sú zmesou experimentálneho a teoretického prístupu. Niektory experiment predbehne teóriu, niekedy je to naopak. Príkladom na to, že bolo objavené niečo, čo už predtým niekto opísal, je vela. Napríklad pre astrofyziku neobyčajne dôležitý objav mikrovlnového žiarenia, dokažúci, že Big Bang, teda explózia, ktorá predstavovala začiatok sveta, musel mať konkrétné miesto. Zdá sa mi však, že rov-

nako veľkú úlohu v pokroku vedy zohráva náhoda. Pravda, pod tou podmienkou, že je ľudskost dostatočne pripravený na to, aby pochopil, čo sa náhodne objavilo.

Ešte pred rokom ste nechceli povedať, ako sa budú voľať objavené planéty. Sú dnes už známe ich mená?

Nechceli by som sa k tejto téme vracať, pretože tu niet veľmi o čom hovorí. Od minulého roka sa v tejto veci veľa nepohľadalo a ja, pravdu povediac, som to úplne vypustil z hlavy. V Medzinárodnej astronomickej únii sa polooficiálne konštatovalo, že v okamihu, keď sa pristúpi k riešeniu tohto problému, obrátia sa na mňa. Doteraz sa tak nestalo a nemyslím, že by sa niečo udialo v najbližšom čase. Aj keby sa veci nadozaj v tomto smere pohli dopredu, bude to až vtedy, keď sa objavia iné planetárne systémy a budeme mať k dispozícii celú triedu objektov. Môžem však ide iba o precedens, takže experti nemajú nijakú motiváciu, aby si začali lámať hlavy nad nejakým pekným názvom.

Hľadáte tie ostatné planéty?

Samořejme. Časť tohto výskumu sa uskutoční aj v Poľsku za pomocí nového 32-metrového rádioteleskopu pri Toruni, v observatóriu Katedry rádioastronómie Univerzity Mikolaja Kopernika.

Objav sa vám podarilo urobiť v Arecibo, v Puerto Ricu, na rádioteleskope s priemerom 300 metrov, proti ktorému je ten torunský zanedbateľný.

Áno, ale je to dostatočne veľký prístroj na to, aby sa jeho prostredníctvom dali robiť zaujímavé vedecké výskumy. Na mojej univerzite v Pennsylvanii konštruujueme elektronické zariadenie na pozorova-

nie pulzarov, ktoré bude napojené práve na tento teleskop. Toto zariadenie sa konštruuje za poľské peniaze, z grantov, ktoré nám udelila Rada vedeckého výskumu.

Nie je možné tento prístroj skonštruovať v Poľsku?

To áno, len by to veľmi dlho trvalo. Tam to bude len zväčšením toho, čo už raz stavali, takže riziko neúspechu je prakticky nulové. Netreba hľadať nové riešenia, ak sú staré dobré.

Bolo by možné uskutočniť váš objav v Poľsku? Alebo je Poľsko len miestom, kde sa rodia vynikajúci astrofyzici, ktorí, aby boli úspešní, musia odísť z krajin?

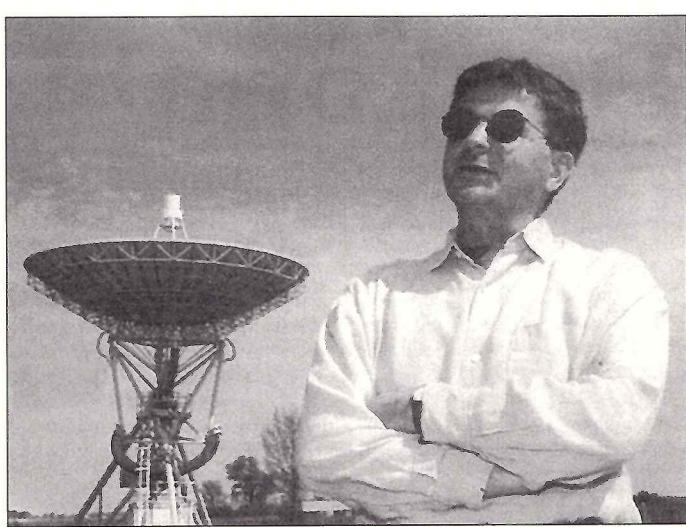
Na to, aby mohol vedecie niečo objaviť, musí mať aspoň minimálne podmienky. Pokiaľ teda bude takáto vedecká infraštruktúra v Poľsku slabá, bude oveľa ľahšie robiť takéto objavy, hoci, pochopiteľne, nič nie je nemožné.

Nechceli ste niekedy letieť do vesmíru, hoci „len“ na Mesiac, aby ste videli, ako to tam vyzierá nadozaj?

Veľmi rád. Ihned by som sa prihlásil.

(Zhováral sa Marius Urbanek, Polityka 44/1995)  
preložil – ab –

Aleksander Wolszczan (1947) vyštudoval astronómii na Univerzite Mikolaja Kopernika v Toruni. V roku 1982 výcestoval do USA. Počas svojho pôsobenia v Arecibo (Puerto Rico) objavil v roku 1990 pulzar PSR 1257+12 a dokázal, že okolo neho existuje planetárny systém. Bol to prvý objav planéty mimo slnečnú sústavu. Pracuje na Štátnej univerzite v Pennsylvanii.



## Ešte dve hviezdy s planétami

Američania, Paul Butler a Geoffrey Marcy, vyvinuli nedávno najcitolivejší program premeriavania uhlových vzdialenosťí hviezd. Chceli sa stať objaviteľmi prvej planéty (planetárneho systému okolo normálnej hviezd), Wolszczanov PSR 1275+12 s dvomi planétami je pulzarem. Nevyhlásenú súťaž viacerých astronomických tímov však napriek bezkonkurenčnému programu nevyhrali. O príslovečný chlp ich predbehli švajčiarski kolegovia. (Pozri článok o 51 Pegasi v tomto čísle.) Štyri mesiace po Jóbovej správe sa Američania revanšovali: 18. januára tohto roku oznámili v texaskom San Antóniu, že majú nezvratné dôkazy o existencii hned dvoch planét, každej v inom slnečnom systéme.

Prvá planéta krúži okolo hviezdy 70 Virginis v súhvezdí Panny, druhá okolo hviezdy 47 Ursae Majoris v súhvezdí Veľkého voza. Obe sú od nás vzdialé 35–40 svetelných rokov. Obe sa vcelku podobajú na Slnko. Najmä 70 Virginis, hoci je zrejme chladnejšia a možno až o 3 miliardy rokov staršia ako Slnko, ktoré má 4,5 mld. rokov. Objav oboch hvezdárov ešte iné tímy nepotvrdili, ale aj tak sa považuje za stopercentne overený.

Astronómov zaujala najmä planéta okolo 70 Virginis, ktorá materskú hviezdu obletí raz za 116 dní, je devätkrát hmotnejšia ako Jupiter, ale čo je najdôležitejšie – jej povrchová teplota, 85 °C, umožňuje vytváranie organických molekúl, ba i aminokyseľín. Vedci predpokladajú, že práve v takejto chladnejúcej „prapolievke“ sa vyvinul aj pozemský život. Dodnes existujú na Zemi druhy baktérií, ktorým sa darí v horúcich žriedlach na povrchu, ale aj vo vulkanických výveroch pozdĺž podmorských brázd.

Optimistických hľadačov extrasolárneho života však krotí celý rad skeptikov. Upozorňujú, že súdiac podľa hmotnosti, nie je obežnica planétou, ale skôr hnedým trpaslíkom, čomu nasvedčuje aj extrémne pretiahnutá, elliptická dráha. O živote by sa dalo uvažovať iba vtedy, keby exotický obor mal satelity.

Planéta v súhvezdí Veľkého voza je iba trikrát hmotnejšia ako Jupiter. Materskú hviezdu 47 Ursae Majoris obehne raz za 1100 dní vo vzdialosti 300 miliónov kilometrov, dvakrát ďalej ako Zem okolo Slnka. Teplota na jej povrchu sa odhaduje na -80 °C, pod atmosférickou vrstvou však môže byť voda. Na rozdiel od planéty okolo 70 Virginis je však obežná dráha tohto „superjupitera“ bezmála kruhová, čo zvyšuje pravdepodobnosť, že 47 Ursae Majoris má planetárny systém.

Očakáva sa, že čoraz dokonalejšia technika pozorovania a merania vzdialenosťí hviezd umožní do konca objaviť niekoľko tuctov planét, alebo planetárnych systémov okolo iných slnk. Pred pár rokmi sa nám o tom mohlo iba snívať. Všetky tri objavy neobyčajne zvyšili pravdepodobnosť čo len primítivného života i na telesách mimo našej slnečnej sústavy. Dôsledkom bude, podľa všetkého, i oživenie programu SETI. Rádiový signál k obyvateľom čerstvo objavených slnečných sústav však poletí 35 rokov. Ďalších najmenej 35 rokov potrvá, až nám prípadná civilizácia na nás signál odpovie. V tom čase už budú mať hvezdári vo svojich katalógoch tisíce podrobne preštudovaných planetárnych sústav. Na ich porovnanie sa už dnes tešia najmä tí najmladší.

Podľa zahraničných prameňov spracoval  
EUGEN GINDL



## Umierajúce hviezdy

Na snímke planetárnej hmloviny NGC 7027, ktorú vyhotobil HST, študujú hvezdári nové detaily procesov sprevádzajúcich zánik Slnku podobných hviezd. V porovnaní so staršími snímkami tohto objektu vidíme jemné koncentrické obálky obklopujúce hmlovinu, ktoré vyplňajú kypiacé svetlé oblačky prachu. Uprostred tohto inferna svieti biely trpaslík, viditeľný ako svetlý bod. NGC 7027 leží vo vzdialosti 3000 svetelných rokov od Zeme.

Hmlovina je pre pozorovateľa záZNAMOM smrteľného zápasu hviezd. Zánik začína tak, že unavená, vyhorená hvieza odvrhne svoje povrchové vrstvy po tom, ako sa premenila vo finálnom štádiu života na hlavnej postupnosti na červeného obra. Množstvo odvrhnutej hmoty je relativne nízke. Vypudená obálka pripomína rozpínajúcu sa ohnivú, ale rýchlo chladnúcu guľu. Na snímke z HST vidíme, že zanikajúca hvieza sa zbabovala obálkou postupne; koncentrické kruhy svetlých obálok svedčia i o tom, že tento proces bol relativne periodický. Až potom došlo k brutalnému výbuchu, ktorý zvyšok vrchných vrstiev hviezy úplne rozmetal. Výsledkom je svetlá „tehlička“ upro-

stred. Toto posledné štadium hviezdneho harakiri už nie je sférické. Priestor okolo bieleho trpaslíka, ktorý je plodom svojho predchodu, normálnej hviezd spektrálneho typu G alebo K, je vyplnený hustými oblakmi prachu, vytvorenými kondenzáciou odvrhnutého materiálu.

Ked' členovia tímu, ktorý planetárne hmloviny študuje, získali vďaka HST túto snímku, bolo im jasné, že vidia kozmické divadlo, ktoré pred nimi nevielde ešte nik. Z podobných záberov ďalších katakliziem, uzatvárajúcich život hviezd podobných Slnku, vznikne katalóg, na základe ktorého astrofyzici upresnia teórie vzniku tohto typu hviezd.

Hviezdy podobné Slnku na konci svojej existencie sa začínajú rozpínať: ich priemer sa zväčší až 50-krát a premenia sa na červeného obra. Vonkajšie obálky sa rozšíria do okolitého priestoru. Na mieste bývalého Slnka ostane iba extrémne horúce, obnažené jadro, ktoré postupne chladne – biely trpaslík. Kým sa hviezy podobné Slnku premenia na červeného obra, prejde viac ako 10 miliárd rokov. Postupné zbabovanie sa obály až po štadium posledného mohutného vyvrhnutia však potom netrvá dlhšie ako niekoľko tisíc rokov.

Podľa HST News – ind –

## Zatial' žiadnen pulzar v SN 1987 A

Pulzary – rýchlo rotujúce neutrónové hviezdy so silnými magnetickými poliami – sú možnými zvyškami hmotných hviezd po výbuchoch supernov. Preto astronómovia intenzívne hľadali pulzary elektromagnetického žiarenia z oblasti Veľkého Magellanovho oblaku, domova modrého nadobra Sanduleak -69°20', ktorý zakončil svoj život ako Supernova 1987 A. Nedávno analyzované dátu z HST ale neukazujú ani náznak toho, že by tu vznikol pulzar. Tím vedený J. W. Percivalom (University of Wisconsin) použil na pozorovanie SN 1987 A vysokorýchlosť fotometier na Hubblovom teleskope počas štyroch 40-minútových periód v rokoch 1992 a 1993. Schopnosť prístroja merať presne príchod fotónov umožnila astro-

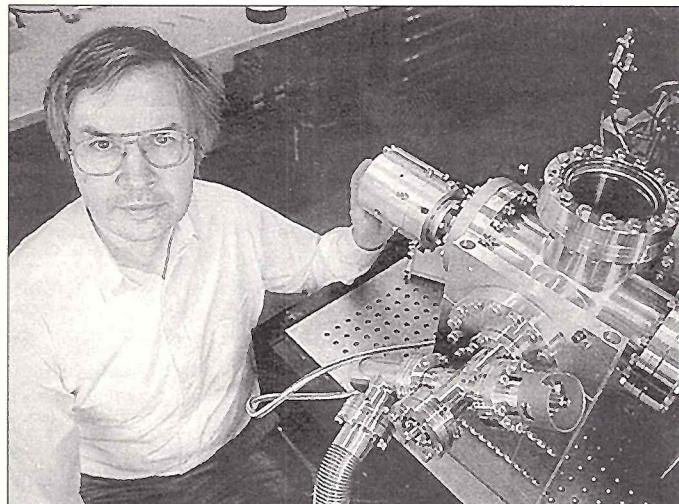
nóm hľadať pulzy až do rýchlosťi 5000 zábleskov za sekundu, a to do 24-tej magnitúdy. Pre kontrolu svojich pozorovaní a techniky analýzy pozorovali astronómovia (a detegovali) známy pulsar 23-tej magnitúdy tiež vo VMO. Podľa Percivala zdánlivá neprítomnosť pulsara môže znamenať, že tento rýchlo skolaboval do ciernej diery. Na druhej strane, neutrónová hvieza mohla vzniknúť bez silného magnetického poľa, ktoré je nevyhnutné pre „pohon“ vzázkov žiarenia pulsara. Alebo tieto úzke zväzky jednoducho mŕtvia Zem.

V roku 1989 sa už zdalo, že pozorovania okolia SN 1987 A 4-metrovým reflektorm na Cerro Tololo zaznamenali rýchlo rotujúci pulsar (dôkonalosť možným sprievodcom), avšak tieto „pulzácie“ boli neskôr vysvetlené ako interferencie signálov z fotometra a z televíznej kamery, používanej na pointáciu ďalekohľadu.

Sky & Telescope, október 1995, Z. Komárek

# Antiatóm vodíka otvoril bránu do antisveta

Nemeckému fyzikovi sa podarilo vyrobiť prvý antiatóm – antiatóm vodíka, prvý stavebný kamienok možných svetov z antihmoty. Táto správa, ktorá začiatkom januára obletela svet, prebudila fantázie už dávnejšie načrtnuté autormi sci-fi, ale i obavy zo zneužitia antihmoty armádami nášho sveta. Pre fyzikov sa však otvorila cesta k vyriešeniu jednej z najväčších záhad fyziky: „Prečo existuje hmota?“ Podľa zahraničných prameňov sa vám pokúsime priblížiť nielen dobrodružstvo hľadania, ale aj možné dôsledky tohto naozaj epochálneho úspechu pozemských fyzikov.



Kdesi v podzemí stenajú ozrutné pumpy, všade naoko blikajú kontrolné svetielka počítačov. Nemecký fyzik Walter Oelert, šef projektu, je navonok pokojný. Nezúčastnené sleduje lavínu číselných údajov a krivky diagramov na svojom monitore. Možno práve dnes mu počítače potvrdia vedeckú senzáciu, ktorú so svojím tímom starostlivo naprojektoval. Pochybnosti, ktoré ním zmietať, neprehradí. On najlepšie vie, kolkokrát v priebehu uplynulých rokov skončili záznamy o experimentoch v koši na odpadky.

Oelerta najviac znervózňujú novinári, ktorí zavetri si senzáciu, ale o problematike vedia tak málo, že nevedia ani poriadne položiť otázku. Oelert je však trochu prísný. V ženevskom Výskumnom centre vysokých energií – CERN – hovoria odborníci i pri obede o kvarkoch, mezónoch, superstrunách a iných exotických objektoch, pričom žargónu jedného oddelenia nerozumejú celkom ani ich kolegovia z oddelenia susedného. Najzabanejšie záhady spojené s big-bangom, čiernymi dierami

a výtryskmi relativistických čiastočiek riešia ponad pariacu sa polievku rečou matematiky.

CERN, obrovská výskumná fabrika, najväčšia svojho druhu na svete, zamestnáva vyše 8000 vedcov zo všetkých kontinentov. Platia ich za to, aby hľadali odpoveď na dve najväčšie mysteria fyziky. V obrovských urýchľovačoch vypúšťajú proti sebe čoraz rýchlejšie mikročasticie hmoty, aby pomocou citlivých prístrojov, ktoré naznamenávajú priebeh ničivých mikrokarambolov, odhalovali tajomstvá mikrokozmu. Dômyselné kombinované zrážky klasických i „nových“ čiastočiek produkujú totiž, po čoraz prudších kolíziach, stále exotičejšie potomstvo.

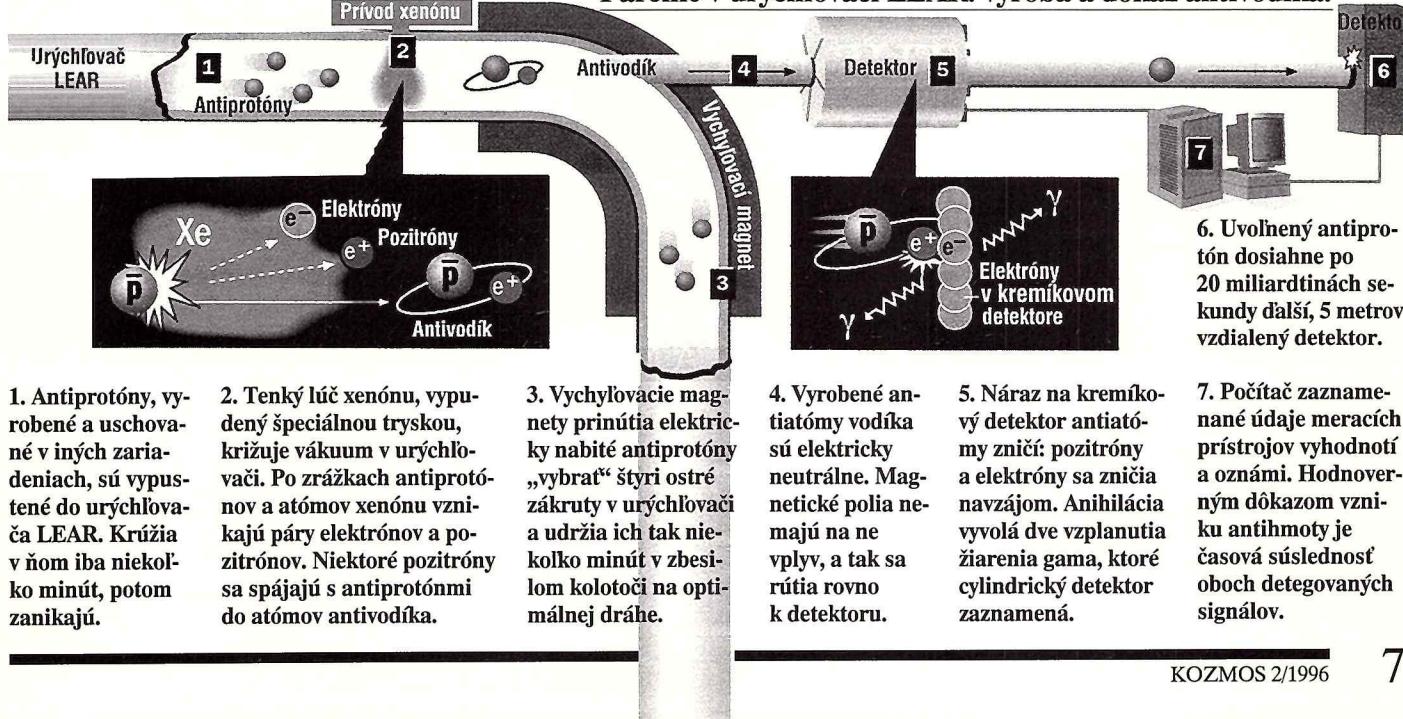
Výsledky týchto experimentov inšpirujú aj kozmológov. Deštruktéri čiastočiek z CERN, s vynaložením čoraz väčších energií, dokážu totiž urýchliť čiastočky tak, že sa ich energia blíži k hodnote, ktorú mohli mať tesne po big-bangu, krátko potom, ako sa vynorili z chaosu rekombinácie.

Fyzici chcú antiatomy prinútiť, aby v našom svete zotrvali o niečo dlhšie, pretože iba tak môžu zistiť, či sa hmota a antihmota správajú podľa rovnakých prírodných zákonov. Teodorovi Hänschovi z Inštitútu Maxa Plancka sa podarilo už niekolko atómov vodíka zajať a s neviedanou presnosťou zmerať ich energiu. Teraz chce rovnaké merania previesť s anti-vodíkom.

Oelertovým experimentom žil celý ústav. Hľadanie, či presnejšie tvorenie antivodíka, základného prvku tajomného antisveta, v ktorom sú základné čiastočky hmoty opatrené opačným znamienkom, vzrušil i najotlejších vlkov vedeckej elity. Teoretici existenciu antisveta predpovedali už dávno, ale ešte nikdy sa ju nepodařilo experimentálne dokázať.

Pracovisko, ktorému počas experimentu šéfuje Oelert, ničím nepripomína útluné laboratóriá Otta Hahna, či Márie Curie, priekopníkov sub-

## Párenie v urýchľovači LEAR: výroba a dôkaz antivodíka:



atomárnej fyziky. Uprostred obrovskej haly stojí mostový žeriav, schopný uniesť 25 ton vážiace bremeno. Toľko vážia betónové panely, do ktorých sa počas činnosti urýchlovača LEAR (Low Energy Antiproton Ring) ukryvajú výskumníci.

LEAR, pokrstený podľa nevyspateľného kráľa z rovnomennej Shakespearovej hry (anagram zo začiatocných písmen bolo možné poskladať aj inakšie), je urýchlovač, ktorý má otvoriť bránu do antisveta. Už pomocou „nízkej“ energie (odbornej žargón netreba chápať doslova) dokáže elementárne čiastočky urýchliť tak, že sa pohybujú bezmála tak rýchlo ako svetlo. Superrýchle čiastočky krúžia v rúre v ušľachtilej ocele, nie hrubšej ako ľudská ruka, po uzavretej, viac štvorec ako kruh pripomínajúcej dráhe. Mohutné magnety pomáhajú vzácnemu lúču antihmoty vyberať ostré zatačky na dostihovej dráhe, dlhej 78 metrov.

Tupé stenanie nespočetných vákuových púmp dopĺňa kvílenie turbomolekulárnych turbín. Pumpy odsávajú z vnútra rúry vzduch až dovtedy, kým v nej nevzniknú podmienky porovnatelné s kozmickým priestorom. Každá „zabudnutá“ molekula plynu by okamžite zničila antiproton, ktorý chce Oelert spojiť s antielektrónom (pozitronom) do molekuly vodíka. Hrubé splietence kálov hadia sa pozdĺž betónových stien, až kým sa nestratia v „chatkách“ fyzikov. Tieto chatky sú vlastne špecializované kontajnery, ukryté za betónovou, ochrannou hrádzou. Vedci v nich nainštalovali potrebné meracie prístroje a celé týždne

striehli, či nezaregistrujú využené signály z antisveta. Koše, plné plastikových šállok na kávu (z automatu) svedčia o dlhých, prebdených nočiach.

Na dverách kontrolnej miestnosti visí plagát – fotokópia platne pop-skupiny Police. „Duch v mašine“: tak nazvali hudobníci svoj album a očividne tak vystihli pocity technikov, ktorí tu kontroloujú pulz LEAR rytme megaherzov.

Police a regále okolo stien, plné blikajúcich svetielok, pripomínajú interiér, v ktorom sa nakrúca zlý sci-fi thriller. Po voľných stenách sú krížom – krážom popriplánané fotografie, na ktorých sú zachytené číselné údaje a krvky osciloskopov.

Oelertovi pridelili na LEAR čas 48 hodín, rozložený do niekoľkých týždňov. Počas tejto doby spotreboval jeho tím skoro celú zásobu antiprotonov, ktorých mali na začiatku bilión. Je to vzácná munícia: všetkých tisíc miliónov antiprotonov väži miliardtinu gramu, ale tí, čo vzácnú muníciu Oelertovi pridelili, od samého začiatku bedávali, že je ich priveľa. Privedla pre pokus s takým neistým výsledkom.

Oelertove meracie prístroje zaznamenali počas „horúcich týždňov“ vyše 300 000 signálov. Ale až po analýze, trvajúcej mnoho mesiacov, mohli vedci s istotou prehlásiť, že „udalosti“, zviditeľné číslami a krvkami, vykazujú neodskripteľné otlačky mysterioznej antihmoty.

Začiatkom januára tohto roku objavila sa „antihmota“, či presnejšie prvý antiatóm vodíka

v palcových titulkoch na prvých stránkach mnohých novín: „E.T. klope na dvere!“ – hľásal švajčiarsky bulvárny denník Blick. Seriósny Welt am Sonntag, spolu so základnou informáciou maľuje čerta na stenu: „Vojenské využitie antihmoty je možné.“ Novinárov do istej miery inspirujú spisovatelia sci-fi. V nejednom románe či poviedke ničia zbraňami na báze lúčov antihmoty nielen vesmírne lode, ale aj celé mestá, ba planéty. Elektrárne, ktoré poháňa kúsok antihmoty, nie väčší ako necht, zásobujú megamestá energiou. Isaac Asimov, ktorého diela patria už dávno do klasíky sci-fi, vymysel v 60. rokoch robotov, ktorí konajú a myslia ako ľudia – pretože ich „pozitronové mozgy“ ožívujú antičastice.

Fantázia spisovateľov vychádza z reálneho poznatku vedy. Pomocou antihmoty sa naozaj dajú uvoľniť nepredstaviteľné množstvá energie. Navonok totiž (a to je mysteriozne) hmota antisveta sa od „obyčajnej“ hmoty ničím neodlišuje. Antičastice, z ktorých sa antihmota skladá, nesú totiž opačný elektrický náboj, ale toto prepôlovanie sa na prvý pohľad nedá zistiť. Antivoda tečie ako voda, antidrevo horí ako drevo. Keď sa však normálne hmota a antihmota stretne, spôsobia apokalypsu: v ohnivom záblesku sa navzájom anihilujú, pričom sa celá hmota premení na energiu.

Explózia nepatrného množstva antihmoty uvoľní pekelný oheň, ktorý môže zrovnať so zemou miliónové mestá. Niet sa čomu čudovať, ak sa vojaci tak živo zaujímajú o bombu, ktoréj ničivé účinky sú tisíckrát silnejšie ako účinky ató-

## Na princíp sme prišli v bufete

Rozhovor s Walterom Oelertom o výrobe antihmoty

– Ako ste prišli na myšlienku, že sa antihmota dá vyrobíť tu na Zemi?

Oelert: Americký teoretik Stan Brodsky prednášal pred štyrmi rokmi v Mníchove o podmienkach, potrebných na výrobu antivodíka. Kolega Lefèvre ma tu, v ústavnom bufete presvedčil, aby sme experiment, ktorý sme vtedy pripravovali, zmenili tak, aby sme jeho tvrdenie mohli dokázať.

– Verili ste už vtedy v úspech?

Oelert: Vzrušilo nás to... Tu, v bufete, sa diskutuje a čarbe po papieroch denne, pričom vznikajú aj naozaj blázivné myšlienky. Niektoré sa uskutočnia, práve tak ako tá naša.

– Museli ste dlho bojať o podporu?

Oelert: Teoretici nám povedali: „Antihmota existuje, my sme to už vypočítali. Ako to dokážete, to je vaša vec“. Vedecký výbor CERN sme presvedčili sahko. Náš experiment bol na tunajšie pomery veľmi lacný.

– Ste pyšný, že ste pobili konkurenčiu?

Oelert: Myslíte Američanov? Charles Munger z Fermilabu plánuje v lete čosi podobné, ako sme urobili my. Želám mu, aby jeho experiment naše výsledky potvrdil.

– A ak ich nepotvrdí?

Oelert: Budeme diskutovať.

– Ako si vysvetľujete mimoriadny záujem verejnosti?

Oelert: Robili sme aj také experimenty, ktoré boli oveľa komplexnejšie a stáli viac peňazí. Väčšina z toho, čo robíme, je nad chápanie verejnosti. Koho už zaujíma napríklad fluktuácia K-mezonov. Pojem antihmota, i vďaka televíznomu seriálu „Vesmírna loď Enterprise“ pozná každé dieťa.

– Veríte vo svety z antihmoty?

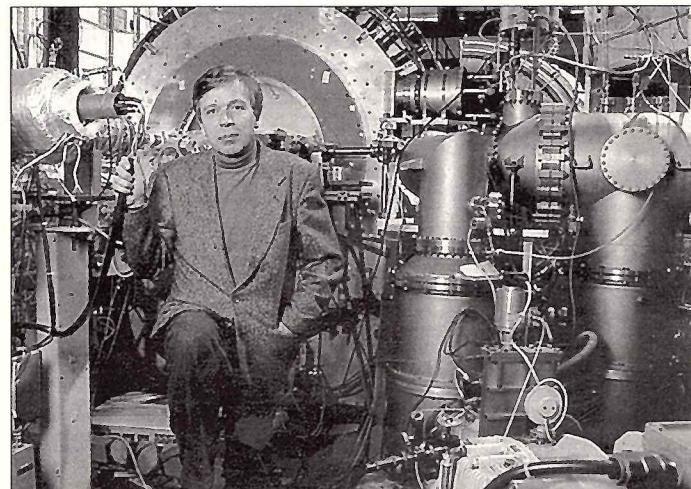
Oelert: Ako vedec nie. Ako filmový divák sa do nich vždy rád vypráviam.

– Čo je na tom antivodíku také vzrušujúce? Antihmotu vo forme pozitívov a antiprotonov skladujeme v laboratóriach už dávno.

Oelert: To sú iba elementárne časťice, ktoré vznikajú prirodzenou cestou. To čo sme vyrobili tu, je prvy pravok periodickej sústavy antiprvkov. Dokázali sme, že antiatómy naozaj existujú.

– Neznevŕzňujú vás reči o zbraňach z antihmoty?

Oelert: Akékoľvek technické využitie antihmoty je púhy nezmysel. Raketové motory, bomby, všetko



Objaviteľ antivodíka Walter Oelert pri aparátu, pomocou ktorej sa mu devätkrát podarilo dokázať existenciu antiatómov vodíka.

ostane v ríši sci-fi. V základnom výskume sme však poriadne pokročili. Môžeme robiť ďalšie experimenty.

– Antivodík ste sa pokúsili vyrobiť už v uplynulých rokoch.

Oelert: Vtedy sme sa s LEAR iba učili pracovať. Teraz sme si vytvorili vynikajúce podmienky.

– Pociťovali ste čosí ako objaviteľskú horúčku?

Oelert: Mali sme posledný pokus. Onedlho bude tento urýchlovač odstavený. Ak by sme neuspeli, druhú šancu by sme nedostali. Hop, alebo trop! To bolo vzrušujúce.

– Kedy ste už naisto vedeli, že to vyšlo?

Oelert: Až potom, keď sme vyhodnotili všetky údaje. Po dvoch týždňoch som si už mädlil ruky. Vedel som, že najmenej dva signály antiatómov mám vo vrecku.

– Nemrzí vás, že bežným ľuďom nemôžete ani zdaleka priblížiť podstatu toho, čo robíte?

Oelert: Keby len obyčajný ľuďom...! Problém mám neraz aj s kolegami z vedľajšieho laboratória, najmä keď idem do detailov. Otázky, ktoré si moderná veda kladie, sú také komplexné, že sa musíme brutálne špecializovať.

movej bomby. V 80. rokoch, keď sa studená vojna priostrila, pracovali americkí vedci v rámci projektu hviezdnej vojny na projekte, ktorého cieľom bolo vyvinúť zariadenie schopné zostrelovať sovietske rakety prúdom usmernených antičastíc. Výskumný tím viedol sám Edward Teller, otec vodíkovej bomby. Projekt skončil v archíve. Na výrobu nepatrného množstva antihmoty sú potrebné prostriedky, na ktoré je aj americký rozpočet chudobný.

Pred 15 miliardami rokov, krátko po vzniku vesmíru, bolo ešte antihmoty dosť. Presnejšie: bolo jej práve toľko ako „normálnej“ hmoty. Vzápäť sa však miliardy častíc navzájom anihilovali. Fyzici však nechápu, prečo sa vesmír vzápäť nepremenil na nekonečný oceán žiarenia. Ako sa mohlo stať, že ten ničivý zlomok sekundy časť hmoty „prežila“ a začala sa sklaňať do atómov, molekúl, z ktorých sa po miliónoch rokov vyvinuli prvé galaxie?

Jedno z mnohých vysvetlení je, že vrelá, pravotná polievka nebola dobre premiešaná. Niektoré bolia viac hmoty, inde viac antihmoty. Spúšťa čiastočiek si nenašlo partnera, s ktorým by sa mohli navzájom anihilovať. Nie je vylúčené, že vznikli oddelené, sférické ostrovky hmoty i antihmoty. Ak je tak, potom by v našom vesmíre mali existovať celé svety, galaxie, hviezdy a súčasne sústavy z antihmoty. Možno existuje kdeś i Antizemeguľa, obývaná antipozemšťanmi.

„Vo vesmíre môže byť rovnaké množstvo hmoty i antihmoty – tvrdí Floyd Stecker, astrofyzik NASA – antigalaxia by mala vyzeráť vo všetkých prístrojoch ako naša Mliečna cesta. Britský fyzik Paul Dirac, ktorý ako prvý teoreticky podložil existenciu antičastíc, vyrúkoval s ešte odvážnejšou hypotézou: „Čo ak je »každé druhé

Slnko« v našej Galaxii antihviezdou a astronomickej metódy ich nedokážu rozoznať?“

Ak je tak, potom by vesmírom museli blúdiť roje meteoritov z antihmoty. Čo ak preniknú i do našej slnečnej sústavy. Podaktorí vedci tvrdia, že aj Tunguzský meteorit bol vlastne kúskom antihmoty. Každopádne, obrovský výbuch nezanechal v tajge nijaký kráter, nenašli sa po ňom nijaké stopy. Zástancovia tejto hypotézy tvrdia, že k anihilácii došlo už v najhornejšom poschodi atmosféry. (Táto hypotéza však padla. Dnes sú hvezdári presvedčení, že išlo o kométu.)

Pred niekolkými rokmi vyvinul švédsky fyzik a nobelista Hannes Alfvén model, v ktorom môžu svety z hmoty a antihmoty vedieť seba existovať. Keď vylejeme vodu na žeravu platnu, argumentuje učenec, kvapôčky sa nevyparia hned, ale celé minuty tančujú nad platňou, pretože sa medzi nimi a žeravým kotúčom vytvorí tenučký ochranný film, ktorý účinky horúčavy zmierňuje. Niečo podobné sa deje, keď sa stretnie galaxia s antigalaxiou. V hraničnej zóne vzplanie sice oheň anihilácie, ale energia vyvolaného žiarenia vytvorí ihned „ochrannú záclonu“. Veci však doteraz nenašli nijaký príznak existencie takejto „záclony“. Medzi miliardami častíc, ktoré každú sekundu zo všetkých strán prenikajú do pozemskej atmosféry, nepodarilo sa zatiaľ detegovať ani jedinú antičasticu.

Väčšina astrofyzikov sa preto priklonila k názoru, že antihmota sa hned po big-bangu vypočalovala. To sa však mohlo stať iba tak, že už v čase big-bangu bolo „normálnej“ hmoty o niečo viac. Z každej miliardi protónov a elektrónov unikol anihiláciu jediný! Tejto nepatrnej asymetrie môžeme ďakovať, že tu sme.

Práve tento nevysvetliteľný prebytok hmoty

však nedá vedcom spávať. Narušil totiž vieriť astrofyzikov v krásu a symetriu prírodných zákonov. Matematickým akrobatom sa sice podarilo zostaviť rovnice, ktoré teóriu istého prebytku hmoty potvrdzujú. Stojí však na predpoklade, že pôvodná energia big-bangu sa na jasného musela premeniť na takzvané čiastočky X.

Keď vypukla éra čiastočiek X, vesmír bol oveľa menší ako jadro atómu. V tomto mikrosvete každá X-čiastočka väzila tisíckamiliárd viac ako protón. Boli to však ony, čo fungovali ako automatická liaheň protónov a antiprotonov. Teoretiči tvrdia, že matematicky možno dokázať neproporčnú prácu týchto generátorov časťí: produkovali o niečo viac protónov ako antiprotonov – čo však stačilo na to, aby vznikol vesmír z „našej“ hmoty.

Antihmota však nezmizla bez stôp. Vo chvíli, keď sa 99,999999 percent časťí a antičasťí vzájomne anihilovalo, vzniklo obrovské množstvo tepla, ktoré doteraz vyhrieva vesmír. Poznáme ho ako reliktové žiarenie vesmírneho pozadia.

Zvyškové žiarenie, ako vieme po senzačných mapách satelitu COBE, nebolo celkom homogénne. Naopak: na mapách COBE vidíme celé súostrovia vytvorené žiareniom o nerovnejkej teplote. A práve z týchto archipelágov sa vyvinuli prvé galaxie a hviezdy.

15 miliárd rokov uplynulo od chvíle, keď pravotná antihmota z vesmíru celkom vymizla. Presne toľko trvalo, kým sa fyzikom na planéte Zem podarilo vytvoriť opäť atóm jej najjednoduchšieho prvku – antivodíka.

**Podľa Der Spiegel 3/96**

spracoval – eg –

(K téme sa vraciam na str. 15 a 16)

Hmota, pohybujúca sa rýchlejšie ako svetlo, bola pozorovaná iba vo výtryskoch jadier vzdialených aktívnych galaxií a kvazarov. Vlani v apríli objavili hvezdári prvý takýto objekt i v našej galaxii, vo vzdialosti 40 000 svetelných rokov od Zeme. V júli bol objavený ďalší.

GRO J1655–40, zdroj röntgenového žiarenia (známy aj ako rádiozdroj Nova Scorpii), objavil satelit Gamma Ray Observatory. Dodatočná rádiodiagnóza pomocou Very Long Baseline Array zviditeľnila výtrysky, šíriace sa zo zdroja krížom cez oblohu rýchlosťou 62 oblúkových milisekúnd za rok! Hodnoty nameranej rýchlosťi nemali v celom známom vesmíre páru. Tento objekt, nachádzajúci sa vo vzdialosti 10 000 až 15 000 svetelných rokov od Zeme, produkoval výtrysky, ktorých rýchlosť prekonávala Einsteinov limit o viac ako 50 percent.

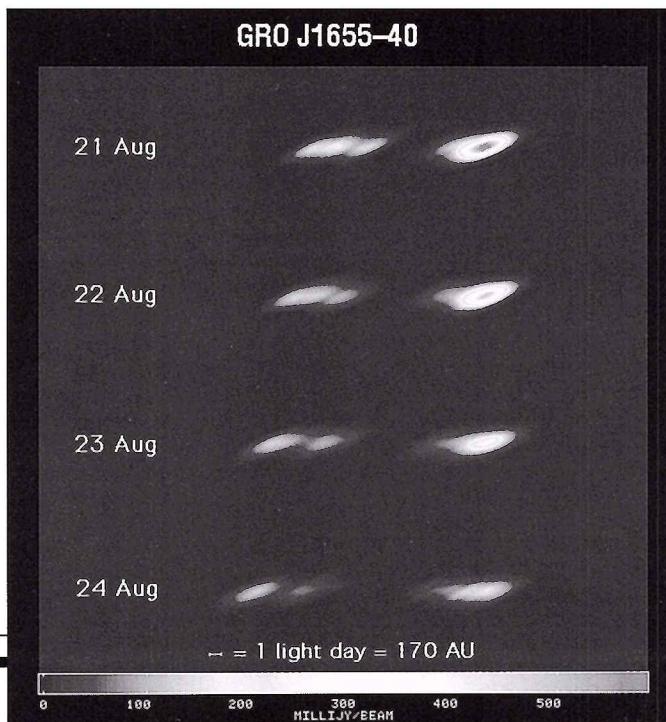
Vieme, že v prípade, ak smer podobných výtryskov je paralelný s našim zorným lúčom, môže vzniknúť ilúzia nadsvetelnej rýchlosťi. Výtrysky GRO J1655–40 však smerujú bezmála kolmo na zorný lúč pozemšťanov, takže „zázrak“ vysvetlili až dodatočné merania; aktuálna

## Minikvazar (už) druhý) v Galaxii

hodnota rýchlosťi výtryskov je iba 92 % rýchlosťi svetla.

