

KOZMOS

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy,
KUHNOVNA HVĚZDÁRY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

1999
ROČNÍK XXX.
Sk 25,-

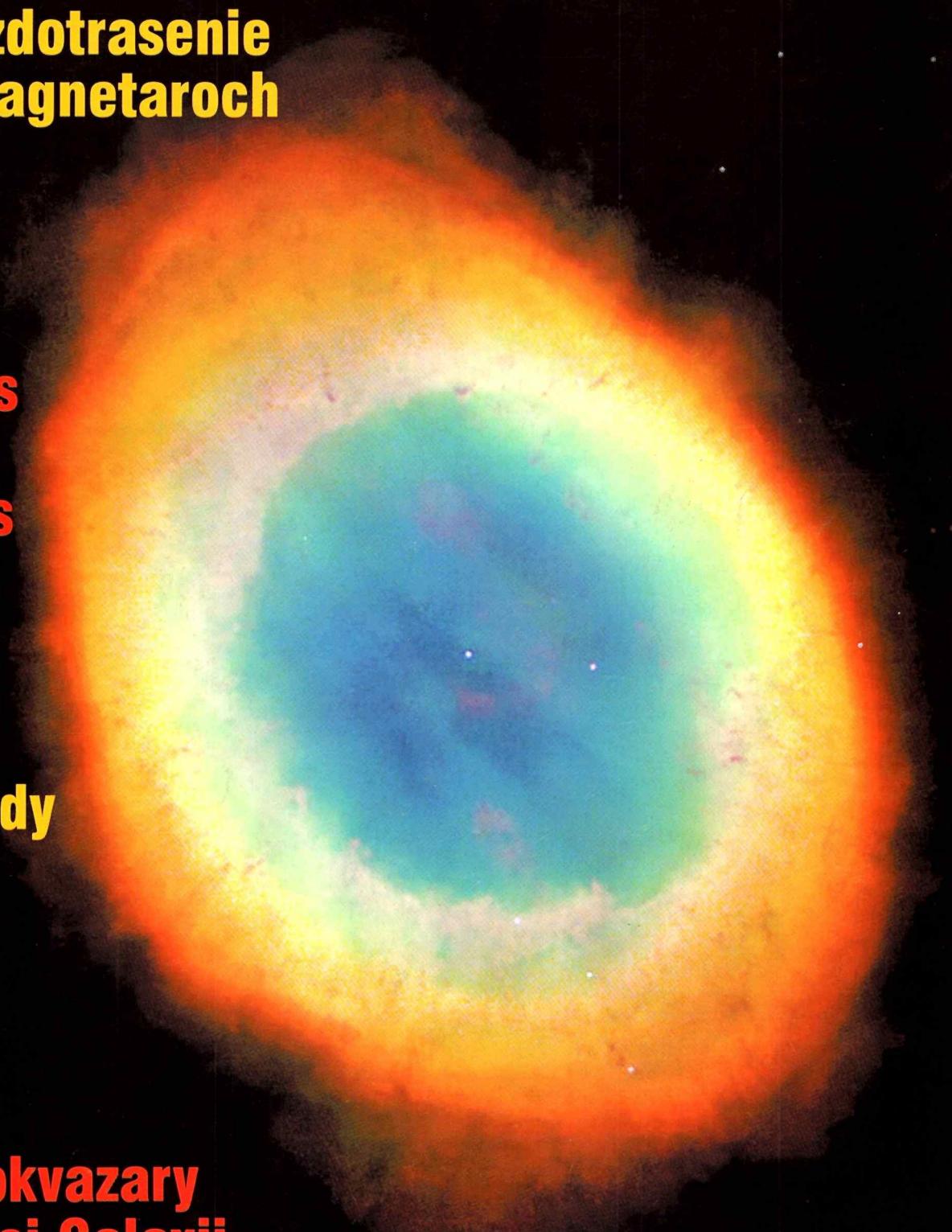
1

**Hviezdotrasenie
na magnetaroch**

Rivers
of
Venus

**Leonidy
1998**

**Mikrovazary
v našej Galaxii**



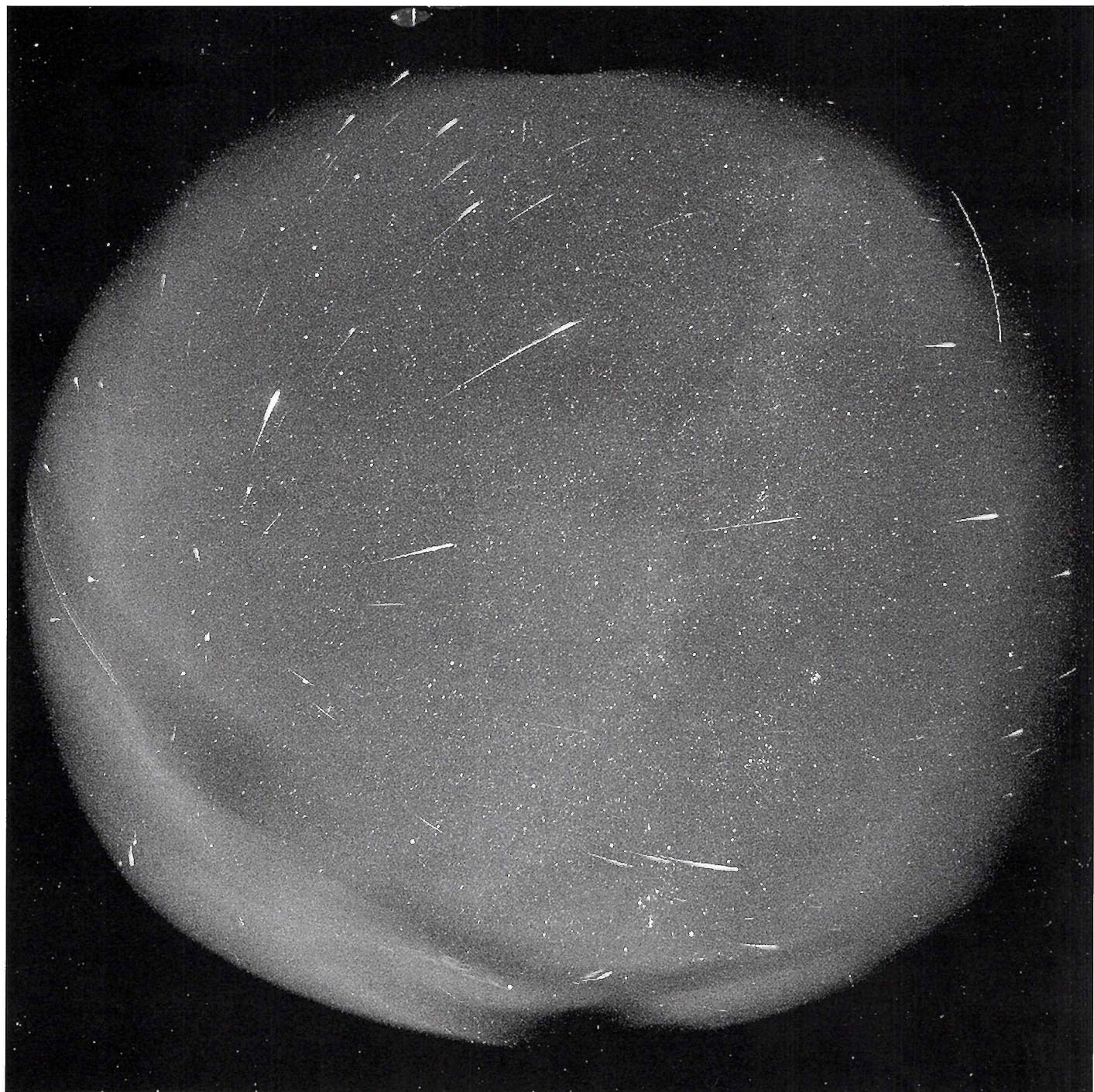
Leonidy 1998

Vo februári minulého roku prešla kométa Tempel-Tuttle po 33 rokoch znova perihéliom. Predpokladalo sa, že Zem pri svojom každoročnom obehu okolo Slnka sa stretne s pomerne hustým oblakom častíc – meteoroidov, uvoľnených z jadra kométy. K stretnutiu s prúdom meteoroidov dochádza v druhnej polovici novembra. V dôsledku tejto skutočnosti sa očakával meteorický „dážď“. Masovokomunikačné prostriedky informovali, že „padajúce hviezdy“, teda meteory, bude možné po-

zorovať 17. novembra okolo 20.00 h nášho času. V tomto období bol však radiant meteorického roja Leoníd hlboko pod obzorom. Nepresnosť stretnutia Zeme s prúdom častíc bola niekoľko hodín, takže aktivita roja mohla nastaviť skôr či neskôr. A naozaj, Zem preletela najhustejšou časťou roja o celých 16 hodín skôr.