Podľa austrálskych hvezdárov ide o mocný výtrysk röntgenového žiarenia, ktorý býva príznakom poslednej

fázy spolužitia binárneho systému istého typu. GRO J1655–40 je podľa všetkého obalený ozrnutým akrečným diskom, ktorý dokázal výrony energie blokovať až dovtedy, kým z neho



kompaktný objekt vo vnútri systému kritické množstvo hmoty neodsal.

Špecialisti z Cerro Tololo International Observatory v Chile priradili GRO J1655–40 k hŕstke takých röntgenových dvojčiek, kde jedným z partnerov je čierna diera. Stáva sa, že dodnes neobjasnený fyzikálny proces môže zabrániť definitívnomu kolapsu dominujúceho hviezdneho objektu do čiernej diery v takom prípade, ak je jeho hmotnosť o niečo väčšia ako trojnásobok hmotnosti Slnka. Údaje z Cerro Tololo preverili viaceré tímy a odhadli primárnu hmotnosť podozrivého objektu na 4 až 5,2 hmotnosti Slnka. Kolísanie svetla binárneho systému počas periodických zákrytov tento odhad ešte spresnil. GRO J1655–40 je podľa všetkého minikvazarom, uprostred ktorého sa skrýva, ako to už pri kvazaroch býva, čierna diera.

**Spracované podľa NASA**

Z GRO J1655–40 šíria sa na obe strany výtrysky, aké sme zatiaľ naznali iba u vzdialených galaxií a kvazarov. Rýchlosť týchto výtryskov dosahuje 92 % rýchlosťi svetla. Každú zo snímkov vytvoril počítač z rádioúdajov 6-hodinového pozorovania pomocou Very Long Baseline Array.



Miesto nálezu meteoritu. Na horizonte obec Sasinkovo, severne od Rumanovej.



Meteorit Rumanová

## ktorý nám ostane



**Chondruly:** mikrokryštalická (vpravo hore), olivínová (vľavo hore) a pyroxénová (vľavo dolu) vo vykryštalizovanej základnej hmote. Mikrokryštalická pozostáva z jemnozrnného enstatitu, olivínu a oligoklasu. Lemujú ju hydroxydy železa (hnedé). V olivínovej tvorí olivín (žltý) lišty a obvod. Výplň tvoria pyroxény a oligoklas. Pyroxénovú tvoria radiálne agregáty rombického pyroxénu enstatitu.



**Chondruly rôznej veľkosti a štruktúry:** vpravo radiálna pyroxénová (spojená, sivozelená s čiernym pruhom spôsobeným orientáciou zrín v polarizačnom mikroskope), v strede hore je menšia zrnitá olivínovo pyroxénová (zrná rôznych farieb), vľavo od nej rovnako veľká porfyrická (s tmavosivou základnou hmotou) a v strede na ľavom okraji pruhovaná olivínová (žltá).

Pády meteorítov na zemský povrch bývajú velkolepým zážitkom, ktorý zanecháva u pozorovateľov hlboké dojmy. I keď sme sa u nás v tomto storočí zatiaľ ešte nedočkali podobného úkazu, predsa sme sa dočkali aspoň prvého nálezu meteoritu v auguste 1994 pri obci Rumanová. Informatívna správa o jeho náleze bola uverejnená v Kozmose 6/95.

Doteraz boli oficiálne registrované štyri meteority, ktoré sa našli na území Slovenska (Tuček 1981). Všetky štyri pochádzajú z minulého storočia. Dva sú pozorované pády a dva nálezy.

**Lenartov:** V októbri 1814 sa pri obci Lenartov západne od Bardejova našiel železný meteorit (oktaedrit) o hmotnosti 108 kg. Našiel ho pastier v bahnej pôde pri pramene, kde chodieval napájať dobytok. Lenartov je jedným z prvých meteoritických želiez, na ktorých Widmanstätten robil pokusy s leptaním vyleštených plôch pre štúdium vnútornej stavby. Povrch meteoritu bol úplne skorodovaný, bez pôvodnej stavenej povrchovej kôry. Veľmi k tomu prispela erózia v bahne v mieste nálezu. Lenartov patril medzi stredné oktaedirty. Najväčší kus o hmotnosti 73,6 kg spolu s ďalším odrezkom 2,9 kg je v múzeu v Budapešti. Ďalšie úlomky sú vo Viedni a Tübingene, avšak žiadny nie je na Slovensku.

**Oravská Magura:** Na rozhraní 1830–1840 sa našiel veľký počet meteorických želiez na Oravskej Magure robotníkmi z okolitých železnych hutí. Železár pokryté hnedou vrstvou hrdze sa vzhľadom neodlišovali od pozemských železnych rúd a boli považované za veľmi kvalitnú železnú rudu. Z nevedomosti sa takto tavením stratilo najmenej 1600 kg veľmi vzácnnej meteoritickej hmoty, až pokiaľ Haider z viedenského múzea nezistil

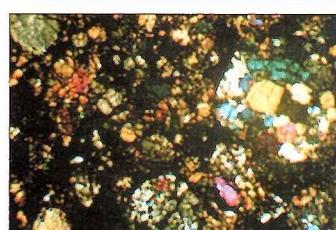
v roku 1834, že je to meteorit. Miesto nálezu sa dlho utajovalo a bola ním pravdepodobne oblasť v súčasnosti zatopená Oravskou priehradou pri obci Slanica južne od Námestova. Bol to zrejme pád väčšieho počtu meteorických želiez, ale nenašiel sa kráter, ktorý by nasvedčoval o páde väčšieho pôvodného telesa. Meteorit sa stal predmetom rozsiahlych výskumov v 19. a následne v 20. storočí. Pozorujú sa v ňom pravidelné Widmanstätte-nove obrazce a zaraďuje sa medzi hrubé oktaedirty. V rôznych zbierkach po svete sa nachádza okolo 300 kg tohto železa, ale žiadny kus na Slovensku. Najväčší kus o hmotnosti 45,6 kg je uložený v Tübingene, múzeum vo Viedni má 4 ks o celkovej hmotnosti 19,8 kg, v Berlíne je 10,1 kg, v Londýne 9,0 kg, v Budapešti 4,9 kg, v Prahe 2,3 kg a množstvo menších úlomkov je takmer vo všetkých väčších zbierkach po svete.

**Divina:** Kamenný meteorit, ktorý spadol 24. júna 1837 o 11:30 hod. pri obci Divina severozápadne od Žiliny.

Meteorit je orientovaný celotvar a nachádzajú sa v ňom chondruly. Podľa mineralogického štúdia sa zaraďuje do skupiny chondritov s vysokým obsahom železa, H chondritov. Hlavný kus o hmotnosti 9,9 kg je uložený v múzeu v Budapešti.

**Veľké Borové:** V tomto prípade ide tiež o pozorovaný pád pravdepodobne jedného kusa kamenného meteoritu o hmotnosti 5,9 kg pri obci Veľké Borové severozápadne od Liptovského Mikuláša, 9. mája 1895. O podrobnostiach pádu sa zachovalo veľmi málo správ. Kameň je orientovaný celotvar s jemnou natavenou tmavou povrchovou kôrou a obsahuje o niečo tmavšie, riedko rozptýlené chondruly pevne usadené vo svetlejší základnej hmoty. Mineralogicky sa zaraďuje medzi chondrity s malým obsahom železa, L chondrity. Nachádza sa v budapeštianskom múzeu.

V novodobej histórii, od roku 1964 na území Slovenska pracuje v rámci európskej siete fotografická sieť tzv. celoblohových komôr koordinovaná Astronomickým ústavom SAV. Úč-



Zrnité olivínovo-pyroxénové chondruly v základnej hmoty. Hranice chondrúl nie sú veľmi výrazné a veľkosť zrín základnej hmoty je takmer rovnaká so zrnamí v chondrulách, čo zodpovedá vyššiemu stupňu metamorfózy.

lom siete je fotografovanie preletov veľmi jasných meteorov – bolídov, teda aj tých, z ktorých by mohli spadnúť meteority. Pri vyfotografovaní preletu bolídu z viacerých staníc siete možno vypočítať dráhu meteoru v atmosfére, dráhu jeho pôvodného telesa – meteoroídu – v medziplanetárnom priestore a potencionálne miesto pádu prípadného meteoritu na povrch Zeme. Za doterajšieho účinkovania siete zatiaľ najrénejší pád meteoritu zaznamenaný fotografickými stanicami na Slovensku sa vyskytol 27. mája 1979. Bol to prelet bolídu –12. absolútnej fotografickej magnitúdy vyfotografovaný piatimi stanicami. Teleso o hmotnosti 220 kg a rýchlosťi 16 km/s začalo žiať vo výške 68 km a po 5,1 s letu pohaslo vo výške 23,5 km pri rýchlosťi 4 km/s vo vzdialosti 10 km južne od Zvolena. Z výpočtov bolo isté, že zvyšky pôvodného telesa, ktoré sa rozpadlo na štyri časti, dopadli na Zem v oblasti mesta Zvolen. Najväčší úlomok meteoritu mal mať hmotnosť 1 kg, ale napriek niekoľkým expedíciam sa ho nepodarilo nájsť.

**Rumanová** je piatym meteoritom, ktorý sa našiel na území Slovenska. Miesto nálezu je 1,25 km od severného okraja obce Rumanová, 10 km východne od Sereď (zem. dĺžka = 17,87°, zem. šírka = 48,35°). Meteorit sa našiel tak, že pri žatve sa zasekol do nožov kombajnu. Nie je však vylúčené jeho prenesenie počas predchádzajúcich polných prác z pôvodného výkopu plynovodu na svahu 50 m západne od miesta nálezu. Tento mimoriadne fažký kameň hrdzavej farby bol nezvyklý v chotári, kde sa vyskytujú väčšinou biele kremene a sivé vápence. To bolo nápadné Ing. Jozefovi Tehlárovi, agrónomovi miestneho družstva, preto ho zobrať so sebou, a tak jeho zásluhou neskončil na hromade spolu s ostatnými kameňmi vyňaným z pola. Pri vyprošlovaní z nožov kombajnu bolo potrebné kameň rozbiť, a tak sa z neho zachovali tri väčšie a štyri menšie úlomky. Ing. Tehlárl po určitej dobe zanesol kameň ukázať Mgr. Petrovi Poliakovovi z Astronomického kabinetu v Nitre, ktorý ho priniesol na Astronomický ústav SAV v Bratislave.

Z posledných niekoľko desaťročí sa u nás nazhromaždilo od rôznych zberateľov niekoľko desiatok pseudometeoritov, medzi ktorými sa nachádzajú najmä železár, ktoré sú produktom ľudskej činnosti. V prípade Rumanovej však mineralogická a petrografická charakteristika potvrdila, že ide o meteorit. Celková hmotnosť meteoritu je 4,3 kg pri rozmeroch 185×140×125 mm a priemernej hustote 3,53 g/cm<sup>3</sup>. Hustota bola stanovená z piatich meraní. Rumanová je silne zvetraný kameň s hojnými povlakmi hydroxidov železa. Jeho povrch je relatívne hladký. Na čerstvom lome a narezanej ploche, naj-

mä v strednej časti, sú rozptýlené rudné minerály kovového lesku sivobielej a bronzovej farby. Ide o kamenný meteorit-chondrit, v ktorom sme našli pri mikroskopickom pozorovaní v prechádzajúcom svetle polarizačného mikroskopu okrúhle okolo 1 mm veľké chondruly. Naviac v odrazenom svetle mikroskopu sme pozorovali hojné meteorické železo, s charakteristickými štruktúrami po leptaní zriedenou kyselinou dusičnou. Tieto dva údaje postačovali na potvrdenie skutočnosti, že ide o kamenný meteorit – chondrit. V ďalšom sme už pokračovali v náročnejších analýzach. Analýzy chemického zloženia meteoritu a jeho fyzikálnych vlastností vykonali analytickí Geologických ústavov: SAV, Dionýza Štúra a Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského. Po potvrdení

ho istého materiálu. Nie sú známe žiadne procesy, v dôsledku ktorých mohlo dojstú k premene jednej skupiny chondritov na druhú. Každá skupina reprezentuje rôzne podmienky ich vzniku.

HLavnými minerálmi obyčajných chondritov sú olivín, pyroxén, živec, kov a sulfid. Väčšina minerálov nie sú čisté zlúčeniny. Sú tuhými roztokmi medzi Fe a Mg zložkami. Napríklad olivín je tuhým roztokom fayalitu  $Fe_2[SiO_4]$  a forsteritu  $Mg_2[SiO_4]$ . Rombické (kosoštvorcové) Mg – Fe pyroxény tvorí enstatit  $Mg_2[Si_2O_6]$  a ferrosilit  $Fe_2[Si_2O_6]$  (Fs). Súčasné zjednodušené názvoslovie zohľadňuje „50 % pravidlo“ pri pomenovaní tuhých roztokov t.j. enstatit (do 50 mol. % Fs) a ferrosilit (nad 50 mol. % Fs). Podľa starzej klasifikácie enstatit zod-

**Zistili sme nasledujúce minerály:**  
olivín  $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$ ,  
enstatit  $Mg_2[Si_2O_6]$ ,  
augit  $(Ca, Mg, Fe^{II}, Fe^{III}, Ti, Al)_2[Si_2O_6]$ ,  
pigeonit  $(Mg, Fe, Ca)_2[Si_2O_6]$ ,  
kamacit (meteorické železe)  
s 6–7 at. % Ni),  
troilit  $Fe_{1-x}S$ ,  
oligoklas (sódno-vápenatý živec),  
chromit  $FeCr_2O_4$ ,  
whitlockit  $\beta\text{-}Ca_3[PO_4]_2$ ,  
chlorapatit  $Ca_5[C_1](PO_4)_3$ ,  
goethit  $\alpha\text{-}FeOOH$  a limonit, ktoré sú produktami pozemského zvetrávania kamacitu,

HLavnými minerálmi meteoritu sú silikáty olivín a enstatit, ktoré sprevádzajú meteorické železo a sulfid troilit. Hydroxydy železa (goethit a limonit) sú produktami pozemskej premeny meteorického železa, najmä kamacitu. V meteorickom železe sa leptaním preukázali rôzne orientované Neumannove obrazce, ktoré svojím tvarom nasvedčujú deformácii v plastickom stave. Ich vznik sa predpokladá v dôsledku zrážky v medziplanetárnom priestore. Ostatné minerály sú zriedkavé.

**Petrologické štúdium** sa zaoberá štruktúrou meteorítov. Časť štruktúr je pôvodná a časť z nich vznikla neskôr počas histórie meteoritu. Pre chondrity sú charakteristické chondruly so zložitou vnútornou štruktúrou. Sú zreteľné na čiernej ploche chondritickeho meteoritu a vo výbrusoch. Nepravidelné zrná kovu a sulfidov sa vyskytujú obvykle mimo chondrul a tiež vo veľmi jemnozrnnej silikátowej základnej hmote. Pôvodná štruktúra je zmenená a ovplyvnená dvoma premenami, obvykle pripisovanými nárazu a metamorfózou (pomalej kryštalizácií pri zvýšenej teplote). Tri dôležité aspekty petrologie chondritov sú: chondruly, metamorfóza, termálna a mechanická premena v dôsledku nárazu.

**Chondruly.** Výskyt chondrúl u chondritov je dôležitým poznávacím rysom, lebo tieto sa v terestrických horninách nevyskytujú. Majú gulôvity tvar. Niektoré obsahujú sklo, iné sú vykryštalizované. Štruktúry chondrúl nasvedčujú tomu, že boli taveninou, ktorá bola náhle ochladená. Pozostávajú z jemných vláken, zrín a líst, ktoré nie sú dostatočne vykryštalizované a často obsahujú dutiny so sklom. Väčšina autorov vysvetluje pôvod chondrúl mechanizmom rýchleho ochladenia z taveniny. Nie je však jasné kedy a ako došlo k taveniu. Štruktúra chondrúl je mimoriadne zaujímavá. Chondruly sa nachádzajú v základnej hmote, ktorá je obvykle zrnitá (<0,2 mm) a má v podstate to isté minerálne zloženie ako chondruly. Jednotný výskyt a zastúpenie rôznych typov chondrúl v nerovnovážnych obyčajných chondroitech naznačujú, že rovnaký proces alebo procesy sa odo-



**Fragment chondruly radiálneho enstatitu a kráterová štruktúra (na pravom okraji) nasvedčujú neskoršej deformácii už pevnej chondruly.**



**Kamacit po leptaní nitalom vytvára prúžky – Neumannove obrazce – ktoré svojím tvarom nasvedčujú deformácii v plastickom stave.**

mimozemského pôvodu kameňa z Rumanovej, Ing. Tehlárl venoval meteorit Slovenskému národnému múzeu v Bratislave, kde sa mu dostalo čestné miesto v mineralogickej depozitúre múzea a je prvým meteoritom nájdeným na Slovensku, ktorý na Slovensku aj zostáva.

**Kamenné meteority** sú najrozšírenejšie meteority na zemskom povrchu. Svojím vzhľadom sa podobajú bázickým vyvrelinám s podstatne vyšším obsahom železa a horčíka. Delia sa na dve základné skupiny: chondrity a achondrity. Zo štatistiky pozorovaných pádov chondrity tvoria až 87 %, achondrity okolo 7 % a zvyšok sú železné a železo-kamenné meteority.

Základom klasifikácie chondritov je pomer redukovaného železa (metallické a sulfidické) a oxidického železa (v silikátoch). Podľa obsahu železa sa zaradujú do niekoľkých skupín: H (vysoký obsah železa), L (nízky) a LL (nízky obsah železa, nízky obsah kovu). Tieto skupiny chondritov sú si veľmi podobné a označujú sa ako „obyčajné chondrity“. Zriedkavejšie sú uhlíkaté chondrity (C chondrity) podľa charakteristickej prítomnosti uhlíka. Pomer kovového železa a kremíka odráža stupeň oxidácie. Oxido-redukčné procesy nemôžu ovplyvniť celkové pomery prvkov, čo vylučuje pôvod rôznych typov chondritov zo-

povedal len zloženiu 0–10 mol. % ferrosilitu t.j.  $Fs_{0-10}$  a naviac sa používajú dnes už neplatné názvy bronzit  $Fs_{10-30}$  a hyperstén  $Fs_{30-50}$ . Kov tvoria dve niklovo-železné zlatiny: kamacit a tenit. Kamacit obsahuje okolo 5 % Ni a tenit 13 – 65 % Ni. Jemnozrnné zmesi oboch predošlých zlatín sa nazývajú plesit. Rozdiely v zastúpení minerálov v jednotlivých skupinách chondritov odrážajú ich rozdielnu úroveň oxidácie a podmienok ich vzniku.

H, L a LL chondrity (obyčajné chondrity) sú zložené z olivínu a pyroxénu. Podiel Fe v nich sa mení v jednotlivých skupinách. Olivín obsahuje priemerne 19,3, 25,2 a 31,3 mol. % Fe koncového člena a pyroxén obsahuje 16,8, 20,9 a 25,2 mol. % Fe koncového člena v H, L a LL skupine. Vo vzorkoch týchto tried je možné odlišiť tiež množstvo kovu. LL chondrity sa naviac odlišujú výraznejším zastúpením brekcií, t.j. úlomkov horniny.

**Minerály v meteorite Rumanová** sme študovali v prechádzajúcom a odrazenom svetle polarizačného mikroskopu a v riadkovacom elektrónovom mikroskopu (SEM). Ich chemické zloženia poskytla bodová vlnovo-disperzná röntgenová mikroanalýza (WDX) a energiovodo-disperzná röntgenová mikroanalýza (EDX) na Geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave.

hrali pri vzniku chondrúl vo všetkých obyčajných chondritoch. Naviac, niektoré typy chondrúl vznikli v odlišnom fyzikálnom prostredí. Priama kondenzácia chondrúl zo solárnej hmloviny by mala vytvoriť skôr populáciu chondrúl s postupnými prechodnými vlastnosťami ako výrazne odlišné skupiny.

**Metamorfóza** spôsobuje pomalú kryštalizáciu pri zvýšených teplotách. Príznaky metamorfózy v chondritoch sa prejavujú hrubšou zrnilosťou základnej hmoty v dôsledku rastu kryštálov a zotieraním hraníc medzi chondrulami a základnou hmotou. Charakteristickým trendom je homogenizácia minerálneho zloženia. Väčšina meteoritov vykazuje jednotnosť zloženia minerálov. Široká variabilita zloženia je zriedkavá a vyskytuje sa v meteoritech, ktoré boli postihnuté slabou metamorfózou. Účinok metamorfózy sa prejavuje v zjednodušení systému a jeho priblžneniu k rovnováhe. Väčšina obyčajných chondritov je vyššie metamorfovaná a patrí k petrologickým typom 5 a 6. Petrologický typ meteoritu sa udáva spolu s jeho skupinou (napr. H5, L5, atď.).

**Termická a mechanická premena.** K mechanickým zmenám dochádza obyčajne pri zrážkach v medziplanetárnom priestore. Mnohé chondrity obsahujú čierne žily. Príznakmi sa podobajú terestrickým horninám v blízkosti zlomov a vzorkám po experimentálnych nárazoch. Niektoré meteority v dôsledku tohto procesu úplne sčerneli. V mikroskope vidieť v žilách sklo, niekedy s mikrokrystalickými silikátmi a početnými malými gulôčkami sulfidov.

## **Na margo „Lutterovho objavu“**

Slovenskou tlačou prebehli senzačné správy o unikátnom objave meteorického krátera pri obci Jamník. Do redakcie sme dostali viacerо ohlasov, ktoré sa nad celou záležitosťou, mierne povedané, pozastavujú. Jeden vyberáme.

Pán Lutter,  
obdržali sme početné novinové vý-  
strižky, v ktorých sa uvádza Váš „objav  
najväčšieho meteoritického krátera v stred-  
nej Európe“ v blízkosti obce Jamník  
v premere takmer 800 m a zistenie ďal-  
ších dvoch menších v katastri obce Spiš-  
ský Hrhov.

Vzhľadom na to, že jeden z nás vykonával dlhé roky geologické mapovanie v oblasti Spišskej Novej Vsi (Pavol Gross) a druhý (Igor Rojkovič) určil v predošлом roku meteorit Rumanová a množstvo pseudometeoritov, dovolujeme si Vás upozorniť na niekoľko skutočností.

**1.** Najväčší meteoritický kráter v strednej Európe je Ries. Nachádza sa východne od Tübingenu v Spolkovej republike Nemecko. Jeho priemer je 25 km (tj.  $31 \times$  viac ako Vami „objavený kráter“) a hĺbka 200 m. Jeho vznik spôsobil meteorit s priemerom viac ako 500 m (Paturi 1995). Považuje sa za možný zdroj tekt-

**Chemické zloženie meteoritov  
Rumanová, Příbram (Rost 1965)  
a zemskej kôry  
(Heide a Wlotzka 1995)**

	Rum- nová (H5)	Příb- ram (H5)	Zemská kôra
Si	18.16	16.77	30.5
Al	1.03	1.78	7.83
Fe	21.19*	28.41	3.54
Mn	0.22	0.16	0.07
Mg	13.23	13.71	1.39
Ca	0.85	1.04	2.87
Na	0.44	0.27	2.45
K	0.06	0.07	2.82
P	0.14	0.04	0.08
Ti	0.14	0.08	0.47
S	1.80	2.28	0.03
Ni	1.27	1.67	0.004
Cr	0.14	0.21	0.007
Co	0.07	0.11	
C	0.31		0.03

\* Znížený obsah Fe v meteorite Rumanová spôsobuje nahradenie niklového železa (kovu) goethitom a limonitom (hydratmi železa)

V meteorite Rumanová v predchádzajúcim i odrazenom svetle polarizačného mikroskopu vidieť početné chondruly o rozmeroch 0,1 až 2,5 mm, najčastejšie 0,5–1 mm veľké. Prítomné sú všetky základné typy štruktúr chondrúl: mikrokryštaličká, radiálna, pruhovaná, porfyrická a zmitá. Chondruly väčšinou pozostávajú z viacerých fáz. Tvoria ich agregáty pyroxénu, olivínu a prípadne aj drobne rozptyleného niklového železa a troilitu. Najväčšie chondruly tvoria mikrokryštaličké agregáty jemnozrn-

ného (<10 µm) pyroxénu, olivínu a oligoklasu, ktoré sú často lemované goethitom. Pyroxény tvoria v chondrulách často agregáty pretiahlych kryštálov, ktoré sú radiálne usporiadane. Pyroxény vybiehajú vejárovite z miest blízko povrchu chondruly. Chondruly majú často niekoľko takýchto vrcholov a dochádza k pretínaniu vejárov. Chondruly s hojnejším zastúpením olivínu tvoria pruhovanú štruktúru s paralelnými lištami olivínu. Ich medzirázový priestor vypĺňajú mikrokryštalické agregáty pyroxénu, oligoklasu a rudných minerálov. Obvod týchto chondrúl tvorí olivín obdobného zloženia. V porfyrických chondrulách vystupujú výrastlice olivínu a pyroxénu v mikrokryštalickej základnej hmote. Výrastlice nevykazujú zonálnosť a základná hmota, ktorú tvorilo pôvodné sklo, vykazuje výraznejšiu kryštalinitu. To je charakteristické pre chondruly v rovnovážnych chondritoch. V zrnitých chondrulách tvoria izometrické zrná olivínu (väčšinou 30–70 µm) agregáty spolu s enstatitom. Rozmery zŕní sú u oboch minerálov približne rovnaké.

V niektorých chondrulách sa pri použití väčšieho zväčšenia v riadkovacom elektrónovom mikroskope pozoruje nasledujúca postupnosť kryštalizácie: olivín, enstatit, monoklinický pyroxén (augít alebo pigeonit), niklové železo a ako posledný je oligoklas s drobnými zrnameniami chromitu. V odrazenom svetle vidieť najčastejšie obraztanie chondrál niklovým železom, troilitom ale aj goethitom.

Spojené chondruly nasvedčujú kobilizii ešte v plastickom stave. Nachádzajú sa tu však aj fragmenty chondrúl a kráterové štruktúry, ktoré na-

svedčujú neskoršej deformácie už pevných chondrúl.

Základná hmota meteoritu obsahuje zrná od 0.01 do 0.5 mm veľké. Nachádzajú sa v nej predovšetkým zrná olivínu a pyroxénov. Rudné minerály vypĺňajú medzirnové priestory sili-kátových minerálov.

V chondrite Rumanová je podstatná časť chondrúl i základnej hmoty vykryštalizovaná, čo nasvedčuje progressívnej rekryštalizácii. V našej vzoreke sa nachádza 5 rozdielnych štruktúrnych typov chondrúl, ktoré si vyžadovali rozdielnú rýchlosť kryštalizácie (porfyrická, mikrokryštalická). Musíme preto predpokladať rôznorodosť zdroja týchto chondrúl v nájdenom chondritovom meteorite.

Meteorit Rumanová je už silne zvetraný, čo odráža aj znížený obsah celkového Fe a zvýšený podiel  $Fe_2O_3$ . Podľa chemického a minerálneho zloženia patrí k triede olivínovo-enstatitových chondritov (symbol H) čo znamená vyšší obsah Fe, s charakteristickými minerálmi: olivínom, enstatitom, niklovým železom a troilitom. Výrazné prevládanie rombického pyroxénu enstatitu nad monoklinickým pyroxénom, rekryštalizovaná základná hmota a odlišiteľné chondruly umožňujú odlišiť petrologický typ 5. Meteorit Rumanová teda možno zatriediť do chondritov skupiny H5.

**Vladimír Porubčan,  
Astronomický ústav SAV,  
Bratislava  
Igor Rojkovič,  
Prírodovedecká fakulty  
Univerzity Komenského,  
Bratislava**

povrchu podrobňím geologickej mapovaním v mierke 1:25 000 a mikroskopicky preštudovali v priebehu rokov 1993–1995 nemá iný pôvod ako v horninách paleogeónu, alebo v ich predtretihornom podloží. Na povrchu sa však nachádza množstvo úlomkov trosky, skla a umelých hmôt, ktoré sú dôsledkom činnosti človeka (stavebný materiál, cestný materiál, transport odpadkov atď.).

Ak máte skutočný záujem o potvrdenie Vášho „objavu“, môžete zaslať časť Vami získaného materiálu (tekutov?) na adresu I. Rojkoviča, alebo iným špecialistom na odborné posúdenie.

S pozdravom  
**RNDr. Pavol Gross, CSc.**  
Geologická služba SR  
Mlynská dolina 1  
817 04 Bratislava  
**doc. RNDr. Igor Rojkovič, DrSc.**  
Katedra ložiskovej geológie  
Prírodovedecká fakulta UK  
Mlynská dolina  
842 15 Bratislava

č. 29 • sobota 5. februára 1994

**VÝCHOD** Marián Lutter objavil na Spiši d'alšiu raritu  
**Po neandertálcovi aj meteorit**

# Magnetosféra Zeme a jej výskum

Kozmické družice i sondy, smerujúce do medziplanetárneho priestoru alebo na geostacionárne dráhy, slúžia viacerým odborom vedeckého výskumu: prvým je diaľkový prieskum Zeme, ktorý čoraz produktívnejšie využívajú nespočetní pozemskí uživatelia – od ekológov, geológov, polnohospodárov až po vojakov. Do druhej skupiny patria orbitálne družice, nesúce na palube prístroje určené na výskum vesmírnych objektov blízkeho, ako aj dalekého vesmíru. Astronómia vďaka nim operuje za hranicami pozemskej atmosféry čo jej umožňuje výskum aj takých oblastí elektromagnetického žiarenia, ktoré sú pre pozemského pozorovateľa nedostupné. Tieto sateľity nám počas posledných 30 rokov pootvárali i niekoľko nových okien do vesmíru. Tresou, vari najpopulárnejšou skupinou sú aj v povedomí širokej verejnosti kozmické sondy, ktoré priamo skúmajú telesá slnečnej sústavy. Existuje však ešte jedna, menšia skupina umelých družíc Zeme, o ktorých verejnosť vela nevie: prístroje na ich palubách merajú fyzikálne parametre *in situ*, teda v prostredí, v ktorom sa práve nachádzajú. Tieto družice študujú blízke alebo vzdialenejšie okolie našej Zeme, najmä vzájomné interakcie slnečného vetra a medziplanetárneho priestoru s týmto okolím, čo má z hľadiska dôležitosť pre samotný život na Zemi určite väčší význam ako výskum vzdialených galaxií. Skúmanie okolia Zeme je vlastne výskumom zemskej magnetosféry. Výskum okolo zemskejho priestoru je úzko spojený s fyzikou plazmy a organizačne nespádá do oblasti astronómie. Doplňa však naše chápanie kozmického prostredia, a preto v rámci možností populárno-vedeckého časopisu pokúsime sa túto zanedbávanú, ale zaujímavú problematiku čitateľom Kozmosu priblížiť.

## Ako sa skúma Zemska magnetosféra?

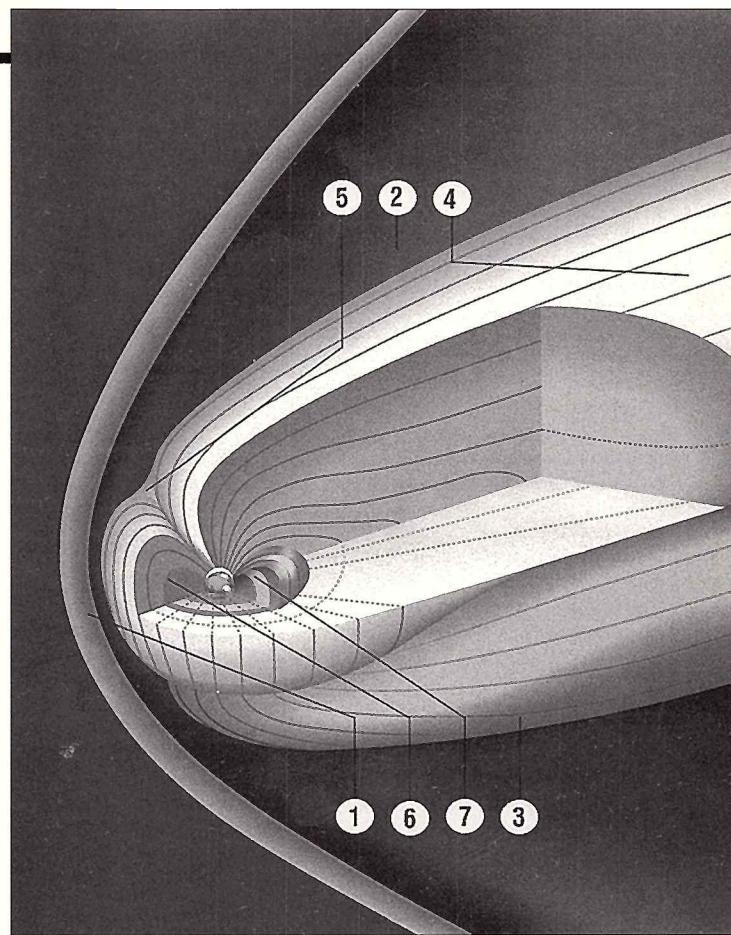
Vo vzdialom vesmíre, ale aj v blízkom kozmickom prostore, existuje množstvo energetických javov, ktoré skúmame diaľkovo, pomocou tradičných astronomických metód. Ide najmä o ionizované prostredia v prítomnosti magnetického poľa. Štúdium plazmy v prostredí slnečnej sústavy vytvára však samostatnú oblasť astrofyzikálneho výskumu. Merania vykonávané v tomto prostredí umožňujú *in situ* alebo in proxime verifikovať teoretické modely plazmovej fyziky na pozadí veľkého množstva presných dát. A naopak: teoretické modely pomáhajú porozumieť procesom, ktoré prebiehajú v tomto prostredí. Výhodou priamych kozmických meraní je, že nie sú striktne ohraničené ako plazmové experimenty v laboratórnych podmienkach. Analýza prostredia v okolí Zeme a štúdium interakcií medzi rôznymi priestorovými a časovými škálami (čiže vzájomné pôsobenie medzi jednotlivými lokálnymi oblasťami) zaručuje prístup k veľmi kompletným informáciám, ktoré častočne určujú aj možné interpretácie pozorovaných javov. Takáto analýza je preto základným prostriedkom plazmovej fyziky.

## Kde to všetko vlastne začína?

Permanentný tok časti slnečnej koróny nadzvukovými rýchlosťami do medziplanetárneho priestoru nazývame slnečným vetrom. Slnečný vietor sa šíri nepretržite (a na všetky strany) slnečnou sústavou a Zem miňa rýchlosťou okolo 400 km/s. Jeho vplyv nepôsobí iba na medziplanetárny priestor. Zmeny v jeho štruktúre, najmä tzv. vysokorýchlosťné prúdy, vyvolávajú napríklad polárne žiare a magnetické búrky v zemskej atmosfére.

## Čím je teda zemska magnetosféra?

Príčinou vzniku vyvinutej zemskej magnetosféry je existencia dipolového magnetického poľa Zeme a prítomnosť hustej atmosféry. V samotnej magnetosfére môžeme rozlísiť niekoľko prísne ohraničených oblastí s charakteristickými rysmi a rôznymi fyzikálnymi vlastnosťami. Prvou – čelnou časťou zemskej magnetosféry je magnetosférická rázová vlna, ktorá vzniká v dôsledku nadzvukovej rýchlosťi pohybu Zeme voči slnečnému vetru. Vrchol tejto rázovej vlny sa nachádza vo vzdialosti 12 polomerov od Zeme smerom k Slnku. Hned za rázovou vlnou sa nachádza prechodová oblasť alebo magnetická dutina. Táto oblasť pozostáva najmä z častic slnečného vetra, pričom intenzita i orientácia magnetického poľa sa tu (neustále) mení. Ďalšou charakteristickou oblasťou je magnetopauza. Je to vlastne hranica skutočného vplyvu zemskejho magnetického poľa. Jej vrchol sa nachádza vo vzdialosti 10 zemských polomerov smerom k Slnku, pričom na opačnej strane smerujúcej von zo slnečnej sústavy vytvára niekoľkonásobne dlhší plazmový chvost. Pozdĺž magnetickej osi Zeme sa nad obidvoma pólmami vytvára nestabilná oblasť, tzv. polárna špička, ktorá je vlastne magnetickou pascou. V tejto časti magnetosféry sa nabité časticie pohybujú pozdĺž siločiar magnetického poľa a takto vstupujú do stabilnej oblasti – vnútornej magnetosféry. Túto oblasť tvoria tzv. van Allenove pásy žiarenia, či van Allenove radiačné pásy. Van Allenove pásy žiarenia majú tvar toroidov, ktoré obopínajú Zem a sú deformované v závislosti na intenzite slnečného vetra. Vonkajší pás vo výške 15–25 tisíc km nad Zemou vytvára takmer výlučne elektróny. Vnútorný pás je zložený najmä z protónov



Schematické znázornenie zemskej magnetosféry s jej jednotlivými oblasťami: 1 – magnetosférická rázová vlna, 2 – prechodová oblasť, 3 – magnetopauza, 4 – plazmový chvost, 5 – polárna špička, 6 – vnútorná magnetosféra, 7 – van Allenove pásy žiarenia.

a nachádza sa vo výške 1000 – 6000 km. Obidva pásy dosahujú maximálnu hrúbku a hustotu častic nad rovníkom. Smerom k pólom sa postupne zužujú, rednú a prakticky zanikajú nad 45° zemepisnej šírky.

## Ako pracuje magnetosférický stroj?

V slnečnej sústave vytvára medziplanetárna plazma bunkovú štruktúru. Jednotlivé oblasti s rozdielnymi fyzikálnymi rysmi sú oddelené pevnými hranicami, pričom medzi týmito oblastami dochádza k prenosu hmoty i energie. Pre magnetosféru Zeme majú mimoriadny význam najmä tri oblasti. **Prechodová oblasť** obsahuje horúci slnečný vietor, ktorý sa tu spomaluje, nahrieva a deformează globálnym magnetickým polom Zeme. Časticie slnečného vetra sú potom zachytávané v **magnetickej pasci** v okolí magnetických pólov na obidvoch hemisférach. V týchto oblastiach dochádza k tvorbe najväčšieho počtu prúdových prepojení medzi rôznymi oblasťami. Nabité časticie sa posúvajú pozdĺž siločiar okolo **neutrálnej atmosféry** a dopĺňajú tak aj ionosféru vo výške 800 – 500 km nad Zemou. Pre magnetosféru má klúčový význam aj rezervoár chladnej plazmy ustanovený ionosférou a vnútornou magnetosférou, tzv. plazmosférou. Magnetosféra Zeme je oblasť ľahko dosiahnuteľná satelitmi. Tie v nej môžu *in situ* robiť merania plazmy i jej základných charakteristik – hustoty, teploty, stupňa ionizácie, zloženia, rozdeľenia energie častic, vlnenia a pod. Vzhľadom na zložitosť magnetosféry Zeme je komplexné štúdium jej základných funkcií možné iba pomocou dômyselných kozmických projektov. V nedávnej dobe boli realizované tri významné programy, ktoré by mali priniesť komplexné údaje a spresniť naše poznatky o zemskej magnetosfére.

## Slovenský podiel pri výskume magnetosféry Zeme

V dňoch 26.–30. 9. 1995 sa konalo v Starej Lesnej v hoteli Bratislava stretnutie EMS – NET (European Magnetospheric Satellite Network), ktorého sa zúčastnilo 64 zahraničných a 4 slovenských vedeckí pracovníci z oblasti fyziky zemskej magnetosféry. Stretnutie organizovalo oddelenie kozmickej fyziky Ústavu experimentálnej fyziky SAV a zúčastnilo sa na ňom celkovo 14 krajín. Islo o prvé stretnutie tejto komunity v rámci projektu schváleného Európskou úniou a koordinovaného Prof. G. Haarendelom z Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik z Garchingu pri Mnichove. Vysoký počet účastníkov súvisel s nedávny úspešným vypustením projektu Interball-tail, ktorý zabezpečuje dvojbodové merania, dôležité pre pochopenie jemnej štruktúry hraničných oblastí zemskej magnetosféry, akými sú rázová vlna a magnetopauza. Na stretnutí sa konštatovalo, že všetky slovenské experimenty umiestnené na uvedenej družici pracujú normálne a poskytujú prvé vedecké informácie. Ďalšie podrobnosti o tomto projekte sú

uvedené v článku o magnetosfére Zeme a jej výskume v tomto čísle časopisu.