(vm)

(Viac sa dočítate na stranách 26–28)



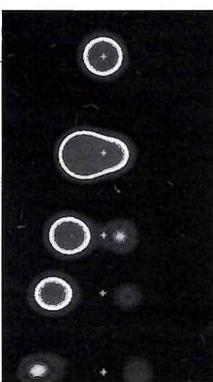
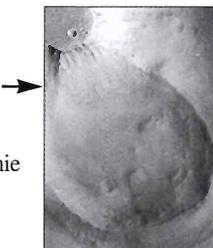
Fotografická snímka Leoníd celooblohovej pointovanej komory exponovaná v noci 17. novembra 1998 v čase od 0:33:00 do 4:37:10 SEČ na Astronomickom observatóriu v Modre (Astronomický ústav MFF UK Bratislava). Použili sa fotografické platne Fomapan T 200 s rozmermi 90×120mm. Priemer oblohy na snímke je 80 mm. Radian v súhvezdí Leva je evidentný naľavo od stredu. Celkový počet meteorov zaznamenaných na negatíve je 156! Fotografické celooblohové komory s objektívmi Zeiss Distagon (rybie-oko) 3.5/30 mm sa prevádzkujú v spolupráci s AÚ SAV a AÚ AVČR.

TÉMY ČÍSLA

- 2 Radiácia zo vzdialenej hviezdy prenikla do atmosféry Zeme / David Kestenbaum**
- 3 Hviezdotrasenie na magnetaroch / Karen Southwell Život po smrti (4. str.)**
- 6 Rivers of Venus / Jeffrey Kargel**

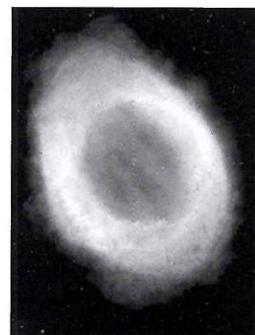


- 10 Tri sondy k červenej planéte / Marcel Grün**
- 13 Svět podle sondy Hipparcos**
(rozhovor s M. A. C. Perrymanem, vedeckým rediteľom projektu Hipparcos) / Stanislav Štefl
- 16 MARS GLOBAL SURVEYOR**
Exhumovaný kráter na Kasei Vallis →
- 17 Žen objevů 1997 (XXXII.)**
8. Život ve vesmíru; 9. Přístroje; 10. Astronomie a společnost / Jiří Grygar
- 17 Čo pozorovať pri zatmení? / Milan Rybanský**
- 23 Mikrovazary v našej Galaxii / I. F. Mirabel, L. F. Rodríguez** →
Určovanie vzdialenosť pomocou špeciálnej teórie relativity (24. str.)
- 25 Astronomické otázky a odpovede / Alena Kulinová**
- 26 LEONIDY 1998**
Noc, ktorej vládli Leonidy / Tomáš Paulech, Juraj Tóth; Leonidy 1998 / Pavol Rapavý (27. str.); Leonidy 1998 v Partizánskom / Vladimír Mešter (27. str.); Leonidy 1998 v Mongolsku / Jaroslav Gerboš (28. str.); Leonidy 1998 (2. str. obálky)



obálka

Hubblus vesmírny teleskop získal doteraz najostrejšiu snímku z M57, nazývanej aj Prstencová hmlovina v súhvezdí Líry, ktorá je najznámejšou zo všetkých planetárnych hmlovín. Táto snímka je zo 6. januára tohto roka; teleskop nazrel do plynového tunela, ktorý vytvorila umierajúca hvieza pred tisícami rokov. Na snímke vidite predlženú formáciu odvrhnutého, expandujúceho materiálu, obaleného plynom na okraj hmloviny. Svetlá škvarka uprostred je centrálna hvieza v modrastom obale horúceho plynu. Priemer M57 dosahuje dĺžku jedného svetelného roka. Hmlovina je od Zeme vzdialá 2000 svetelných rokov; nachádza v smere súhvezdia Líra. Fraby na fotografii sú pomerne verno, reprezentujú tri rozličné chemické prvky: helium (modrá), kyslík (zelená), dusík (červená).



RUBRIKY

- 29 POZORUJTE S NAMI**
Obloha v kalendári (február – marec 1999) / Pavol Rapavý, Jiří Dušek; Dotyčnicový zákrty a čo s tým / Jaroslav Gerboš
- 33 SLNEČNÁ AKTIVITA**
Október – november 1998 / Milan Rybanský
- 34 LETNÉ PODUJATIA ROKU 1998**
Astrotyždeň '98 / Anna Beňová; Letné podujatia sobotíšskej hvezdárne / Svetozár Štefček; ESA '98 / Svetozár Štefček; Mladí Klačne / Ján Horňák; Astrotech '98 / Vladimír Mešter; Moravský Titanic / Alexander Pravda; 29. medzinárodný astronomický camp / Norbert Werner; Nová amatérská skupina v Nemecku / Mathias Smögner
- 26 ASTRONOMICKÉ PODUJATIA**
Seminár o CCD kamerách v Modre / Zdeněk Komárek; Konferencia Novinky v astronómii '98 / Zdeněk Komárek; Slnčné hodiny na Kláštorisku / Daniel Sokol

AKTUALITY / ČLÁNKY / RÔZNE

- 15 Argentínsky zabiják / Jiří Dušek**
- 15 Pomaturitné kvalifikačné štúdium astronómie / Marián Vidovenec**
- 3. ob NEAR: snímky planétky Eros z blízkeho obeletu**
- 4. ob Hubble Heritage projekt – viac než obrázková galéria**

CONTENTS

Starquakes on Magnetars (Karen Southwell)	3
Missions to Red Planet (Marcel Grün)	10
Universe after Hipparcos	
Interview with A. G. Perryman	13
Astronomical Highlights 1997 (Jiří Grygar)	17
Microquasars in our Galaxy	23
Astronomical Questions and Answers	25
Leonid Meteors 1998 in Mongolia	26

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Piniér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Alena Kulinová – redaktorka, Lídia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 14133, v Čechách: Türkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. • **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného krahu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. • **Vychádzka:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 25,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozšíruje Poštová novinová služba – voľný predaj. Ústredná expedičia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a. L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava – predplatiteľia. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách bolo podávanie novinových zásielok povolené Českou poštou, s.p. OZSeC Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Zadané do tlače 23. 1. 1999. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

ISSN 0323 - 049X

Radiácia zo vzdialenej hviezdy prenikla do atmosféry Zeme

27. augusta, o 3,22 Pacifického času, prevala sa vlna röntgenového a gama žiarenia okolo Zeme. V horných vrstvách atmosféry zmenila noc na biely deň a primäla prístroje na viacerých satelitoch, aby sa prepali do ochranného „self-hold“ stavu. Podľa astronómov toto vzplanutie röntgenového a gama žiarenia bolo vyvolané hviezdotrasením, ktoré nastalo pred 20 000 rokmi vo vzdialosti mnohých svetelných rokov na superhustej, superzmagnetizovanej neutrónovej hviezde; vzplanutie vygenerovalo hviezdotrasenie, spôsobené prehriatim magnetara (pozri článok na nasledujúcej strane). Neutrónové hviezdy sú známymi zdrojmi röntgenového žiarenia, lenže v tomto prípade išlo o „najmohutnejší úkaz tohto druhu za posledných 30 rokov, odkedy sa tieto veci monitorujú“, vyhlásil astrofyzik Kevin Hurley z University of California v Berkeley.