Na stretnutí som oslovil doc. Dr. Kudelu, DrSc., a Dr. Slivku, CSc., vedeckých pracovníkov Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach, ktorí ma ochotne informovali o prednostach daného projektu. Ide o komplex meraní plazmy, vlnových emisií a energetických častic, ktorých charakteristiky sú dôležité pre magnetosférickú fyziku. Simultánne meranie na tých istých typoch detektorov je originálne riešenie, ktoré zaručuje vysokú homogenitu dát. Plánujú sa aj zrovnanacie štúdie s družicami, ktoré už lietajú alebo ešte len budú vypustené. Životnosť celého projektu je asi 2 roky. Získané výsledky budú mať dosah v celosvetovom kontexte hlavne na urýchľovacie procesy, na oblasť chvosta magnetosféry a na polárnu žiaru. Je potešiteľné, že Slovensko sa vo výskume zemskej magnetosféry radí medzi svetovú špičku.

Ladislav Hric

### Kozmický výskum magnetosféry Zeme

Americký program GGS (Global Geospace Science) je zameraný na základný výskum vplyvu Slnka na zemske prostredie. Študujú sa hlavne interakcie medziplanetárneho prostredia so zemsou magnetosférou. Dôraz sa kladie na štúdium reakcií magnetosféry v závislosti na kolísaní intenzity slnečného vetra. Základná filozofia tohto kozmického programu spočíva v umiestnení troch satelitov v troch rôznych oblastiach zemskej magnetosféry. Japonská sonda Geotail monitoruje oblasť plazmového chvosta, americká družica Polar je určená pre výskum magnetickej pasce a ďalšia americká sonda Wind je určená na výskum kozmického priestoru za hranicou magnetosféry, s cieľom merať základné parametre slnečného vetra tesne pred tým, než vstúpi do vonkajšej magnetosféry.

Veľmi zaujímavý je ruský program Interball – tail, ktorý je pre nás dôležitý z toho hľadiska, že aj Slovensko sa na tomto programe zúčastňuje: dva prístroje na štúdium energetických častic boli vyvinuté v Ústave experimentálnej fyziky SAV v Košiciach a tretí prístroj na štúdium vlnových emisií bol vyvinutý na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK v Bratislave. Samotný program je zameraný najmä na štúdium fyzikálnych mechanizmov zodpovedných za prenos slnečnej energie v smere k zemskej magnetosfére, jej následnej akumulácii a rozdenia v oblastiach polárnych žiar. Program je založený na simultánnom vypustení dvoch párov satelitov. Každý pár má hlavný satelit typu Prognoz a malý sekundárny satelit. Jeden pár satelitov je na dráhe so sklonom 65° a apogeom 3 polomerov Zeme. Druhý pár je na veľmi pretiahnutej dráhe s apogeom až 30 zemských polomerov. Program sa začal realizovať 3. augusta 1995 vypustením všetkých satelitov. Od hlavného satelitu sa oddelila česká subdružica Magion 4, ako sekundárny satelit. Tak sa vytvorili podmienky pre dvojbodové merania, ktoré sú dôležité pre pochopenie jemnej štruktúry premenlivých, pulzujúcich hraničných oblastí magnetosféry, najmä

rázovej vlny a magnetopauzy. Tento program umožňuje simultánne a koordinované merania plazmy na tých istých typoch detektorov v dalekej a v blízkej magnetosfére, ale i v medziplanetárnom priestore a v oblasti magnetickej pasce, kde má slnečná plazma priamy prístup do ionosféry.

Na ruskom programe veľmi intenzívne participuje aj Francúzsko so štyrmi samostatnými experimentmi (Ion, Electron, Hyperboloid, Memo) a s ďalšími dvoma v spoluautorstve (Opera a Icare). Tri experimenty sú umiestnené na hlavnom satelite na polárnej dráhe. Memo je viaczložkové meranie elektromagnetických polí vo frekvenčnom intervale 0,01 Hz – 2,2 MHz. Ion je meranie uhlového rozloženia iónov H<sup>+</sup>, He<sup>+</sup>, He<sup>++</sup>, O<sup>+</sup> a elektrónov s energiou od 10 eV do 20 keV. Hyperboloid je výskum prenosu a urýchľovania zložiek chladnej ionosférickej plazmy (H, He, O, N, N<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>) pozdĺž polárných siločiar magnetického pola. Icare je určený na štúdium korelácií medzi hlavným satelitom a jeho partnerom. Electron je situovaný na hlavnom satelite na výstrednej dráhe. Ide o meranie trojrozmernej rozdeľovacej funkcie elektrónov v energetickom spektri od 10 eV do 30 keV. Opera je experiment zameraný na štúdium urýchľovania vyvolaného v nahrátiach časticach.

Ďalší program, Cluster, bol vybraný už v r. 1988 v ESA (European Space Agency). Využíva 4 sateliety na koordinované merania malých a strednoškálových štruktúr v zemskej magnetosfére. Tento experiment značne zväčší poznatky o interakcii slnečného vetra so zemským ionizovaným prostredím spolu s prítomou turbulenciou. Štyri sateliety obiehajú oddelené vo vzájomných vzdialenosťach od niekoľkých stoviek až po tisíc kilometrov. Robia koordinované pozorovania častic a elektromagnetických polí v prostredí mimo zemskej atmosféry.

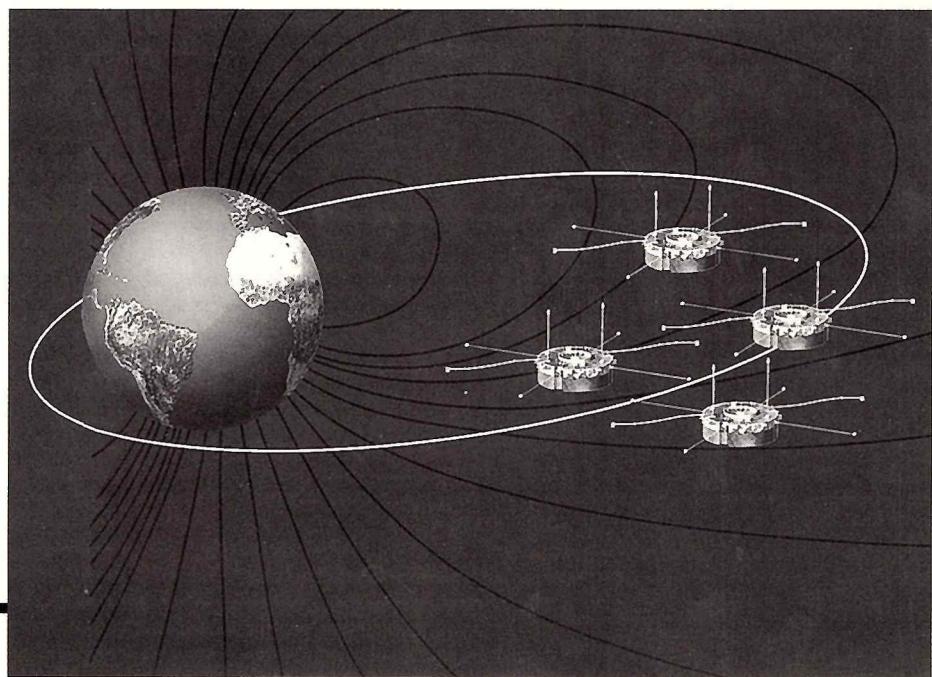
### Aké sú plány do najbližšej budúcnosti?

Hlavným predmetom záujmu je štúdium celého systému magnetosféry Zeme z globálneho, ale aj lokálneho pohľadu. Študovať sa budú aj fyzikálne vlastnosti magnetosfér rôznych planét slnečnej sústavy, slnečná koróna a na počítačoch sa budú numericky modelovať simulácie aktivít spojených s takýmto výskumom. Pripravuje sa lokálne štúdium zemskej magnetosféry v projekte Ibiza s využitím dvoch satelitov. Pôjde o výskum urýchľovania nabitéch častic v polárných oblastiach s vysokým časovým rozlíšením a častočne aj o celkový prenos plazmy medzi ionosférickým a magnetosférickým rezervoárom paralelne pozdĺž magnetických siločiar.

Globálne štúdium zemskej magnetosféry rieši projekt Magics s kompletným súborom experimentov využívajúcich rôzne techniky (neutrálne atómy, fotóny, rádiové vlny) s cieľom získať celkový obraz o magnetosfére, zemskej plazmosfére, vonkajšom a vnútornom pásme žiarenia a plazmovej obálke. Pripravuje sa aj projekt na porovnávacieho štúdia magnetosféry. Na porovnanie poslúži planéta Merkúr, ktorá má približne 10-krát slabšie magnetické pole ako naša Zem. Preto má iba miniatúru magnetosféru, ktorá je silne ohraňčená slnečným vetrom, a preto je na ňom aj silne závislá. Merkúr je navyše unikátny i tým, že nemá ionosféru. Okrem projektov zameraných na magnetosféru Zeme sa pripravuje aj štúdium štruktúry a dynamiky vonkajšej koróny a slnečného vetra, ktorý bude podporovať ESA.

Stručný výpočet jednotlivých experimentov poukazuje na zložitosť procesov, ktoré súvisia s fungovaním zemskej magnetosférického stroja. V tomto kontexte je potešiteľné, že Slovensko sa tohto základného výskumu zúčastňuje ako rovnocenný partner najvyspelejších štátov sveta.

RNDr. Ladislav Hric, CSc.  
Astronomický ústav SAV



**Schematické znázornenie programu Cluster:**  
4 sateliety v rôznych vzájomných vzdialenosťach vykonávajú koordinované merania interakcií medzi slnečným vetrom a zemským ionizovaným prostredím.

# Krátke dejiny antihmoty

Do sveta atómov sme prenikli až začiatkom 20. storočia.

Atómoví fyzici zakrátko starý obraz sveta zmenili. Ukázalo sa, že energia je súčasťou do proporcionalných balíčkov, že svetlo je prúdom čiastočiek, ale i vlnením. Pokusy exaktne kvalifikovať mikrosvet narážali v tom čase na hranice možností vtedajších prístrojov. Medzi atómovými fyzikmi „druhej vlny“, ktorí sa pokúšali údaje experimentátorov vysvetliť a zjednotiť prijatelnými teóriami patril i mladý Brit Paul Dirac. Práve tento mlčanlivý matematik sa stal človekom, ktorého o desafročia neskôr označili za „proroka antihmoty“.

Dirac neboli experimentátor, zaujímal sa v podstate iba o matematickú fyziku. Estetika vzorcov a rovníc ho priam posadla. Podľa Diraca je „pekná teória oveľa pravdepodobnejšia ako škaredá a to aj v prípade, že tú druhú potvrdzujú výsledky niektorých experimentov! Viera v hlbokú krásu a symetriu prírodných zákonov primära Diraca k pokusu zjednotiť obe veľké teórie tohto storočia. Roku 1928 sa pokúsil matematicky premiestniť Einsteinovu špeciálnu teóriu relativity s kvantovou fyzikou atómov. Vznikla dnes už legendárna Diracova rovnica. Popisuje pohyb elektrónov, negatívne nabitéých čiastočiek, ktoré sú všade a nikde a ich dráhy vytvárajú obálku každého atómového jadra.

Výsledky ho však postavili pred záhadu: v rovniciach sa mu vynorieli aj elektróny s negatívou energiou, pre vtedajších fyzikov čosi medzi zázrakom a omylem. Dirac však na svojich rovniciach trval: „Čo je možné matematicky, musí existovať aj v prírode, lebo inakšie by sa krásu logických konštrukcií matematiky musela zrútiť“. Tvrdo-hlavu hľadal pre svoje rovnice fyzikálne vysvetlenie. Uvažoval takto: „Moja rovnica možno popisuje elektróny s pozitívnym nábojom, teda antielektrón, ktorý krúži okolo protónu, nabitého negatívnym nábojom – antiprotónom.“ To bolo roku 1928.

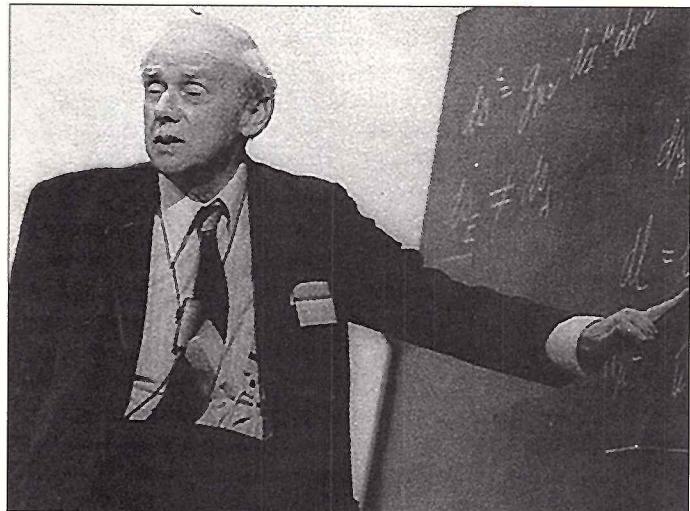
Už o štyri roky sa ukázalo, že Dirac sa nemýlil. V kalifornskom Institut of Technology skúmal Carl David Anderson kozmické žiarenie, ktoré neustále bombarduje Zem. Pri kolízii kozmického žiarenia s pozemskou hmotou vznikajú elementárne čiastočky. V auguste 1932 pozoroval tento 26-ročný fyzik čudesnú stopu mikročastice vo svojom zariadení, ktoré popísal takto:

„Obyčajná, zapečatená rúra, plná vodnej parí pri minimálnom tlaku.“ Stopa vyzerala ako pásik, ktorý vypúšťa lietadlo v stratosférę. Elektrón sa v zariadení prejavil ako kondenzačný pásik. Magnet, umiestnený mimo komory, vnútrobly elektrónu kruhovú dráhu. Čiastočka, ako sa ukázalo, začala krúžiť opačným smerom, čo by normálny elektrón v danom magnetickom poli neurobil. Za tento objav dostal Anderson o štyri roky Nobelovu cenu. Hned' mu bolo jasné, že objavil novú elementárnu čiastočku – antielektrón, ktorému dal meno pozitron. Dirac, ktorý pozitron predpovedal vo svojich rovniciach, dostal Nobelovu cenu o tri roky neskôr. Pri tejto príležitosti prehľásil, že čo nevidieť bude objavený aj antiproton a postupne ďalšie antičasticie.

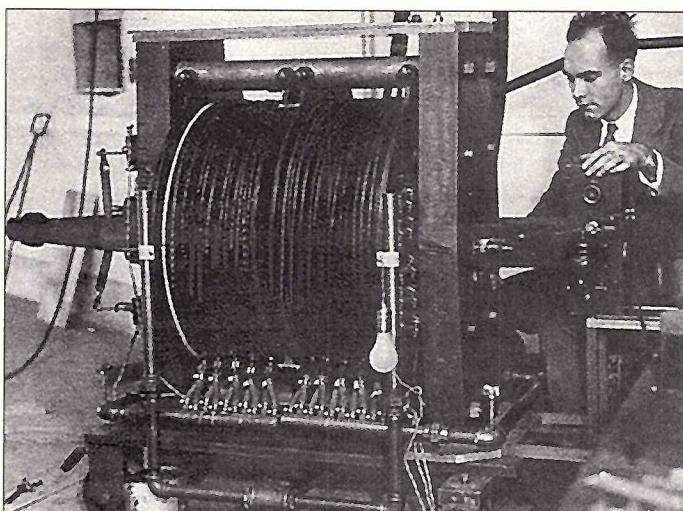
„Fakt, že Zem sa skladá z negatívnych elektrónov a pozitívnych protónov – vyhľásil vo svojej prednáške – musíme pokladať za náhodu. Iné slnečné sústavy sú možno vytvorené z čiastočiek opačne nabitéch.“

Roku 1955 objavili na Kalifornskej univerzite v Berkeley predpovedaný antiproton. Po tomto objave útok na antisvet začal stagnovať. V 60. a 70. rokoch objavili vedci sice celý rad ďalších antičastic, ale na hlavnú otázku, prečo sa antihmota z vesmíru stratila, prečo sa presadila práve naša hmota, nedokázal nikto odpovedať.

Praktickí vedci, nezatažení kozmologickými dilemami, však dokázali aj v tomto prípade poznatky základného výskumu teoretikov zúžitkovali. Antihmota pomohla napríklad lekárom študovať činnosť mozgu. Skonštruovali PET (Positron Emissions Tomograph). V dômyselných prístrojoch slúži aplikovaná antihmota ľudstvu aj v iných oblas-



Paul Dirac odvodil existenciu antihmoty z matematických rovníc. Bez antihmoty mu vesmír pripadal neharmonický, absurdný.



Carl David Anderson objavil pozitron roku 1932. O štyri roky neskôr mu za tento objav udeleni Nobelovu cenu.

tach. Fyzici však ustrnuli nadľho. Čiastočky antihmoty majú totiž nepríjemnú vlastnosť: na to, aby sme ich mohli produkovať, potrebujeme neslýchané kvantá energie. V CERN, ak chceli vyrobiť dostatočné množstvo antiprotonov, potrebných na experiment „výroby antivodíka“, museli spojiť výkon piatich veľkých urýchľovačov.

Obyčajnými protónmi bombardovali celé mesiace kusy kovov. Pri čelnom náraze superrýchlych protónov do masy kovu vznikne hotový ohňostroj častic, medzi ktorími sa občas objavia aj antiprotony. Dômyselné filtre rozličných magnetických polí ich potom skrotia, pribrzdia a usmernia na kontrolované dráhy.

Ak toto zložité zariadenie fungovalo bez porúch, dostali vedci Oerlertovo tímu iba desaťkrát denne potrebnú dávku niekoľkých miliárd antiprotonov, ktorími nakŕmili urýchľovač. Už po niekoľkých mi-

nutach sa im však antiprotony mi-nuli. Ak sa experiment nepodaril, alebo ak ho chceli viacnásobne overiť, museli čakať na ďalšiu dodávku. Napriek všetkému bol Oerlertovo experiment oveľa lacnejší ako väčšina iných pokusov v CERN. Potrebné detektory mu zadarmo požičali z nemeckých výskumných ústavov. Zadarmo mu dali aj jeden z potrebných magnetov.

Vedci pracovali v strese, lebo vedeli, že aj americkí vedci z ústavu Fermilab v Chicagu odštartovali rovnaký projekt. Komu sa podarí „vyrobiť“ antiatóm vodíka skôr? K úspechu dočasnej posádky LEAR pripadol fakt, že sa talianskemu fyzikovi Mariovi Macrimu podarilo neobýčajne rýchlo vyvinúť zariadenie, ktoré pomocou vysokého tlaku vystreluje do vákua rúry urýchľovača tenulinký lúč vzácneho plynu – xenónu. Zopár antiprotonov priebežne koliduje s atómami xenónu. V krátkom zážehu energie (ako dôsledku

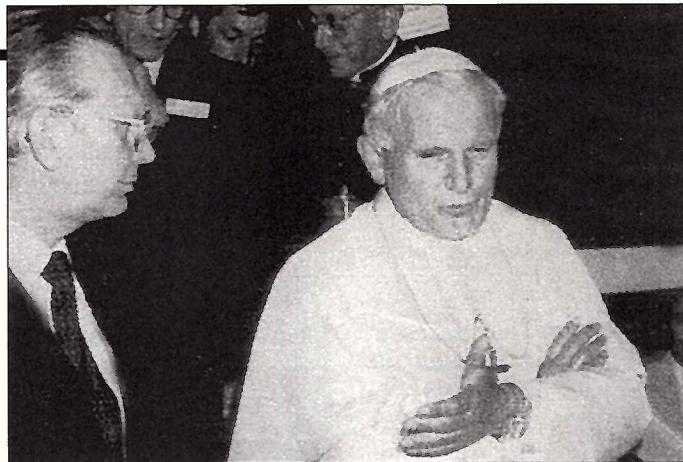
riadeného karambolu), vznikajú páry antiprotonov a pozitronov. Pri troche šťastia sa z toho manželstva narodí antiatóm vodíka.

Toto šťastie však netrvá dlho. Ak chceli vedci návštěvu hosta z antisvetla dokázať, museli antiatóm vzápäť, v priebehu miliardtiny sekundy zničiť.

Iba elektronická previerka namezaných dát dokáže prchavú existenciu prvku z antisvetla dokázať: dva impulzy, v odstupe 20 miliardtín sekundy prezradili zničenie exotickej hmoty.

Dôkaz sa devätkrát podaril, ale zvedavosť fyzikov to neuspokojovalo. Túžbu výskumníkov je prinutíť antičasticie k tomu, aby v našom svete ostali dlhšie. Iba tak dokážu zistíť, či sa hmota i antihmota správajú podľa tých istých prírodných zákonov.

Pascu na antiatómy vyvíja kvantový fyzik Hänsch, pracovník oddelenia kvantovej optiky na Inštitúte Maxa Plancka. Tomu sa už podarilo polapíť jednotlivé atómy vodíka



Roku 1982 navštívil CERN i pápež Ján Pavol II. Existencia antisvetla bude aj pre teológov ľahkým orieškom.

a neobyčajne presne zmerať ich energetické vlastnosti. Rovnako chce diagnostikovať aj antiatómy vodíka, ale vie, že to bude oveľa ľahší problém: „Ak by sa nám podarilo zistiť rozdiely – vraví – potom by sa museli zmeniť mnohé teórie popisujúce stavbu hmoty.“

Dômyselnú magnetickú pascu bude mať Hänsch k dispozícii už v tomto roku, ale v CERN nebudú

mať k tomuto termínu dostatok pozitronov a antiprotonov. Oelertov úspech však lobby „antihmotárov“ v CERN neobyčajne posilnil. Vedenie peniaze slúbilo a tak už roku 1998 bude v prevádzke nová fabrika na antiprotony.

Úspechy antihmotárov inšpirujú širokú vedeckú obec. Napriek tomu, že antihmota, ktorú LEAR do teraz vyrobil, nestačí ani na zapále-

nie zápalky, vznikol pre CERN klub, ktorý sa pomenoval Skupina antiprotonických hviezdných vojen. Skupina nedávno zverejnila výpočty k téme „Antihmotové anihiláčne pohony pre medziplanetárne vesmírne misie“. Výsledky výpočtov doslova vyrážajú dych: 0,147 gramu antiprotonov, čo je asi hmotnosť jednej kvapky dažďa, by poskytli dostatok energie na let k Marsu. Neupadnime však do prílišného optimizmu: aj keď si odmyslíme všetky ľahkosti spojené s vývojom antiprotonového motora, na výrobenie potrebného kúска antihmoty by sme pri súčasných možnostiach potrebovali i pri zapojení všetkých urýchľovačov sveta 150 000 rokov. Ak by sme teda s antiprotonovým pohonom chceli k Marsu odštartovať v roku 2000, palivo by sme museli začať vyrábať už v čase, keď po Zemi behali dinosaury.

**Podľa zahraničných prameňov spracoval Eugen Gindl**

## Možné je všetko

Rozhovor so Stanislavom Lemom o antihmote

– Existuje vo vesmíre iný svet, svet protisvet?

Lem: Po big-bangu malo vzniknúť rovnaké množstvo hmoty i antihmoty. Čo sa stalo s antihmotou? Nevieme ju nikde nájsť.

– Čo ak existujú dva vesmíry, vesmír hmoty i vesmír antihmoty, ktoré sa k sebe majú tak ako príslušné mikročasticie?

Lem: Takýto vesmír pomenovali vedci polyversem. Podľa ich predstáv vyzerá približne tak, ako by ste do vzduchu vypustili dve alebo viac mydlových bublin. My žijeme v pozitívnej hmote, inde môže byť hmotu negatívnu...

– Existujú teda paralelné?

Lem: Takéto úvahy nemajú s fyzikou nič spoločné.

– Nepáči sa vám teda predstava, že vo vesmíre z antihmoty žije negatívny Lem, ktorý sa však navonok správa rovnako?

Lem: To je nepravdepodobné. Vedci, skúmajúci evolúciu, už dávno dokázali, že človek je výsledkom nespočetných náhodných mutácií.

– Čo ste cítili, keď ste sa dozviedeli o objavení antivodíka? Strach, alebo radost?

Lem: Pomyslel som si, kolko asi tento vydarený experiment stál.

– Myslite, že sa kolosalne náklady vrátia?

Lem: Záleží, koho sa spýtate. Človek z ulice vám určite povie, že sa to nemôže rentovať.

– Možno výrobu prvého atómu antivodíka porovnať napríklad s prínosom Koperníkovho heliocentrizmu?

Lem: Experiment skvele potvrdil teóriu súčasných fyzikov. Dokázali, že nefantazifrujú.

– Možno si v tejto súvislosti pripomeneť prvé rozštiepenie atómového jadra? Dôsledkom bola aj Hiroshima...

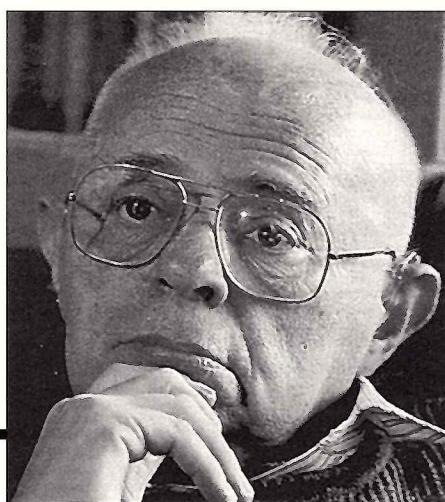
Lem: Možné je všetko. Aj tie najväčšie fantasmagorie. Po nijakom vedeckom objave nemožno predvídať, čo všetko z neho vzíde.

– Príroda dokázala hmotu a antihmotu bezpečne separovať. Čo sa však stane, ak človek túto rovnováhu naruší?

Lem: Väčšinu katastrof, ktorých sme boli svedkom, spôsobil človek. Pokiaľ ide o antihmotu, môžem vás upokojíť. Zničiť svet našej hmoty môže iba zodpovedajúce množstvo antihmoty. Toho sa však nebojím. Existujú pravdepodobnejšie príčiny sebazáničenia.

– Výsledky modernej vedy prevyšujú možnosti chápania obyčajného smrteľníka. Čo si s nimi počne?

Lem: Žijeme v lavíne informácií, ale vidíme, že príliš na nás nepôsobia. V princípe sme takí istí, ako pred 100 000 rokmi, keď sme ešte sedeli v jaskyniach. Ale situácia je zo dňa na deň horšia. Bojím sa



napríklad Internetu. To bude naozajstná pohroma, väčšia ako antihmota.

– Noviny, ohľadom objavu antivodíka, píšu o veľkom prelome... Odkiaľ – kam?

Lem: Čo sa týka konkrétnego osudu z antihmoty, som skeptický. Energia z antihmoty stojí oveľa viac, ako energia, ktorú na jej výrobu potrebujeme. Antihmota nie je energetickým zdrojom budúcnosti.

– Nespochybní objav antihmoty platné fyzikálne zákony, napríklad gravitačný?

Lem: Podľa mňa nie. Aj v antisvetle bude jablko zo stromu padať smerom nadol, nie naopak.

– Koho posilní úspech vedcov z CERN? Zástancov mechanistickej svetonázoru, alebo tých, čo tvrdia, že osudy vesmíru riadi vyšší rozum?

Lem: Čoraz módnejším sa stáva názor, že všetko, čo prírodné zákony výslovne nezakazujú, môže fungovať kdekoľvek. Tento názor je podľa všetkého kapitálnym omylom.

– Nemali by sa do tejto diskusie čím skôr zapojiť filozofi?

Lem: To, čo sa stalo v Ženeve, je triumfom filozofie vedy. Objav antiatómu vodíka posilnil vedecký svetonázor.

– Francúzsky vedec Luis Pasteur kedysi vylásil: „Malá časť vedeckých poznatkov nás od Boha vzdaluje, ale väčšia časť nás k nemu opäť privádza.“ Vedci však prenechávajú Bohu čoraz menej miesta.

Lem: Ja som agnostik, teológia ma nezaujíma. Vzrušuje ma empirický svetový názor, čo však neznamená, že človek je uspôsobený tak, že musí všetkému rozumieť. V kvantovom svete sú veci, ktorým naskrize nerozumieme. Teória antihmoty je zrozumiteľná iba pre vyvolených. Iba tým robí radosť.

– Antihmota sa určite chopia fantasti...

Lem: Pravdaže... Ale pozor: človek je mimoriadne múdra opica. To čo sa stalo v urýchľovači CERN neznamená pre ľudstvo dáky mimoriadny pokrok. Pre však znamená nesmierny prínos.

Jiří Grygar:

# Žeň objevů 1995 (XXX.)

Věnováno památce Adolfa Neckaře (1907–1995), zakladatele a prvního ředitele Lidové hvězdárny v Prostějově

**V prosincovém čísle Říše hvězd r. 1966 vyšel pětistránkový článek s názvem Žeň objevů 1966. Vznikl z pocitu, že toho roku se odehrálo tolik významných objevů, že stojí za to je shrnout a stručně komentovat; tj. že zmíněný rok byl výjimečně bohatý na objevy. Vůbec mne nenapadlo, že jde o počátek velmi výrazného rozmachu astronomie, který se během následujících desetiletí bude nepřetržitě zrychlovat. Z jednorázového pře-**

hledu se tak stal bezděčně seriál, jenž vycházel v čím dál větším rozsahu v Říši hvězd, až nastala r. 1995 krize, kdy se mi text o pokrocích za r. 1994 rozrostl na bezmála 190 str. rukopisu, a kdy jsem poslední splátku poslal do redakce před vánocemi, takže část přehledu vychází tiskem až v r. 1996. Proto jsem jubilejně – třicátý – přehled nabídl redakci Kozmosu a budu se přirozeně snažit časový skluz postupně snížit.

## 1. Sluneční soustava

### 1.1. Planety

Hmotnost Merkuru se určuje obtížně, jelikož planeta nemá žádného průvodce a nachází se příliš blízko Slunce. Nyní G. Sitarski využil poruchového působení Merkuru v letech 1930–1995 na 5 planetek, které se nejvíce přiblížují ke Slunci, a ukázal, že konvenční hmotnost (včetně Slunci) Merkuru 1/6 023 600 je poněkud nižší, než vyplývá z poruchového působení na planetky, takže by měla být zvýšena o 0,68 promile. Podobnou cestou dospěl i k vyšší hmotnosti planety Venuše. Zde se dosud užívá konvenční hodnoty hmotnosti 1/308 523,71, která by měla být dle Sitarského zvýšena o 0,0021 promile.

Výzkum Venuše stále těží především z bohatých výsledků měření sondy Magellan. Na povrchu planety je dle C. Cooka aj. celkem 29 kráterových páru, svědčících o dopadu dvojic meteoritů. To představuje 2,5 % populace kráterů na planetě. Na Venuši nebyly nalezeny žádné impaktní krátery s průměrem menším než 2 km, což zřejmě souvisí s funkcí ochranného „polštáře“ husté atmosféry planety.

Podle pozorování Hubblovým kosmickým teleskopem (dále jen HST) se atmosféra Venuše zotavuje z deště kyselin kyseliny sírové, jenž byl důsledkem velkého sopečného výbuchu na planetě koncem 70. let tohoto století. S. Honsell aj. dokázali v únoru a březnu 1993 sledovat koronografem na Mt. Bigelow v Arizoně záblesky v atmosféře Venuše v čáře 777 nm. Obdobné záblesky, připisované výboji blesků, zaznamenaly poprvé kosmické sondy Veněra 11 a 12 v r. 1979. Citlivost nových pozemních měření umožnila s 95 % pravděpodobností zaznamenat každý záblesk s uvolněnou energií nad  $5 \cdot 10^6$  J. Nejsilnější záblesky dosáhly ovšem energie až  $2 \cdot 10^9$  J, ale četnost blesků na Venuše je v nejlepším případě o tři řády nižší než na Zemi. To souvisí skoro určitě s nepatrným zastoupením vody v atmosféře planety.

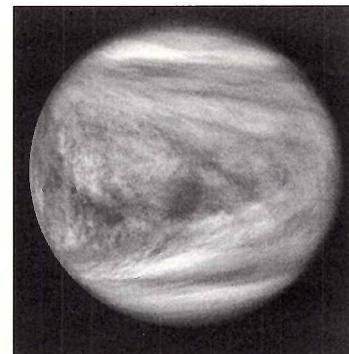
Poměrně překvapujícím výsledkem družicového měření energetické bilance Země v letech 1979–1994 se stalo zjištění R. Ballinga a R. Cerveneho, že průměrná teplota Země je periodicky vyšší o  $0,02^{\circ}\text{C}$  v době, kdy je Měsíc v úplňku. Perioda cyklu 29,53 dne ukazuje na bezmála neuvěřitelný fakt, že odražené světlo měsíčního úplňku vskutku dokáže měřitelně ohřát Zemi! Zatímco v letech 1854–1922 ovlivňovala klima na Zemi nejvíce sluneční činnost, od r. 1922 převzal tuto řídící úlohu rostoucí skleníkový efekt zejména  $\text{CO}_2$ . Nicméně dle R. Ryeho aj. nestačila ani o dva řády vyšší koncentrace  $\text{CO}_2$  před 2,5 miliardami let k vyrovnání deficitu zářivého výkonu Slunce, jenž byl tehdy o nejméně 10 % nižší než dnes. Poněvadž ani tehdy oceány nezamrzly, musel být v zemské

atmosféře přítomen ještě nějaký další plyn, vyvolávající skleníkový efekt.

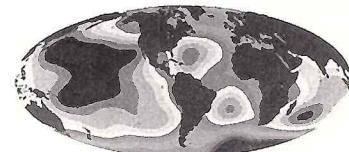
Naprosto jedinečné údaje o topografií světového oceánu poskytuje dle K. Lambecka aparatura TOPEX na družici Poseidon, jež od srpna 1992 měří výšku hladin oceánu s přesností na 50 mm a plošným rozlišením na 10 km. Lze tak určovat výšku slapů na širém oceánu i asymetrii obou polokouli a zejména studovat vliv oceánu na klima, přenos tepla a živin. Ukazuje se, že výška severního oceánu pulsuje s větší amplitudou než jižní. Kromě toho družice odhalila další efekt El Niño na počátku r. 1995, jenž se podle Lee-Lueng Fua aj. nejprve projevil zvýšením hladiny oceánu v rovníkovém pásmu Pacifiku. Družice rovněž objevila dletrající vzestup hladiny světového oceánu mezi prosincem 1992 a zářím 1994 rychlosť 3 mm/rok. Očekává se, že měření budou pokračovat ještě alespoň 4 roky. Souběžně družice ERS-1 a Geosat měří reliéf dna oceánu na jižní polokouli mezi  $30^{\circ}$  a  $70^{\circ}$  j.š. I zde se dosahuje plošného rozlišení 10 km.

Y. Taranenko a B. Russel-Dupré se pokusili vysvětlit původ tajemných záblesků ve vysoké atmosféře Země, jež předloni objevila družice Compton. Autoři se domnívají, že viníkem jsou částice kosmického záření, jež mohou vytvářet v bouřkových mrazech proud elektronů, které jsou v mraku urychleny a indukcí vytvárají elektrostatické proudy až 50 km nad mraky během méně než 1 ms. Jde tedy o indukované energetické výboje, které mohou vskutku vytvářet i záblesky záření. N. Drozdovová a V. Kiselev zkoumali slapový vývoj soustavy Země–Měsíc za poslední 4 miliardy let. Před 4 miliardami let byl Měsíc vzdálen od Země méně než 20 R<sub>Z</sub> a délka pozemského dne činila jen 13 h. Před 3 miliardami let se Měsíc vzdálil na 55 R<sub>Z</sub> a vlivem slapů se délka pozemského dne prodloužila na 20 h. Jádro Země vznikalo dle nejnovějších výsledků radioaktivní chronometrie (rozpadová řada Hf – W) dle než 60 milionů let a narůstalo dále srážkami s tělesy o hmotnostech Měsíce i Marsu.

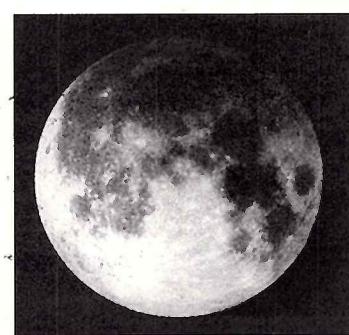
Srážky s kosmickými projektily hrály velkou roli i v dalším vývoji Země jako planety. J. Spray a L. Thompsonová si povídaly, že na Zemi se dodnes dochovaly velmi staré mnohoprstnové impaktní struktury v kanadském Sudbury (stáří 1,85 miliardy let) a jihoafrickém Vredefortu (stáří 1,9 miliardy let). Podobné struktury jsou už delší dobu známy na Měsíci i na dalších kosmických tělesech s pevným povrchem. V současné době představují hlavní hrozbu tzv. křížiči, tj. především družinky typu Apollo a Aten. Podle D. Steela bylo do poloviny r. 1994 objeveno 152 křížičů typu Apollo a 17 typu Aten. Steel vypočítal, že pravděpodobnost srážky s typem Aten je nejvyšší a činí 24 případů za 1 miliardu let, kdežto pro typ Apollo jen 9 případů za 1 miliardu let. Impakt-



Atmosféra Venuše sa zotavuje z dažďa kyseliny sírovej, ktorú spôsobil roku 1970 veľký sopečný výbuch. Zistil to HST.



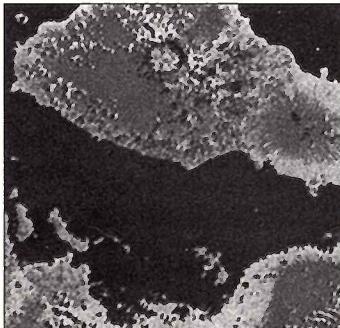
Družica Topex/Poseidon skúma prúdenie vody a výšku slapov na hladine oceánov. Aj oceány majú vývýšeniny (tmavšie), okolo ktorých „tečú“ morské prúdy.



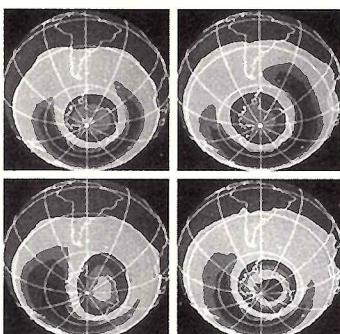
Z družicového merania energetickej bilancie Zeme vyplynulo, že odražené světlo Mesiaca v splne dokáže Zem merateľne ohriať v priemere o  $0,02^{\circ}\text{C}$ .



**Program Spacewatch v Arizone už pracuje. Mesačne objaví 2–5 asteroidov križujúcich dráhu Zeme. Inventúra sa skončí za 50 rokov. Na snímke „dvojhľavy“ asteroid Touatatis.**



Dokázalo sa, že mimoriadne studené zimy v rokoch 1601, 1641, 1783, 1816 a 1912 na severnej pologuli súviseli so sopečnými výbuchmi. Najviac aerosolov do atmosféry dodala indonézska sopka Tambora roku 1815.



**Vývoj ozónovej diery nad Antarktídom. Koncentrácia ozónu sa však znižuje aj nad Arktídom, hoci od roku 1990 klesla koncentrácia metylchloroformu v atmosfére. Diery by sa mali zacelit, ak to tak pôjde aj ďalej, v polovici 21. storočia.**

ní rychlosť dosahují v průměru  $15,5 \text{ km s}^{-1}$ . Když počítáme jen riziko pádu „lidstvu nebezpečných“ projektilů s průměrem nad 1 km, vychází průměrná rychlosť nárazu na  $18 \text{ km s}^{-1}$  a četnost 5 případů na 1 miliardu let.

Pravděpodobnost úmrtí člověka v souvislosti s dopadem kosmického tělesa je tedy o něco nižší než riziko smrti při letecké havárii a o něco vyšší než nebezpečí smrti po ústíknutí jedovatým hadem.

Po dramatické události r. 1994, již byla srážka komety s Jupiterem, se zdálo, že inventuru planetek-křížců bude věnována intenzívnej peče. Ostatně již od r. 1991 NASA pořádala sérii konferencí, věnovaných zejména problému soustavného vyhledávání křížců (NEO – Near Earth Objects). Praktickým výsledkem je však dosud pouze skrovny – byl relativně velmi úspěšný – program Spacewatch, na němž se však podílí ani ne tucet lidí. Podle S. Nadise však NASA nijak finančně nepodpoří hledání dalších křížců, takže paradoxně celý úkol nyní spočívá na bedrech několika nadšenců. Program Spacewatch v Arizoně přináší objevy 2–5 křížců za měsíc, a byl by tedy schopen dokončit inventuru rizikových těles nejdříve za 50 let. Je však naděje, že do programu se zapojí další dvě observatoře v USA a po jedné ve Francii a v Chile.

J. Hills a P. Leonard se zabývali otázkou, jaká by byla viditelnost křížce v poslední dny před srážkou. Takový objekt by měl v posledním týdnu před nárazem snadno měřitelnou geocentrickou paralaxu několika obloukových minut, ale zato velmi malý denní vlastní pohyb (rádu jedné obl. minuty). Pokud by průměr objektu přesahoval 100 metrů, byl by posledních 10 dnů před nárazem jasnéjší než 18 mag (pokud by ovšem nepříletal ve směru od Slunce – taková tělesa by se našla jedině v infračerveném spektrálním pásmu). K vyhledávání a monitorování těchto nebezpečných křížců by tedy stačily teleskopy s průměrem zrcadla do 0,5 m a pro objekty na sluneční straně infračervený dalekohled s průměrem zrcadla jako u programu Spacewatch (0,9 m).

Není ovšem jasné, zda výstraha v předstihu 10 dnů by byla pozemšťanům co platná. Dle D. Morrisonova se po zásahu vymřtí do atmosféry stonásobek hmoty dopadající planety v podobě prachu a kamení. Zpětný dopad těchto těles představuje jednak rozsáhlé sekundární bombardování zemského povrchu meteority a jednak ohřátí atmosféry, podobně jako tomu bylo v případě úlomků komety dopadajících na Jupiter. Katastrofické důsledky mají pak všechny impakty, při nichž se uvolní ekvivalent více než 10 Mt TNT. Orientačně lze stanovit, že tento ekvivalent představuje rovněž stonásobek hmotnosti planetky při vstupu do zemské atmosféry. Tak například tunguzský meteorit měl ekvivalentní energii 15 Mt TNT, tj. hmotnost asi 150 kt. Podle Morrisonova činí četnost zničení velkoměsta tělesem kalibru tunguzského meteoritu jeden případ za 10 000 let. Těleso o průměru větším než 3 km je schopno sekundárními efekty nárazu zablokovat na delší čas na Zemi fotosyntézu a způsobit tak ekologický rozvrat. V. Aleksejev si všiml změn koncentrace izotopů hélia v chondritech typu L a usoudil, že mateřské těleso chondritů utrpělo před  $(350 \pm 30)$  miliony lety katastrofickou srážku v hlubinách sluneční soustavy. Jelikož není vyloučeno, že produkty srážky mohly dopadnout na Zemi hromadně, mohla by to být příčina velkého vymírání druhů na rozhraní devonu a permu před 355 miliony lety, popřípadě i na rozhraní karbonu a permu před 290 miliony lety.

Srážky však mohou být též mírně užitečné, jak doložili R. Hough a jiní analýzou hornin v okolí známého kráteru Ries, jenž je starý necelých 15 milionů let a dal mj. vznik našim vltavínům. Ty jsou dnes oblibeným šperkem, ale teprve nyní můžeme čekat pravou zlatou horečku, neboť Houghova skupina objevila v kráteru kubické, hexagonální a SiC diamanty! Vznikly zřejmě z uhlíku rázovými jevy, doprovázejícími impakt.

Mnohem menší, leč měřitelné, zaprášení zemské atmosféry, však působí též velké sopečné výbuchy. Podle M.

Mac Crackena téměř všechny mimořádně studené zimy (1601, 1641, 1669, 1783, 1816 a 1912) na severní polokouli za poslední tři století souvisejí s vulkanickými erupcemi. Jedně velké zimě r. 1699 sopečný výbuch nepředcházela. Nejvíce aerosolu do atmosféry dodala sopka Tambora r. 1815 – plných 100 milionů tun. Výbuch známé sopky Krakatoa r. 1883 přidal jen polovinu tohoto množství.

Ve 20. století došlo k celkovému oteplení Země v porovnání se stoletím předešlým o  $(0,3 \pm 0,6)^\circ\text{C}$ , ale dle M. McCormicka aj. tato éra právě skončila vinou výbuchu sopky Pinatubo na ostrově Luzonu na Filipínách v červnu 1991. Do vysoké atmosféry Země byla vyvržena více než 1 Mt aerosolu a to vedlo jednak ke snížení koncentrace ozonu na severní polokouli a jednak k celkovému ochlazení povrchu Země. Podle nových měření se nad Arktidou ve výškách  $16 \div 18 \text{ km}$  snížila koncentrace ozonu až o 50 % a v mírném severním pásmu dlouhodobě o 7 %. Ozon totiž působí rovněž jako skleníkový plyn a když ho ubývá, ochlazuje se stratosféra, což dále urychluje destrukci ozonu. Dne 6. října 1993 byl nad Antarktidou zjištěn rekordně nízký stav pouhých 88 DU ozonu. V této souvislosti stojí za zmínku udělení Nobelovy ceny za chemii v r. 1995 S. Rowlandovi, M. Molinovi a P. Crutzenovi za objev mechanismu poškozování ozonové vrstvy v letech 1970–74. Tyto práce přispěly nepochybně k včasnému rozpoznání nebezpečí, vyplyvajícího z narušování ozonové vrstvy, a praktické výsledky se již projevily. Jak sdělil R. Prinn, na základě měření koncentrace CFC v atmosféře na čtyřech pozemních stanicích nastal příznivý obrat (vyvolaný známým montrealským protokolem o postupném zrušení výroby a používání CFC v průmyslu) v polovině r. 1990, kdy poprvé klesla atmosférická koncentrace hlavní škodliviny methylchloroformu o 2 % za rok. Pokud bude tento trend pokračovat, zlepší se stav ozonové vrstvy kolem Země již počátkem příštího století a antarktická sezónní „ozonová díra“ se zacelí v polovině 21. stol.

Mezitím už pro nás Matka Příroda připravila další nástrahu, o níž jsme dosud nic netušili. R. Coc aj. totiž zjistili, že geomagnetické pole se může měnit až neuvěřitelně rychle. V lávových polích ve státě Oregon starých 16,2 milionů let nalezli 56 proudů s naprostu různými směry magnetisace. To znamená, že během přepolování se směr magnetisace měnil o neuvěřitelných  $6^\circ$  za den! L. McHargue aj. odhalili anomální zastoupení izotopu  $^{10}\text{Be}$  ve vzorcích hornin starých 32 000 a 43 000 let. Tyto anomálie trvaly 1 000 let a časově se shodují s poruchami geomagnetického pole. Jelikož zvýšená koncentrace izotopu berilia zřejmě souvisí s vyšší intenzitou kosmického záření, lze usuzovat na katastrofickou kosmickou příčinu – např. rázovou vlnu po výbuchu blízké supernovy.

Výčet kosmických ohrožení Země pak lze doplnit již jen studii R. Mullera a G. MacDonalda o cyklickosti ledových dob. Jak známo, již ve 20. letech našeho století uvažoval M. Milankovič o tom, že střídání ledových a mezi-ledových dob souvisí s cyklickými změnami parametrů zemské dráhy (změny rotační osy vyvolané precesí i sekularní změnou sklonu, změny výstřednosti a sklonu zemské dráhy k ekliptice). Skládáním period 19 000 a 41 000 let pro precesi, 23 000 let pro sklon a 100 000 let pro výstřednost pak vzniká složitý kvazikylický průběh glaciálů a interglaciálů na severní polokouli Země. Kromě těchto dlouhodobých period existuje patrně ještě krátká perioda asi 400 let, jež se např. projevila tzv. malou ledovou dobou v letech 1645–1715. V měřeních kolísání průměrné teploty na severní polokouli vystupuje nejvíce perioda 100 000 let, avšak jen v posledních 800 000 letech.

Podle K. Farleyeho a D. Pattersona se před jedním milionem let ledové doby nevyskytovaly výběc, jak vyplývá z měření koncentrace izotopu  $^3\text{He}$  v usazenech na dně oceánů. Proto mnozí autoři vyslovují pochybnost o tom, zda je Milankovičovo vysvětlení výběc správné a jsme-li tedy schopni předvidat příchod příštího glaciálu, když do hry navíc vstoupil civilizační růst skleníkového

efektu. Se zajímavým názorem přišel D. Brownlee, který na základě dlouholetých měření přenosu meziplanetárního prachu do zemské atmosféry (denní přírůstek činí asi 100 tun) uvažuje o sekulárním kolísání tempa akrece o celé řády během intervalu řádu 100 000 let. V tom případě bychom měli navíc uvažovat zejména proměnný sklon zemské dráhy vůči ekliptice, neboť koncentrace meziplanetárního prachu evidentně silně závisí na vzdálenosti od ekliptiky. Prostě čím více údajů máme, tím rozpornější se celá problematika jeví a bude asi trvat řadu staletí, než získamé objektivnější pohled na mechanismus vzniku ledových a meziledových dob. Nedávne ničivé zemětřesení v lednu 1995 v Kobe s magnitudem 7,2 upozornilo na další riziko, související s existencí lidstva na geologicky nepříliš trvanlivé kůře Země. Největší zemětřesení 20. stol. v Chile dosáhlo magnitudu až 9,5 a není nijak vyloučeno, že takový ničivý úkaz se může opakovat v grandiózním měřítku. Geologové např. zjistili, že počátkem 18. stol. byla masově zničena vegetace v pásmu dlouhém 1 000 km podél pacifického pobřeží severní Ameriky. V moři tehdy vznikla naráz průrva dlouhá 900 km. Je s podivem, že o této události mléč historické prameny, ale je zřejmé, že něco podobného se na americkém pobřeží Pacifiku může kdykoliv zopakovat.

V. Ševčenko se zabýval impaktními strukturami na Měsíci. Na odvrácené straně se nachází celkem pět prstencových struktur, vyvolaných velkými dopady, o stáří 8 milionů let. Autor odtud usuzuje na „kometární přehánku“ před 10 miliony lety ve vnitřní části sluneční soustavy. Rozsáhlé impaktní páry dosud nejpodrobněji zmapovala kosmická sonda Clementine, na jejíž palubě se nacházel jednak laserový altimetр a jednak čtyři kamery pro snímkování ve viditelné i blízké a střední infračervené oblasti spektra. Plošné rozlišení činilo  $60 \times 60$  km a celkem bylo pořízeno na 2 miliony plně digitálních snímků povrchu Měsíce. Podle S. Solomona je topografie našeho souputníka mnohem drsnější než se čekalo. Výšky kolísají v rozmezí plných 16 km a kůra Měsíce je na přívárcené straně tlustá 60 km, kdežto na odvrácené straně 68 km. Pánevní proláklina v oblasti jižního pólu a kráteru Aitken má průměr 2 500 km a hloubku 8 km. Sonda též velmi podrobně zmapovala průběh gravitačního pole nad povrchem Měsíce.

A. Richichiová aj. využili Měsíce jako stínítka, zakrývajícího v příznivých případech jasnější složky dosud nerozlišených dvojhvězd. Touto poněkud bizarní technikou se autorům podařilo objevit celkem 7 nových velmi těsných vizuálních dvojhvězd v souhvězdích Býka a Blíženců, mezi jinými také známou hvězdu Tagyete v Plejádách. Jen několik prací se loni zabývalo výzkumem Marsu. HST pořídil snímkovou povrchu, z nichž plyne, že klima na Marsu se od doby činnosti sond Viking v polovině 70. let změnilo – na Marsu je nyní chladnější, atmosféra je průzračnější a sušší v porovnání s tehdejším stavem. Podle R. Haberleho obsahují polární čepičky jak vodu tak  $\text{CO}_2$ . V intervalu desítek milionů let se sklon rotační osy Marsu ke kolmici k ekliptice mění v rozmezí od  $0^\circ$  do  $60^\circ$ , což přirozeně drasticky ovlivňuje klima. Znovu se tak potvrzuje, jak blahodárný je stabilizující účinek Měsíce na vcelku zanedbatelné kolísání sklonu rotační osy Země. Velkou pozornost pozorovatelů přitahovaly lony Galileovy družice Jupiteru. J. Spencer aj. pozorovali infračerveným teleskopem IRTF silný vulkanický výbuch na družici Io dne 2. března 1995 v pásmu  $3,5 \div 5 \mu\text{m}$  v trvání několika hodin. Další výbuch zaznamenali 9. března. Mikrovlnný radioteleskop IRAM na Pico Veleta ve Španělsku odhalil čáru SO na frekvenci 220 GHz v květnu 1995. Poměr  $\text{SO}/\text{SO}_2$  v atmosféře Io dosahuje jen několika málo procent. Další snímky Io pořídil HST a na nich byla nalezena uprostřed disku družice bíložlutá skvrna o průměru 360 km.

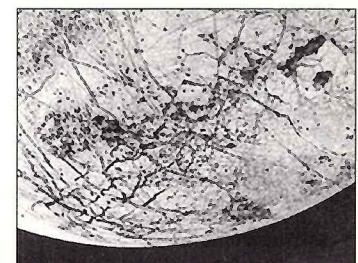
HST pořídil 2. června 1994 též snímkovou družicí Europa, které analyzovali D. Hall aj. Jelikož družice je pokryta

ledem, dochází k disociaci molekul vody a po úniku vodíku se vytváří velmi zředěná (tlak  $10^{-11}$  tlaku v zemské atmosféře na povrchu moře) kyslíková atmosféra, jež se projevila dvěma ultrafialovými čarami na 130 a 135 nm. To znamená, že z velkých družic ve sluneční soustavě chybí atmosféra pouze na Callisto, jelikož HST objevil v říjnu 1995 ozon v atmosféře Ganymedu. Ten vzniká disociací vody v ledu na povrchu družice, kterou bombardují elektricky nabité částice, zachycené magnetickým polem Jupiteru. V atmosféře Ganymedu byl prokázán též molekulární kyslík. Průměr družice byl zpřesněn na 5262 km. Ultrafialové snímky Callisto prokázaly na jejím povrchu čerstvý vodní led.

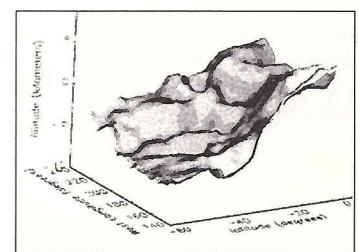
Starší spektrogramy Jupiteru z léta r. 1993 studovali Y. Kim aj. Na 18 vysokodispersních ultrafialových spektrogramech nalezli pásy molekulární vodíku, svědčící o teplostě zdroje  $200 \div 800$  K. Podle všeho jde o emise v polárních zářích planety. W., Hubbard aj. využili zákrytu hvězdy SAO 78505 Jupiterem dne 13. XII. 1989 k získání nepřímých informací o stavu Jupiterovy atmosféry. Ve vzdálenosti 71 880 km od centra planety je nad rovníkem teplota ( $176 \div 12$ ) K a tlak 0,18 Pa.

V druhé polovině roku se k Jupiteru rychle blížila kosmická sonda Galileo, jež se v té době již plně soustředila na svůj hlavní úkol prozkoumat Jupiter a jeho okolí s dosud nejlepším přístrojovým vybavením. Vskutku, již koncem srpna 1995 zaznamenala sonda podle E. Gruna naprostě mimořádnou prachovou bouři – největší za celých 6 let své činnosti. V té době byla sonda od Jupiteru vzdálena 63 milionů km a zvýšenou četností srážek registrovala po plné tři týdny. Zatímco v průměru se během letu sonda potkávala s jednou prachovou částicí za 3 dny, v době zmíněné bouře zaznamenávala nárazy až 20 000 častic denně! Rychlosti částic vůči Slunci se pohybovaly v širokém rozmezí  $40 \div 200$  km  $\text{s}^{-1}$ . Prachové částice od Jupiteru zjistila poprvé sonda Ulysses, osazená týmž detektorem. Velmi pravděpodobně jde o částičky elektricky nabité a urychlené v magnetickém poli Jupiteru.

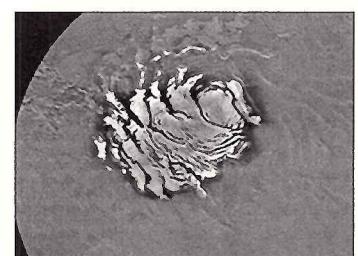
Sonda zaznamenala první příznaky obloukové rázové vlny kolem magnetosféry planety ve vzdálenosti 15 milionů km již 16. listopadu 1995 a definitivně vstoupila do magnetosféry Jupiteru 26. listopadu ve vzdálenosti 9 milionů km od planety. Magnetosféra nejevila žádné příznaky porušení následkem předloňského dopadu komety na Jupiter. Konečně přišel 7. prosinec 1995, kdy sestupný modul proletěl vnější atmosférou planety a vysílal podle plánu údaje na orbitální modul, odkud pak byly pomalu přenášeny na Zemi. Modul vstoupil do atmosféry Jupiteru rychlosťí  $47,4 \text{ km s}^{-1}$  a zakusil maximální přetížení až  $230 \text{ G}$  ( $1 \text{ G} =$  tíže na zemském povrchu), tedy mnohem více, než se čekalo. Proletěl šikmo dráhu asi 600 km (svisele jen 156 km) v tlakových hladinách od 10 kPa do 3 MPa dříve než se odmlčel. Pracovníci NASA-JPL oznámili hlavní kvalitativní výsledky měření sestupného modulu až koncem ledna 1996 – nikoliv kvůli potížím se zpracováním dat, ale kvůli blokádě finančních prostředků pro státní instituce, vyvolané sporom mezi Kongresem a presidentem USA. Ukázalo se, že atmosféra Jupiteru je velmi suchá (zastoupení vody stejně jako na Slunci), takže bleskové výboje jsou vzácné – jejich četnost je nejméně o řád nižší než v atmosféře Země a během sestupu nebyly žádné blesky zaznamenány. Také hélia je v atmosféře dvakrát méně než se čekalo. Další deficitní prvky jsou Ne, C, O a S. Nebyly ani objeveny očekávané tři oblačné vrstvy. Naproti tomu asi 50 000 km nad vrcholky mraků se nalézá silný radiační pás. Modul byl vystaven silné turbulenci a větru o rychlosti až  $530 \text{ km s}^{-1}$ . To svědčí o velké hloubce (kolem 10 000 km) konvektivní vrstvy a tedy ovlivnění atmosféry teplem, které vystupuje z nitra planety vzhůru. Obecně je vnější atmosféra hustší a teplejší, než se čekalo. Jejími hlavními složkami je molekulární vodík, kryštalky čpavku, hydrosulfidu čpavku a vodního ledu. Barevné odstíny



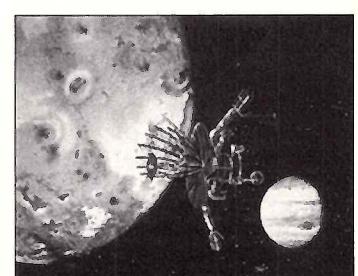
**HST objavil, že Jupiterov satelit Europa má kyslíkovou atmosféru, ktorá vzniká disociáciu molekúl vody s následným únikom vodíka. Atmosféra sa prejavila UV-čiarami na 130 a 135 nm.**



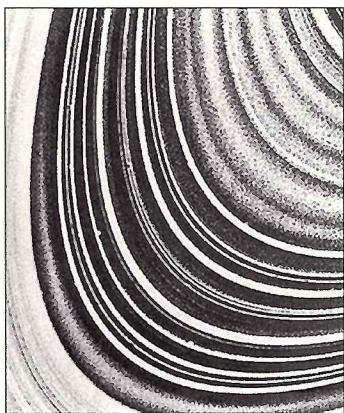
**Clementine dodala 2 milióny digitálnych snímok Mesiaca. Dokazujú, že výšky povrchu kolisu v rozmedzí 16 km, hrúbka kôry na priprátejnej strane je 60 km, na odvrátenej strane 68 km.**



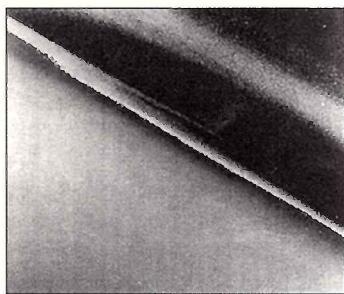
**Zo snímkov HST vyplynulo, že marťanská klíma sa za posledné štvrtstoročie znatelne zmenila. Atmosféra Marsu je dnes chladnejšia a priezračnejšia. Zváčsila sa i plocha južnej polárnej čiapočky.**



**Na ceste k Jupiteru sa dostala sonda Galileo do prachovej búrky. Vo vzdialnosti 63 mil. km od Jupitera sa zrážala až s 20 000 čiastočkami denne. Nabité čiastočky nasmerovali a urýchli magnetické pole Jupitera.**



Pri overovaní najmenších mesiacov Saturna sa objavili ďalšie štyri. Rozbor snímkov z HST však ukázal, že tento drobigrz nie sú ani kompaktné telesá, ale sféricky sfomované hromady drte z rozbitých telies blízko prstencu.



HST zistil, že atmosféru Titánu tvorí molekulárny dusík s prímesou metánu. Metán sa vyskytuje na Titáne vo všetkých troch skupenstvách, nachádza sa tam však aj vodný ľad.



Spektrá, získané pomocou HST, dokázali tenkú dusíkovú atmosféru Neptúnovho mesiaca Tritón.



Na Plute sa po prvýkrát podarilo rozlišiť podrobnosti povrchu. V optike HST sa prejavili jasné oblasti, rovnobežné s rovníkom.

mračen zůstávají neobjasněny, jelikož se nepotvrđila přítomnost organických molekul.

Orbitální modul sondy Galileo nyní pilně sbírá data o Jupiteru a jeho okolí, takže po dobu nejbližších dvou let – nedojde-li k nečekané závadě – budou mít planetologové vlastní velkolepé čísla. Nemenší pozornost však loni budila i další obří planeta – Saturn, zejména zásluhou vzácného úkazu, jímž bylo opakování změn prstenců dne 22. května a 10. srpna 1995. Tyto série změn (poslední nastalo 11. února 1996) se opakují vždy po zhruba 15 letech, ale oba příští cykly r. 2009 a 2025 nastanou v době nepříznivé pro pozemní pozorování, takže co se taktéž nestihlo loni, půjde napravit až r. 2038. Změněn prsteně je důsledkem jejich nepatrné tloušťky rádu 10 metrů a slouží zejména k podrobnému průzkumu soustavy přirozených družic Saturnu. Vždyť během téhoto epizod bylo v letech 1655 až 1880 objeveno 13 družic planety.

Pro pořádek však uvedme, že v dubnu 1995 M. Gordon revidoval údaje o nových družicích z průletu sondy Voyager 2 v srpnu 1981. Potvrdil existenci pěti družic, jak uvádí tabulka, kde vzdálenosti od centra Saturnu jsou uvedeny v tisících km a jasnosti odpovídají geocentrickým magnitudám v okamžiku Saturnovy opozice se Sluncem:

Označení	Vzdálenost	Jasnost
S 15	174	18
S 16	220	18
S 17	231	18
S 18	185	24
S 19	186	22

Podle P. Thomase aj. vyplývá z tehdejších měření družice Hyperion, že ji lze charakterizovat jako trojosý elipsoid s rozměry  $164 \times 130 \times 107$  km, který se ve své oběžné dráze spíše kívá než aby řádně rotoval.

Loni se do pozorování nejmenších družic Saturnu vložil poprvé HST se svou výtečnou rozlišovací schopností a výsledky vskutku stojí za zmínku. Během 27 expozicí dlouhých 400 s dne 22. května v kameře WFPC2 a filtru centrovaném na 890 nm (pás metanu) se podařilo A. Bossuhové a A. Rivkinovi najít všechny známé družice Saturnu s výjimkou Panu (XVIII), Atlasu (XV) a Prometheusa (XVI). Posledně dvě jmenované družice snad byly nalezeny, leč ve velkých úhlových odchylkách ( $26^\circ$  resp.  $21^\circ$ ) od předpovědi. Kromě toho však byla objevena 4 nová tělesa v úhlové vzdálenosti od  $10''$  do  $18''$  (lineární vzdálenost od  $137,5$  do  $146,5$  tisíců km) od planety a jasnosti od  $16,3$  do  $18,3$  mag. Průměry všech nově objevených těles měly být menší než  $70$  km a měly se nacházet v okolí excentrického prstenu F. Opakováný pokus kolem 10. srpna umožnil získat 48 záběrů během 12 hodin v témže spektrálním filtru. Podle P. Nicholsova aj. tak byl potvrzen „opožděný“ Prometheus, a kromě toho našli ještě tři nové objekty  $17 \div 19$  mag v lineární vzdálenosti od  $139,4$  do  $140,1$  tisíců km od Saturnu. Jejich průměry se měly pohybovat kolem  $20$  km. Další rozbor však naznačil, že všechno je asi poněkud jinak. Nové družice zejméne nejsou normálními pevnými satelity, jak jsme na ně zvyklí, nýbrž dočasnými orbitálními shluky, jež mají dokonce protáhlý obloukovitý tvar; jde tedy spíše o „hromady smetí“ z rozbitých těles v blízkosti prstence F, jenž představuje jakousi přechodovou zonu mezi klasickými družicemi a částicemi v prstencích.

I. de Pater aj. využili květnové přiležitosti ke snímkování vnějších jemných prstenců v infračerveném oboru  $2,3 \mu\text{m}$  pomocí obřího Keckova teleskopu. Ukažali, že prsten E je odkloněn o  $2500$  km od roviny ostatních prstenců a sahá až do vzdálenosti 5násobku poloměru planety. Kromě toho není vyloučena existence prstenu G ve vzdálenosti 2,8-násobku poloměru Saturnu.

HST dále objevil bleskové výboje na Saturnu o délce až  $12\,000$  km a polární záře v ultrafialovém spektru

kolem obou pólů ve výšce až  $2\,000$  km nad vrcholky mraček. Vzhled polární „záclony“ se během 2 hodin pozorování rychle měnil. Větší množství prací se zabývalo atmosférou a stavem povrchu obří Saturnovy družice Titan. Ani Voyager 2 ani sondy Pioneer nebyly schopny „prohlédnout“ hustým závojem Titanovy atmosféry na povrch. To se zdařilo až v říjnu 1994 kameře HST v blízké infračervené oblasti spektra v pásmu  $0,85 \div 1,05 \mu\text{m}$ . Na snímcích s rozlišením  $600$  km jsou patrné stálé světlé a tmavé skvrny na povrchu družice, a odtud se podařilo určit, že rotace Titanu je synchronní s oběžnou dobou 16 dnů.

Atmosféru Titanu tvoří především molekulární dusík s priměsí metanu. O její hustotě svědčí pozorování P. Nicholsona aj. z 3. července 1989, kdy Titan zakryl jasnu hvězdu 28 Sgr. V infračerveném pásmu na vlnových délkách  $2,1$  a  $3,9 \mu\text{m}$  byl totiž pozorovatelný uprostřed zákrytu centrální záblesk, vyvolaný ohybem světla v atmosféře Titanu – dokonce byl vidět vícečetný obraz hvězdy!

Jelikož teplota povrchu družice dosahuje  $94\text{ K}$ , může se tam metan vyskytovat ve všech třech skupenstvích, ale navíc je tam i vodní led. Všeobecně se má za to, že povrch družice je v větší části pokryt oceánem kapalných uhlovodíků, ale S. Dermott a C. Sagan kritizují tuto představu pomocí dynamického argumentu o velké výstřednosti oběžné dráhy Titanu. Slapy v oceánech na Titanu by totiž vedly už dávno ke kruhové dráze. Jde tedy spíše o mělká navázající nespojená jezera uhlovodíků, jak na to nezávisle upozornil také W. Sears.

HST zasáhl i do výzkumu Uranu a jeho soustavy prstenců a družic. V srpnu 1994 zaznamenal 6 nejbližších družic a 11 prstenů. Kromě toho vyfotografoval světlou skvrnu na jižní polokouli o průměru asi  $4\,000$  km. Odtud vychází překvapivě krátká rotační perioda planety  $7\text{ h }14\text{ min}$ .

H. Hammelová a B. Zellner zpracovali snímky Neptunu, rovněž pořízené HST v pásmu od  $255$  do  $890\text{ nm}$ . Zatímco ultrafialové snímky neobsahují žádné podrobnosti, pro delší vlnové délky se kontrast postupně zlepšuje. Na severní polokouli se objevila nová velká tmavá skvrna, zatímco jižní skvrna, viditelná na snímcích z Voyageru 2, zmizela. Vítr v oblačném příkrovu planety dosahuje rychlosti až  $1\,200\text{ km s}^{-1}$ . Za posledních 23 let se Neptun zjasnil o  $10\%$ . Spektra z HST poukázala na přítomnost tenké dusíkové atmosféry družice Triton. J. Elliot aj. pozorovali 14. srpna 1995 zákryt hvězdy Tr148 Tritonem celkem na 5 observatořích jak ve viditelném tak i infračerveném spektrálním pásmu. Celý úkaz na Zemi trval 33 min, z toho nejdéle na Lowellově observatoři v Arizoně – téměř 2 minuty. Teleskop IRTF dokonce spatřil centrální záblesk způsobený ohybem světla v atmosféře Tritonu. Hvězda Tr148 je ve skutečnosti dvojhvězdou s průvodcem slabším o  $1,5$  mag v úhlové vzdálenosti  $0,4''$  – to je další významný výsledek pozorování jedinečného zákrytu. Podle A. Dobrovolskise, jenž analyzoval světelnou křivku družice Nereidy ze sondy Voyager 2 z r. 1989, je toto těleso navzdory malým rozdílům kuličkové, avšak rotuje buď velmi pomalu nebo dokonce chaoticky. Neúnavný HST pořídil v r. 1994 také snímky a spektra dvojice Pluto–Charon. Odtud vyplývá, že i Pluto má řídkou dusíkovou atmosféru, a že Charon je o něco modřejší než Pluto. Poloměr Pluta vychází na  $1160\text{ km}$  a Charonu na  $635\text{ km}$ . Na kotoučku Pluta byly poprvé rozlišeny podrobnosti v podobě jasných oblastí rovnoběžných s rovníkem. N. Brosh se zabýval rozborem pozorování zákrytí hvězdy  $12,8$  mag dne 19. srpna 1985 a  $12$  mag dne 11. června 1988. Odtud vyplývá, že dusíkovou atmosféru měl Pluto již r. 1985, tedy 4 roky před průchodem periheliem, a že dalšími složkami atmosféry může být jednak CO a jednak  $\text{CH}_4$ .

(Pokračování v příštím čísle  
1.2. Meziplanetární látky)

# Po stopách velkých vlasatic

## Druhá část

Nejstarší zmínky o jevech, které se odehrávaly na nebi, nacházíme vesměs v čínských kronikách a letopezech. Čínská civilizace se po dlouhá tisíciletí rozvíjela izolovaně od okolního světa a mnohá svá specifika si zachovala dodnes. Pravidelnému sledování oblohy tam byla věnována větší pozornost než kdekoli jinde. I když později zvlášť v Řecku vzkvétla astronomie v královskou vědu, pozorování komet – čímž rozumíme popis vzhledu komety a jejího pohybu po obloze, nikoli vypočítávání událostí, které údajně měla kometa na svědomí – zůstalo na okraji zájmu. Čínské dvorní hvězdáře můžeme považovat za první pozorovatele komet. Roku 1600 se podivuje misionář Matteo Ricci čínským astronomům, kteří „každou noc stojí na svých místech, aby pozorovali, co se na obloze ukazuje, zda meteorický oheň, nebo komety, aby mohli o všech podrobnostech zpravit císaře“.

Kometám byla v Číně věnována opravdu zvláštní pozornost. Když nějakou hvězdnou úředníci spatřili, museli o tom neodkladně informovat císaře. Kche-sing, „hvězdy návštěvnice“, přece přiléhají jako poslové nebes, aby zvěstovaly císaři nějakou – obvykle neblahou – zprávu. Ale běda, když se z tohoto proroctví dostalo něco ven, mezi prostý lid! Ta nebyla v Číně určena řádovým občanům. Roku 840 dokonce vyšlo přísné nařízení, podle něhož nesměli dvorní astronomové „na žádny způsob obcovat se služebnictvem a vůbec s obyčejnými lidmi“.

Ačkoli byla čínská pozorování vedena především za účely astrologickými a komety nebyly vítány právě otevřenou náručí – přinášely obvykle jen nepříjemnosti – jsou pro nás nesmírně cenná ze dvou hledisek: obsahujej jednak popis vzhledu vlasatic, jednak zprávu o jejím pohybu po nebi.

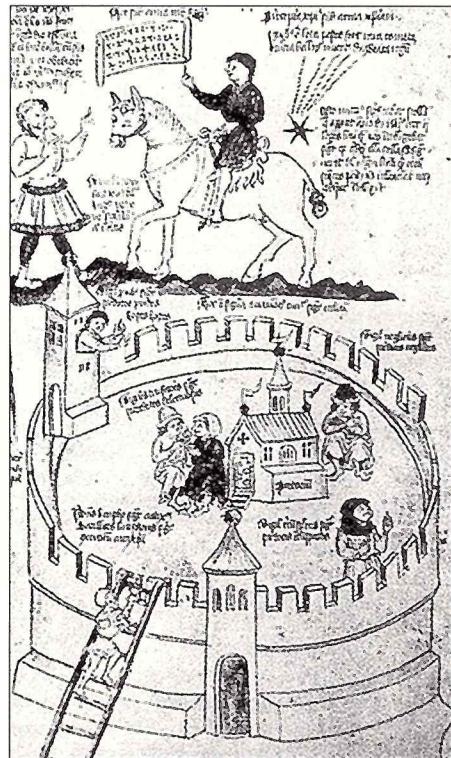
Komety byly podle vzezření klasifikovány do několika skupin. Typická vlasatice s dlouhým chvostem se nazývala „chuej“ nebo „sao-sing“, „hvězda-koště“, „Po-sing“, „jiskřící hvězda“, nemá žádný nápadný ohon a je to mlhavá, roztržená skvrna. „Nebeský strom magnolie“ neboli „tchien-čchan“ je kometa s chvostem členitým jako koruna stromu. „Ču-sing“, „svíčková hvězda“, svítí třemi plamínky směřujícími vzhůru. „Pcheng-sing“ je roztržený plamen, „chuchvalec“. „Čchang-keng“, „dlouhá cesta“, je opravdová pořádná vlasatice: její ohon se táhne po nebi jako dlouhá role hedvábí...

U mnohých komet se ze starých čínských pozorování daly později spočít jejich přibližné dráhové elementy, zatímco ze zpráv v evropských kronikách bychom se mohly dozvědět leda o škodách, které ta či ona kometa páchala. Přesto toho není mnoho, co o kometách pozorovaných ve starověku

a středověku víme. Statistiky počtu zaznamenaných komet se rozcházejí, neboť ne ze všech zápisů se dalo rozhodnout, zda neobyvklým úkazem na nebi byla kometa nebo třeba nová hvězda. Chambers v knize *The Story of the Comets* z roku 1910 uvádí, že do konce 15. století bylo v Číně pozorováno 530 komet, o nichž se nám dochovaly reference. Jiné zdroje uvádějí počty o cosi nižší, čtyři stovky vlasatic ve zmíněném období však lze považovat za prokázané. Určit alespoň přibližnou dráhu se později podařilo jen u několika desítek těchto komet – a značnou část tvořily návraty Halleyovy komety. V katalogích kometárních drah většinu těchto vlasatic nenalezneme. Ty největší však obyčejně ano.

Z komet pozorovaných v prvním tisíciletí, u nichž bylo možno určit později dráhové elementy, se jediná kometa z roku 442 nepřiblížila ke Slunci na vzdálenost menší než 1 astronomická jednotka (perihelová vzdálenost 1,53 AU). I přesto zůstala sledována více než čtvrt roku; muselo se tedy jednat o těleso mimořádné velikosti. K těm největším co do skutečného rozměru a absolutní jasnosti patřila také kometa pozorovaná od července do listopadu roku 565; pouhým okem byla viditelná ještě v době, kdy se nacházela 2 astronomické jednotky od Země i od Slunce. Na jaře roku 574 sledovali v Číně po dobu dvou měsíců vlasatici, která by mohla být totožná s kometou McNaught-Russell 1993v. Shoda dráhových elementů je velmi nápadná a pokud se opravdu jedná o jednu a tutéž kometu, nikoli o dva fragmenty pohybující se v podobných drahách (čemuž by nasvědčoval velký rozdíl v jasnostech), kometa z roku 574 byla asi o 6 magnitud jasnější, márně před sebou těleso s nejdélší periodou (více než 1400 let), pozorované při dvou návratech ke Slunci. Ještě delší dobu, téměř 5 měsíců, byla od února do července roku 607 s přestávkami střídavě na ranní a večerní obloze viditelná kometa Halleyova. Byla jen jednou z mnoha „hvězd návštěvnic“: „V třetím měsíci třetího roku éry Velikého počátku objevila se ocasatá hvězda na západě a roztáhla se napříč nebesy.“ Většinu komet však bylo možno sledovat jen několik týdnů nebo dokonce dnů a žádne jiné až do konce 15. století nezůstaly pozorovány tolík měsíců. Rekonstruovat z dobových zpráv údaje o jasnosti, o velikosti komety nebo o délce chvostu je takřka nemožné. V popisech vzhledu se obyčejně dozvídáme, že ta či ona kometa byla „blá jak mouka“, „velká jak broskev či pěst“ a měla chvost „jak páv“, popř. „dlouhý jak meč“. Astronomicky hodnotnější popisy nacházíme až v pozdějších dobách.

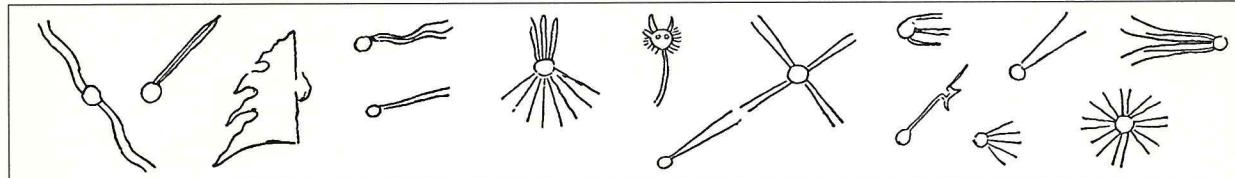
Nejpříznivější návrat „první dámy“ proběhl roku 837; po průchodu perihellem byla sledována v mimořádné jasnosti více než 50 dní a 11. dubna nastalo její nejtěsnější pozorované přiblížení k Zemi; na



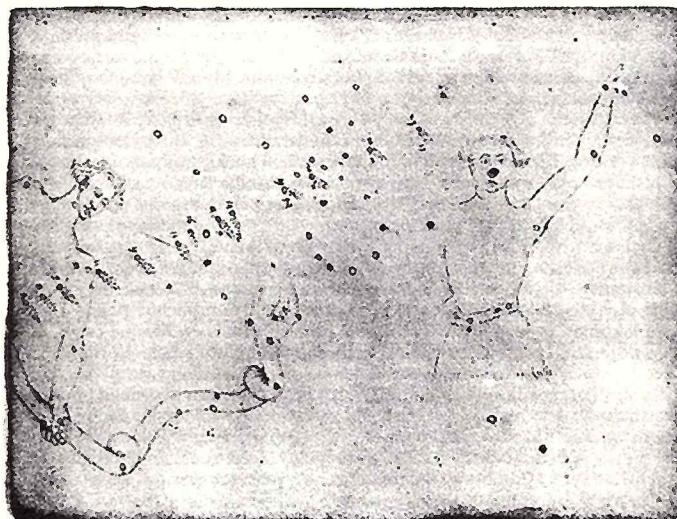
Kometa z roku 1402

vzdálenost 0,04 AU. V tom čase zářila jako nikdy jindy; byla jasná asi jako Venuše a její chvost měřil 80°. V našich zemích se nejstarší dochovaná písemná zpráva vztahuje ke kometi z roku 942, neboť pod tímto rokem nacházíme v Kosmově kronice poznámkou: „Bylo viděti čtrnácté dny hvězdu podobnou kometi a po ní přišel velký mor na dobytek.“ Nebyla to kometa Halleyova, jak se občas mylně uvádí.