Intenzita tohto päťminútového pulzu sa na povrchu Zeme prejavila iba zanedbateľne; v okolitej vesmíre však hodnota röntgenového žiarenia dosiahla desatinu dávky zubárskeho röntgenu. Ak sa dôsledky takej vzdialenej katastrofy prejavili i v našich končinách s takou intenzitou, potom zdroj musel vyžiať pekelne veľké množstvo žiarenia. Astronaut, ktorý by sa nachádzal o desatinu svetelného roka ďalej od Zeme, by dostal osudnú dávku žiarenia už počas jedinej sekundy. Napríklad na sondách Rossi X-ray Timing Explorer, na sonda NEAR, mieriaci k planétku Eros, i na satelite Konus-Wind preventívne ochranné zariadenie zabezpečilo vypnutie všetkých prístrojov. Poriadny odtlačok zanechala vlna žiarenia i na atmosfére našej planéty.

Vo chvíli, keď do príslušných riadiacich center došla alarmujúca správa o tejto udalosti, Uman Inan, fyzik zo Stanford University, zburcoval posádku Holografickej antény pre výskum ionosferických bleskov (HAIL), čo je sústava 50 rádioantén, rozmiestnených od Wyomingu až po Nové Mexiko, ktorá monitoruje veľmi nízke frekvencie rádiového vysielania (vlnová dĺžka ~10 mterov), pomocou ktorých americké námorníctvo komunikuje so svojimi loďami a ponorkami.

Po určení intenzity a fázy vln dokáže HAIL určiť, do akej miery sa výška ionosféry zmenila. Hrubšia ionosféra reaguje obvykle ako veľký tlmiaci vankúš; oslabuje rádiové signály na ich ceste medzi ionosférou a povrhom Zeme.

Inan a jeho kolegovia zistili, že intenzita rádiových signálov z Havaja a Seattlu vo chvíli, keď pulz žiarenia obchádzal Zem, podstatne zoslabla. Ich signály narážali na nočnú ionosféru, ktorá sa normálne nachádza vo výške 85 kilometrov nad povrhom Zeme. Počas dňa rádiové žiarenie zo Slnka ionizuje viac molekúl, čo podstatne zvyšuje hrúbku ionosféry. Oslabenie signálov počas radiačného pulzu však dokazuje, že spodná vrstva ionosféry klesla po náraze vlny až na úroveň 60 kilometrov; na takúto úroveň sa ionosféra dostáva cez deň, aj to iba v hodinách, keď je slnečné žiarenie najsilnejšie. Nikdy predtým vedci nezaznamenali, že by sa pulz žiarenia zo zdroja mimo našej slnečnej sústavy prejavil na atmosfére až tak dramaticky.

Pôvod pulzu sa podarilo určiť až potom, keď vedci zistili, že sa jeho intenzita mení v cykle 5,16 sekundy, čo je presne períoda röntgenového zdroja SGR 1900+14, ktorý leží v súhvezdí

Aquila (Orol). Vzápäť zistila aj to, že ide o zdroj, ktorý sa poslednom čase aktivizoval. Totožnosť zdroja potvrdili aj údaje zo satelitov. Vieme, že ide o neutrónovú hviezdu, ktorá vysiela röntgenové žiarenie z horúcej škvurny na jej rýchle rotujúcom povrchu. Je to vlastne maják, vysielajúci röntgenové žiarenie.

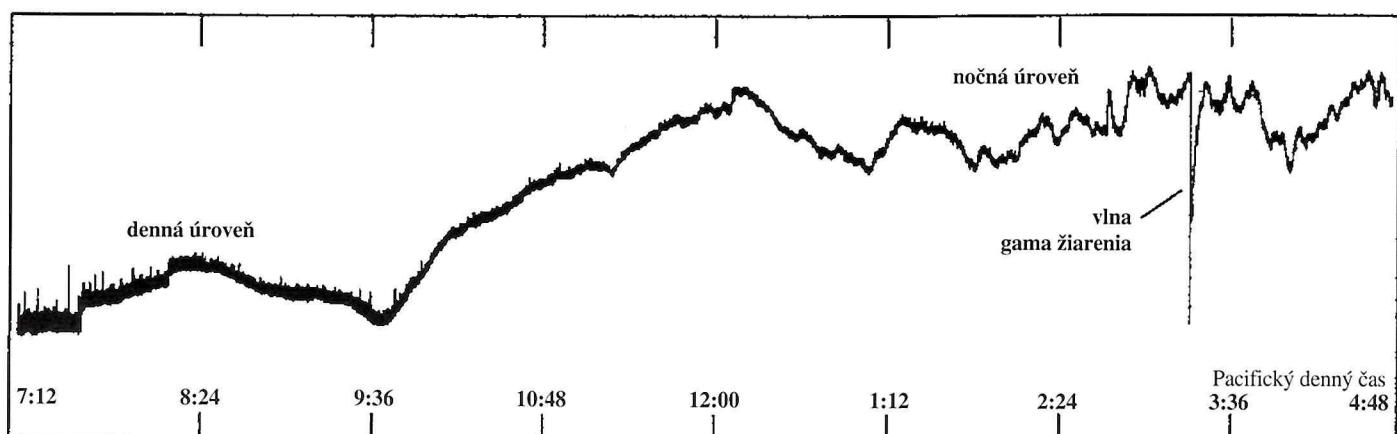
Z grafického záznamu mimoriadnej udalosti vyplynulo aj to, že zdrojom SGR 1900+14 lomcovali silné seizmické otrasy. Neutrónové hviezdy, tieto superhusté pozostatky po supernovách, dokážu prevziať magnetické pole pôvodných hviezd, z ktorých vznikli, a skoncentrovať ich do mimoriadne silného magnetického pola. Magnetické polia takýchto hviezd – magnetarov, dokážu periodicky narušovať aj supertvrdú kôru týchto stlačených hviezd, pozostávajúcich z ťažkých prvkov, a vyvolávať v nej seizmické napätie priponímačce zemetrasenie. Častice odvrhnuté „hviezdotrasením“ magnetické pole urýchli, čo vyvolá mohutnú vlnu radiácie. Na to, aby tento zdroj vygeneroval vzplanutie, ktoré zasiahlo Zem, muselo mať magnetické pole zdroja SGR 1900+14 silu 10^{10} T, bolo teda 100-biliónkrát silnejšie ako magnetické pole Zeme.

Mohol by blízky magnetar ohrozíť ľudstvo? Na spustenie chemických reakcií, ktoré by zničili ozónovú vrstvu, muselo by sa „hviezdotrasenie“ odohrať na neutrónovej hviezde, ktorá by obiehala Slnko vo vzdialosti Oorthovho oblaku (ide o párs primordiálneho materiálu lemujuceho našu Slnečnú sústavu, ktorý je depozitom komét). O magnetare, ktorý by tam vznikol, museli by sme už dávno vedieť. O magnetaroch sa viac dočítate v nasledujúcom materiáli.