Opravdu velká kometa byla sledována v Evropě i v Číně roku 1264. Byla viditelná čtyři měsíce, měla obyčejně dlouhý chvost (na obloze přes 100°, ve skutečnosti více než 1,2 AU) a velmi vysokou jasnost. Na jednom vyobrazení z Luběneckého *Theatrum cometicum* vidíme kometu v souhvězdí Oriona, zatímco široký chvost je patrný až v Rybach a ve Vodnáři a sahá z jednoho konce obrazu na druhý. Ve stejně knize nacházíme mnoho dalších nádherných kreseb, často dotvořených fantazií autora. Krásným zjevem musela být také vlasatice z roku 1217, jejíž chvost byl užší, zato však snad ještě delší. Když se kometa nacházela mezi Štírem a Váhami, sahal chvost přes celé nebe až vysoko do Herkula. O kometi z roku 1337 píše také zbraslavský kronikář: „...v měsíci červenci ukázala se na severní straně vlasatice a viděli jsme ji já i jiní, jak se přes Měsíc pohybovala různě sem tam k Rakousku a k západu. A tu hvězdu předcházel horčko a sucho, které hubilo na jaře všechny rostliny; vzápětí nastal také nedostatek obilí a vína, ale hojnost drahoty na mnohých místech.“ Ta samá „hvězda ocasatá, jež kometa slove“, přinesla podle kronikáře Hájka z Libočan jiné neštěstí; rok nato totiž „přileralo do Čech mnoho kobylek, kteréž v velikých houfích létały, a kdež připadly, všecko obilé, trávu, listí, stromoví i lesní dříví objedly, a když vstaly a zdvihly se,



Komety a jejich různé podoby ve starých čínských kronikách.



Nejstarší evropský zachovaný zákres dráhy Halleyovy komety. Zaznamenal jej v roce 1456 Paolo Toscanelli a můžeme jej právem pokládat za počátek vědeckého zájmu o tyto tělesa.

*tak velmi jich husto bylo, až jako oblak slunce zastínila a crály, jako by oděnci ve zbroji jeli... A měly křídla rozličně malovaná a škaredí i ohyzdne smrděly a mnohé škody v Čechách zdělavše do krajin puhočních se obrátily a tam někde zhynuly..."*

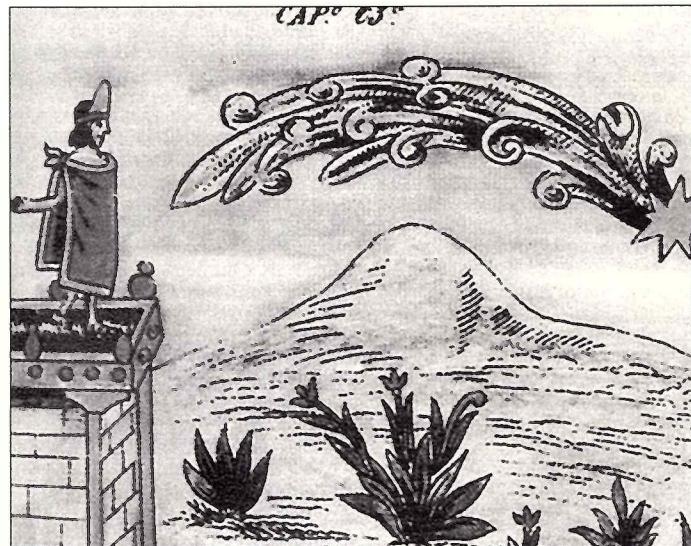
Roku 1402 se dokonc objevily hned dvě velmi jasné komety. První z nich byla koncem března podle zpráv italských kronikářů viditelná i v pravé poledne, a to nejen její hlava, ale také chvost. I ona patří k největším vlasaticím, které kdy navštívily sluneční soustavu, neboť se nijak výrazněji nepřibližila ani ke Slunci, ani k Zemi. Druhá byla v červnu téhož roku viditelná za denního světla už dlouho před západem Slunce. „Léta 1402 ukázala se hvězda s ocasem kometa a svým ukázním mnohé zlé věci znamenala české zemi. Neb v to léto přijel král uherský Sigmund do Čech a mnoho zlého učinil s pomocí některých pánuov českých... Jal krále Václava, bratra svého, a do Vídne jej do vězení vydal,“ píše o ní později Jakub Bratzidin.

V letech 1456–58 byly zaznamenány celkem čtyři velké vlasatice. Jednou z nich byla v roce 1456 ta Halleyova. Jejímu návratu předcházel obsazení Cařhradu Turky, kteří právě v době, kdy se kometa objivila, postoupili hluboko na Balkán. Marně se snažil proti vlasatici zakročit sám papež, marně ji zažehnal a vyháněl z nebe. Hojně rozšířené tvrzení, že právě ji exkomunikoval z církve a proklel v jedné bule spolu s Turky, není právě pravdivé. Nakonec

Pod tímto názvem se „skrvá“ do samostatné společnosti nově zformovaná sekce meziplanetární hmoty České astronomické společnosti (ČAS).

Růst činnosti sekce v ročích 1991–1995 vedl k rozhotodnutí transformovat ji na samostatnou společnost, protože vyžadoval operativnější řízení a vyšší úroveň samostatnosti, než jakou poskytovaly stannovny ČAS. Pro založení samostatné společnosti se při hlasování rozcházel většina členů sekce. Jejich počet v posledním období kolísal mezi 50 a 70. Dne 1. června 1991 vyšlo prvé číslo „Zpravodaje sekce MPH“. Vloni to bylo již 17 čísel v celkovém rozsahu 217 stran.

Co tedy dnes nabízí SMPH svým členům? Prostřednictvím svého Zpravodaje šíří celou řadu informací zajímavých pro zájemce o meziplanetární hmotu. Pře-



Komety přinášely poselství i do říše Aztéků. Tato věstí králi Montezumovi pád jeho říše.  
Všechny obrázky archiv redakce

nechal rozesnít o polednách kostelní zvony, aby všechni mohli pomoci v modlitbách. Tento zvyk se udržel podnes; ale kdo by věřil, že měl původně pomocí zahnat strašlivou kometu? „Proč se ukázala a co předpovídala, to ví sám Pán Bůh, ale ten úkaz neznamená nic dobrého,“ píší staří letopisci. Ve stejné době však začíná lékař, astronom a geograf z Florencie Paolo Toscanelli zakreslovat co nejpřesněji polohy komety do hvězdné mapy.

Druhá kometa z roku 1457 byla pravděpodobně připsána odpovědnost za smrt Ladislava Pohrobka v listopadu toho roku: „Téhož léta o sv. Duchu (5.VI.) ukázala se druhá hvězda ocasatá a trvala až k sv. Bartoloměji. A tak jakož vypravují mistři hvězdáři staří, že když se ten zázrak okáže nad který zemí a na ni hledí, že se ukazuje a znamenává, že v těch zemích bude hlad neb mor anebo krveprolití veliké, anebo že umře některý mocný král neb pán; jakož se to i stalo.“

Ve veršovaném rukopise vyšehradském, který vypravuje o válce s Uhry v letech 1468–72, je tato zmínka o kometi z roku 1472, která podle čínských pozorování byla jasnější než Venuše:

„Toho léta hvězda kometa byla se ukázala, a svým ukázním divadlo lidem učinila; neb ne jako jiné hvězdy jest chodila, ale každý téměř večír na jiné místo přestupovala; ocas velmi dlouhý mějše; a k hlavě temnější blíše.“

A zatímco na našich zemích kometa „svým ukázním divadlo lidem učinila“ a učenci sledovali, jak „každý téměř večír na jiné místo přestupovala“, v sousedním Německu se Johann Müller z Königsbergu, řečený Regiomontanus (1436–1476) poprvé pokusil měřením paralaxy určit vzdálenost komety od Země. Byl to rozhodný krok, jímž byla kometární astronomie povyšena na vědeckou úrovňi; do té doby byla doménou astrologie a spekulativních úvah. Nic na tom nemění skutečnost, že Regiomontanovo měření bylo nepřesné a vedlo k chybám závěrům; parallaxu určil na 6 stupňů, tedy mnohem větší, než je parallaxa Měsíce, a tak „potvrdil“ Aristotelevu domněnku, že komety jsou Zemi blíže než Měsíc. Už to, že kometu sledoval v mnoha nocích a počítal ji za nebeské těleso hodné studia, bylo v té době obrovským přínosem. Jeho měření polohy komety, byť ještě přibližná, mohl později využít Halley při výpočtu její dráhy. Navzdory Regiomontanovu měření už zkrátka vznikly první pochybnosti o správnosti tehdejšího výkladu.

Ještě předtím však Kryštof Kolumbus při své objevné cestě dorazil k břehům Nového světa a skončil tak s dobou, kterou později historikové nazvali středověkem. S novými obzory geografickými se pak otvíraly i nové obzory kometární astronomie.

(Pokračování)

## Společnost pro meziplanetární hmotu

devísim sem náležejí informace o nově objevených i očekávaných kometách včetně podrobných mapek jejich okolí (například pro únor 1996 je předpovídáno 11 komet). Poskytuje svým členům

návody na pozorování meteorů a komet a informuje je o probíhajících pozorovacích programech a o jejich výsledcích (loni to byla například „sprška“ alfa-Monocerotid, do jejichž sledování se zapojí-

Rok	Pozorovatelů	Nocí	Celkem	Čas [hod]	Meteorů
1993	47	16	114	308,73	7814
1994	35	20	97	236,63	2976
1995	50	42	220	550,10	6362

Rok	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Pozorovatelů	5	30	8	11	13	20	10
Odhadů	43	420	35	110	160	531	230
Komet	1	4	4	7	7	18	12

Tabulky svědčí o příznivých trendech v rozvoji činnosti SPMH, jak v oboru meteorů, tak i ve visuálním určování jasnosti komet.

la řada našich členů). Zajišťuje návaznost pozorování svých členů na světové databáze a tím i to, že tato pozorování budou využita. Nabízí metodickou i technickou pomoc amatérům při zpracování jejich pozorování meteorů. Poskytuje přehledné informace o meziplanetární hmotě a zvláště o nových objevech v tomto oboru (například o „lízačích zemských dráh“, tělesech Kuiperova pásu, Kentauřech a podobně). Pro pozorovatele nabízí programy na zpracování výsledků pozorování; hvězdné katalogy v počítačové formě včetně základních programů pro jejich obsluhu. Pořádá setkání svých členů s odborným programem.

Podrobnější informace o podmínkách členství lze získat od člena výboru SPMH.

doc. Vladimír Znojil, předseda,  
Elplova 22, 628 00 Brno

# KOMETY roku 1995

Strídání roků „kometárních žni“ (1990, 1992, 1994) s roky velmi chudými na jasnější komety (1991, 1993) se v poslední době stávalo téměř pravidlem. Po celou první polovinu loňského roku se skutečně zdálo, že tato zvyklost nebude ani tentokrát porušena: v prvních šesti měsících byla z našich zeměpisných šířek jedna jediná kometu viditelná menšími přístroji, i ta však dosáhla maxima jasnosti již v listopadu 1994. Druhá polovina roku 1995 však přinesla nebyvalou úrodu jasných komet i pozoruhodných událostí na scéně kometární astronomie: objev „komety století“, „superjasnění“ dvou periodických komet a rozpad jedné z nich, návrat ztracené komety P/De Vico a mnohé další. K naší smůle se však v loňském roce většina z toho nejzajímavějšího odehrávala na jižní obloze.

## Část první:

### Komety očima pozorovatele

Jasnosti 11 mag nebo vyšší dosáhlo sice vloni plných 11 komet, což je číslo výrazně nadprůměrné, jenom 4 z nich ale byly v té době z našich krajů dobré pozorovatelné.

Kometou konce roku 1994 a začátku roku 1995 byla známá periodická vlasatice **P/Borrelly**. Přísluním prošla již 1. listopadu 1994 a maxima jasnosti dosáhla o měsíc později (8,5 mag); termín „vlasatice“ je tentokrát na místo, neboť měla koncem roku 1994 nápadný chvost i protichvost. V lednu 1995 měla jasnost kolem 10 mag, do března zeslábla na 12 mag a naposledy byla z našich zemí vizuálně pozorována koncem dubna, kdy ji za výborných podmínek nalezl Kamil Hornoch 35 cm dalekohledem jako slabý objekt s jasností 14,9 mag. Koncem ledna prošla v těsné blízkosti galaxií M 81 a M 82 ve Velké medvědici (maximální přiblížení asi 1,5°).

V prvních dvou měsících loňského roku byla ještě na večerní obloze viditelná vzdalující se kometa **Machholz 1994r** (12–13 mag). V lednu 1995 získal K. Hornoch první úspěšné vizuální pozorování vybuchující komety **P/Schwassmann-Wachmann 1** (13,9 mag) a několikrát byla na jaře pozorována také planetka-kometa **P/Chiron**, která však měla stělný vzhled a jasnost mírně pod 15 mag. Koma byla u Chironu zaznamenána až v červnu, kdy už toto bizarní těleso nebylo ze severní polokoule pozorovatelné. Ke kometárně chudíčkému jarnímu období loňského roku se vztahuje přinejmenším jedna kuriozita: kometa **P/Schwassmann-Wachmann 1**, vybuchující se vně dráhy Jupitera, se stala s jasností kolem 14,5 mag v dubnu a květnu 1995 nejjasnější kometou viditelnou z našich šířek!

Pouze dvě krátkoperiodické komety prošly v prvním pololetí roku 1995 perihellem a z nich jediná **P/Clark** byla v té době pozorovatelná. Málo známá kometa byla objevena teprve v roce 1973, přestože dosahuje při příznivých návratech poměrně vysoké jasnosti (kolem 11 mag). Mívá však v blízkosti perihela podstatně lepší pozorovací podmínky z jižní polokoule a nejinak tomu bylo také tentokrát. První polovina roku 1995 tak byla dobou dokonalého kometárního půstu.

Ten skončil začátkem léta, kdy se konečně začala zjasňovat toužebně vyhlížená kometa **P/d'Arrest** [čti daré]. Ze všech očekávaných komet loňského roku měla

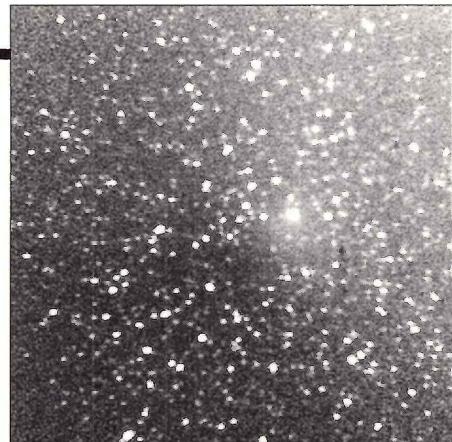
být právě ona tou nejjasnější – nakonec ji však v tomto ohledu hned tři krátkoperiodické komety předčily a jedna další se jí vyrovnala. Předpověď v Astronomické ročence 1995 sice slibovala již začátkem dubna jasnost kolem 13 mag, jenže kometa se chová velmi neobvykle: začíná být aktivní teprve asi měsíc a půl před průchodem perihellem (konec července), kdy do té doby téměř nevytváří komu a holé jádro mává jasnost 17 až 18 mag. Měsíc a půl před perihellem se rychle zjasní na 13 až 14 mag a poté pokračuje pozvolný nárůst její jasnosti. Další „skok“ v aktivitě a jasnosti prodělá kometa přibližně 10 dní před průchodem přísluním a maxima jasnosti dosahuje asi měsíc po průchodu perihellem (při tomto návratu tedy koncem srpna). Kometa se podle tohoto „scénáře“ chovala téměř zcela přesně.

Prvnímu úspěšnému pozorování u nás předcházelo mnoho negativních odhadů od několika amatérů, která udávala limit celkové jasnosti pod 14 mag. Teprve v noci 28./29. června se podařilo kometu poprvé spatřit K. Hornochovi 35 cm dalekohledem na hranici viditelnosti (14,2 mag). O 10 dní později již byla pozorována i v 11 cm dalekohledu autorem tohoto přehledu (12,1 mag), měla vzhled velmi neostře a rozmazené skvrny s těžko definovatelným okrajem. Tento vzhled si kometa zachovala i v dalších týdnech, pouze její celková jasnost se výrazně zvýšila: od konce července se pohybovala kolem 8,5 mag, ovšem při obrovském rozmezí komy (některí zahraniční pozorovatelé uvádějí až 18!) kometa neskytala nijak obdivuhodný pohled; spíše byla na trošku světlejší obloze vidět velmi špatně a pozorovatelé se nestačili divit, jak vysoké celkové jasnosti komety vycházejí při tak špatné viditelnosti. Začátkem srpna kometa procházel na obloze v blízkosti planety Saturn.

Optimistické předpovědi udávaly pro tento velice příznivý návrat (druhý nejpříznivější v historii sledování komety, která sahá až do roku 1678) maximální jasnost mezi 6 a 7 mag, kometa však zůstala poněkud za očekáváním, zhruba o 1 mag slabší. V srpnu se pohybovala rychle směrem na jižní oblohu a začátkem září se stala od nás téměř nepozorovatelnou. Také ona tedy měla podstatně lepší pozorovací podmínky z jižního položených míst. Jak uvidíme za chvíli, není ani zdaleka poslední kometou loňského roku s touto málo příjemnou „vlastností“.

Kometa P/d'Arrest tak nemohla poskytnout uspokojení ani pro pozorovatele komet, natož pak pro oko nezkušeného diváka. Právě ve dnech, kdy byla od nás poprvé dobré viditelná (přesně 23. července), objevili američtí pozorovatelé Alan Hale a Thomas Bopp při prohlížení kulové hvězdokupy M 70 ve Střelci v její blízkosti mlhavý obláček asi 10,5 mag – novou kometu **Hale-Bopp 1995 O1**. Na první pohled obyčejná kometa od svého objevu nenechává nikoho klidným; astronomové doufají, že se stane vlasaticí, na kterou marně čekáme již dlouhá desetiletí, a že dokáže to, co žádá kometa v poslední době: nadchně i toho nejméně zasvěceného diváka. Zatím tomu vše nasvědčuje.

Kometa se na obloze krátce po objevu pohybovala jen velice pomalu, což naznačovalo, že by se mohla nacházet

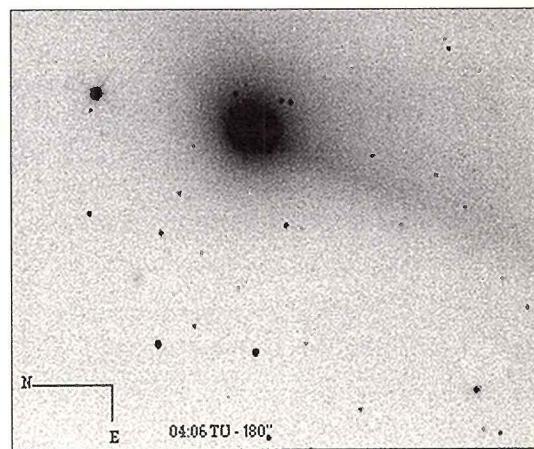


C/Hale-Bopp 26. 9. 1995 na snímku zo Steward Observatory Campus. Foto: A. Block a C. Hergenrother.

ještě ve velké vzdálenosti od Slunce i od Země. Do začátku srpna se podařilo získat rekordně velké množství přesných pozic (přes 200), ze kterých Brian Marsden spočítal předběžné dráhové elementy. Výsledky byly ohromující – kometa byla objevena téměř dva roky před průchodem přísluním, ve vzdálenosti více než 7 astronomických jednotek od Slunce! Žádná kometa zřejmě nebyla tak daleko od Slunce i od Země pozorována v takové jasnosti, vždyť i samotná Halleyova kometa mívala ve vzdálenosti 6 AU od Slunce jasnost jen kolem 19 mag! Jedná se tedy o mimorádně velké těleso, s rozměrem jádra kolem 40 km. Naši pozorovatelé ani u této komety nezůstali stranou, přestože deklinace kolem -30° pozorování příliš nepřešla – během prvních dvou týdnů po objevu se jim podařilo získat více než desítku odhadů celkové jasnosti, z nichž jeden byl navíc publikován v cirkuláři IAU. Úspěšná pozorování od nás pak pokračovala až do října, kdy kometa na několik měsíců zmizela ve sluneční záři (z jižní položených míst mohla být pozorována asi o měsíc dříje). Až se opět vynoří na jaře 1996 na ranní obloze, bude mít nejen vyšší deklinaci (a tedy příjemnější pozorovací podmínky), ale snad i jasnost.

„Sedmáctka“ byla vloni šťastným číslem pro australské amatérského lovce komet, již osmašedesátiletého Williama Bradfielda: 17. srpna totiž objevil svoji 17. kometu – **Bradfield 1995 Q1**. V době objevu měla jasnost 5,5 mag, ohon delší než 2° a byla viditelná z jižní polokoule pouhým okem v úhlové vzdálenosti necelých 30° od Slunce, téměř přesně jižně od něj. 31. srpna procházel perihellem ( $q = 0,44$  AU) ve velké geocentrické vzdálenosti a v malé elongaci od Slunce, takže nemohla být pozorována ani z jižních observatoří. Mířila téměř přímo na sever a když se koncem září vynořila na ranní obloze, dosahovala její jasnost již jen 7,5 mag. V dalších týdnech zvolna slábla a jak vyplývá z vizuálních odhadů našich zahraničních pozorovatelů, její jasnost se velice

**Kometa Bradfield 14. 10. 1995.** Snímka v ohnisku Newtona 3,5/500 CCD-kamerou Hi-Siss 22 urobili členovia talianskej astronomickej spoločnosti v Cortine d'Ampezzo.



Kométa d'Arrest 2. 8. 1995. V ohnisku 60 cm dalekohledu 40 sekund CCD kamerou ST-6 exponovali Ch. S. Morris a S. Goldin.

rychle měnila v rozmezí až 2 magnitud během několika dnů. Koncem října zeslábla na 9 mag a ve druhé polovině listopadu už byla slabší než 12 mag; koncem prosince však byla opět pozorována jako objekt 10,5 mag! Další zprávy o vývoji její jasnosti nejsou autorovi v době přípravy tohoto přehledu známy.

Ve stejný den, kdy byla objevena kometa Bradfield, rozzářila se neočekávaně na večerní obloze jasná kometa 8 mag. Její objev oznámil americký amatér L. Sherrer z Uniontown. Podle předpovědi se však v blízkosti uvedeného místa měla nacházet kometa P/Tuttle-Giacobini-Kresák, která krátce předtím prošla v geometricky nepříznivém návratu přísluním (maximální „normální“ jasnost jen 15 mag). Kometa je známa svými dvěma zjasněními v roce 1973 (ze 14 mag během krátké doby na 4 až 5 mag!). Již následující den bylo z Japonska potvrzeno, že se skutečně jedná o výbuch komety P/Tuttle-Giacobini-Kresák! Bohužel, i tato kometa se nacházela jižně od Slunce a od nás byla pozorovatelná jen teoretičky. Jedno úspěšné pozorování 5 dní po zjasnění sice bylo ohlášeno, ale jednalo se o myl. Scénář vzplanutí byl podobný jako v roce 1973, pouze jasnost komety klesala podstatně výrazně (za 14 dní o 3 mag, zatímco v roce 1973 při obou zjasněních za stejnou dobu o 9 mag), což spolu se vzhledem komety krátce po „objevu“ nasvědčuje tomu, že k výbuchu mohlo dojít již před 17. srpnem. Kometa se tak definitivně zařadila k nejpozoruhodnějším tělesům sluneční soustavy; je skoro jisté, že při příštích návratech ji bude věnována zvýšená pozornost, neboť se u ní podobné procesy pravděpodobně budou opakovat.

Velmi příznivý návrat měla v loňském roce jinak slabá periodická kometa P/Jackson-Neujmin. Prošla přísluním 6. října a přiblížila se k Zemi na rekordní vzdálenost 0,43 AU. I tato kometa (podobně jako P/d' Arrest) dosahuje maxima jasnosti až po průchodu perihelem. Koncem července byla ještě slabší než 16 mag, ale již začátkem srpna se začala zjasňovat a 23. srpna byla od nás poprvé vizuálně pozorována (13,9 mag). Maximální jasnosti 11 mag dosáhla v listopadu a prosinci, vícnež než dva měsíce po „teoretickém“ maximu odpovídajícím změnám jasnosti s měnící se vzdáleností od Slunce i od Země. Také ona se v té době pohybovala jižně od rovníku (deklinace kolem -20°) a nebyla od nás pozorována.

17. září objevili v rozmezí 25 minut (!) tři japonské astronomové nezávisle novou kometu s jasností 7 mag. Podle nových regulí si nárok na její pojmenování mohli činit pouze první dva, nakonec se však neradavali ani jeden. Po několika dnech se totiž k komety vyklubala stará známá a skoro zapomenutá vlasatice P/De Vico s oběžnou dobou zhruba 74 let, která byla pozorována v minulosti pouze jednou, a to při objevném návratu v roce 1846. V roce 1922 prošla přísluním nepozorována a nejisté předpovědi očekávali její další návrat nejpravděpodobněji v polovině roku 1996. Kometa si tedy poněkud připsala.

Jasnost komety se po objevu rychle zvýšila na 5,5 mag a její chvost měřil více než stupeň, maxima jasnosti (5 mag) bylo dosaženo v prvních říjnových dnech. V poslední dekadě října se jasnost komety snížila na 6,5 mag, byla však stále velice nápadným objektem ranní i večerní oblohy (nacházela se natolik severně od Slunce, že ji



Kometa Honda-Mrkos-Pajdušáková 3. februára 1996 na 180 s CCD-expozici zachytávající 16' × 15' oblohy.

Foto: Gordon Garradd

bylo možno sledovat večer i ráno). V polovině listopadu už klesla její jasnost na 8,5 mag a koncem roku pod 11 mag; na další představení této vlasatice se můžeme těšit za třetí čtvrtstoletí. Pro naše pozorovatele byla zcela určitá „kometa roku“.

Návrat ztracené komety P/De Vico však nebyl tím úplně největším překvapením loňského roku. To připravila kometa P/Schwassmann-Wachmann 3, která byla v minulosti pozorována jen při třech návratech ke Slunci (v letech 1930, 1979 a 1990). Předchozí návrat v roce 1990 byl poměrně příznivý a kometa dosáhla jasnosti kolem 9,5 mag. Loňský návrat byl naopak geometricky nepříznivý, zvláště pro pozorovatele na severní polokouli, a kometa měla dosáhnout maximální jasnosti pouze kolem 12 mag. V polovině září se však nečekaně zjasnila asi na 8,3 mag; stala se tak nápadným objektem jižní oblohy, z našich šírek nebyla pozorovatelná (nacházela se zhruba 40° JV od Slunce). Namísto očekávaného poklesu jasnosti v dalších týdnech následovalo postupné pomalé zjasňování až na 5,5 mag v polovině října! U komety se navíc rozvinul prachový ohon o délce přes 1°. Od nás byla poprvé spatřena počátkem listopadu nizoučko na večerní soumrakové obloze jako objekt s jasností 7,5 mag (deklinace komety byla -32°!). Kometu se u nás podařilo znova pozorovat v konci prosince dnech, kdy její jasnost činila 9,5 mag, a poté znova koncem ledna 1996 (10,7 mag). V polovině prosince byl také zjištěn rozpad jádra přinejmenším na 4 fragmenty, který zřejmě zapříčinil výjimečnou aktivitu při právě proběhlém návratu.

Prestože byla od nás kometa P/Schwassmann-Wachmann 3 sledována jen ojediněle jako slaboucí objekt nízko na večerní obloze, patří jí bezesporu pomyslný titul „kometa roku 1995“, což lze považovat za jedno z největších astronomických překvapení uplynulého roku.

Koncem prosince loňského roku byla na večerní obloze, ve vzdálenosti méně než 30° od Slunce, pozorována jako objekt s jasností kolem 7 mag také kometa nesoucí jména dvou našich astronomů, P/Honda-Mrkos-Pajdušáková. Po krátkém intermezzu v úhlové blízkosti Slunce se koncem ledna dostavá opět do příznivé polohy a 4. února navíc prošla ve vzdálenosti pouhých 0,17 AU od Země. Více o ní tedy snad za rok. V posledních dnech loňského roku byla na ranní obloze také objevena nová kometa Hyakutake 1995 Y1, která by podle předběžných efemerid měla být v prvních měsících roku 1996 nápadným objektem s jasností až 8 mag. V době objevu měla jasnost 10,5 mag a byla jako čtvrtá kometa loňského roku nalezena vizuálně. (Dokončení příště)

## Jak daleko je Měsíc?

Začátkem dubna (resp. koncem září) tohoto roku nastane úplné zatmění Měsíce. V této době přitom můžete snadno určit vzdálenost a průměr našeho kosmického souseda s přesností až pět percent. Stačí jen zjistit úhlový průměr D kruhového stínu Země, do kterého vstoupí Měsíc.

Pomůžou vám k tomu dvě kopie přiložené schematické mapky. Do jedné z nich několikrát pečlivě zaznamenejte vzhled části okraje zemského stínu, který se bude na měsíční kotouč promítat v době, kdy do něj bude Měsíc vstupovat. V případě zatmění z 3. na 4. dubna tedy mezi 23:20 a 0:35 SEČ. Do druhé naopak v době, kdy bude Měsíc ze zemského stínu vystupovat (1:50 až 3:00 SEČ). Pokaždé si poznamenejte čas záklresu.

Protože Měsíc na nebi urazí za jednu hodinu téměř přesně půl stupně směrem na východ, nebudete pro vás poté těžké určit úhlový průměr stínu. Ze série záklresů části jeho okraje si graficky odvodte podobu celého kruhového stínu a jeho velikost srovnajte s úhlovou velikostí Měsíce (0,5°).

Můžete však postupovat i jinak. Okraj stínu promítaný na měsíční disk je vlastně kruhová úseč a není problém pomocí jednoduchých vzorců vypočítat z ní průměr celého kruhu. Výpočet ale provedete pro několik záklresů a ty zprůměrujete.

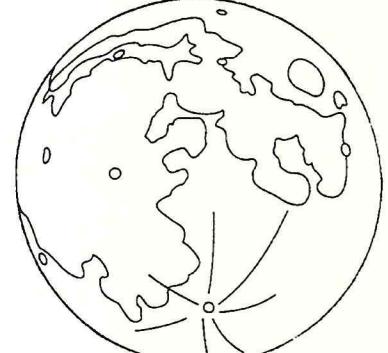
K tomu, abyste mohli zjistit vzdálenost Měsíce, budete ještě potřebovat určit úhlovou velikost Slunce. Možnosti, jak přitom postupovat, je hned několik. Např. pomocí tenisového míčku: za slunečního dne (před nebo po zatmění) sledujte stín, který vrhá např. na bílou stěnu. Míček pomalu vzdalujte až do okamžiku, kdy zmizí plný stín. Podělejte-li průměr míčku jeho vzdáleností ode zdi, získáte úhlový průměr Slunce d.

Tenisový míček a bílá zde je zároveň velmi dobrou analogií k Zemi a Měsici. Jeho chlupatý povrch simuluje atmosféru, a tak si můžete všimnout, že je jeho stín na okraji světlejší než uprostřed. Převrácená hodnota úhlového průměru Slunce (označme ji Δ) pak charakterizuje stíny všechn sferických těles ve stejné vzdálenosti od Slunce, jako je míček. Např. délka stínu, který vrhá v prostoru Země, je  $\Delta \times R_z$ , kde  $R_z$  je průměr Země v kilometrech. Pomocí této analogie a krátkého počítání si také můžete odvodit vztah pro vzdálenost Měsíce od Země h:

$$h = r_z / (D+d)$$

Hodnoty D a d je ale nutné převést na radiány. Znáte-li vzdálenost a úhlový průměr Měsíce, snadno určíte i jeho skutečný průměr. Své výsledky si každopádně zkontrolujte s údaji uvedenými např. ve Hvězdářské ročence.

Jiří Dušek



Do obrázku zakreslete několikrát vzhled kruhového okraje zemského stínu, který se bude promítat na měsíční kotouč při zatmění v dubnu či září tohoto roku. Ze záklresů snadno určíte úhlový průměr zemského stínu a poté i vzdálenost a průměr Měsíce.

## Zajímavá místa Internetu

### TOP 10 NASA www-stránek roku 1995:

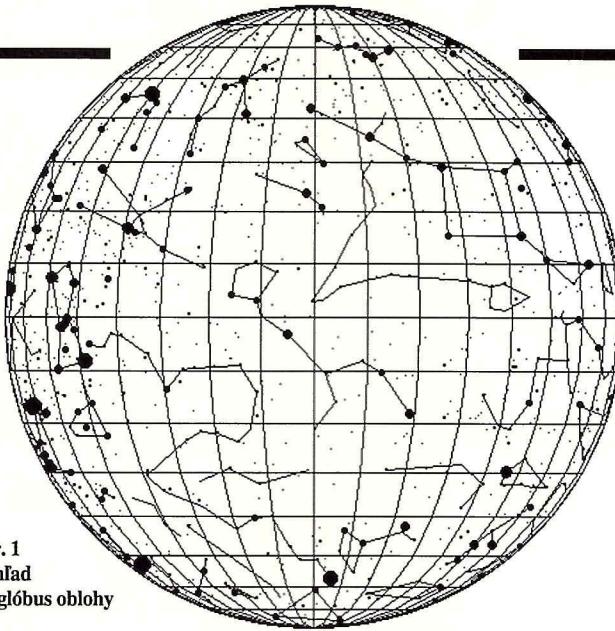
1. Astronomy Picture of the Day  
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>
2. Reusable Launch Vehicle  
<http://rlv.msfc.nasa.gov/>
3. Imaging Radar  
<http://southport.jpl.nasa.gov/>
4. Galileo Countdown to Jupiter  
<http://www.jpl.nasa.gov/galileo/countdown/>
5. NASA Shuttle Web  
<http://shuttle.nasa.gov/>

6. Comet Shoemaker-Levy Collision with Jupiter  
<http://newproducts.jpl.nasa.gov/sl9/>
7. NASA Home Page  
<http://www.nasa.gov/>
8. Project Galileo  
<http://www.jpl.nasa.gov/galileo/>
9. STARDUST  
<http://pdcsrva.jpl.nasa.gov/stardust/>
10. SkyView  
<http://skview.gsfc.nasa.gov/skyview.html>

dusek@sci.muni.cz

Zobrazovanie oblohy a zemského povrchu majú spoločnú cestu vývoja. Aj keď mapy oblohy a Zeme zobrazujú úplne iný objekt, majú jednu spoločnú vlastnosť – obidve zobrazujú guľové plochu. Kým pri mapách sveta sa jedná o reálnu plochu zemského povrchu, hviezdne mapy zobrazujú sféru zdanivo obklopujúcu pozorovateľa, ktorú nazývame svetová sféra. V obidvoch prípadoch teda narážame na ten istý problém – zobrazenie guľovej plochy alebo jej časti väčšinou na papier, teda na rovinu. A tu začínajú ďalšie problémy. Každé zobrazenie guľovej plochy na rovinu vytvára skreslenie. Ak sa chceme skresleniu vyhnúť, máme jedinú možnosť – guľovú plochu zobraziť znova na guľu. Tak vznikli glóbusy Zeme, hviezdnej oblohy, ale aj napr. Mesiaca. Glóbus teda predstavuje zmienšený model zobrazovanej sféry. Glóbus oblohy má však jednu zvláštnosť. Na oblohu sa pozérame zvnútra sféry, kým na glóbus pozérame z jeho vonkajšku. Keby glóbus predstavoval len zmienšeniu svetovej sféry, videli by sme všetky objekty na ňom stranovo obrátené, napríklad Androméda by sa rozkladala vpravo od Pegasa. Preto glóbusy oblohy bývajú akoby zrkadlovým obrazom zmienšenej svetovej sféry, teda rektascenzia je orientovaná v opačnom zmysle ako na oblohe. Na obr. 1 je znázornený glóbus tak, ako by sme ho videli z veľmi veľkej vzdialenosť. Obrázok vznikol rovnobežným premietaním glóbusu oblohy na rovinu a teda tiež podlieha skresleniu. Najmenej sú skreslené oblasti v okolí bodu myšľeneho glóbusu, ktorý je k nám najbližšie, teda okolo stredu kruhovej mapy. Skreslenie ku okrajom narastá. Zdanlivé vzdialenosť bodov v smere od stredu sa skracujú s kosínusom ich uhlovej vzdialenosť od stredu mapy. Skreslenie je dôsledkom toho, že plášť gule sa nedá rozvinúť do roviny. Najväčšie problémy spôsobuje skreslenie tam, kde chceme zobraziť na jednej mape veľkú časť guľovej plochy, napr. mapa celej zemskej pologule. Pri mapách zobrazujúcich menšie časti zemského povrchu alebo oblohy skreslenie až tak nevnímame, pretože čím sú časti guľovej plochy menšie, tým sa viac sa podobajú rovine.

Každý zo spôsobov zobrazenia guľovej plochy na rovinu sice skresluje, no dovoľuje zachovávať neskreslené niektoré prvky v mapách. Poznáme zobrazenia rovnouhlé, rovnoplošné, rovnodlžkové a pod. Podľa roviny, na ktorú sféru zobrazujeme, možno zobrazenia deliť na rovinné (azimutálne), valcové a kužeľové.



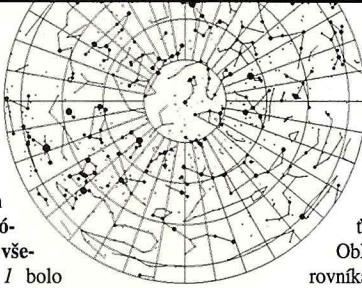
obr. 1  
Pohľad  
na glóbus oblohy

## O zobrazovaní oblohy

obr. 2 Časť mapy severnej oblohy – Postelova projekcia

Nakoniec podľa vzájomnej polohy roviny a sféry ich môžeme deliť na pôlové, rovníkové a všeobecné. Na obr. 1 bolo použité azimutálne ortografické zobrazenie oblohy v polohе rovníkovéj.

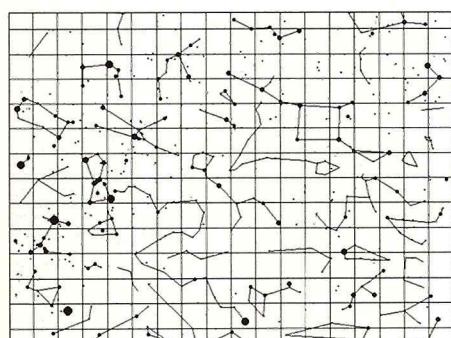
V astronómii používame tiež rôzne projekcie. Väčšinou sa jedná o rovnodlžkové zobrazenia neskreslujúce uhlové vzdialenosť objektov pozdĺž deklináčnych kružník, a tak tieto uhlové vzdialenosť zodpovedajú podla určitej mierky vzdialenosťami na mape. Jedným z najčastejšie používaných je Postelovo zobrazenie (obr. 2). Stretávame sa s ním najmä pri mapách severnej, resp. južnej oblohy. Toto zobrazenie je v normálnej (pôlovej) polohe, teda zobrazovacia rovina sa dotýka myšľenej, príslušne zmenšenej svetovej sféry v severnom, resp. južnom svetovom pôle. Objekty na nej sú vynášané v polárnych súradničach tak, že polárny uhol zodpovedá rektascenzii a sprejvodiť je úmerný uhlovéj vzdialnosti objektu od pólu. Na takto konštruktovaných mapách sa dá veľmi dobre orientovať a tiež rýchlo vyhľadávať približné



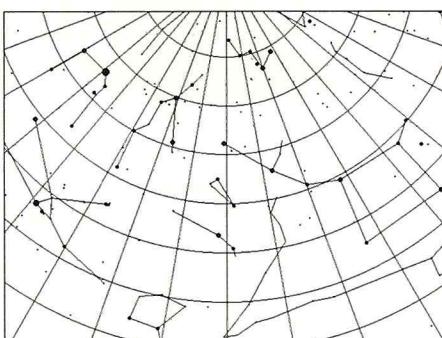
súradnice objektov. Skreslenie narastá vzdialenosťou od stredu mapy. Oblasti okolo svetového rovnika sú už veľmi skreslené.

Je vidieť, ako sú natahnuté v smere narastania rektascenzie. Túto projekciu používame tiež na zhotovovanie populárnych otáčavých máp oblohy.