David Kestenbaum, Science

(eg)

Záznam rádiosignálu zo zdroja SGR 1900+14



Rádiové signály, ktoré prenikli do nočnej ionosféry počas dňa, podstatne oslabili. Ide o pulz stelárnej radiácie, ktorá v priebehu 27. augusta zasiahla aj Zem.

SGR 1900+14**SGR 1806-20**

Hviezdotrasenie na magnetaroch

Predstavte si železnú hviezdu, ktorej povrchom otriasa mimoriadne silné magnetické pole. Zdá sa to byť neuveriteľné, ale práve tento jav pomohol astronómom vysvetliť dlho neriešiteľnú záhadu.

5. marca 1979 prenikol do našej Slnečnej sústavy silný prúd žiarenia gama. Vari tucet satelitov so senzormi citlivými na tieto vlnové dĺžky vyšaltovalo svoje detektory, aby ich ochránili pre zničením, viaceré sa dokonca nadobro odmlčali.

Pulz žiarenia netrval dlhšie ako pätna sekundy. V tomto čase však táto vlna energie prekonalila všetky dovedajúce rekordy zaznamenané na vlnových dĺžkach žiarenia gama. Po rekordnom vzplanutí zaznamenali gamaastronómovia z toho istého miesta i niekoľko slabších vzplanutí. Ďalej, sporadické vzplanutia vygenerovali už iné zdroje. Astronómov tento úkaz udivil. Opakovane vzplanutia gama žiarenia z toho istého zdroja sa im zdali byť nelogické; ich pôvodom nemohla byť explozívna katastrofa, lebo tá by zdroj celkom deštruovala. V takom prípade by k opakovane vzplanutiam z toho istého zdroja nemohlo dôjsť. Čo môže generovať takéto dramatické výrony energie?

– Nad týmto problémom sme si lámali hlavy celých šesť rokov, – vraví teoretik Robert Duncan z University of Texas v Austine. Tento vedec už roku 1992 publikoval spolu s ďalšími kolegami článok, v ktorom sa pokúsili vysvetliť možný dôvod opakovane vzplanutí gama z roku 1979 i z iných „opakovačov“ rekurentných vzplanutí mäkkého žiarenia gama (soft gama-ray repeaters). Nastolili pozoruhodnú myšlienku: navrhli existenciu zvláštneho druhu hviezd, ktorú nazvali magnetar. Magnetar je mimoriadne hustá

hviezda s pevnou kôrou, ktorá obaluje jadro, tvorené exotickou tekutinou. Čo je však dôležitejšie, táto hypotetická hviezda by mala mať mimoriadne silné magnetické polia, ktorých pohyb by dokázal jej povrch nahriat až do takej mieri, že by sa tento pod vplyvom nepredstaviteľného (tepelného) rozprínia rozpraskal. Vzniklo by hviezdotrasenie, generátor žiarenia gama.

Nie všetci túto hypotézu prijali, ale v posledných mesiacoch astronómovia zistili, že Duncan a Thompson mohli mať pravdu. – Otvorili nám dvere do sveta novej populácie objektov, ktoré donedávna boli pre nás neviditeľné, – vraví Chryssa Kouveliotou z Universities Space Research Center pri NASA Space Flight Center. Navyše: bizarné nové hviezdy by mohli prispieť aj k objasneniu ďalších astronomických záhad, s ktorými sme si zatiaľ nedokázali poradiť.

Duncan a Thomson založili svoju teóriu magnetarov na značnejších, hoci ešte vždy exotických, príbuzných týchto objektov, na neutrónových hviezdach. Neutrónové hviezdy vznikajú po výbuchu supernov a už od zrodu je ich existencia dramatická. Sú 10 000 miliárdkrát hustejšie ako olovo, pričom ich vnútropis tvorí exotická tekutina. Popri Zemi vyzierajú ako trpaslíci, ich priemer iba zriedka prevyšuje 10 kilometrov. Najzvláštnejšou zo všetkých bizarných vlastností týchto telies je, že majú pevnú kôru, so železným povrhom, zatiaľ čo obyčajné hviezdy podobné Slnku obafujú riedka, premenlivá, nepokojná plazma.

Je veľa dobrých dôvodov, ktoré nás oprávňujú stotožniť zdroje opakovane vzplanutia gama žiarenia (SGR) s neutrónovými hviezdami. Niekoľkonásobná detekcia SGR z 5. marca 1979 z paluby satelitov umožnila astronómom rekon-

Plochý disk našej Galaxie s vyznačenými polohami objektov, ktoré sú nádejnymi kandidátmi na magnetary, nový typ (neutrónových) hviezd. Teoretici tvrdia, že práve tieto objekty predstavujú najpočetnejšiu populáciu medzi hviezdami.

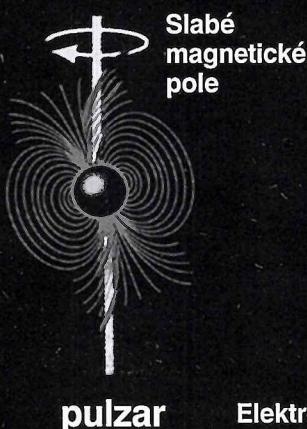
štruať smer približujúcej sa vlny žiarenia gama. Zistili, že zdroj podľa všetkého leží v oblaku vyrhnutom supernovou. Kdekoľvek sa podobný pozostatok, plod výbuchu objaví, možno s úspechom hľadať aj neutrónovú hviezdu.

Pokrok v prístrojovej výzbroji satelitov v polovici 90. rokov umožnil vedcom určiť presne aj iné SGR. Technologický pokrok dovoluje supercitlivým detektorom zviditeľniť pretrvávajúce röntgenové žiarenie, ktoré SGR produkujú medzi jednotlivými vzplanutiami. Navyše: pri takomto terči sa obvykle objaví aj zvyšok po výbuchu supernovy.

Objavil sa však problém: izolované neutrónové hviezdy, ktoré vznikli po relatívne nedávnom výbuchu supernovy, sú obvykle rádiovými pulsarmi. Rotujú veľmi rýchle a majú magnetické polia, ktoré sú sice na pozadí pozemských štandardov nesmierne silné, ale predsa len až 100-krát slabšie ako magnetické polia, generované magnetarmi. Energia rýchlej rotácie vysiela nabité časticie, ktoré sa spirálom pohybujú pozdĺž siločiar magnetického poľa, zanorených do povrchu hviezdy. Veľa týchto magnetických siločiar má oba konce zapustené do hviezdy, takže časticie sa z nich nemôžu uvoľniť, uviazli v magnetike pasci. Ale na oboch póloch pripomínajú magnetické siločiary stebľá trávy, vyčievajúce do priestoru. A práve tu sa „spirálujúci“ prúd častic môže z magnetickej pasce oslobodiť a uniknúť do kozmu, pričom generuje rádiové vlny. Ak je jeden z pólov neutrónovej hviezdy nasmerovaný k Zemi, detegujeme tieto lúče ako normálne rádiové pulzy, pripomínajúce pravidelné blikanie majáka.

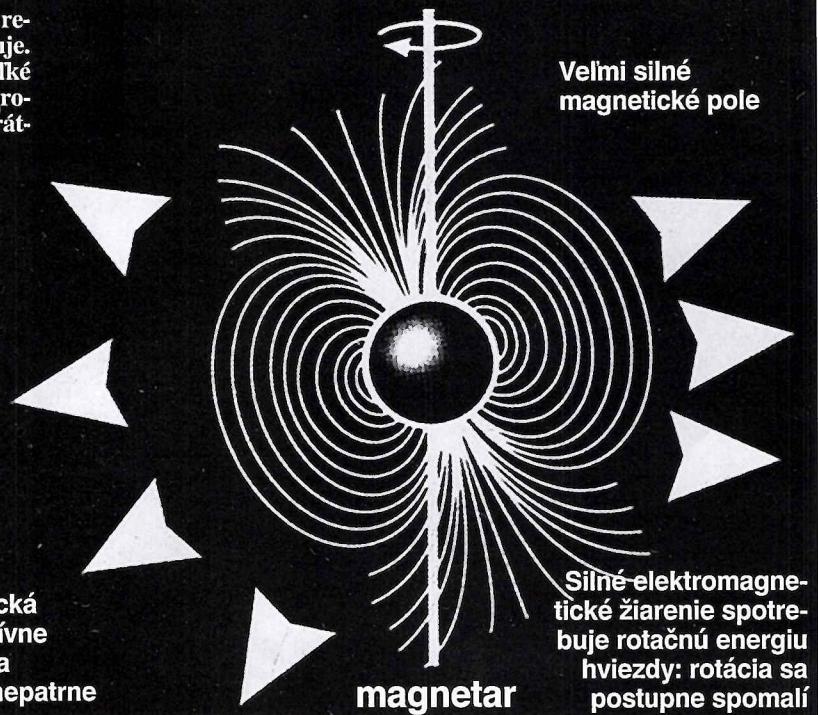
SGR však majú rozličné vlastnosti: prejavujú sa tak vzplanutiami, ako aj trvalejšími dosvitmi

V prípade pulzaru je elektromagnetické vyžarovanie relativne slabé, takže rotácia pulzaru sa príliš nespomaluje. V prípade magnetaru vyžaruje neutrónová hviezda veľké množstvo elektromagnetického žiarenia, čo oslabuje rotačnú energiu hviezdy, takže rotácia sa v relatívne krátom čase podstatne spomalí.



pulzar

Elektromagnetická radiácia je relatívne slabá; rotácia sa spomaluje iba nepatrne



magnetar

Silné-elektromagnetické žiarenie spotrebuje rotačnú energiu hviezdy: rotácia sa postupne spomalí

röntgenového i gama žiarenia. Navyše: po vzplanutí z 5. marca 1979 nasledovali periodické pulzy žiarenia s nižšou energiou, ktoré naznačovali, že zdroj rotuje s períodou 8 sekúnd. Problém spočíva v tom, že mladé rádiopulzary obyčajne rotujú oveľa rýchlejšie: jedna otočka sa dovrší v priebehu zlomku sekund.

To bola výzva pre teoretikov. Ak vzplanutia SGR spôsobujú neutrónové hviezdy, muselo ísť o typ, ktorý hvezdári zatiaľ nenaznamenali. V priebehu 80. rokov sa pokúsili túto záhadu objasniť viaceré exotické teórie, ale ani jednej sa nepodařilo dokázať komplexnú a vieryhodnú interpretáciu faktov.

Duncan a Thompson, obaja z Princeton University, začali rozmyšľať o tom, ako môžu magnetické polia pôsobiť na pulsary. Oboch vedcov zaujal fakt, že mladé rádiopulzary majú podľa všetkého silné magnetické polia (10^{12} G), 1000-milárdkrát silnejšie ako magnetické pole Zeme. Postupne dospeli k tomu, že ak sa neutrónová hviezda zrodí s dostatočne rýchlo rotáciou, sila magnetického poľa môže vzrást 100- až 1000-násobne. Príčinou je mechanizmus nazvaný efektom dynama. Počas tohto procesu sa siločiary magnetického poľa predĺžia a skúcajú pohybom horúcej tekutiny vo vnútri hviezdy. Magnetické pole sa nemôže rozpadnúť, pretože nabité časticie v tekutine pôsobia ako elektromagnetické lepidlo. Ovýjanie sa magnetického poľa okolo hviezdy produkuje elektrický prúd, ktorý generuje ešte viac magnetického toku, čím sila magnetického poľa neustále narastá.

Takto sa zrodila idea magnetaru. – Podoba silne magnetizovanej neutrónovej hviezdy nás doslova udivila, – spomína Duncan.

Predovšetkým; takáto hviezda by mala rotovať aj pomaly. Napriek tomu, že po vzniku ešte rotovala veľmi rýchlo, spomínaný mechanizmus dokáže zbesiť rotáciu postupne spomalit. Os magnetického poľa a rotačná os silne zmagnetizovaných neutrónových hviezdach nie sú totožné.

A tak, keď hviezda rotuje, magnetické pole sa efektívne mení, čo spôsobuje emisiu elektromagnetických vln. Tieto vlny si dlhodobo uchovávajú rotačnú energiu, čoho dôsledkom je iba postupné spomaľovanie rotácie. Tento efekt sa objavuje aj pri pulzarocho, ale ich magnetické polia sú podstatne slabšie, takže nedokážu spomaľovať rotáciu hviezdy až tak dramaticky.

Teda: mladé rádiopulzary rotujú dostatočne rýchle na to, aby dokázali vyžiariť významné množstvá rotačnej energie v podobe lúčov rádiožiarenia. Magnetary to nedokážu, pretože s výnimkou raného, nepríliš dlhého štadia rotujú príliš pomaly. Generátorom magnetarov nie je rotácia, ale samotné magnetické pole. Navyše: mladý magnetar je veľmi horúci, pretože pohyblivý materiál, premiestňovaný v mohutnom magnetickom poli, generuje veľké množstvo tepla.

Duncan a Thompson už vedeli, že sú na dobrej stope. Nie sú náhodou práve tieto magnetary najlepším kandidátom na zdroje, prejavujúce sa opakovými vzplanutiami gama žiarenia? Frikčné, trením vznikajúce teplo mladého magnetara je zdrojom stáleho röntgenového žiarenia SRG.

Život po smrti

Neutrónové hviezdy sú podľa najnovších poznatkov horúcim, kompaktným kusom hviezdneho popola, zvyškom po normálnej hviezde, približne desaťkrát hmotnejšej ako Slnko, ktorá vo finále svojho hviezdneho života vybuchne ako supernova. Neutrónová hviezda je neuveriteľne hustá, pretože ju tvorí jadrová hmota; kolapsom komprimované atómy a molekuly. Normálny atóm (jadro obalené elektrónmi) tvorí vlastne prázdný priestor. Neutrónové hviezdy nadobúdajú svoju hustotu eliminovaním tohto prázdnego priestoru. Kolabujúca hviezda vyvíja na hmotu taký enormný tlak, že mu neodolá ani pevná štruktúra atómov. Atómové jadrá komprimované drívou gravitáciou sa nahustia, protóny a elektróny sa skombinujú do neutrónov.

Vnútro vznikutej neutrónovej hviezdy je takomým a pestrým svetom. – O hlbokom vnút-

Navyše: pomála rotácia magnetaru je v zhode aj 8-sekundovou moduláciou vzplanutia z 5. marca. Jeden problém však ostáva: čo spôsobuje vzplanutia žiarenia gama?

Ukázalo sa, že magnetar má v zásobe aj také tromfy, ktoré z výpočtov oboch vedcov nevyplývali. Pohyb intenzívneho magnetického poľa v kôre magnetaru musí nahriť jeho povrch na milióny stupňov Celzia. Vonkajšia obálka hviezdy je pritom vystavená neznesiteľnému tlaku, ktorému nedokáže trvalo vzdorovať. Nakoniec nevydrží a rozprká sa, čo vyvolá mohutné otasy, pripomínajúce zemetrasenie. Výron magneticej energie, vyvolaný týmto mechanizmom, začne otriasať povrchom hviezdy a nahrievať aj tenkú vrstvičku atmosféry nad ňou, čo spôsobuje emisie značných množstiev žiarenia gama. Po tejto krátkej kataklizme sa magnetická hviezda upokojí, aby po nejakom čase opäť vzplanula.