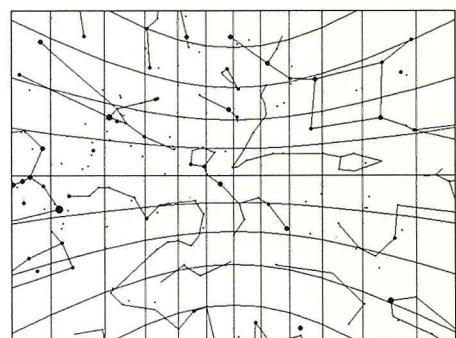
Na zobrazovanie oblastí okolo svetového rovnika najčastejšie používame valcové zobrazenie (obr. 3). Zmenšená sféra sa premietá na plášť valca, dotýkajúceho sa sféry v svetovom rovníku. Zobrazenie je teda rovníkové. Najčastejšie sa používa štvorcové, to znamená, že hodnoty rektascenzie a deklinácie vykazujú v mape tú istú mierku. Zobrazenie najmenej skresľuje v blízkom okolí svetového rovnika, no s narastajúcou kladnou či zápornou deklináciou vzrástá. Hviezdne atlasy často pozostávajú z máp používajúcich obe spoľahlivé zobrazenia. Oblasti okolo pôlov sú vynesené do Postelových máp a oblasťi okolo rovníka sú vo valcovej projekcii. Napriek tomu sú časti oblohy, vzdialenejšie od svetového rovnika, resp. od pôlov, natoliko skreslené, že na tieto oblasti sa



obr. 3 Mapa oblohy vo valcovej projekcii



obr. 4 Mapa oblohy v kužeľovej projekcii



obr. 5 Gnómonická projekcia

v podrobnejších atlasoch používa ďalšie zobrazenie – kužeľové (obr. 4). Kužeľové zobrazenie vzniká premietaním sféry na plášť kužeľa, ktorý býva sióssový so zemskou osou. Plášť kužeľa sa môže dotýkať rôznym spôsobom. Pri astronómických mapách sa kužeľ dotýka väčšinou v kružnici rovnobežnej so svetovým rovníkom, ktorá prechádza stredom mapy. Táto kružnica sa potom na mape javí ako rovnodlžková. Postelovo a valcové zobrazenia sú vlastne tiež zvláštnym prípadom kužeľového zobrazenia. Postelovo zobrazenie predstavuje zobrazenie na kužeľ s vrcholovým uhlom 180°, vcalej je kužeľ s vrcholovým uhlom 0°.

Pomocou popísaných zobrazení je vytvorená väčšina atlasov používaných v astronómii. Je to napr. Atlas Coeli, atlasy Borealis, Eclipticalis a Australis, ale aj Sky Atlas 2000 a Uranometria 2000. Okrem grafickej podoby a počtu zobrazencích hviezd sa tieto atlasy odlišujú v podstate len mierkou a usporiadáním jednotlivých máp.

V astronómii používame ešte jedno zaujímavé zobrazenie. Je ním **gnónomická projekcia** (obr. 5). Je to rovninné zobrazenie, väčšinou vo všeobecnej polohe, teda zobrazovacia rovina sa dotýka myšľenej sféry v ľubovoľnom bode. Obraz jednotlivých bodov vzniká premietaním týchto bodov zo stredu sféry na dotykovú rovinu. Mapy v gnónomickej projekcii využívajú najmä meteorári. Využívajú totiž dobrú vlastnosť gnónomickej projekcie, že všetky najväčšie kružnice na sfére sa zobrazujú do priamok. Teda ako priamky sa zobrazuje svetový rovník, deklináčne kružnice, ekliptika, a keďže meteorári sa na oblohe javia ako časti najväčších kružník, do mapy sa zobrazujú ako úsečky. Umožňuje to grafické vyhodnocovanie pozorovaných javov. Mapy v gnónomickej projekcii majú však veľké skreslenie, ktoré veľmi stáže odčítanie súradníc z máp.

V astronómii jednotlivé zobrazenia bývajú polohovo orientované voči ekliptike, galaktickému rovníku či dokonca k horizontu. Cielom tohto článku je predstaviť jednotlivé projekcie, ktoré s tvorbou máp oblohy súvisia, zvlášť keďže sú v súčasnosti s podobnými úlohami stretávame pri zobrazovaní oblohy pomocou počítačov.

**Peter Zimníkóval**  
**Obrázky: autor**

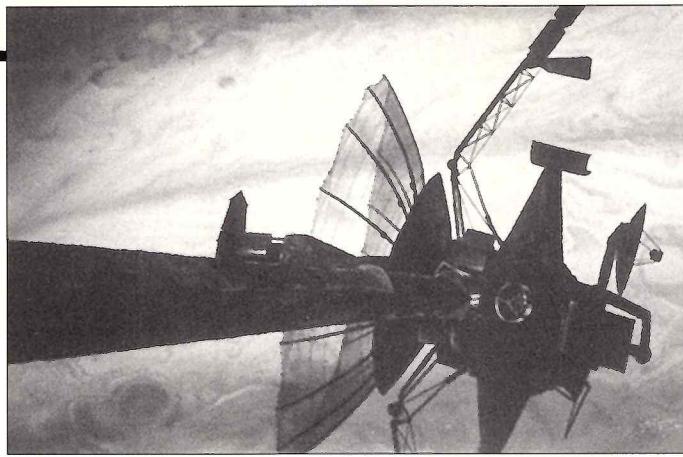
Vydejme se nyní ve stopách těchto poutníků. Ovšem, připouštím: představa, že se přímo účastníme tohoto letu, je pří nejmenším nezvyklá, ale proč bychom se jí nemohli poddat? Vždyť všude tam, kde je to možné, se určitě přidržíme reality. Ostatně fantazie, pokud vím, je už odedávna kořením vědy.

Pro malé, asi metrové pouzdro usazené ve spodní části sondy Galileo se čas začal odvíjet 13. července 1995 v 5 hodin 29 minut světového času. Tady v prostoru mezi planetami, více než 600 milionů kilometrů od Země, nemá sice pozemské počítání času žádný velký význam, ale přesto si jej podržíme. Pomůže nám překonat nezvyklé pocití při mnoha proměnách, ke kterým zákonitě dojde. Slunce zde sice stále září nejvýrazněji ze všech nebeských těles, ale jeho kotouček je na samé hranici rozlišitelnosti pouhým zrakem. Jupiter už úhlově přerostl Slunce a bude se zvětšovat každým dnem. Přímo očima jsou vidět i čtyři galileovské družice. K cíli cesty zbývá docela málo: 81 milionů kilometrů. Vzájemná rychlosť sondy a planety v tomto okamžiku dosahuje 5700 metrů za sekundu.

#### Sonda se rychle roztočila;

jedna otočka teď trvá necelých šest sekund. Osa rotace leží zcela přesně v oběžné dráze. Připravuje se oddělení sestupového modulu od sondy, a to musí být provedeno s vysokou přesností, protože po oddělení už nejsou možné žádné dodatečné korekce: sestupový modul nemá raketové motory. Vstup do Jupiterovy atmosféry je propočítán tak, že pouzdro s přístroji vnikne do svrchních plynných vrstev pod úhlem 8,3 stupňů k horizontální rovině. Povolená odchylka: 1,5 stupňů. Kdyby byl úhel vstupu o tuto hodnotu menší, odrazilo by se pouzdro od atmosféry a vůbec by se do ní neponořilo. V opačném případě by se modul přehrál a již v první fázi sestupu shorél jako meteor. Nezpomíná vám to obtíže při návratu kosmonautů na naši planetu? Také oni mají na vybranou mezi těmito třemi možnostmi, když se ve svých kabincích navracejí domů.

Po vysunutí sestupového modulu se naposledy prověřilo šest přístrojů, které jsou uvnitř. Kabel, jenž až dosud spojoval oba díly jako pupeční šňůru, byl přetřen a od této chvíle obě části žijí svým vlastním životem. Pouzdro je ovšem nyní mimo provoz a aktivuje se až u Jupiteru; v chodu je pouze časovací zařízení. Ten to stav nečinnosti trval 147 pozemských dnů. Vše se změnilo šest hodin před vstupem sondy do atmosféry. To bylo právě onoho 7. prosince, krátce po 16. hodině světového času. Oživily se všechny přístroje, teď je doba jejich posledních kalibrací. Akcelerometry, jež měří přetížení při sestupu, slouží současně jako záloha pro spouštění přístrojů, kdyby časovač selhal. Jupiter je vzdálen pouhých 600 000 kilometrů a pohled na něj si jen stěží představíme se všemi detaily, které tu nepochybňou jsou vidět. Jupiterův ovál je třináct stupňů velký a přehlédnout jej nelze. Metrová sonda se k němu blíží rychlosť 22 kilometrů za sekundu.



## Ve stopách nesmrtelných poutníků

Kdyby na palubě meziplanetární sondy Galileo byli i cestovatelé z planety Země, kličkovým okamžikem by pro ně byl nepochybně den příletu k Jupiteru. Sedmý prosinec 1995, den D. Čekal by je zcela nový svět, nová měřítka, přeletitost srovnávat skutečnost s předchozími představami a svou vlastní fantazii. I tak ovšem by věděli, že jejich mise není krokem do absolutního neznáma. Je to cesta, po které následují slavné sondy Pioneer a Voyager. Ty můžeme jistě bez nadsázky označit za nesmrtelné poutníky, nejen proto, že jejich let vesmírem zřejmě nikdy neskončí. Zůstanou nesmrtelnými pro mnohá prvenství, objevy, ale těž proto, že spolu s nimi přišly i četné změny ve způsobu průzkumu světa planet.

Tři hodiny před vstupem se zapíná detektor nabitéch čistic. Žádná ze sond se doposud neponořila tak hluboko do Jupiterovy magnetosféry, aby přinesla přímé svědectví o tom, jak mnoho nabitéch čistic je zachyceno bezprostředně u oběti planety. Čtyřminutové sekvence měření jsou naplánované na dobu 180 minut před vnořením do atmosféry, pak 140 minut, 96 a 60, a nakonec čidlo naznamenává množství čistic nepřetížit až do chvíle vstupu do atmosféry.

#### Radiační pás

Objev nového a velmi intenzivního radiačního pásu u Jupiteru – první zajímavý výsledek měření – můžeme sice považovat za pozoruhodný, ale rozhodně ne za překvapivý. Vždyť tato planeta s nejsilnějším magnetickým polem, mohutným zdrojem rádiových záblesků, jež směle konkuruje i slunečním, nepochybně musí ovlivňovat všechny nabité čistic ve svém okolí. Radiační pás, rozkládající se mezi prstencem a svrchní vrstvou atmosféry, je toho jen dalším důkazem.

Vstup do Jupiterovy bezedné atmosféry se udál ve 22 hodin 4 minutu světového času. Od tohoto okamžiku nám zbývá do úplného konce jen několik desítek minut. Vzájemná rychlosť naší drobné sondy a oběti planety dosáhla vůbec největší hodnoty – 47 kilometrů za sekundu, a nejen proto se nyní běh času závratně zrychlil. Teď se rozhoduje o mnohem: bez přímého dohledu svých tvůrců vydá několik přístrojů svědectví o světě, tak v mnohem se lišícím od světa našeho. I přes velkou vzájemnou rychlosť nehrozí sondě zatím žádné nebezpečí. Atmosféra je v těchto místech natolik řídká, že bychom ji na tváři pocítovali jen jako mírný vánec. Při vstupu do hus-

tích vrstev však bude nezbytné snížit rychlosť pomocí padáku. Pro statistiky uvedme planetocentrické souřadnice místa vstupu: 6,5° severně od rovníku, 4,4° západně od nulového poledníku. Připustme hned, že je to údaj opravdu jen k zaznamenání. Vždyť stále se mění atmosféra se nám už nikdy neukáže přesně v tom stavu, jakém byla v určitou dobu na určitém místě. Důležitou zůstane jen informace, že pod viditelný povrch vnikáme právě v rovníkové oblasti.

#### V jemné mlze

Musíme však připustit, že místo vstupu asi nijak typické není. Leží na rozhraní hnědavé šedého rovníkového pásu a žlutavé světlé rovníkové zóny. Místo náhodně k velkým změnám, prudce turbulentní oblasti s horkou infračervenou skvrnou opodál. Představa, že prolétneme svrchní hustou vrstvou mraků a nebe nad námi se nadobro uzavře a potemní, se zcela nenaplnila. Hustá a nepropustná oblaka (v tomto případě čpavková) tu nebyla. V rozporu s našimi dřívějšími představami sestupový modul vnikl do oblasti plné jemné mlhy. To nastalo zhruba čtyři minuty po začátku sestupu, když už přístrojový modul byl brzděn padákem a rychlosť poklesla na necelých 500 kilometrů za hodinu.

Za dalších deset minut konečně vletáme do hustých mračen. Okolní tlak dvakrát převyšuje normální pozemský, jsme asi 20 kilometrů pod úrovní, kde je tlak roven právě tomu „normálnímu“. Právě zde by podle našich předchozích představ měla být vrstva mračen z hydroxylidu amonného. Třetí hustou vrstvu, složenou tentokrát z obyčejných krystalků ledu, opět nenacházíme. Měla

být o dalších 40 kilometrů hlouběji. V oblasti, kde se noříme do Jupiteru, však nic takového není.

Sonda se propadá stále hlouběji a hlouběji. Teď už je docela v zajetí silných větrů, které tu vanou. Ano – je tu prudké proudění plynu, které víceméně stále dodržuje východozápadní orientaci. V místě našeho sestupu dosahují větrů rychlosti 540 kilometrů za hodinu.

Kdo by očekával nevšední podívanou v podobě mnoha blesků, křížících jupiterovou oblohu, byl by nepochybně zklamán. Ne, toto přání nemělo být z kategorie zcela vymyšlených, vždyť přece Voyagera zaznamenala na neovětlené straně planety blesk nemálo. Pravda, mnozí v souvislosti s blesky a přítomností vody v atmosféře spekulovali i o možném vzniku života právě na Jupiteru, ale tuto myšlenku nyní dále nerovíjejme. Zde v Jupiterově ovdověl přece dochází k výbojům mezi mraky, a ocitnout se uprostřed takové bouřky by určitě stálo za trochu rizika ze zásahu!

V blízkosti sondy se však žádný záblesk neobjevil. Čidlo bouřkových elektrických výbojů však zaznamenalo mnoho záblesků na rádiových frekvencích, všechny byly ale velmi vzdálené. V každém případě je bouřková činnost na Jupiteru mnohonásobně menší než na Zemi.

#### 3456 sekund

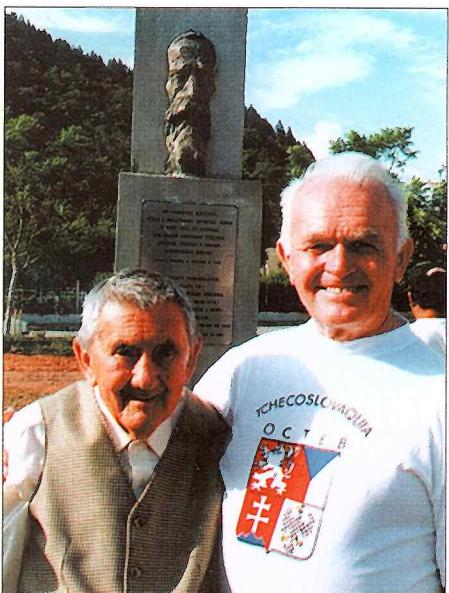
Nikdo neočekával, že by modul vydržel vzdorovat okolním nepříznivým podmínkám déle než hodinu. Vědělo se předem, že po 75 minutách musí dojít k přerušení přenosu dat ze sestupového modulu na orbitální dokonce z velmi praktického důvodu: orbitální část sondy Galileo se od té doby připravuje na změnu dráhy, aby se vzápětí stala Jupiterovou družicí. Všichni očekávali, že při okolním tlaku 20-krát vyšším než pozemský se pouzdro s přístroji naruší, vybijí se baterie a koneckonců rádiový signál z modulu se už neprodere hustou atmosférou na povrch.

Skutečnost tentokrát téměř přesně odpovídala očekávání, zázrak se nekonal: sestupový modul se naposledy ozval, když okolní tlak vzrostl na 23-násobek pozemského a teplota dosáhla 152 stupňů Celsia. Stalo se tak 3456 sekund po vstupu do atmosféry. Další osud modulu, němečko-poničeného, lze zaznamenat už jen několika větami. Po půl hodiny, za teploty 260 °C, se roztrhl padák. Ničím nebrzděný zbytek modulu se propadal do hlboké teď už velmi rychle. O čtyřicet minut později, když bychom v okolí naměřili teplotu 660 °C a tlak 28 megapascalů, se nadobro rozpadly a roztavily všechny hliníkové díly. Obal z titanu vzdoroval jen o chvíli déle: po devíti hodinách od vstupu do atmosféry, za tlaku 210 megapascalů a teploty 1700 °C, se drobné kapičky titanu ponofily do nitra planety. Za pouhých deset hodin od začátku sestupu, tedy za jediný Jupiterův den, se malý technický záchrak z planety Země proměnil v jednotlivé atomy a molekuly, když ovšem předtím sdělil vzdáleným tvůrcům své poselství.

Zdeněk Pokorný



Bustu na pamätník gen. Štefánika vytvoril akademický sochár M. Loviška.



Najstarší obyvateľ mesta Passa Quattro Jose Alfredo da Motta sa ešte pamäťa na mimo-riadnu udalosť, ktorá rezonovala v meste roku 1912.

## Pamätník M. R. Štefánika odhalili v Brazílii

**V** Brazílskom štáte Minas Gerais, v mestečku Passa Quattro, odhalili 9. decembra minulého roka pamätník, venovaný pamiatke generála Milana Rastislava Štefánika, ktorý sa tu v roku 1912 zúčastnil pozorovania úplného zatmenia Slnka. Pamätník nášmu velikánovi odhalili významnec SR v Brazílii Branislav Hitka a prefekt mesta Passa Quattro Egidio Fanseca de Luca. Bustu Štefánika, ktorá má zachytávať obdobie jeho astronomickej činnosti, stvárnil do bronzu výtvarník M. Loviška. Na slávnosti, spojenej s odhalením pamätníka, účinkovali krajanský súbor Život zo Sao Paulo a miestna skupina Academica.

Významnej udalosti sa zúčastnil aj riaditeľ SÚH v Hurbanove, ktorej výprava v roku 1994 počas expedície za úplným zatmením Slnka celú vec iniciovala. V rámci návštevy sa podarilo nadviazať pracovné kontakty s najväčším planetáriom v São Paulo, ktoré za 40 rokov jeho existencie navštívili už temer 4 milióny ľudí.

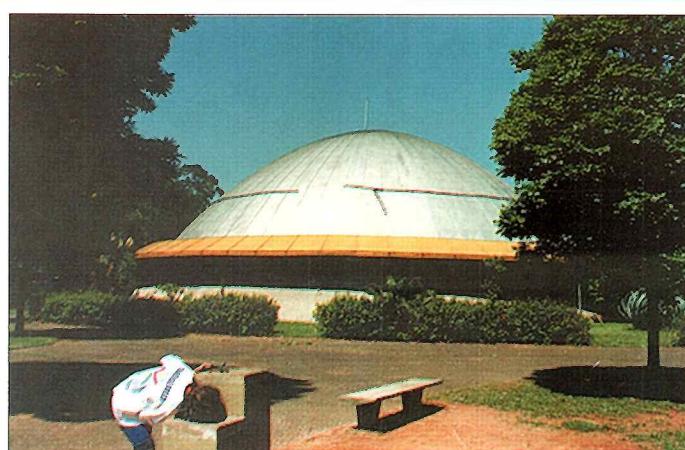
Text a snímky: Ing. Teodor Pintér



Odhalenie pamätníka M. R. Štefánika na námestí, ktoré je pomenované po nom.



Malá 5-metrová kupola pri planetáriu São Paulo. Na snímke riaditeľ astronomického centra Irineu Gomes Varella (vľavo) a riaditeľ SÚH Hurbanovo Teodor Pintér. • Pohľad na planetárium, umiestnené v areáli najväčšieho parku Ibirapuera v São Paulo.



## Najväčšie známe priblíženia planétok k Zemi

Nasledujúca tabuľka ukazuje zoznam najväčších priblížení planétok k Zemi podľa geocentrickej vzdialenosť, dokumentovaných pozorovaní alebo vypočítaných zo získaných dráhových elementov. Okamih najväčšieho priblíženia objektu je uvedený v terestrickom čase (TT). Pre porovnanie, stredná vzdialosť Mesiaca od Zeme je 0,0026 AU = 384 400 km, 1 AU = 149 597 870 km je stredná vzdialosť Zeme od Slnka. Tabuľka je spracovaná podľa B. G. Marsdena.

vzdialosť (AU)	dátum (TT)	definitívne označenie	provizórne označenie
0,0007*	1994 Dec 9,8		1994 XM <sub>1</sub>
0,0010	1993 Máj 20,9		1993 KA <sub>2</sub>
0,0011	1994 Mar. 15,7		1994 ES <sub>1</sub>
0,0011	1991 Jan. 18,7		1991 BA
0,0029	1995 Mar. 27,2		1995 FF
0,0031**	1991 Dec. 5,4		1991 VG
0,0046	1989 Mar. 22,9	(4581) Asclepius	1989 FC
0,0048	1994 Nov. 24,8		1994 WR <sub>12</sub>
0,0049	1937 Okt. 30,7	(Hermes)	1937 UB
0,0050	1995 Okt. 17,2		1995 UB
0,0067	1993 Okt. 18,8		1993 UA
0,0069	1994 Apr. 12,1		1994 GV
0,0071	1993 Máj 17,9		1993 KA
0,0078	1976 Okt. 20,7	(2340) Hathor	1976 UA
0,0099	1988 Sept. 29,0		1988 TA***

### Poznámky:

\* Priblíženie na vzdialosť 112 000 km

\*\* 1991 VG môže byť aj pozostatom niektoréj z kozmických misií človeka

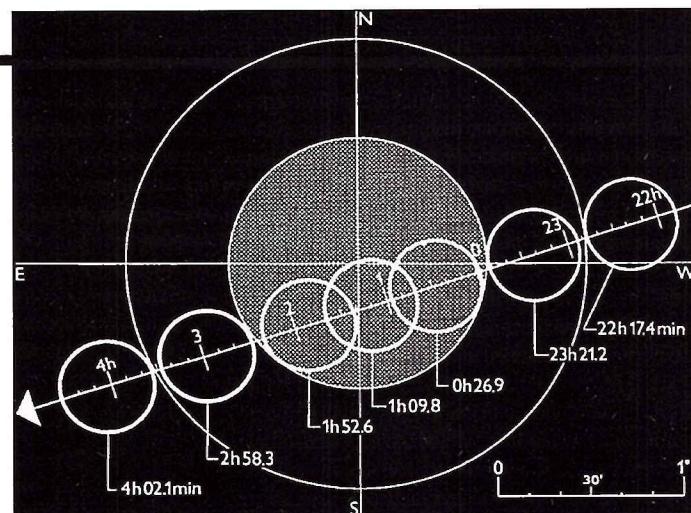
\*\*\* Eemerida pre 1988 TA v cirkulári IAUC 4662 bola veľmi približná a nemožno vylúčiť ani celkom odlišnú dráhu.

## Najväčšie známe priblíženia komét k Zemi

Nasledujúca tabuľka ukazuje zoznam najväčších priblížení komét k Zemi podľa geocentrickej vzdialenosť, dokumentovaných pozorovaní alebo vypočítaných zo získaných dráhových elementov. Okamih najväčšieho priblíženia objektu je uvedený v terestrickom čase (TT). Zoznam (spracovaný podľa Z. Sekaninu) je kompletný pre komety objavené po roku 1700 n.l., ktoré sa priblížili k Zemi na menej ako 0,1020 AU, obsahuje ale aj dobre zdokumentované tesné priblíženia periodických komét v dôvnejšej histórii. Najviac sa zrejme priblížila k Zemi kométa C/1491 B1 (20. februára 1491 na 0,0094 AU), jej dráha je však veľmi neistá, preto do zoznamu nebola zahrnutá.

vzdialosť (AU)	dátum (TT)	definitívne označenie
0,0151	1770 Júl 1,7	D/1770 L1 (Lexell)
0,0229	1366 Okt. 26,4	55P/1366 U1 (Tempel-Tuttle)
0,0312	1983 Máj 11,5	C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)
0,0334	837 Apr. 10,5	1P/837 F1 (Halley)
0,0366	1805 Dec. 9,9	3D/1805 V1 (Biela)
0,0390	1743 Feb. 8,9	C/1743 C1
0,0394	1927 Jún 26,8	7P/Pons-Winnecke
0,0437	1702 Apr. 20,2	C/1702 H1
0,0617	1930 Máj 31,7	73P/1930 J1 (Schwassmann-Wachmann 3)
0,0628	1983 Jún 12,8	C/1983 J1 (Sugano-Saigusa-Fujikawa)
0,0682	1760 Jan. 8,2	C/1760 A1 (Great comet)
0,0839	1853 Apr. 29,1	C/1853 G1 (Schweizer)
0,0879	1797 Aug. 16,5	C/1797 P1 (Bouvard-Herschel)
0,0884	374 Apr. 1,9	1P/374 E1 (Halley)
0,0898	607 Apr. 19,2	1P/607 H1 (Halley)
0,0934	1763 Sept. 23,7	C/1763 S1 (Messier)
0,0964	1864 Aug. 8,4	C/1864 N1 (Tempel)
0,0982	1862 Júl 4,6	C/1862 N1 (Schmidt)
0,1019	1996 Mar. 25,3	C/1996 B2 (Hyakutake)
0,1019	1961 Nov. 15,2	C/1961 T1 (Seki)

- rp -



## Zatmenie Mesiaca

Po 40 mesiacoch máme v noci 3.4. apríla možnosť pozorovať pekné úplné zatmenie Mesiaca. Naposledy to bolo v noci 9./10. decembra 1992. Odvtedy ešte nastali dve zatmenia Mesiaca, 29. 11. 1993 úplné a 25. 5. 1994 čiastočné, obidve však ráno, nízko nad západným obzorom, rušené východom Slnka, a tak sa dali pozorovať len prvé fázy zatmenia. Lepšie podmienky mali v západnej Európe.

Tohtoročné aprílové zatmenie je svojimi geometrickými podmienkami (velkosť 1,38) aj samotným priebehom úzazu (v okolí kulminácie) dosť podobné zatmeniu z decembra 1992. A to bola nádhera.

### Technika pozorovania

Pozorovať zatmenie Mesiaca možno metódami vizuálnymi cez fotografické, až po presné fotoelektrické merania hustoty zemského tieňa, resp. pomocou CCD. Vizuálne (teleskopické) pozorovania si získavajú stále väčší okruh nadšencov. Cielom takéhoto pozorovania je určenie času kontaktu (vstupu/výstupu) určitého krátera s tieňom Zeme, pomaly sa pohybujúcim po mesačnom povrchu. Na pozorovanie je najvhodnejší binár alebo triéder s takým zväčšením, aby sme v zornom poli mali celý Mesiac. To platí aj o ďalekohľadoch väčších priemerov. Na meranie času stačia obyčajné, ale presne idúce (!) hodinky s ukazovateľom sekúnd, väčšia presnosť je zbytočná a vlastne aj nereálna. Kedže vyžadovaná presnosť určenia kontaktov je 0,1 minúty, pozorovateľ vlastne ani nepotrebuje zapisovateľ. Pripomínam však, že dobrý zapisovateľ nie je nikdy na zahodenie.

Ako mapku možno použiť **fotografiu splnu Mesiaca z Kozmosu 5/86** s vyznačenou stovkou kráterov, ktoré sa pri tomto spôsobe pozorovania používajú. Ide o malé krátery, nápadne najmä v čase splnu Mesiaca. S ich polohou je potrebné oboznámiť sa najneskôr noc pred zatmením, aby sme pri pozorovaní nestrácali zbytočne veľa času ich zdľavým vyhľadáva-

ním. V žiadnom prípade nie je nutné, a ani možné, odpozorovať celú stovku kontaktov. Ako najoptimálnejšia sa javí hodnota 30 až 40 vstupov a rovnaký počet výstupov. Meranie výstupov je náročnejšie, pretože kráter ponorený v tieni zreteľne nevidíme.

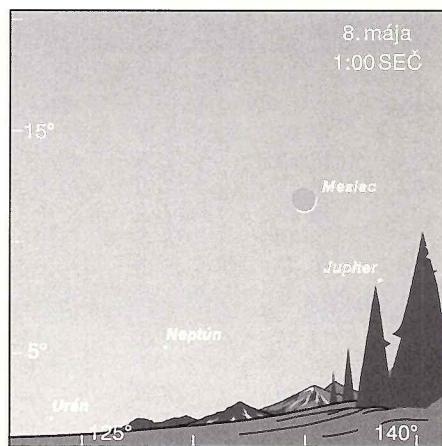
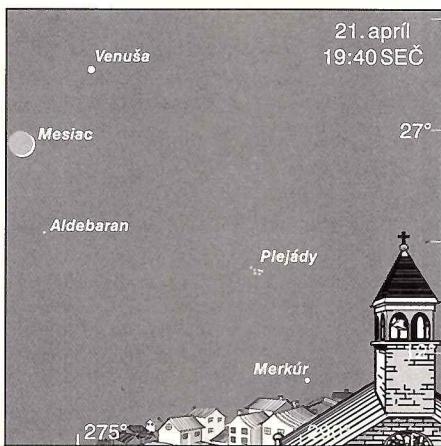
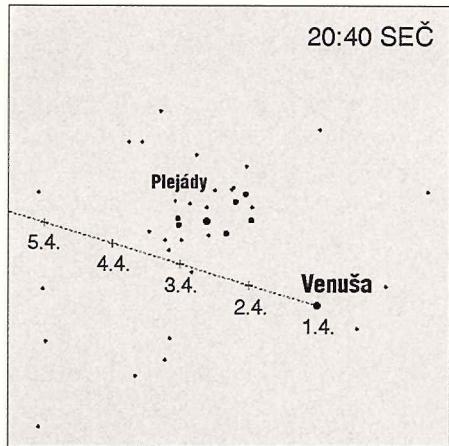
V čase úplného zatmenia môžete ešte odhadnúť typ zatmenia, ktorý je určený číslom (0 až 4) podľa tzv. **Danjonovej klasifikácie**: 0 – veľmi tmavé zatmenie, Mesiac je takmer nepozorovateľný, najmä v čase maximálnej fázy zatmenia; 1 – tmavé zatmenie, farba šedá alebo hnédá, detaily sú ľahko rozoznateľné; 2 – farba zatmenia je tmavočervená alebo hrdzavá, v strede sa nachádza tmavšia škvra, okraje sú svetlejšie; 3 – tehlovočervené zafarbenie, tieň môže byť lemovaný jasným alebo žltkastým okrajom; 4 – veľmi jasné zatmenie medenej alebo oranžovej farby s modrastou škvrou, príp. veľmi jasným okrajom.

Ďalšie informácie o priebehu zatmenia, približné časy vstupov a výstupov, ale aj fyzikálnu efemeridu Mesiaca nájdete v Hvězdářské ročenice 1996 postrehy zo zatmení minulých v starších číslach Kozmos, napr. 2/85, 6/85, 5/86, 2/87, 5/89, 1/90, 4/90, 6/92, 2/94.

### Čo s pozorovaním

V prípade, že niečo napozorujete, stačí aj 10 kontaktov, pošlite tieto údaje na ďalšie spracovanie na adresu autora. Pre spracovanie je potrebný najmä čas vstupu/výstupu a číslo krátera. Ako doplňujúce údaje uvedte meno pozorovateľa, miesto, použitý ďalekohľad a zväčšenie, pre kontrolu aj mená kráterov, stav počasia. Je dobré si všimnať nápadné javy a farby počas zatmenia a pokúsiť sa určiť aj typ zatmenia. A ak je medzi vami náhodou niekto, kto v minulosti nezasnal svoje pozorovania, rád uvítam aj tie.

Peter Kušnírák  
E. F. Scherer 36  
921 01 Piešťany



# Obloha v kalendári

apríl  
máj

Všetky časové údaje sú v SEČ

Kométy, kométy a ešte raz kométy. Ale aj planéty, meteority, zatmenia, zákryty, konjunkcie a Messierov maratón. Tak by sa v stručnosti dalo zhŕnúť to, čo pre nás na nasledujúce dva mesiace pripravila vždy prekvapujúca obloha. Treba sa nám však hneď na začiatku ospravedlniť za to, že tentoraz pokryjeme chystajúce sa úkazy len veľmi zhruba, pretože vyčerpávajúci výklad toho, čo sa bude na oblohe diať v apríli a v máji by nám zabral hádam aj celé číslo. Nezabudneme však na kométu, ktorá 26. marca preleteala ako cirkumpolárny objekt vo vzdialosti iba čosi vyše 15 miliónov kilometrov od Zeme a ešte stále na večernej oblohe svieti ako veľké krásne hmilsté čudo. A, samozrejme, dočitate sa aj o úplnom zatmení Mesiaca (v samostatnom článku), Venuši v Plejádach a možnosti opäť raz vidieť počas jedinej noci takmer všetky objekty Messierovho katalógu.

## Planéty

**Merkúr** sa po marcovej konjunkcii so Slnkom vysplňa nad západný obzor už začiatkom apríla a 23.4. sa ocitne v najväčšej východnej elongácii. Je to najlepšia večerná elongácia planéty v tomto roku, Merkúr bude možné pozorovať okolo ôsmej vyše 10° nad obzorom. Zaujímavé môže byť sledovanie vývoja kosáčika planéty, okolo 5. mája by mal byť najkrajší. Mapka (HR 1996, s. 50) zachytáva pohyb planéty voči západnému obzoru o 20h.

**Venuša** dominuje večernej oblohe hneď z troch dôvodov: 1.4. bude v najväčšej uhlovej vzdialosti od Slnka (46°), 4.5. bude mať najvyššiu jasnosť (-4,7 mag

– to už jej svetlo vytvára tieň) a navyše 5.5. dosiahne najväčšiu severnú deklináciu v 20. storočí (+27°47'). Týmto extrémami to však zdôake nekončí: najväčší zážitok nám poskytne pohľad na Venušu ako súčasť Plejád (3.4. konjunkcia planéty s Alcyone) a zoskupenie v Býkovi, ktorého sa zúčastnia okrem stálic Aldebarana a Plejád aj mladý Mesiac a Venuša (21.4.). Ak vám toto všetko nestáčí, máte jednoducho smolu...

**Mars** bude na rannej oblohe viditeľný až v druhej polovici mája, pretože v marci absolvoval konjunkciu so Slnkom. Nájdete ho však veľmi ľahko iba kúsok nad obzorom v súhvezdí Barana tesne pred východom Slnka. V letných mesiacoch bude pohľad na túto planétu oveľa zaujímavejší.

**Jupiter** začne vychádať po polnoci až koncom mája, v súhvezdí Strelca však na rannej oblohe už svieti dosť intenzívne (-2,7 mag koncom mája). Zo Zeme i zo sondy Galileo ostro sledovaná planéta je teda v apríli a v máji vhodná najmä pre tých, čo si radi kreslia a pozorujú úkazy mesiačíkov (pozri pridruženú tabuľku).

**Saturn** je tiež po konjunkcii so Slnkom, na rannej oblohe však bude viditeľný až v druhej polovici mája. Bude však už „kompletný“, teda aj so svojou, hoci tenkou, okrasou – nádherným prstencom. Planétu nájdete na rannej oblohe v súhvezdí Rýb, kde svieti ako hviezda +1,0 mag.

**Urán** a **Neptún** ako nerozlučná dvojica putujú na rannej oblohe vo vzájomnej vzdialosti asi 8°. Medzi planétami prebieha hranica súhvezdí Strelca a Kozorožca, zelenkavý Urán v Kozorožcovi dosahuje jasnosť okolo +5,7 mag, modrástavý Neptún v Strelcovi +7,9 mag.

**Pluto**, (naj)vzdialenejšia planéta či najväčšia plané-

## Úkazy mesiačíkov Jupitera v apríli a v máji

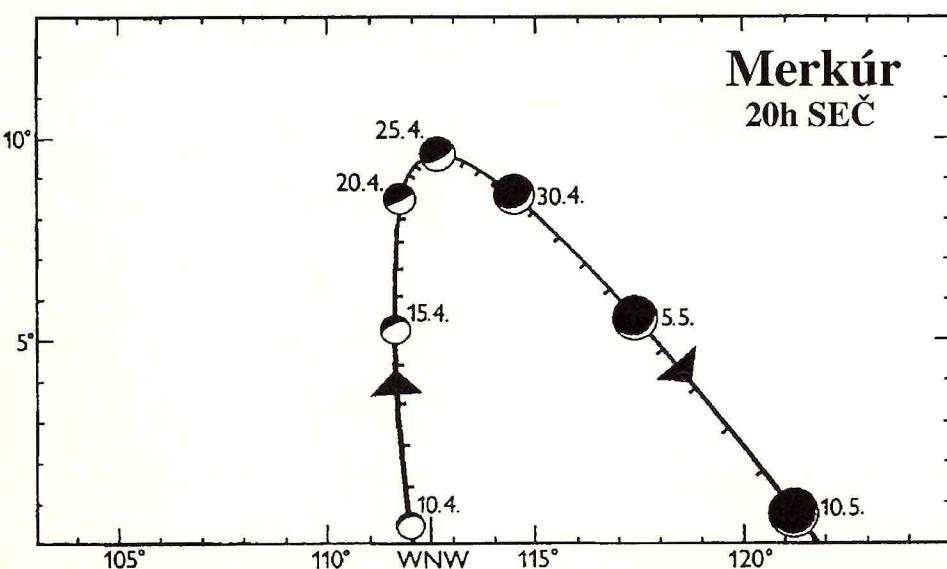
Apr. 3 – 3:35 II.Sh.I.; Apr. 5 – 3:41 II.Oc.R.;  
Apr. 6 – 2:05 III.Ec.D., 3:07 I.Sh.I., 4:26 I.Tr.I.;  
Apr. 7 – 3:58 I.Oc.R.; Apr. 12 – 3:18 IV.Ec.D.;  
Apr. 14 – 2:11 I.Ec.D.; Apr. 15 – 1:43 I.Sh.E.,  
3:01 I.Tr.E.; Apr. 17 – 1:09 III.Tr.I.; Apr. 19 –  
3:18 II.Ec.D.; Apr. 21 – 2:45 IV.Tr.E., 3:18  
II.Tr.E.; Apr. 22 – 1:20 I.Sh.I., 2:33 I.Tr.I., 3:35  
I.Sh.E.; Apr. 23 – 2:11 I.Oc.R.; Apr. 24 – 2:56  
III.Sh.E.; Apr. 28 – 0:30 II.Sh.I., 3:01 II.Tr.I.,  
3:13 II.Sh.E.; Apr. 29 – 3:07 I.Sh.I.; Apr. 30 –  
0:24 I.Ec.D., 0:30 II.Oc.R., 3:58 I.Oc.R.; Máj 1 –  
1:15 I.Tr.E.; Máj 5 – 1:54 III.Oc.R., 3:07  
II.Sh.I.; Máj 7 – 2:22 I.Ec.D., 2:56 II.Oc.R.,  
23:33 I.Sh.I.; Máj 8 – 0:46 I.Tr.I., 1:48 I.Sh.E.,  
3:01 I.Tr.E.; Máj 9 – 0:18 I.Oc.R.; Máj 12 –  
0:41 III.Ec.R., 2:16 III.Oc.D.; Máj 14 – 0:07  
II.Ec.D.; Máj 15 – 1:26 I.Sh.I., 2:33 I.Tr.I.,  
23:56 II.Tr.E.; Máj 16 – 0:58 IV.Oc.D., 2:05  
I.Oc.R., 23:22 I.Tr.E.; Máj 19 – 1:03 III.Ec.D.;  
Máj 21 – 2:33 II.Ec.D.; Máj 22 – 22:54 III.Tr.E.,  
23:33 II.Tr.I., 23:56 II.Sh.E.; Máj 23 – 0:24  
I.Ec.D., 2:16 II.Tr.E., 23:50 I.Sh.E.; Máj 24 –  
0:13 IV.Sh.E., 1:09 I.Tr.E.; Máj 29 – 23:00  
III.Tr.I., 23:22 II.Sh.I.; Máj 30 – 1:48 II.Tr.I.,  
2:05 I.Ec.D., 2:11 II.Sh.E., 2:16 III.Tr.E., 23:22  
I.Sh.I.; Máj 31 – 0:30 I.Tr.I., 1:31 I.Sh.E., 2:50  
I.Tr.E., 23:11 II.Oc.R.