Náhle vzplanutie

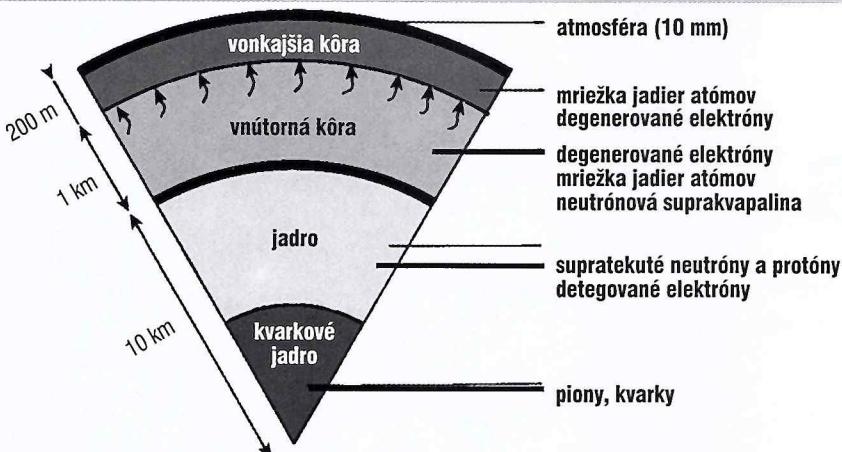
Do tohto obrazu udalosti z 5. marca 1979 však nezapadá ďalší aspekt: ako vysvetliť okolnosť, že niektoré vzplanutia SRG sú 10 000-krát jasnejšie

re neutrónových hviezd nevieme prakticky nič, – vráví teoretik Gordon Baym z University of Illinois. – Hustota, ktorá tam panuje, musí byť neznesiteľná aj pre neutrónovú hmotu; fyzici sa nazdávajú, že musia existovať rôzne formy neutrónovej hmoty. Napríklad v podobe polí spárených kvarkov a antikvarkov, ktoré nazývame pionmi. Piony, ako sa fyzici domnievajú, tvoria takéto páry v atómových jadrach aj v normálnej hmote.

Bližšie k povrchu hustota, ešte vždy extrémne vysoká, pomaly klesá. Toto prostredie tvoria neutróny, ktoré sú v supertekutom kvantovom mori premiešané (interspersed) s protónmi a elektrónmi. Táto neutrónová tekutina je taká hustá, že jediná jej kvapôčka väži milióny ton. V najhornejšej vrstve neutrónovej hviezdy je už nižší tlak i teplota, čo dovoluje vytváranie jadier, tvrdnúcich do podoby železnej kôry.

(eg)

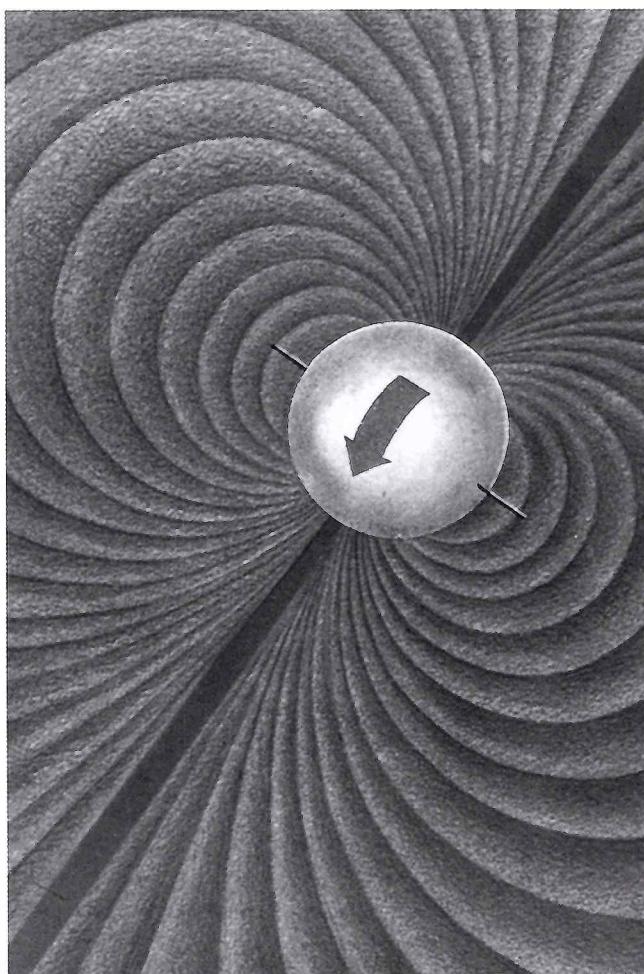
Prierez neutrónovou hviezdou s polomerom 11,2 km



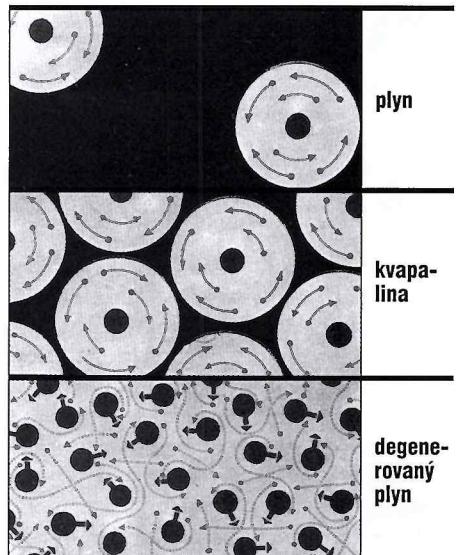
ako tie normálne? Podľa Duncana a Thompsona vysvetluje túto záhadu tzv. magnetická rekonekcia (prepojenie), proces, počas ktorého sa popre-hýbanie i polámané siločiary magnetického poľa náhle spoja, vybudiac enormné vzplanutie magnetickej energie. Podobný proces vyzvoláva aj erupcie na Slnku.

Teórie, ktoré sme tu prezentovali, sú efektné, ale dlho neboli podopreté vieryhodnými pozorovaniami. Vtedy nastúpila Kouveliotou a jej kolegovia. Medzi októbrom 1996 a novembrom 1997 sa začal aktívne prejavovať starý zdroj opakovanych vzplanutí žiarenia gama – SGR 1806-20. Kouveliotou a jej tím ho okamžite začali pozorovať pomocou satelitu Rossi X-ray Timing Explorer. Ich objavy, zverejnené v lani v máji v časopise Nature, definitívne povýšili magnetary z teoretickej kolísky do polohy pozorovateľného faktu.

Model pulzaru: podľa súčasných predstáv je pulzar rýchle rotujúcou neutrónou hviezdou. Polomer neutrónovej hviezdy (na obrázku svetlá gufa) je 10 až 50 km, ale v tomto malom objekte je sústredená hmotnosť približne jedného Slnka. Smer rotácie označuje hrubá šípka, rotačnú os zviditeľňujú úsečky kolmé na šípku. Periódā rotácie určuje aj periódā rádiových pulzov; v palete známych pulzarov od 0,03 až po 4,31 sekundy. V okolí neutrónovej hviezdy existuje silné magnetické pole zvýraznené oblými siločiarami. Vzájomné pôsobenie rýchle rotujúceho magnetického poľa a elektricky nabitéch častíc v plazme, ktoré obklopujú neutrónovú hviezdu spôsobuje vyžarovanie rádiových vĺn v úzkych kužeľoch, ktoré zamietajú okolity priestor. Vo chvíli, keď kužeľ zasiahne našu Zem, pôroujeme rádiový impulz. V mnohých prípadoch znamenáme preto v priebehu jedinej otočky neutrónovej hviezdy dva pulzy, ktoré mávajú nerovnakú rádiovú intenzitu.



Karen Southwell / HVIEZDOTRASENIE...