Skratky znamenajú: I., II., III., IV. sú označenia mesiacov (v poradí Io, Europa, Ganymedes, Kalisto), za bodkou je označenie úkazu (Tr=prechod, Sh=tieň, Ec=zatmenie, Oc=zákryt) a za ďalšou bodkou je skratka pre typ úkazu (D=zmiznutie, vstup, R=objavenie, výstup, I=vchod, vstup, E=východ, koniec zatmenia). Časy sú v SEČ.

ka Kuiperovho pásu, je stále k Zemi bližšie ako Neptún. Navyše, 22. mája bude v opozícii so Slnkom. Pluto nájdete pri troche usilovnosti a šťastia v súhvezdí Hadonosa, kde ho medzi záplavou podobných hviezd +13,7 mag prezradí vlastný pohyb – vyše 1° za mesiac.

## Planétky

Jar je pre pozorovanie planétek ako stvorená, ved nie náhodou sa všetky pozorovacie kampane začínajú práve v jarných mesiacoch. Je to vďaka tomu, že máme najlepší výhľad na tú časť ekliptiky, kde sa premieňa podstatná časť hlavného pásu asteroidov. Z jasných planétek navyše 3 z prvých štyroch dosiahnu v apríli a v máji opozícii so Slnkom – najprv Pallas, potom najjasnejšia Vesta a ako posledná najväčšia Ceres. Opozícii dosiahne aj menšia planéta (8) Flora, najzaujímavejším však bude tesné priblženie planétky (2063) Bac-



(1) Ceres			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
10.4.	17 00,9	-17 15	7,1
20.4.	16 59,5	-17 27	7,0
30.4.	16 55,3	-17 40	6,9
10.5.	16 48,8	-17 53	6,9
20.5.	16 40,3	-18 07	6,8
30.5.	16 30,8	-18 23	6,8

(2) Pallas			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
10.4.	14 44,7	+19 02	7,8
20.4.	14 37,3	+21 31	7,8
30.4.	14 29,2	+23 25	7,9
10.5.	14 21,5	+24 40	8,0
20.5.	14 14,9	+25 15	8,1
30.5.	14 10,2	+25 15	8,3

(3) Juno			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
10.4.	22 28,3	- 4 12	10,2
20.4.	22 44,1	- 2 53	10,1
30.4.	22 59,6	- 1 34	9,9
10.5.	23 14,9	- 0 17	9,8
20.5.	23 29,8	+ 0 57	9,7
30.5.	23 44,2	+ 2 07	9,5

(4) Vesta			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
10.4.	15 37,9	- 8 08	5,8
20.4.	15 32,6	- 7 35	5,7
30.4.	15 24,7	- 7 05	5,6
10.5.	15 15,2	- 6 44	5,6
20.5.	15 05,5	- 6 37	5,6
30.5.	14 57,0	- 6 46	5,6

(8) Flora			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
12.4.	14 42,0	- 5 58	10,0
17.4.	14 37,5	- 5 31	9,9
22.4.	14 32,5	- 5 06	9,8
27.4.	14 27,5	- 4 42	9,8
2.5.	14 22,4	- 4 20	9,8
7.5.	14 17,4	- 4 01	9,9
12.5.	14 12,6	- 3 46	10,0

(11) Parthenope			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
27.4.	16 17,5	-14 04	10,0
2.5.	16 14,2	-13 50	9,9
7.5.	16 10,4	-13 36	9,8
12.5.	16 06,1	-13 23	9,6
17.5.	16 01,4	-13 10	9,5
22.5.	15 56,6	-12 59	9,5
27.5.	15 51,7	-12 49	9,5

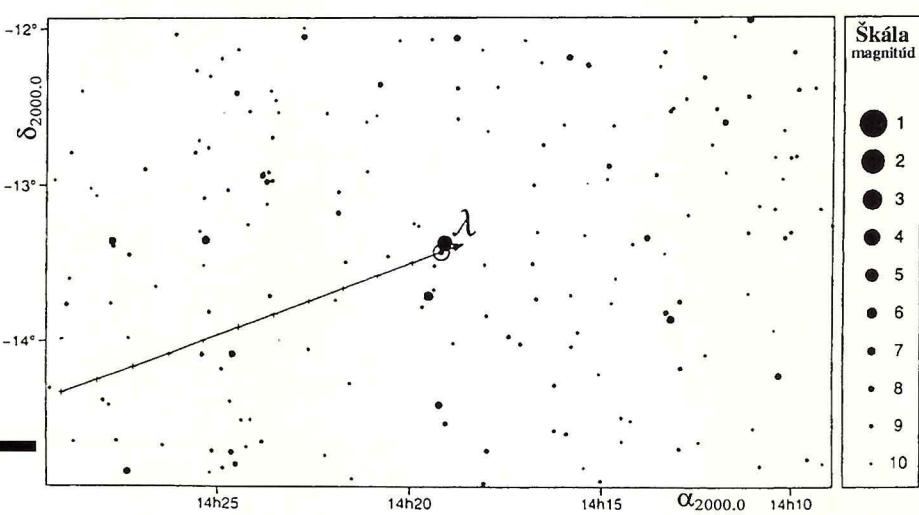
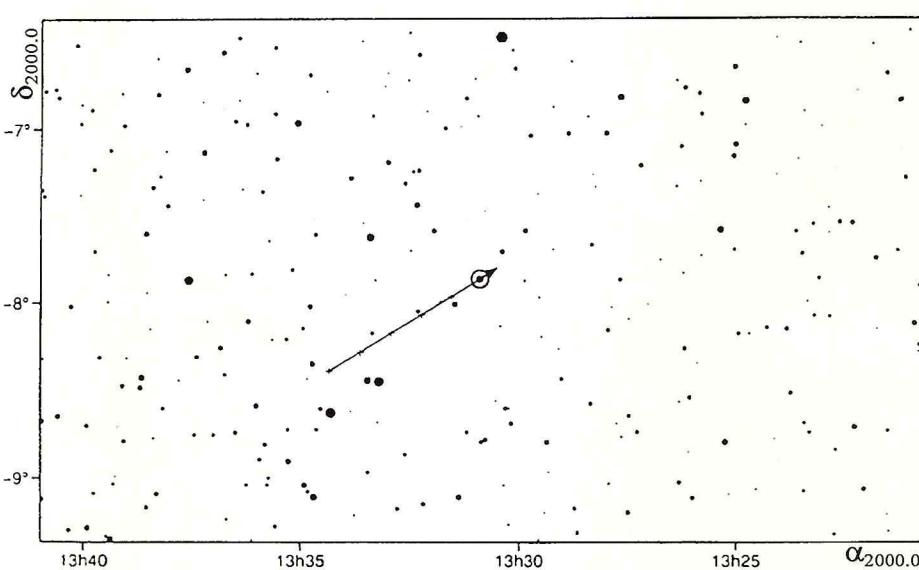
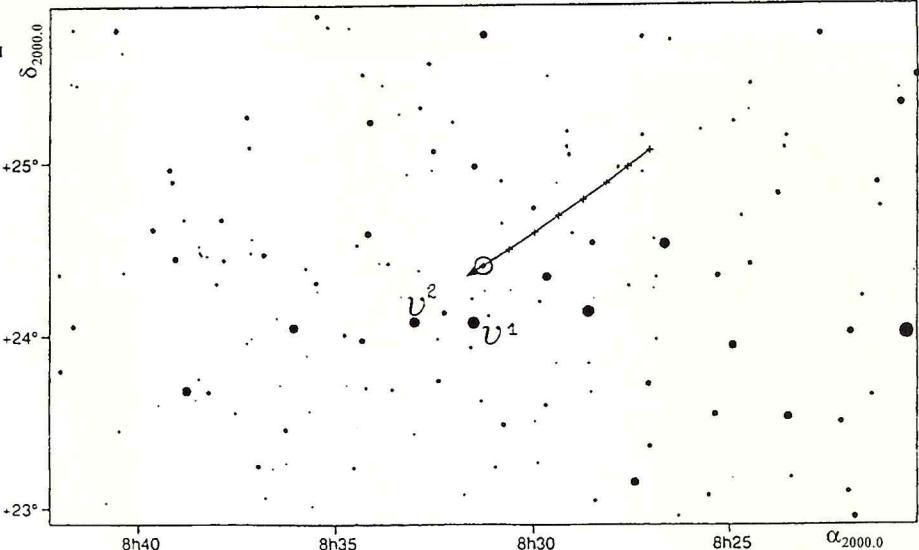
(15) Eunomia			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
2.4.	12 12,1	-19 45	9,8
7.4.	12 07,8	-19 17	9,8
12.4.	12 03,7	-18 48	9,9
17.4.	12 00,0	-18 16	9,9
22.4.	11 56,8	-17 44	10,0

(20) Massalia			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
2.4.	10 56,4	+ 6 06	9,6
7.4.	10 54,1	+ 6 23	9,7
12.4.	10 52,5	+ 6 35	9,8
17.4.	10 51,7	+ 6 43	10,0

(532) Herculina			
dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m	.	mag
2.4.	10 09,4	+32 49	9,5
7.4.	10 09,2	+32 37	9,6
12.4.	10 09,9	+32 18	9,6
17.4.	10 11,2	+31 54	9,7
22.4.	10 13,3	+31 25	9,8
27.4.	10 16,1	+30 51	9,9
2.5.	10 19,5	+30 13	10,0



chus k Zemi – 1.4. bude vo vzdialosti iba 0,068 AU, asi 10 miliónov kilometrov. Efemeridy pre jasné telesá nájdete v tabuľke.

V nasledujúcich dvoch mesiacoch nás čakajú aj tri možné zákryty hviezd planétami. Prvý úkaz nastane 14. apríla krátko po polnoci kúsok nad Jasličkami, nedaleko dvojice hviezd v¹ a v² zo súhvezdia Raka. Popred hviezdu PPM 98773 (jasnosť V=+9,21 mag) by o 0h22,7min SEČ mala prejsť planétku (81) Terpsichore (V=+13,61 mag, priemer 124 km). V prípade centrálnego zákrytu bude úkaz trvať 9,4 sekundy, pokles jasnosti hviezdy bude 4,4 magnitúdy. Úkaz sa odohrá vo výške 21° nad obzorom, Slnko i Mesiac sú hlboko pod obzorom (*horná mapa*).

Druhý zákryt sa uskutoční pár stupňov nad Spikou, najjasnejšou hviezdou súhvezdia Panny, 6. mája o 0h51,6min SEČ. Planétku (1201) Strenua (V=+15,51 mag, priemer 38 km) tu snáď na 3,6 sekundy zakryje hviezdu PPM 196581 (V=+8,00 mag). Pokles jasnosti hviezdy bude výrazný, 7,5 magnitúdy. Úkaz bude prebiehať vo výške 24° nad obzorom, nepriaznivý je však Mesiac, ktorý bude krátko pred splnom v uhlovej vzdialosti iba 55° (*mapka v strede*).

Aj tretí zákryt bude prebiehať v blízkosti jasnej hviezdy, tentoraz tesne pri λ Vir, teda podobne ako druhý v súhvezdí Panny. Predpoveď hovorí, že 11. mája planétku (19) Fortuna (V=+11,16 mag, priemer 171 km) o 21h22,4min SEČ na 13,7 sekundy zakryje hviezdu PPM 228620 (V=+8,20 mag). Mesiac je hladko v čase zákrytu pod obzorom, zakrývaná hviezda 26° nad ním. Tento úkaz má hľadom najväčšiu nádej na úspech, hoci pokles jasnosti nebude až taký výrazný ako u predošlých dvoch (3,0 magnitúdy) – Fortuna ale hľadom dostojí svojmu menu (*dolná mapa*).

**C/1996 B2 Hyakutake**

dátum	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	jasnosť
	h m s	. . "	mag
2.4.	3 11 23,2	+52 00 28	2,1
7.4.	3 05 14,7	+43 28 08	2,5
12.4.	3 00 36,6	+39 02 51	2,4
17.4.	2 55 02,5	+35 47 24	2,0
22.4.	2 47 27,4	+32 29 16	1,3
27.4.	2 37 04,7	+27 59 38	0,1
2.5.	2 25 55,6	+20 53 25	0,2
7.5.	2 21 43,3	+12 20 37	0,3
12.5.	2 24 50,3	+ 4 34 31	1,5
17.5.	2 31 56,4	- 2 28 07	2,2
22.5.	2 41 32,8	- 9 10 14	2,6
27.5.	2 53 09,4	-15 45 24	3,0

**C/1995 O1 Hale-Bopp**

2.4.	19 42 55,2	-19 33 08	8,3
7.4.	19 43 57,2	-19 11 18	8,2
12.4.	19 44 40,3	-18 49 07	8,1
17.4.	19 45 02,8	-18 26 34	8,0
22.4.	19 45 03,1	-18 03 40	7,9
27.4.	19 44 39,5	-17 40 22	7,8
2.5.	19 43 50,4	-17 16 42	7,7
7.5.	19 42 34,4	-16 52 36	7,5
12.5.	19 40 49,7	-16 28 03	7,4
17.5.	19 38 34,7	-16 03 03	7,3
22.5.	19 35 48,2	-15 37 32	7,2
27.5.	19 32 29,4	-15 11 30	7,1

**22P/Kopff**

5.4.	17 42,0	-16 51	10,1
10.4.	17 51,4	-16 46	9,8
15.4.	18 00,6	-16 39	9,6
20.4.	18 09,4	-16 31	9,3
25.4.	18 18,0	-16 23	9,1
30.4.	18 26,2	-16 14	8,8
5.5.	18 34,0	-16 05	8,6
10.5.	18 41,4	-15 57	8,4
15.5.	18 48,2	-15 51	8,2
20.5.	18 54,5	-15 47	8,0
25.5.	19 00,1	-15 46	7,8
30.5.	19 05,1	-15 48	7,6

**Kométy**

Čakáme a chystáme sa na jednu, a prileť ďalšia, temer taká jasná, ako má byť tá, ktorú vyzeráme. Kométa Hale-Bopp sa k nám pomaly blíži a pomaly sa zjasňuje, takže čoskoro bude už na hranici viditeľnosti voľným okom. Už sa zistilo (prostredníctvom HST), že jej priemer je až 40 kilometrov a povrch asi o 15% jasnejší ako má kométa Halley, máme sa teda na čo tešiť.

Ako predprípravu a testovanie objektu k nám však kozmické sily poslali kométu, ktorú objavil 30. januára vizuálne binokulárom 25×100 (takým skorosometom) japonský amatér Yuji Hyakutake, autor objavu poslednej vlaňajšej kométy. Teleso malo v čase objavu jasnosť asi +11 mag, rozprestieraťa sa však už vtedy okolo neho koma s priemerom 2,5°. Následné pozorovania a výpočty ukázali, že sa sice jedná o pomerne malé teleso (priemer jadra asi 1 km), ktoré má však veľmi zaujímavú dráhu – 26. marca preletela kométa vo vzdialnosti zhruba 15 miliónov kilometrov od Zeme a u nás bola cirkumpolárna, púbe 3° od Polárky. Zaujímavé je to, že prihélium kométy leží až vo vnútri dráhy Merkúra, iba 0,2 AU od Slnka. Tieto okolnosti spôsobili, že kométa, ktorá prejde perihéliom 1. mája, atakuje hraniču záporných magnitúd a je teda poľahky viditeľná aj voľným okom. Začiatkom marca, keď tento článok vznikal, mala ostré jadro, schované v rozsiahlej kome, z ktorej sa začali vysúvať dva krátke chvostiky. V čase vyjedania tohto čísla bude koma ešte väčšia, mal by sa

však rovinuť aj chvost. Kométu nájdete na večernej oblohe, smeruje dolu na južnú pologulu. Na pozorovanie a zaznamenávanie kométy sú vhodné najmenšie prístroje, vo väčších ďalekohľadoch a komorách neuvidíte či nenaexponujete ani len celú hlavu kométy. Odhadu celkovej jasnosti budú pri tak jasnom a rozsiahлом objekte zrejme nemožné, skúste však zakreslovať detaily v hlate a prípadnom chvoste a zachytávať ich časové zmeny.

Okrem kométy C/1995 O1 Hale-Bopp a C/1996 B2 Hyakutake však existujú a prekvapujú aj ďalšie objekty. Zaujímavým objektom je nová kométa C/1996 A1 Jedicke, ktorá je teraz asi 3,5 AU od Zeme a ktorá prejde perihéliom až 17. apríla 1997, i ďalšia nová kométa C/1996 B1 Szczepanski, ktorá sa koncom februára priblížila k Zemi a dosiahla jasnosť pod +8,0 mag, ale prekvapujúce je správanie starých komét, najmä tých od páнов Schwassmann a Wachmann. Ich prvá periodická kométa, ktorá obieha Slnko až za Jupiterom po temer kruhovej dráhe, vo februári opäť vybuchla a jej jasnosť sa pohybuje okolo +10,5 mag, hoci normálne máva jasnosť +15,5 mag. Kométa Schw-W 3 sa dokonca rozpadla, a to najmenej na tri kusy (pozri 3. stranu obálky). Nakoniec spomenne kométu, ktorá mala byť v centre pozornosti najviac a ašpirovala na titul kométa roka 1996. Ale to bolo ešte pred spomínanými objavmi... Do perihelia sa totiž blíži periodická kométa 22P/Kopff a je to z hľadiska pozemského pozorovateľa jej najpriznivejší návrat za posledných 400 rokov. Maximum jasnosti (asi +6,9 mag) dosiahne začiatkom júla, keď v krátkom časovom slede dosiahne perihélium i oponíciu. V tréidri bude viditeľná až do konca novembra. Efemeridu jasných komét nájdete v tabuľke.

**Meteor**

S pučaním prírody ozívá aj činnosť meteorických rojov. V aprili a v máji mávajú svoje maximum dva pomerne výdatné roje, Lyridy (tentoraz okolo polnoci 21./22.4.) a η Aquaridy (ráno 5. mája, nanešťaste už po východe Slnka). Najmä Lyridy sú v poslednom čase dosť sledované, pretože v priebehu ich aktivity sa našlo niekoľko podružných maxim, z ktorých najmä jedno z času na čas svoju výdatnosť prekoná a klasické hlavné maximum. Preto je vhodné Lyridám venovať zvýšenú pozornosť a roj sledovať niekoľko po sebe idúcich nocí pred i po hlavnom maxime. Výhodný je aj Mesiac, ktorý je pred prvou štvrtou.

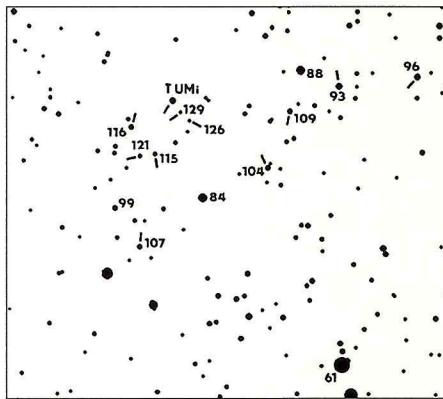
Okrem dvoch hlavných rojov možno v meteorárskych zoznamoch nájsť aj niekoľko malicích rojov, ktoré od sporadickej pozadie odseparuje len dobre postavené pozorovanie. Po rade majú teda maximum α Bootidis (27.4.), μ Virginidy (4.5.), α Virginidy (5.5.), a Scorpionidy (6.5.), severné (17.5.) a južné Ophiucidy (18.5.) a o Cetidy (20.5.). Najzaujímavejší a najvýdatnejší by mal byť roj α Scorpioníd, hlavný roj sústavy Scorpionidy-Sagittaridy, ktorý dosahuje výdatnosť aj 10 meteorov za hodinu.

**Nočná obloha**

Amatérskym pozorovateľom, ktorí trávia desiatky hodín pozorovaním premenných hviezd typu Mira Ceti, sa len málokedy podarí zaznamenať v ich správaní nejaké dramatické zmeny. Výnimkou potvrzujúcou pravidlo sa pred niekoľkými rokmi stala T Ursae Minoris, dihoperiodická premenná hviezda nedaleko 3 UMi. Od začiatku tohto storočia boli u nej pozorované svetelné zmeny s priemernou periódou 312 dní. Tá sa však od roku 1980 začala prudko skracovať a vlane dosiahla hodnotu asi 274 dní.

Premenné hviezdy typu Mira Ceti patria medzi hviezdy tzv. asymptotickej vetve obrov. V ich strede sa nachádza degenerované kyslíkovohľadové jadro (budúci biely trpaslík). Okolo jadra sa rozprestiera na vodík bohatý riedky obal, ktorého polomer môže dosiahnuť až 1 astronomickú jednotku. Energia sa vo hviezde uvoľ-

ňuje dvoma spôsobmi: premenou vodíka na hélium vo vnútorných oblastiach vodíkového obalu a hélia na uhlík a kyslík v šupkách okolo jadra. Je to však proces veľmi nestabilný a väčšinou prebieha iba nukleosyntéza vodíka na vnútornej strane obalu. Héliový popol tohto horenia sa po desiatky až stoty srovnávajú s vodíkom uhlíku a kyslíka. Po prekročení určitej hustoty a teploty sa ale táto šupka zapáli (tzv. záblesk héliovej šupky) a helium sa začne premiechať na uhlík a kyslík. Zadusí sa tým však vodíkové spaľovanie a poklesne tak žiarivý výkon hviezdy. Obal na to reaguje komprezívne a zahriatím. Táto epizóda vo vývoji hviezdy ale trvá len niekoľko desiatok, nanajvýš stoviek rokov. Potom opäť začína spaľovanie vodíka a celý cyklus sa opakuje. Keďže mnohé z týchto (AGB) hviezd viac či menej pravidelne pulzujú, prejaví sa zmena aj v pulzáciach – ich periód sa skráti. Začiatok záblesku héliovej šupky zrejme práve teraz pozorujeme na T UMi. Periódou by da by sa malo skracovať až do roku 2030, keď poklesne sa asi 200 dní. Potom opäť narastie. V podobnom, i keď pokročilejšom štadiu, sa zrejme nachádzajú aj ďalšie hviezdy, R Aquilae, R Hydriæ a W Draconis.



Mapa zachytáva tesné okolie premennej hviezdy T UMi. Hviezdné veľkosti porovnávacích hviezd (podľa mapky AAVSO) sú v decimagnitúdach. Priблиžne 1° severne od T UMi leží V UMi, poloprávidelná premenná hviezda s moduláciou okolo 720 dní a zmenami jasnosti v rozmedzii 7 až 9 magnitúd.

Okolo polnoci nájdete v zenite tretie najväčšie kodifikované súhviedzie, Veľkú medvedicu. Na oblohe zaberá až 120 štvorcových stupňov. Je to zároveň jedno z mála súhviedzi, čo sa podobá svojmu názvu. Zastavíme sa dnes pre zadných nohách medvedice. Pri dvojici hviezd λ a μ UMa, Tania Australis a Tania Borealis, si môžete všimnúť pekný farebný kontrast. Tania Australis je totiž červený obor (+3,1 mag) spektrálneho typu M0, vzdialenosť asi 50 parsecov. Tania Borealis (+3,5 mag, A2) je o 10 parsecov bližšie ako predchádzajúca hviezda, ktorá sa zdá oranžovkastá.

Asi 0,75° západne od μ UMa si pozrite slabšiu špirálovú galaxiu NGC 3184, na ktorú sa dívame temer kolmo zhora. V 15-cm refraktore má podobu hmlistej škvrky s priemerom asi 5°. Desať uhlových minút severozápadne od galaxie leží hviezda 7. veľkosti.

Zaujímavé sú aj hviezdy prvej zadnej laby Veľkej medvedice – ξ UMa (Alula Australis) a v UMa (Alula Borealis). Pri pohrade lepším ďalekohľadom sa prvá z nich ukáže ako tesnejšia dvojhviezda skoro rovnakých hviezd (4,3 a 4,8 mag), druhú sprevádzá vo vzdialnosti 10° hviezda asi 10. veľkosti.

Podvojnosť Aluly Australis objavil 2. mája 1780 W. Herschel. Už roku 1820 Savary publikoval ako u prvej dvojhviezdy jej elementy. Periódou stanovil na 58,3 roka, čo je v peknej zhode s modernou hodnotou 59,84 roka (W. D. Heintz, 1967). Tým to však nekončí. Primárna zložka je astrometrická a spektroskopická dvojhviezda s periódou obehu 669 dní. Sekundárna zložka je spektroskopická dvojhviezda s perídom štyri dni, pri-

## Hviezdy s najväčším vlastným pohybom

názov	par.	vl. pohyb	jasnosť
Barnardova hviezda	0,547"	10,3"/rok	9,5 mag
Kapteynova hviezda	0,258"	8,7"/rok	8,9 mag
Groombridge 1830	0,208"	7,1"/rok	6,5 mag
Lac 9352	0,284"	6,9"/rok	7,3 mag
G 267-052	0,221"	6,1"/rok	8,6 mag
G 050-022	0,148"	5,4"/rok	12,8 mag
61 Cygni A	0,287"	5,2"/rok	5,2 mag
61 Cygni B			6,0 mag

V prvom stĺpci je meno hviezdy, v druhom jej paralaxa, v treťom vlastný pohyb po oblohe a v poslednom zdanlivá jasnosť.

ktorou bola pomocou škvrmkovej interferometrie v roku 1988 objavená piata hviezdá sústavy. Tento komplikovaný systém sa dnes veľmi intenzívne študuje.

Vzdialenosť  $\xi$  UMa trigonometricky stanovili na 26 svetelných rokov. Priemerná priestorová vzdialenosť oboch pozorovateľných zložiek je asi 20 AU, pri pohlade dalekohľadom sú od seba vzdialené 1,6".

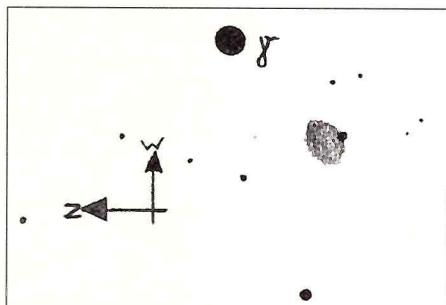
Necelých 8° severovýchodne od UMa, asi stupeň severne od galaxie NGC 3941 (je vyznačená v Atlate Coeli) nájdete hviezdu 6. veľkosti, **Groombridge 1830**. Na prvý pohľad nezaujíma väčšiu, azda žltkastú hviezdu. Z astrometrického hľadiska je to však hviezda s tretím najväčším známym vlastným pohybom. Za rok prejde 7,042" smerom na pozičný uhol 145,5°, zmena polohy o 1° jej teda trvá iba 511 rokov.

Hviezdy, ktoré majú veľký vlastný pohyb, musia ležať blízko Slnka. Paralaxa Groombridge 1830 je podľa posledných prác 0,2079". Je to červený trpaslík (K7V) s efektívnom povrchovou teplotou asi 5200 K. Istotne je to stará hviezda populácie II, patrí do galaktického halo a len náhodou okolo nás prelieťava. Groombridge 1830 sa približuje k Zemi a najbližšie, vo vzdialosti 4,7 parseka, bude za necelých 5000 rokov. Potom sa začne opäť vziaľovať slabšiu. Za 100 000 rokov bude vo vzdialosti 20 pc žiariť ako hviezda 9,7 mag v súhviedzí Vlká.

Jarná obloha je ale predovšetkým oblohou galaxií. Jednu z nich nájdete v tesnej blízkosti  $\gamma$  UMa. Jej názov Phedea pochádza z arabského *fakhidh al dubb al-akbar* a znamená *stechno Velkej medvedice*. Sedem desať stupňa od nej smerom na juhovýchod sa nachádza galaxia M 109 (NGC 3992). Nepatrí súčasť medzi najjasnejšie messierovské objekty, pri dobrých podmienkach je ale viditeľná pomerne fahko. Má podobu oválnej škvŕny pretiahnutej smerom k hviezde asi 10. veľkosti, ktorá leží 5° juhozápadným smerom. V marci 1956 v nej pozorovali supernovu, ktorá dosiahla maximálnu hviezdnu veľkosť 12,5 mag v modrej oblasti spektra.

Roman Piffl, Jiří Dušek

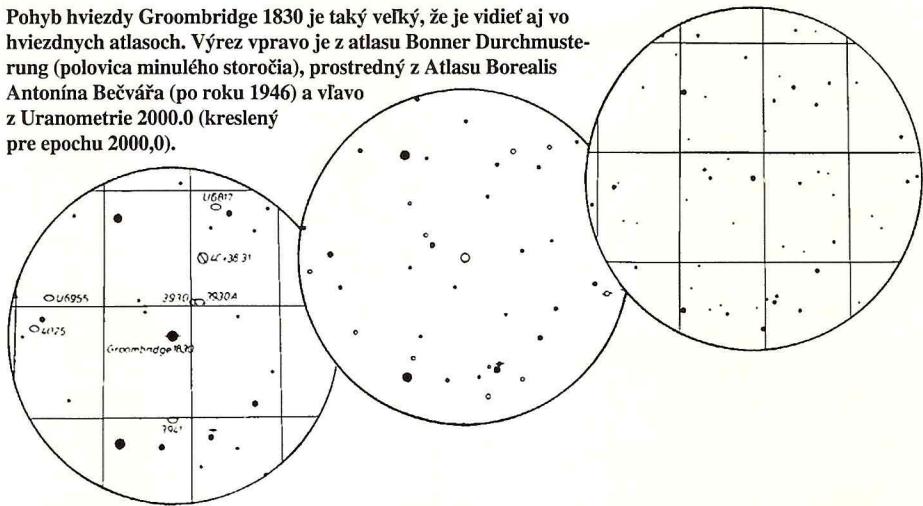
(Nočná obloha vzniká v spolupráci s projektom APO)



Kresba M 109 spravená v noci 29./30. decembra 1995 pomocou Sometu binar 25x100.

Autor: Rudolf Novák

Pohyb hviezdy Groombridge 1830 je taký veľký, že je vidieť aj vo hviezdnych atlasoch. Výrez vpravo je z atlasu Bonner Durchmusterung (polovica minulého storočia), prostredný z Atlasu Borealis Antonína Bečvára (po roku 1946) a vľavo z Uranometrie 2000.0 (kreslený pre epochu 2000,0).



## Kalendár úkazov

deň	čas	úkaz
1.4.	0:30	Venuše v najväčšej východnej elongácii (46° od Slnka)
1.4.		kométa 95P/Chiron (2060) v opozícii (max. jasnosť +14,3 mag)
1.4.		planétka (2063) Bacchus v minimálnej vzdialnosti od Zeme (0,068 AU; max. jasnosť 6,4. +12,6 mag)
3.4.	11:00	konjunkcia Venuše s Alcyone v Plejádach, Venuše 0,7° južne
4.4.	1:08	splň Mesiaca
4.4.	1:10	úplné zatmenie Mesiaca (fáza 1,380 mesačného priemeru, u nás viditeľný celý priebeh úkazu)
6.4.		kométa P/Spacewatch v najmenšej vzdialnosti od Zeme (0,8906 AU, max. jasnosť +12,1 mag)
7.4.		maximum S Hya (A=7,2–13,3 mag, P=257 <sup>d</sup> )
8.4.		maximum R Dra (A=6,7–13,2 mag, P=246 <sup>d</sup> )
11.4.		planétka (40) Harmonia v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +9,9 mag)
14.4.	0:23	zákryt hviezdy PPM 98773 (+9,2 mag) planétou (81) Terpsichore (Δm=4,4 mag, Δt=9,4s)
17.4.	23:38	čiastočné zatmenie Slnka (u nás neviditeľné)
17.4.	23:50	nov Mesiaca
18.4.	19:05	Mesiac 19h15min po nove nízko nad západným obzorom
18.4.	22:00	planétka (2) Pallas v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +7,8 mag)
19.4.		maximum R Lep (A=5,5–11,7 mag, P=427 <sup>d</sup> )
19.4.		maximum R Cam (A=6,97=14,4 mag, P=270 <sup>d</sup> )
21.4.	15:00	konjunkcia Venuše s Mesiacom, večer zoskupenie s Aldebaranom a Plejádami
22.4.	0:15	maximum aktivity meteorického roja Lyridy
23.4.	8:42	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (20° od Slnka)
25.4.		kométa P/Mueller 1 v periheliu (max. jasnosť +18,4 mag)
26.4.		maximum V CrB (A=6,9–12,6 mag, P=358 <sup>d</sup> )
28.4.		planétka (8) Flora v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +9,8 mag)
1.5.		kométa C/1996 B2 Hyakutake v periheliu (max. jasnosť +0,5 mag!)
3.5.	12:49	splň Mesiaca
4.5.		Venuše má najväčšiu jasnosť (-4,7 mag)
5.5.	7:10	maximum aktivity meteorického roja η Aquaridy
5.5.		Venuše má najväčšiu severnú deklináciu v 20. storočí (+27°47')
6.5.	0:51	zákryt hviezdy PPM 196581 (+8,0 mag) planétou (1201) Strenua (Δm=7,5 mag, Δt=3,6s)
8.5.	1:02	konjunkcia Jupitera s Mesiacom, Jupiter 5° južne
8.5.	22:00	planétka (4) Vesta v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +5,6 mag)
10.5.		kométa 72P/Denning–Fujikawa v najmenšej vzdialnosti od Zeme (1,4950 AU, max. jasnosť +13,1 mag)
11.5.	21:22	zákryt hviezdy PPM 228620 (+8,2 mag) planétou (19) Fortuna (Δm=3,0 mag, Δt=13,7s)
12.5.		kométa P/West–Hartley v periheliu (max. jasnosť +15,9 mag)
15.5.	2:12	Merkúr v dolnej konjunkcii so Slnkom
16.5.	4:00	konjunkcia Marsa s Mesiacom, Mars 2° južne
17.5.	12:47	nov Mesiaca
22.5.	15:12	Pluto v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +13,7 mag)
22.5.		planétka (11) Parthenope v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +9,5 mag)
23.5.	0:40	minimum δ Cep (A=3,48–4,37 mag, P=5,366341 <sup>d</sup> )
25.5.		maximum W Lyr (A=7,3–13,0 mag, P=198 <sup>d</sup> )
27.5.		maximum T Aqr (A=7,2–14,2 mag, P=202 <sup>d</sup> )
29.5.		kométa 72P/Denning–Fujikawa v periheliu (max. jasnosť +16,3 mag.)
30.5.	1:00	planétka (1) Ceres v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +6,8 mag)
31.5.	6:00	konjunkcia Merkúra s Marsom, Merkúr 3,7° južne

## Dotyčnicový zákryt hviezdy Mesiacom č. 2

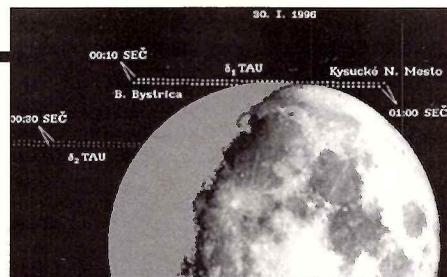
Pozorovania zákrytu hviezd Mesiacom boli v minulom storočí skôr náhodné a výnimočné. Dnes sú súčasťou systematických pozorovacích programov astronomických zariadení celého sveta. Popud k týmto pozorovaniám dali predovšetkým teoretické práce Bessela a Eulera. Najmä zásluhou Bessela bol vytvorený matematický aparát, ktorý slúži k výpočtom zákrytov hviezd Mesiacom a zatmení Slnka. Tzv. Besselove elementy majú za úlohu urobiť rýchly výpočet predpovede zákrytu hviezdy a pozičného uhla pre dané topocentrické miesto.

Špeciálnym typom zákrytu hviezd Mesiacom sú tzv. dotyčnicové zákryty, pri ktorých sa hvieza dotýka teoreticky iba jedného bodu ideálneho mesačného limbu. Keďže obrys Mesiača je nepravidelný (ochýlkou zo nulojnej hladiny dosahujú až 4 km, sú uvádzané v rôznych katalógoch a mapách, napr. Watsonov atlas), vhodným rozmiestnením pozorovacích stanovišť kolmo na smer pohybu mesačného tieňa je možné naviac získať skutočné tvary mesačného povrchu v okolí pôlov.

Vzájomná spolupráca stredoslovenských hvezdárni sa neprejavuje len organizovaním spoločných kultúrno-spoločenských podujatí pre deti a ostatnú verejnosť, ale v poslednom období kladieme čoraz väčší dôraz na spoluprácu v odborno-pozorovateľských programoch. Napriek amatérskym podmienkam, v ktorých pracujeme, výsledky pozorovaní slnečnej fotosfery, meteorov, pozíčné merania malých telies slnečnej sústavy dosahujú medzinárodný nadstandard. Dokazom toho je aj úspešný úplný dotyčnicový zákryt hviezdy 61 Tau Mesiacom, ktorý sme uskutočnili v noci z 29. 1. na 30. 1. 1996 (po prvom čiastočnom z 15. 10. 1995).

Už po prvom približnom spracovaní predpovede zákrytu z IOTA/ES bolo zrejmé, že hranica tieňa Mesiača prechádza asi 2 km južne od Kysuckej hvezdárne a vytýčenie pozorovacích stanovišť bude ideálne vzhľadom na takmer rovnakú nadmorskú výšku Kysuckej kotliny. Po podrobnom spracovaní predpovede, ktoré sme kvôli vylúčeniu všetkých chýb robili nezávisle s Mirom Znášikom zo žilinskej hvezdárne, zostalo už len presné vytýčenie pozorovacích miest a čakanie, ako sa vyfarbí počasie. Geometria samotného zákrytu bola taká výhodná, že sme mohli pretiahnuť pozorovaciu líniu až do žilinského okresu, 6 km od severného okraja Mesiača, do miest, kde sa predpokladali ďalšie nerovnomernosti mesačného limbu.

Štyri dni pred a aj v samotný deň zákrytu dopoludnia bolo úplne zamračená. Meteorológovia nám dávali 1% nádeje, že by sa do polnoci obloha vyčistila a tento názor zdieľala i väčšina z nás. Hodinu pred zákrytom (pre nami vytýčenú líniu vychádzal stred zákrytu o 23:37:18 UT) bolo však jasné, že počasie pozorovanie nepokáži.



Ilustračný obrázok priebehu dotyčnicového zákrytu hviezdy 61 ( $\delta_1$ ) Tau Mesiacom. Bodkovanými čiarami sú znázornené pohyby hviezd  $\delta_1$  Tau a  $\delta_2$  Tau tak, ako ich mohli pozorovať pozorovatelia na hvezdárňach v Kysuckom Novom Meste a v Banskej Bystrici. Vzdialenosť jednotlivých bodov je 1 minúta. Pre Kysuckú hvezdárňu zákryt hviezdy 61 Tau nenastával, hvieza tesne minula mesačný disk.

Autor obrázku Peter Zimník

Samotný priebeh zákrytu je ľahké v stručnosti opísať, každý ho inak prežíval, ale všetci sme sa zhodli, že to bolo zase niečo celkom iné, ako sme očakávali. Aj napriek dlhorocnej skúsenostiam s klasickými zákrytmi hviezd Mesiacom sme sa nevyhli niektorým zbytočným chybám (väčšinou zlyhávala časomiera). V každom prípade to bolo úžasné.

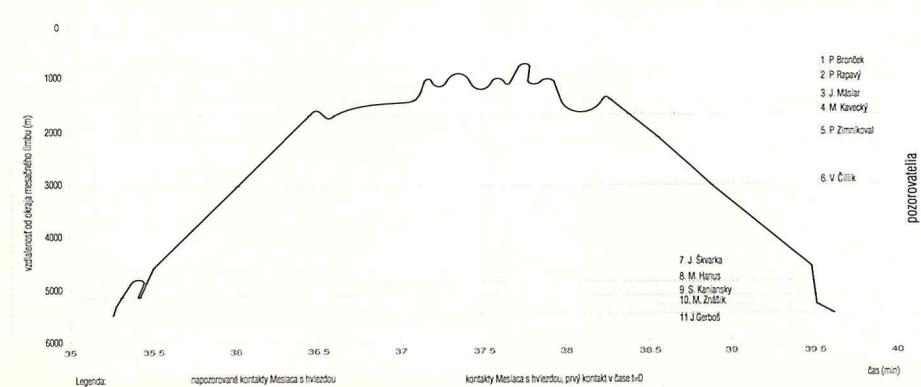
Po spoločnom spracovaní jednotlivých pozorovaní bolo jasné, že pozorovanie bolo úspešné. Na trináctich pozorovacích stanovištiach, vytýčených nerovnomerne v jednej líni, kolmej na severnú hranicu tieňa Mesiača, sa podarilo zaznamenať 34 kontaktovej limbu Mesiača s hviezdou (žilinská hvezdárňa ako stanovište č. 13 ležala mimo tejto línie). Ukázalo sa, že príprava pozorovania bola zvládnutá s dostatočnou presnosťou, oproti predpovedi s IOTA/ES sme zaznamenali niekoľko ďalších nerovností na povrchu našeho vesmírneho súputníka (hlavne Paňo Rapavý na druhom pozorovacom stanovišti by vedel o tom veľa rozprávať, behom jednej minúty zaznamenal desať kontaktov, čiže pozoroval 5 mesačných „kopcov“).