Porovnanie mikroskopickej štruktúry plynu, kvapaliny a degenerovaného plynu. Tmavé, veľké kolieska predstavujú atómové jadrá, malé body elektróny. Šípky naznačujú smer relatívneho pohybu častíc. Na hornom obrázku je mikroskopický obraz ideálneho vzhľadu plynu. Jednotlivé molekuly (veľké gulaté kotúče) sú navzájom nezávislé, oddelené veľkými medzeraami. Elektróny sú trvalo viazané v materke molekule. Uprostred vidite rozloženie molekúl v kvapaline. Molekuly sa navzájom takmer dotýkajú, preto sú kvapaliny takmer nestlačiteľné. Na spodnom obrázku vidite štruktúru degenerovaného plynu. Pojem molekuly tu stráca zmysel; v tejto hmote tvoria obnažené jadrá atómov pevnú mriežku, ktorou sa preplietajú voľné elektróny. Je zrejmé, že hustota degenerovaného plynu môže byť podstatne vyššia ako hustota ideálneho plynu alebo kvapaliny, pretože časticie vypĺňajú priestor oveľa ekonomickejšie.

málne röntgenové pulzary. Kouveliotou sa nazdáva, že by mohlo ísť o magnetary, ktoré už prekonali obdobie vzplanutí, typických pre mladé objekty tohto typu. Po uplynutí 10 000 rokov, čo je v astronómii sotva okamih, magnetické polia zoslabnú do takej miery, že postupne utichne i nimi vyvolávaná seismická aktivita, zdroj vzplanutí žiarenia gama. To všetko je v súlade s faktom, že všetky SGR boli objavené v mladých zvyškoch po výbuchu supernov.

Duncan odhaduje, že v našej Galaxii by sa malo vyskytovať približne 100 miliónov magnetarov, z ktorých väčšina je, podobne ako staré vulkány, neaktívna. Kouveliotou pripomína: – Magnetary sú možno najhodnejšie sa vyskytujúcimi objektmi v našej Galaxii. Ich aktívny život je však natoliko krátky, že sme ich zatiaľ prehliadali.

A čo sa stane s mŕtvou populáciou vyhasnutých magnetarov? – Sú to pomaly rotujúce, tmavé hviezdy, ktoré driftujú Galaxiou, ale len veľmi ľahko sa dajú detegovať, – vráví Duncan. Vo vesmíre je to tak ako na Zemi: pokojná jeseň života čaká aj na tie najdivokejšie hviezdy.

Karen Southwell
Autorka je vydavateľka časopisu Nature
Spracoval –eg-

Ďalšie informácie o magnetaroch nájdete na
adrese: <http://www.magnetars.com>

Rivers of Venus

Hovorí sa, že rieky sú kolískami civilizácie. Rieky však dokážu pretvárať aj celé kontinenty. Okrem Zeme poznáme zatiaľ iba jedinú planétu, ktorú tiež pretvárali toky tečúcej vody i cyklicky sa opakujúce povodne: Mars. Dnes po marťanských riekach ostali iba suché korytá zanášané prachom a voda sa na zamrznutej, suchej, červenej planéte vyskytuje nanajvýš vo forme pieskom zasypaných ľadových polí a jazier v polárnych oblastiach, vo forme ľadových kryštálikov premiešaných s drvinou v povrchových vrstvách, ale nie je vylúčené, že ju citlivé prístroje objavia aj v tekutom skupenstve, kde hlboko pod povrhom. O to väčším prekvapením sa stal objav kľukatých venušianskych riek, rozvetvujúcich sa často do delty; na povrchu horúcej, hrubou vrstvou nepriehladnej atmosféry zaclonenej planéty zviditeľnila ich korytá americká radarová sonda Magellan. Korytá a delty venušianskych riek však nevytvorila tečúca voda, ale výdatné, milióny rokov trvajúce veľtoky, rieky, ale aj brehmi nespútané prúdy žeravej lávy.

Atmosféru Venuše tvorí kysličník uhličitý a kyselina sírová. Relatívne malá vzdialenosť tejto planéty od Slnka a jej hustá, mohutná atmosféra spôsobujú, že tlak na povrchu Venuše je deväťdesiatkrát vyšší ako pri hladine pozemských oceánov; táto atmosféra vytvára na Venuši superskleníkový efekt. Rovnaký mechanizmus globálneho oteplovania, ktorý sa prejavuje, hoci v oveľa menšej miere aj na našej Zemi, produkuje na povrchu Venuše teploty, dosahujúce až 460 stupňov Celzia. Ani radarové čidlá Magellanu nenašli na Venuši geologické útvary, ktoré by mohla vytvoriť voda; nenašli sa ani korytá riek, vytvorené tečúcou vodou. Magellan však na povrchu Venuše objavil ozrutné delty, nie menšie ako delta Mississippi, objavil i najdlhší kanál v celej slnečnej sústave, dlhší ako jedna z najdlhších pozemských riek – Nil.

Venušiansky systém korút, kanálov a delt bol vytvorený veľmi dávno; nevytvorila ho však voda, ale tečúca láva, vyvrhovaná zvnútra planéty v obrovských množstvách. Riedka láva v horúcej atmosfére chladla iba pomaly, dlho si uchovávala tekustosť. Iba tak bolo možné, že lávové rieky postupne vyplnili najnižšie miesta pôvodného povrchu do takej miery, že vznikli, až kým nestuhli, aj žeravé lávové moria a jazerá, do ktorých žeravé rieky ústili. Toto monumentálne divadlo najviac pripomínajú erupcie havajských vulkánov, pravdaže, v liliptánskej miere. Objav týchto zaujímavých, lávou vytvorených štruktúr primä尔 vedcov k tomu, aby opäť premysleli, ako vlastne funguje vulkanizmus: nielen na Venuši, ale aj na Zemi.

Najbližšie teleso, na ktorom môžeme študovať prejavy mimozemského vulkanizmu, je Mesiak. Aj na ňom pozorujeme meandrujúce lávové koryály; tieto útvary, nazývané aj kľukaté



Jedna z venušianskych lávových delt pripomína z vtáčej perspektívy delty pozemských riek. Hlavný kanál je na mieste, kde sa rozvetvuje do delty, široký 10 kilometrov.

brázdy, dosahujú až 100 kilometrov a ich šírka môže presiahnuť aj 2 kilometre. Podaktorí astrovomia sa ešte v 60. rokoch nazdávali, že tieto kanály mohla vytvoriť tečúca voda, ale vzorky z lode Apollo 15 jednoznačne potvrdili, že ide o prejav vulkanizmu. Kľukaté brázdy vytvorila láva, ktorá očividne obsahovala obrovské množstvo titánu a železa, ale iba málo kremíksa, takže si veľmi dlho udržala neobyčajne nízkú viskozitu; láva s takýmito vlastnosťami dokáže do akéhokoľvek terestrického povrchu vyhlbiť mohutné korytá a ryhy, tak ako na Islande či v Oregonie vytvorila vo vulkanických masívoch aj rozsiahle tunely a jaskyne.

Lunárne kanály však nemajú vonkajšie znaky kanálov, ktoré mohla vytvoriť voda. Neobjavíme na nich ložiská sedimentov a nánosov, ani rozvetvenú sieť bočných kanálov a kanálikov; mesačné kanály sú pomerne fádne, ich kľukatosť sa postupne narovnáva. Na brehoch lávotokov, najmä na vnútornnej strane meandrov, však pozorujeme sute erodovaného materiálu dokonca aj v ostrých záhyboch, čo by sa v koryte vyhĺbenom tečúcou vodou nemohlo stať: tečúca voda by sute a morény odplavila a prúdom premiestňovaný piesok a štrk by aj najostrejšiu zákrutu zaokrúhlili.