Na svitaní, po zaznamenaní všetkých časových údajov sme skončili, že okrem významnosti pozorovania zákrytu sa ich oplatí robiť aj iného dôvodu: pre hlbocký estetický zážitok, ktorí vedia vychutnať snaď len podobní šialenci, ako sú astronómovia. Preto to nebola naša posledná spoločne strávená noc za ďalekohľadmi.

Na úspešnom dotyčnicovom zákryte sa podieľali: Stanislav Kaniansky, Juraj Škvarka, Peter Zimník (Hvezdárňa Banská Bystrica), Vraťo Čílik, Jaroslav Gerboš, Pavol Rapavý (Hvezdárňa Rimavská Sobota), Miloš Hanus, Ivica Pogányová, Anton Šiser, Miroslav Znášik (Hvezdárňa Žilina), Martin Kavecký, Michal Bronček, Peter Bronček, Ján Másiar, Július Slíž, Martin Makúch, Peter Majchrák, Janka Slížová, Tibor Mrmus (Kysucká hvezdárňa).

RNDr. Ján Másiar  
Kysucká hvezdárňa

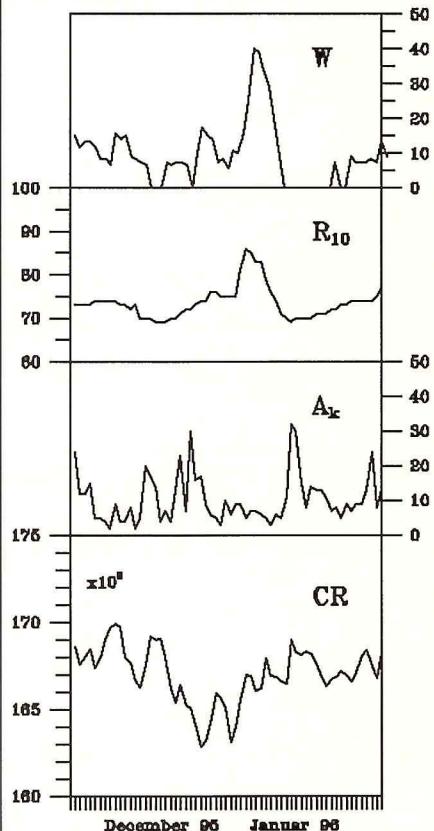
Grafické znázornenie nerovnomerností mesačného limbu, získané z pozorovania dotyčnicového zákrytu hviezdy 61 Tau Mesiacom 29. 1. 1996. Na vodorovnej osi je čas v minútach od 23:00:00 UT, na zvislej osi vzdialosť pozorovacích stanovišť od ideálneho severného okraja Mesiača. Znázornená krivka je idealizovaná kvôli lepšej názornosti. Kosoštvorcami sú označené namenané časové údaje, u pozorovateľa č. 3 bolo možné získať iba relatívne časy, odpočítané od prvého vstupu hviezdy za okraj Mesiača, kvôli poruche stopiek po pozorovaní. Deformované tvary niektorých nerovnomerností je možné vysvetliť značnou osobnou chybou pozorovateľov pri výstupoch hviezdy spoza mesačného okraja. Časové údaje nie sú opravované o osobné chyby pozorovateľov a rôznu nadmorskú výšku pozorovacích stanovišť.



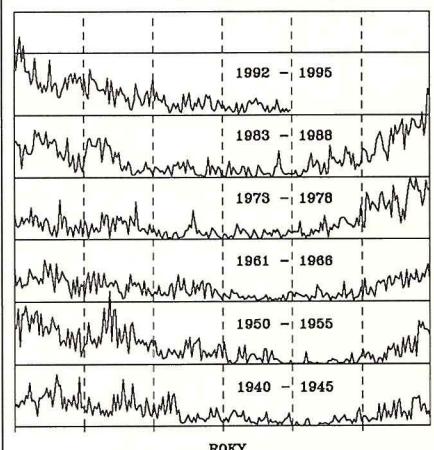
## Slnecná aktivita

(december 1995 – január 1996)

V decembri 1995 bolo Slnko bez škvŕn 4 dni, v januári 1996 dvanásť dní. Pokles aktivity teda pokračuje, aspoň pokiaľ ide o Wolfovo číslo. Podľa ostatných indexov pokles nie je taký zrejmý. V kozmickom žiareni sa prejavuje skôr opačný trend (obr. 1).



Aby si čitateľ mohol vytvoriť predstavu o priebehu Wolfových čísel okolo minima slnečnej aktivity, uvádzame na obr. 2 priebeh 10-denných priemerov Wolfového čísla počas piatich minulých minfm.



Štúdium týchto priebehov je základným východiskom pri predpovedi slnečnej aktivity. Čitateľ to sám môže skúsiť a pocítiť, z čoho vyplýva neistota predpovede. K vzrastu aktivity môže dôjsť ihned, alebo aj za niekoľko rokov. K inému záveru nemôžu dôjsť ani „kapacity“ v tomto obore, hoci na predpoveď využívajú ešte aj iné súvislosti.

Bez ďalšieho výskumu a následného pochopenia fyzikálnej podstaty slnečnej aktivity budú mať jej predpovede stále takúto „cenu“.

Milan Rybanský

## Zákryty hviezd Mesiacom v roku 1996

Pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom je pomerne jednoduché a preto vhodné aj pre astronómov amatérov. Potrebný je aspoň malý dalekohľad (priemer objektívu >5 cm a zväčšenie >40x) a stopky. Aj keď okamžik zákrytu stačí odmerať s presnosťou na desatinu sekundy, dnes už nie je problém kúpiť presné elektronické stopky (0,01s) za pomerne nízku cenu.

Pred pozorovaním je potrebné pripraviť dalekohľad a identifikovať hviezdu (v prípade vstupu). Samotné pozorovanie trvá len niekoľko desiatok sekúnd, pričom naplno je potrebné sústrediť sa len krátko pred predvedaným okamihom zákrytu (asi pol minúty). V okamihu zákrytu sa spustia stopky a zastavia sa až na referenčný signál (DCF 77, rádio). Pozor, niektoré elektronické stopky prechádzajú automaticky po polhodine na režim H:M:S a neregistrujú stotiny sekundy. Z rozdielu nameraných časov sa určí presný čas zákrytu. Protokol o pozorovaní zasielajte na adresu: Hvězdárna, 757 01 Valašské Meziříčí, ČR. V prípade potreby vám bližšie informácie podajú na najbližšej hvezdárni.

### Protokol o pozorovaní

Pre malé obsahovanie:

- Miesto – zemepisná dĺžka a šírka s presnosťou na 1°, nadmorská výška v metrech

- Dalekohľad – typ (reflektor, refraktor...), priemer objektívu, ohnisková vzdialenosť objektívu, zväčšenie, typ montáže (azimutálna, paralaktická), pohon (manuálny, motor)

- Pozorovateľ – prezvisko a meno
- Pozorovanie – dátum, čas zákrytu, označenie hviezd, presnosť merania (na el. stopkách spravidla 0,01 s), úkaz (vstup/výstup), stabilita obrazu (1-dobrý, stabilný obraz, 3-velký neklud obrazu, slabá hvieza), priezračnosť atmosféry (1-veľmi dobrá, 3-zlá), spoľahlivosť (1-meranie úplne isté, 3-neisté)

V tabuľke sú predpovede zákrytov hviezd Mesiacom na apríl a máj roku 1996 pre súradnice  $\lambda_0=20^\circ$  východnej zemepisnej dĺžky a  $\phi_0=48,5^\circ$  severnej zemepisnej šírky. Prepočet času zákrytu pre inú polohu sa robí podľa vzťahu  $\Delta T=a(\lambda-\lambda_0)+b(\phi-\phi_0)$ , kde a, b sú koeficienty uvedené v tabuľke a  $\lambda, \phi$  sú zemepisné súradnice pozorovacieho stanovišta v stupňoch. Výsledok  $\Delta T$  vyjde v minútach. Do tabuľky boli zahrnuté všetky hviezdy jasnejšie ako 7,0 mag, pokiaľ výška Mesiaca neklesla pod  $5^\circ$  nad obzorom. Počítané sú vstupy/výstupy za neosvetlenú časť Mesiaca.

V tabuľke sú po stĺpcoch uvedené: dátum, čas (UT), úkaz (D=vstup, R=výstup), jasnosť hviezy, pozičný uhol (sever=0°, východ=90°, atd), výška Mesiaca nad obzorom v stupňoch, fáza Mesiaca, označenie hviezy (podľa SAO katalógu), koeficienty na opravu v zemepisnej dĺžke a šírke, výška Slnka (v prípade, že je v intervale -5 až -12° pod obzorom).

J. Gerboš

Dátum	UT	D/R	Mg	Pos	h	fáza	hvieza	a	b	hs
1. 4.	19 46,9	D	57	161	41	0,45	118668	-0,78	-2,05	
3. 4.	2 10,6	D	65	128	15	0,50	138585	-0,57	-2,01	
3. 4.	21 36,9	R	63	273	34	0,52	138967	-1,71	0,43	
6. 4.	21 53,2	R	59	248	12	0,62	159307	-1,26	1,93	
6. 4.	22 54,9	R	56	219	18	0,63	159335	-2,55	3,67	
30. 4.	20 35,8	D	60	94	37	0,44	138798	-1,80	-0,16	
30. 4.	23 08,3	D	63	97	27	0,44	138832	-1,26	-1,29	
2. 5.	18 39,1	R	68	337	15	0,50	158379	-0,25	-0,70	-6
5. 5.	21 35,5	R	69	202	9	0,61	160326	-2,73	5,53	
8. 5.	2 31,5	R	40	248	24	0,68	162512	-1,54	0,57	-5
11. 5.	2 16,3	R	70	275	19	0,78	145938	-1,01	1,24	-7
22. 5.	21 11,6	D	64	128	7	0,18	97647	0,29	-1,91	
23. 5.	19 13,2	D	57	161	31	0,21	98235	-0,07	-3,17	-6
23. 5.	20 33,2	D	43	38	18	0,21	98267	-1,27	0,61	
24. 5.	21 36,2	D	67	41	13	0,25	117908	-0,79	0,13	

## Miniexpedície na hvezdárni v Roztokách

Hvezdáreň v Roztokách začala od leta 1995 poriadaj pre astronómov amatérov a pre tých, ktorí sa ešte len chcú naučiť pozorovať, miniexpedície. Konajú sa každý víkend najbližší k novu. Tieto akcie vznikli hlavne pre tých amatérov, ktorí nemajú prostriedky a možnosti na pozorovanie, ale aj pre tých, ktorým nevyhovuje ich vlastná presvetlená obloha. Pre začiatočníkov je pripravený záučaci program.

Záujemci majú zadarmo ubytovanie v budove hvezdárne, je však potrebné si doniesť spacáky. K dispozícii je aj kompletnej kuchyňa. Cestu a stravu si platí každý sám. Na pozorovanie sú k dispozícii dalekohľady hvezdárne a vynikajúca obloha. V prípade záujmu nám zavolajte na tel. č.: 0937/92320 (na tel. záznamník nadiktujte meno, vek a dátum príchodu), alebo navštívte našu www stránku na internete (<http://www.ta3.sk/hvezdarne/roztoky>). Tam sa môžete dočítať bližšie informácie o miniexpedíciach a zároveň sa hneď môžete na jednu z nich prihlásiť. mimochodom túto www stránku doporučujeme pozrieť všetkým astronómom amatérom, ktorí majú prístup k internetu. Prečo? Nechajte sa prekvapiať. Miniexpedície

začínajú v piatok večer a končia sa v nedele poobede. Povinná výbava: spacák, jedlo, červená baterka, teplé oblečenie. Dovidenia v Roztokách.

David Farinič  
hvezdapl@po.sanet.sk



Orión na 48-minútovej expozícii na film Fuji 400 objektívom 1:8/50. Snímka: David Farinič

## Zákryty hviezd planétami v roku 1996

Pravdepodobnosť pozitívneho pozorovania zákrytov tohto druhu je pomerne malá. Spôsobuje to najmä nedostatočná presnosť predpovede (polohy planétky). Zakrývaný pás je úzky (od niekoľkých desiatok až po niekoľko sto kilometrov), a tak je možné, že planéta medzi pozorovateľmi „preklučuje“. Preto je žiaduce, aby sa do programu zapojilo veľa pozorovateľov na čo najväčšom území. V prípade existencie takejto pozorovateľskej siete je principiálne možné získať spresnenú predpovied presnými astrometrickými meraniami (predpovied poslednej minúty). Podľa Rolanda Boninsegna (European Asteroidal Occultation Network) sa na pozorovanie zákrytov hviezd planétami (a kométo P/Shoemaker-Levy 9) v druhom polroku 1994 na Slovensku podieľali len 7 pozorovateľov (Gális, Kaniansky, Karabáš, Kušnírák, Másiar, Rapavý, Znášik) z celkového počtu 58 pozorovateľov z 12 krajín Európy.

Ak teda máte k dispozícii vhodný dalekohľad (alebo zájdite na najbližšiu hvezdáreň), zapojte sa do tohto pozorovacieho programu. Ak aj po niekoľkých pokusoch zákryt nespozorujete, nezúfajte, aj takéto pozorovanie je využitelné. Môžete mi veriť, že je mimoriadne vzrušujúce pozorovať pomaly sa približujúcu planétu (ak je v dosahu dalekohľadu) k hviezde, aj keď ju nezakryje. Okrem tohto pocitu sa však môžete pokúsiť o zmeranie času konjunkcie hviezy a planétky (pomocou rovinnej clonky alebo vlákna v okulári). V tomto prípade sa vaše pozorovanie stáva plnohodnotným a stávate sa ďalším členom tejto zákrytárskej rodiny.

Podľa EAON je na rok 1996 predpovedaných 59 zákrytov, z toho pre obdobie apríl – december 44. Pozorovacie podmienky (Slnko 13° pod obzorom, minimálna výška hviezy 20° pre 9 mag, a 30° pre 10 mag) zúžujú počet na 16 najvhodnejších úkazov. V dvoch prípadoch, keď je najväčšia pravdepodobnosť pozorovania zákrytu (5. mája 1201 Strenua a 29. októbra 1780 Kippes), bude pozorovanie rušené ubúdajúcim Mesiacom po splne.

Výsledky pozorovaní (aj negatívne) zašlite najneskôr do 3 dní na adresu: Hvezdáreň, p.p. 23, 979 80 Rimavská Sobota. Vážnym záujemcom zašleme pozorovacie protokoly. Pozorovacie mapky i predpovede jednotlivých zákrytov budú uverejňované v rubrike Pozorujte s nami.

P. Rapavý

## Pozvánka na ZMAS

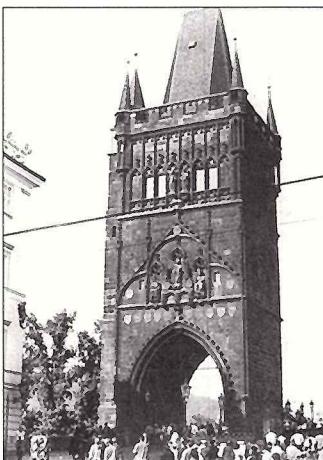
Pracovníci Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove pozývajú všetkých mladých záujemcov o astronómiu na XXVIII. Zraz mladých astronómov Slovenska. Tohto roku bude opäť v Modrovej, v termíne 1.–7. júla. Výška účastníckeho poplatku je stanovená na 500,- Sk. Stravovanie bude zabezpečené tradične v jedálni miestneho hotela, ubytovanie bude vo vlastných stanoch.

Všetkým záujemcom o astronómiu, ktorí sa ozvú na adresu SÚH, 947 01 Hurbanovo a k adrese pripíšu heslo „ZMAS“, pošleme prihlášku a podrobne informácie.

Jozef Csipes



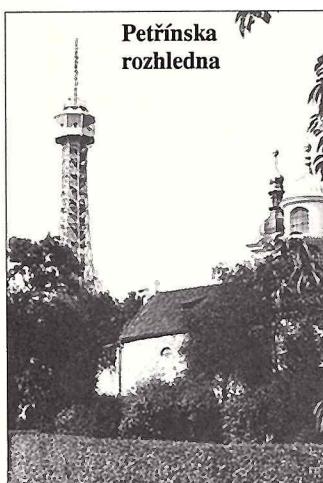
Socha M. R. Štefánika pred Hvezdárnou na Petříně.



Staroměstská mostní věž



Dom, v ktorom žil a pracoval Johannes Kepler.



## Astronomické zaujímavosti Prahy

Hvezdáreň Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom dbá o odborný rast pracovníkov a spolupracovníkov hvezdárni a planetárií formou priamych návštev rôznych astronomicky významných a zaujímavých miest a pracovísk v štátach Európy. Po akciách v Maria Enzersdorfe a v Paríži pripravila na sklonku leta ďalší vydarený tematický zájazd, tentoraz k susedom do Prahy. Sprievodcov im robili pracovníci pražskej hvezdárne, preto si myslím, že je vhodné podeliť sa o poznatky o najatraktívnejších miestach astronomickej Prahy s čitateľmi, a dať im tak typ na organizovanie podobných akcií. Pokúsim sa podrobne popísť jednu z možných trás, plnú astronomickej histórie i súčasnosti, ktorá sa dá pohodlne absolvovať za jeden deň.

Prehliadku môžete začať vo Hvezdárni na Petříně. Bola vybudovaná v rokoch 1928–1933 a dnes už po druhýkrát nesie meno Milana Rastislava Štefánika. Stretnete sa tu s ochotnými ľuďmi, ktorí vám odpovedia na zvedavé otázky, premetnú vhodne zvolený program a uskutočnia praktické pozorovanie objektov na oblohe v niektoej z troch kupolí hvezdárne. Od roku 1994 stojí pred budovou hvezdárne socha M. R. Štefánika.

Pár metrov od hvezdárne sa nad mestom vypína pražská Eiffelovka – Petřinská rozhľadna. Hore sa dostanete jedine pešo po 299 schodoch, no nádherný pohľad na Prahu a okolie stojí za trochu námaha.

Z Petřína sa zveziete dolu do mesta pozemnou lanovou dráhou a po malebných malostranských uličkách sa dostanete ku Karlovemu mostu. Prejdite po ňom a pri poslednom mostnom oblúku sa nezabudnite pristaviť pri Staroměstské mostní věži, ktorá bola postavená v 14. storočí. Na jej priečeli sú rukami starých majstrov znázornené štyri astronomické sféry – pozemská, ktorá siaha do výšky jazdca na koni, nad ňou klenutá mesačná, vyššie slnečná a na najvyšom mieste nebeská.

Vydajte sa potom po uzučkej Karlovej ulici (bývalej Kráľovskej ceste) a po pár metroch prídeť k domu č. 4. Je zaujímavý tým, že tu v rokoch 1609–1612 žil a pracoval významný nemecký astronom, matematik a fyzik Johannes Kepler (1571–1630). V Prahe pôsobil od roku 1600 a počas tohto pobytu objavil prvé dva zákony o pohyboch planét okolo Slnka.

Len o kúsok ďalej sa nachádza pražské Klementínum. Tento skvost architektúry, umenia, kultúry a vedy 18. storočia je považovaný za prvú pražskú hvezdáreň. Astronomické pozorovania sa uskutočňovali z terasy klementínskej veže už v roku 1722. Z tohto miesta sa taktiež raz denne dával signál k výstrelu z dela, ktoré oznamoval poludnie. Klementínsku vežu ľahko spoznať už z diaľky podľa toho, že na jej vrchole sa vyníma socha Atalanta nesúceho nebeskú sféru.

Karlova ulica vás doviedie na Staroměstské námestie, historicky najvýznamnejší priestor mesta pražského. Dominantou námestia je Staroměstská radnice so svetoznámym orlojom – dielom hodinárskeho majstra Mikuláše z Kadaně z roku 1410. Takmer v strede námestia, nedaleko sochy Jana Husa, si nezabud-

nite pozrieť pražský poludník, ktorý je výrazne vyznačený na dlažbe. Podľa tohto poludníka sa v minulosti určoval v Prahe čas.

Na východnej strane Staroměstského námestia sa vysoko nad domami dvíha Týnský chrám s dvoma charakteristickými vežami z 15. storočia. Z námestia sa doňho dostenete prieskodom cez bývalú Týnskú školu. Je tu pochovaný veľký dánsky astronóm Tycho de Brahe (1546–1601).

Pokiaľ ešte nebudeť unavení a zostaňte vám čas a chut, presuňte sa do odtiaľto vzdialenejšej časti mesta a navštívte ďalšie specializované pracovisko – Planetárium Praha. Bolo postavené roku 1960 v oddychovej zóne mesta v Královské oboře. Vo svojich zmodernizovaných priestoroch, s využitím kvalitného technického a prístrojového vybavenia, ponúka množstvo zaujímavých programov z oblastí astronómie, kozmonautiky a príbuzných prírodných vied pre všetky vekové skupiny návštěvníkov.

Spomenuté miesta tvoria len niektoré z možností, ktoré vám ponúka stovežatá Praha. Možete si ďalej pozrieť Belvedér – letohrádok kráľovny Anny, kde v rokoch 1600–1601 uskutočňovali astronomické pozorovania J. Kepler a T. Brahe, pristaviť sa pri pamätníku týchto vedcov, ktorý stojí na mieste niekdajšieho Curtiovoho domu na Pohořelci. Máte možnosť navštíviť aj Národní muzeum, Národní technické muzeum, Muzeum letectví a kozmonautiky, Hvězdárnou v Ďáblicích...

Prajeme Vám prijemné cestovanie, veľa nových poznatkov.

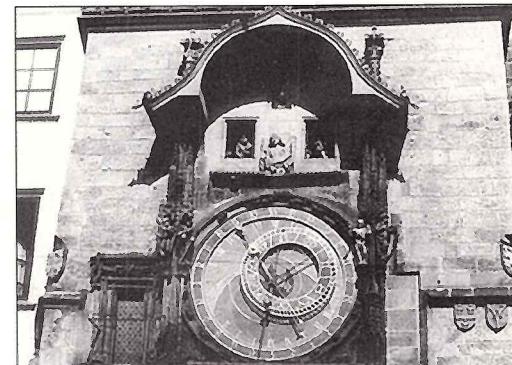
Peter Poliak



Planetárium Praha



Označenie pražského poludníka



Pražský orloj

## Opustili nás

Nitrianska amatérska astronómia zaznamenala v poslednom období citelné straty. V priebehu niekoľkých mesiacov navždy opustili svojich najbližších, priateľov a známych traja zakladajúci členovia astronomickeho hnutia v Nitre.

12. júna minulého roku zomrel vo veku nedožitých 81 rokov dlhoročný spolupracovník Hvezdárni v Hurbanove, Hlohovci, Prešove a Astronomickeho kabinetu v Nitre – EUGEN TITKA.

Narodil sa 29. júla 1914.

Amatérskou astronómiu sa začal zaoberať v roku 1937. Získaval pre túto oblasť ďalších nadšencov, čím sa v rokoch 1951–1953 veľkou mierou zaslúžil o založenie prvého astronomickeho krúžku v Nitre. Stal sa lektorman pre astronómiu a ochotne odovzdával svoje vedomosti všetkým záujemcom. Dlhé roky sa venoval systematickému pozorovaniu slnečnej fotosféry a patril medzi najaktívnejších a najuznávanejších pozorovateľov Slnka. Svoje organizačné schopnosti uplatňoval vo funkcií tajomníka MO SZAA v Nitre a ako člen SAS pri SAV.

Vo veku nedožitých 80 rokov zomrel 6. februára toho roku aktívny spolupracovník SÚH Hurbanovo, HaP Hlohovce, AK Nitra a dlhoročný člen Slovenského zväzu astronómov amatérov a Astronomickej spoločnosti pri SAV – Ing. KAROL KRÁLÍČEK.

Narodil sa 28. novembra

1916. S amatérskou astronómiu sa prvýkrát oboznánil ako mladý skaut vo svojich 13-tich rokoch. Neskor patril do skupiny nadšencov, ktorá sa začiatkom päťdesiatych rokov pričinila o založenie prvého astronomickeho krúžku v Nitre. Odvtedy vyše štyridsať rokov neúnavne propagoval a popularizoval poznatky z oblasti astronómie. Prvoradú pozornosť venoval najmä výchove mladej generácie. Ako vedúci niekoľkých astronomických krúžkov pri základných a stredných školách získal a zapálil pre astronómiu množstvo mladých ľudí.

Len o niekoľko dní neskôr, 22. februára toho roku, zomrel vo veku nedožitých 78 rokov ďalší dlhoročný spolupracovník hvezdárni Západoslovenského regiónu, Astronomickeho kabinetu v Nitre, člen SZAA a SAS pri SAV – Ing. DEZIDER GRÁČIK.

Narodil sa 16. marca

1918. K astronómii mal vzťah už v mladosti, preto sa rozhodol študovať na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave geografiu a história, so špecializáciou na astronomicko-matematický zemepis. Nadobudnuté vedomosti a praktické skúsenosti odovzdával potom ako pedagóg mladým ľuďom na viacerých stredných a vysokých školách. Na strednej priemyselnej škole potravinárskej v Nitre založil v roku 1966 astronomický krúžok, ktorý úspešne viedol až do odchodu do dôchodku v roku 1981. Nadalej však aktívne pracoval ako lektor AK. Vždy vystupoval ako zanietený popularizátor a propagátor amatérskej astronómie.

Odhodmi týchto vynikajúcich ľudí sme stratili nielen schopných odborníkov, nezíštnych spolupracovníkov, ale i dobrých kolegov a priateľov.

Čest ich pamiatke!



Text a foto:  
Mgr. Peter Poliak

## Odišla vzácná žena

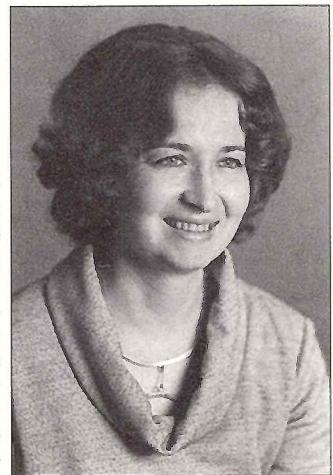
„My smrteľníci sme v pozoruhodnej situácii. Vieme, že sme pre druhých, predovšetkým pre tých, na koho úsmieve, na koho zdraví celkom závisí naše štastie, no aj pre nejedného človeka, ktorého nepoznáme a s osudem ktorého sme späť putom súcitenia.“

Albert Einstein

Oznámenie s týmto mottom koncom februára zasiahlo pracovníkov slovenských hvezdární ako blesk z jasného neba. Dotíklo šfachetné srdce zanietenej propagátorky astronómie, skvelej kolegyne, obetavej a chápavej kamarátky.

PhDr. ALŽBETA REISKUPOVÁ, rodená Nirová, uzrela svetlo sveta 19. 11. 1945 v Martine. Po štúdiu na ukrajinskom gymnáziu v Prešove absolvovala odbor filozofia – fyzika na Filozofickej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Prvý rok pracovala ako stredoskolská učiteľka na SEŠ vo Vranove nad Topľou, štvri roky ako odborná asistentka na Filozofickom ústave SAV. Ďalších šesť rokov – keďže sa medzitým vydala a kvôli svom deťom chcela byť čo najbližšie – učila vo svojom bydlisku v Sečovciach a dva roky na SEŠ v Trebišove. V r. 1983 nastúpila ako metodička do Hvezdárne v Michalovciach. V priebehu tohto pôsobenia si vykonala rigorózne skúšky z filozofie a ako vedúca popularizačno-vzdelávacieho oddelenia odišla v r. 1987 do ňou založenej Hvezdárne v Trebišove, ktorej riaditeľovala do konca života. Celý svoj aktívny život zasvätila Betka práci s deťmi a mládežou, pre astronómiu zapálila veľa sŕdc. Jej vlastné však náhle, bez slova rozlúčky zlyhalo 18. februára 1996 vo veku 50 rokov. Odišla vzácná žena plná plánov, ktoré už nikdy neuskutoční. Navždy zostane s príznačným milým úsmevom na tvári v srdciach tých, čo ju poznali. Čest jej pamiatke!

D. Lišáková



## Zatmenie pre verejnoscť

Pracovníci slovenských profesionálnych astronomických pracovísk zorganizovali za vlaňajším úplným zatmením Slnka dve vedecké expedície. Jednu realizoval Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici, ktoré členovia si zvolili za svoje pôsobisko Indiu, druhú usporiadala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, ktoréj pozorovanie stanovište bolo v Thajsku.

Clenovia expedícii získali mnoho dôležitých údajov, informácií, podkladov pre vedecké práce, zhovili exkluzívne fotografie, diafrozity a videozáznamy a samozrejme, vrátili sa plní nových dojmov a zážitkov z pre nás exotických krajín. O tomto všetkom teraz informujú širokú verejnosť na rôznych stretnutiach, prednáškach a besedách.

Na fotografiu viditeľne členov expedície SÚH Hurbanovo (zľava – Mgr. L. Druga, Ing. T. Pintá a RNDr. B. Lukáč, CSc.) na podujatí, ktoré pripravil pre záujemcov Astronomický kabinet Regionálneho kultúrneho strediska v Nitre.

– pp –



## Meteorit Rumanová

S veľkým záujmom verejnosti sa stretlo podujatie Astronomickejho kabinetu RKS v Nitre, ktorého tému bola prezentácia meteoritu Rumanová. Vyše 80 účastníkov malo možnosť dozvedieť sa z úst odborníkov vela údajov o meteoritech všeobecne, najmä však o chondrite, ktorý sa našiel nedaleko Nitry v katastri obce Rumanová. Návštěvníci mali jedinečnú možnosť vidieť meteorit celkom zblízka i potežkať si ho v ruke. Program bol o to autentickejší, že ho pripravili ľudia, ktorí sa s meteoritom dostali do kontaktu ako prví a ich zásluhou je to dnes taká vzácnosť: nálezca meteoritu Ing. Jozef Tehlár (na snímke druhý zľava) priniesol „záhadný kamieň“ do AK RKS v Nitre Mgr. Petrovi Poliakovi (prvý sprava), ktorý ho postúpil na odborný výskum RNDr. Vladimírovi Porubčanovi, DrSc. (druhý zľava) do Astronomickejho ústavu SAV v Bratislave a RNDr. Igorovi Rojkovičovi, DrSc. (tretí sprava) do Geologického ústavu SAV v Bratislave.

Text a foto: P. Poliak

**KÚPIM** binokulárny nástavec k mikroskopu a k nemu 2 sady okulárov s ohniskom  $f = 50$  mm a  $f = 6$  mm. Fero Rudolf, Trenčianska Turná, Lúčna 536. Tel.: 0831/85265.

**PREDÁM** 2 ks sklených kotúčov  $\varnothing 150$  mm hrúbky 15 mm (bez vnútorného pnutia) a 3 sady brúsnych práškov z distribúcie LH Rokycany (len spolu s kotúčmi) a kúpim ortoskopický okulár  $f = 10$  mm. Ing. V. Poparovský, I. Bukovčana 9, Bratislava - Devínska Nová Ves, 841 07.

**VÝMENÍM** objektív 65/540 a Epigutar Meopta 1:3,8, f = 400, D 100 za kvalitnejší trieder a orthoskopický okulár f = 16. Aj jednotivo. Miroslav Krajčík, Račianska 57, 831 02 Bratislava.

**SAC BBS** (tel.: 07/2048232, 2048295) ponúka možnosť bezplatného získania programov s astronomickou tématikou pre DOS aj Windows. Uvítame spoluprácu so slovenskými a českými autormi astronomických programov.

**KÚPIM** na ZENIT filter, medzirkružky a redukciu M42/EXAKTA bajonet. Maroš Haring, Pod Banošom 31, 974 01 Banská Bystrica.

### PRODÁM:

	r	f	Typ	Výrobce	Kč
objektív	2	28	Visigon	Carl Zeiss Jena	100
objektív	3,5	37,5	Tessar	Carl Zeiss Jena	100
objektív	2,8	50	Tessar	Carl Zeiss Jena	100
objektív	2,8	70	Tessar	Carl Zeiss Jena	100
objektív	4,5	180	Xenar	Schneider Göttingen	500
objektív	2,8	100	Miron	Meopta	150
objektív	2,8	105	Belar	Meopta	150
zrcadlo	150	1150			1000
zrcadlo	210	1234	se středovým otvorem		1200
dalekohled	120	1010	Newton		700
dalekohled	170	1800	Cassegrain		4000

**KOUPIM** Kozmosy 3/83, 5/86, 87 celý ročník, 1–5/88, 2/90, 4/90, 5/90, 3/94, nebo celé ročníky. Literatúru a podklady (fotografie a výkresy) pre stavbu makiet astronomických prístrojov nad 2 m průměru optiky. I. jen jejich zapojení. Adresa: Jaroslav Karč, Rožňavská 3, Olomouc, 779 00.

Pozn.: redakcia nezodpovedá za obsah riadkovej inzercie.

Trojica záberov kométy 73P/Schwassmann-Wachmann 3, ktorú získali cez červený filter inštrumentu EMMI v ohnisku dalekohľadu NTT na observatóriu ESO na La Silla v Chile 12., 13. a 14. decembra minulého roka, keď bola kométa vzdialenosť od Zeme 260 miliónov kilometrov, zreteľne ukazuje následky výbuchu, ktorý sa v jadre kométy uskutočnil vlnami na jeseň. Jadro, opotrebované častými excitáciami materiálu, výronom prachových a plynných čiastočiek pri opakovanej návrate do blízkosti Slnka, na najzerodanejšom mieste prasklo a kométa sa rozdelila na niekoľko menších časťí. Dva najjasnejšie úlomky sú od seba vzdialenosť už 5100 kilometrov. Štvrtý, spodný záber, ukazuje vzhľad kométy na vlnovej dĺžke okolo 10 mikrónov, teda v infračervenej oblasti spektra, kde sa prejavuje tepelné žiarenie objektu. Je zaujímavé, že jasny úlomok z fotografií je i tu veľmi výrazný, ostatné, zrejme menšie kusy, nevidno. Táto kondenzácia podľa vedcov predstavuje hustý prachový oblak okolo najväčšieho úlomku, zrejme toho, čo zostalo z pôvodného jadra.

Snímky: ESO

## Rozpadla sa kométa 73P/Schwassmann-Wachmann 3

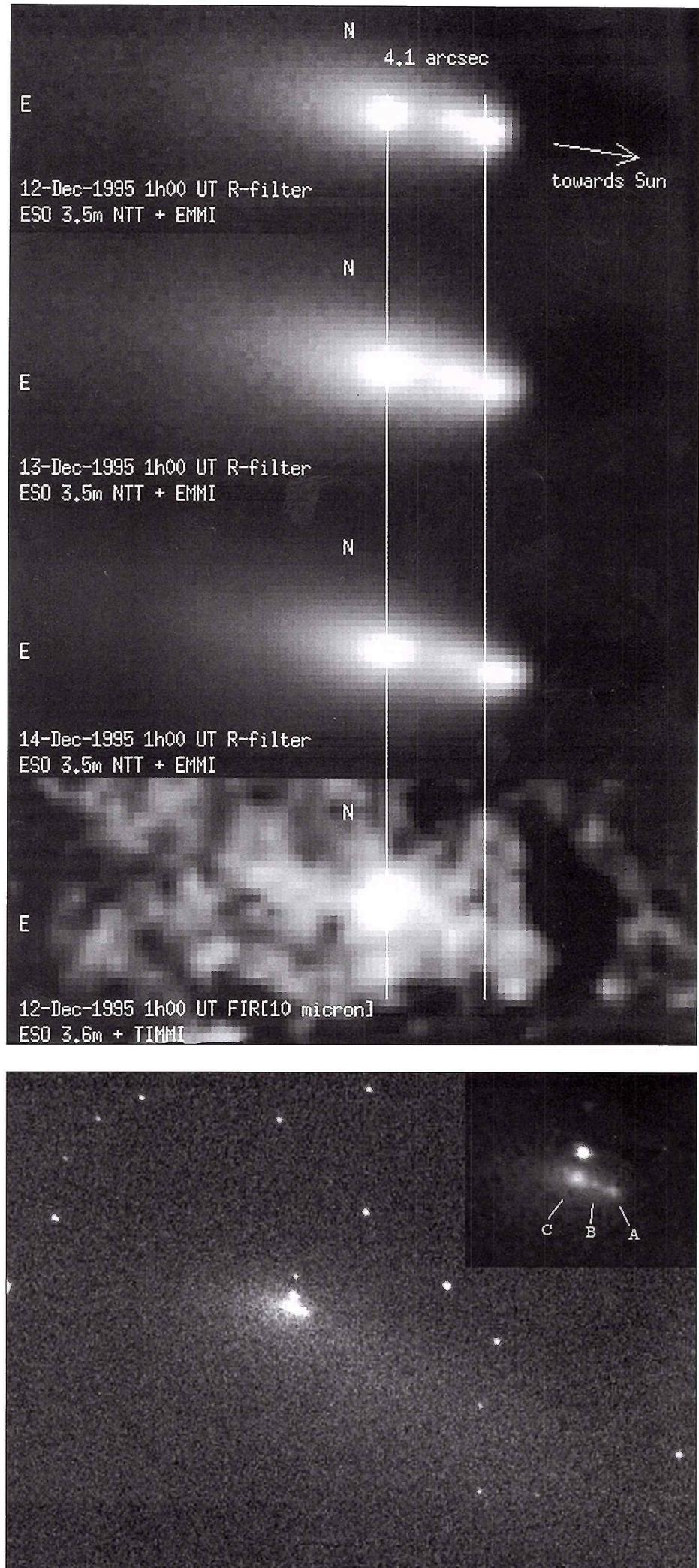
Krátkoperiodická kométa 73P po prechode periheliu v septembri 1995 náhle zvýšila svoju jasnosť, zrejme kvôli rozpadu. Po pozorovaniah zvýšenej produkcie OH sa podarilo už v decembri odhaliť aj 4 oddelené jaderka – najskôr v infračervenej oblasti, neskôr aj vo vizuálnej.

Kométa sa v súčasnosti pohybuje po dráhe, popri ktorej Zem prechádza každoročne okolo 22. mája vo vzdialenosť 0,045 AU, takže vtedy pozorujeme nevýrazný meteorický roj. Materská kométa bola donedávna objekt s rozmerom asi 6–7 km, no teraz vznikli úlomky, z ktorých najväčšie majú rozmer asi 2–3 km. Svojimi perihéliami prejdú koncom januára roku 2001, ale podmienky na ich pozorovanie budú zo Zeme veľmi nepriaznivé. Úplne iná situácia bude pre pozemských pozorovateľov v roku 2006, keď budú úlomky už od seba značne oddelené. Pri Zemi budú najbližšie práve začiatkom mája, takže potom bude nasledovať ich vlastný, no už výraznejší meteorický roj. Nebudú to už ale τ-Herkulidi, ktoré obiehajú po dráhe starej kométy. Kométa totiž prešla v blízkosti Jupitera, ktorý ovplyvnil aj sklon jej dráhy. Radiant bude teda posunutý v deklinácii o niekoľko stupňov nižšie a v rektascenции západnejšie.

Adrián Galád

Snímka kométy 73P/Schwassmann-Wachmann 3 z 13. januára 1996. Exponované 17:08:26–17:08:56 UT, keď sa kométa nachádzala vo vzdialenosťi 1,758 AU od Slnka a 2,227 AU od Zeme, pomocou 60-cm reflektora so CCD kamerou na AGO MFFUK Modra-Piesok. Na zväčšenom výreze vidno jednotlivé jadrá. Najbližšie k Slnku je jadro A. Jadro D je v tesnej blízkosti C.

Foto: A. Galád, A. Pravda  
Snímku spracoval A. Pravda





Táto hľbková fotosonda na okraj vesmíru sa určite zapíše do zlatej knihy astronómie. Vidieť na nej približne 1500 galaxií, pričom niektoré z nich existovali už pred 14 miliardami rokov, sotva tisíc miliónov rokov po big bangu. Najhlbšiu fotografiu v dejinách astronómie zostavili z 276 starostlivo vybraných záberov. (Celkový počet expozícií bol 342.) Hvezdárov-galaxiológov najviac vzrušil veľký počet mladých galaxií v počiatočnom štádiu vývoja. Identifikovali medzi nimi niekolko exotic-kých, čo do tvaru doteraz nepozorovaných exemplárov. V budúcom číslе venujeme najhlbšej snímke zásadný materiál.

Foto: HST / R. Williams