Kanály a ostrovky

Na Venuši takéto kanály nenájdeme; venušianske lávové korytá sú celkom iné. Po latin-

sky ich nazývame canale (množné číslo – canali). Bývajú niekoľko sto, ale aj niekoľko tisíc kilometrov dlhé, pričom ich šírka dosahuje 1 až 2 kilometre. Baltis Vallis, najdlhší z doteraz objavených kanálov, je najdlhším takýmto útvaram v celej Slnečnej sústave: má asi 6800 kilometrov. Venušológovia považujú canali za najneočakávanejší objav misie Magellan. Prvotné špekulácie a domienky, že by mohlo ísť o útvary vytvorené vodou, rýchle vyvrátili netrasitelné „vulkanické“ dôkazy, hoci takéto stopy po vulkanickej činnosti vedci zatiaľ nikde v Slnečnej sústave nezaznamenali. Podaktorí vedci sa nazdávali, že canali sú skôr venušianskou obdobou lunárnych rýh, ktoré sa vyskytujú aj na tejto planéte. Iní vedci však po porovnaní klúčových odlišností dospeli k názoru, že pôvod venušianskych canali je jednoznačne iný.

Canali sú oveľa užšie a dlhšie ako rýhy a smerom k ústiu „nevysychajú“. Meandre týchto canali, aspoň niektorých, sa podobajú na meandre pozemských riek, ale ničím nepripomínajú meandre mesačných rýh. Analýzou radarových ozvien sa zistilo, že v kanáloch sa vôbec nevyskytujú balvany; priestor pod ich hladkou, dávno stuhnoutou hladinou vypĺňa záhadný materiál v škále od centimetrov po niekoľko stoviek metrov.

Canali sú určite najzáhadnejšími, rieky pripomínajúcimi útvarmi na Venuši, ale zdaleka nie jedinými; vizuálne najspektakulárnejšími sú tak-

zvané compound channels, známe aj pod názvom výtokové kanály (pripomínajúce útvary na Marse, ktoré vytvorili prúdy vody). V compound kanáloch sa vyskytujú pozdĺžne, v smere prúdu vytvorené „ostrovy“, ale i poprepletané, vrkoč pripomínajúce korytá, lávové delty pri ústiah. Magellan zaznamenal v jednom prípade mohutný výron lávy, ktorý sa pohyboval dolu svahom vo viacerých, až 20 kilometrov širokých prúdoch; tie sa až po 600 kilometroch sformovali do lávovej rieky, rozvetvujúcej sa do delty a ústiacej do dočasného mora roztopených, dnes už stuhnutých hornín. Takéto mohutné depozity vulkanických sedimentov sú možné iba vtedy, ak išlo o extrémne riedku lávu. Na Zemi, kde v obrovských, statických, podzemných bazénoch chladne láva niekoľko tisícok rokov, môžu kryštály, ktoré sa v nej vytvárajú, klesať na dno týchto rezervoárov. Tento proces však v lávotokoch na povrchu nefunguje; vyvreté lávy sú príliš viskózne, pripomínajú vyššahanú, rozhrobkanú tekutinu. Pravdaže, ked láva začne chladnúť, aj v nej sa vytvárajú kryštály a hrudky tuhnúcej horniny, vytvárajúce novú kôru planéty.

Na Venuši objavili aj veľa iných, premenlivých vulkanických foriem. Zdá sa, že v istom štadiu vývoja tejto planéty sa pod jej povrchom vyskytovali mohutné nádrže lávy, z ktorých vytiekala riedka, ohnivá rieka; počas státičcov rokov sa zahrýzala do zemskejho povrchu a vytvorila v ňom kaňony, nie nepodobné kaňonom v severnej Arizone a Utahu. Je pravdepodobné, že v niektorých prípadoch to mohli byť aj impakty väčších meteorov, ktoré prerazili otvor do podzemného rezervoára lávy a vytvorili

li tak mohutný prameň lávovej rieky. Canali i iné neobyčajné vulkanické útvary sa objavujú najmä na venušianskych nížinach; vytvorili sa krátko po vyrcholení globálneho, vulkanického pretvorenia takmer celého povrchu Venuše.

Vedcov, ktorí celé štyri roky tento fenomén študovali, udivuje najmä to, do akej miery je pôsobenie lávy na povrch Venuše podobné pôsobeniu vody na povrch Zeme. Victor R. Baker (University of Arizona) si všimol paradoxné správanie sa tekutín na rozličných telesách Slnečnej sústavy: „Na zaľadených satelitoch veľkých vonkajších planét sa povrchová voda správa ako láva. Na Venuši sa však láva správa tak ako voda.“

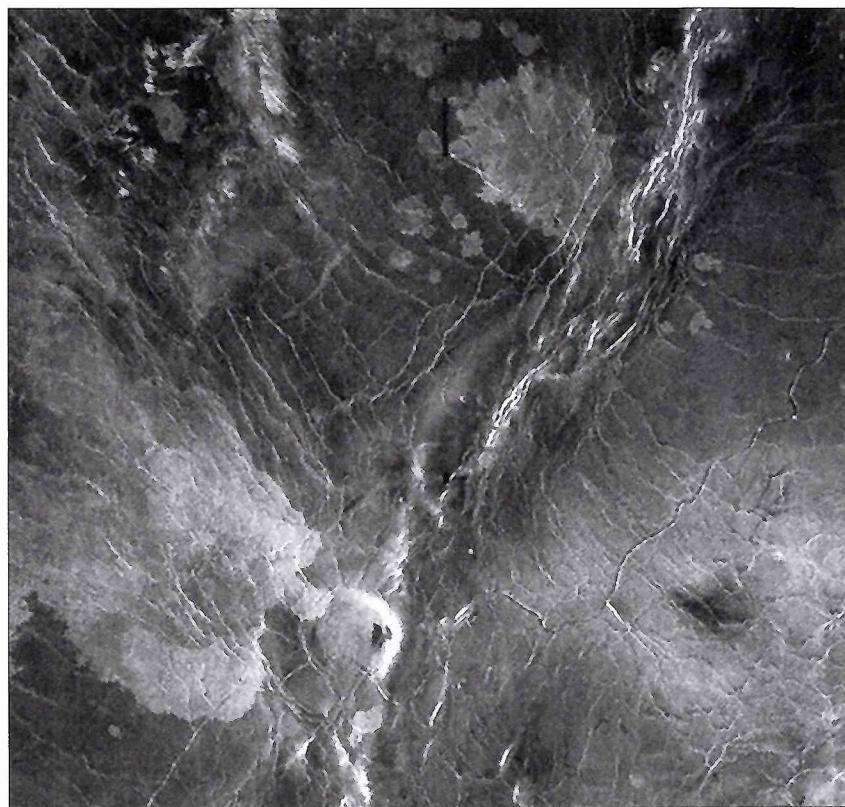
Viac do hlbky

Typy lávových prúdov i typy jednotlivých sopiek, ktoré sformovali (a formujú) vulkanické erupcie, závisia najmä od chemického zloženia a teploty lávy. Najčastejšie sa vyskytujúce lávy z vulkanicky aktívnych, terestrických, skalnatých svetov obsahujú veľké množstvo kremíka, najmä v podobe oxida kremičitého. V tekutom stave sa molekuly tohto kysličníka sformujú do reťazí a kruhov (polymérov), ktoré sa navzájom poprevádzajú. Lávy, ktoré obsahujú najviac kremíka, majú veľmi dlhé reťaze polymérov, ktoré sa ľahko poprepletajú; po vyvretí sa prejavujú ako veľmi viskózne prúdy, ktoré pripomínajú lekvár. Lávy s krátkymi reťazcami polymérov, obsahujúce menej kremíka, ako napríklad čadič, majú skôr konzistenciu motorového oleja.

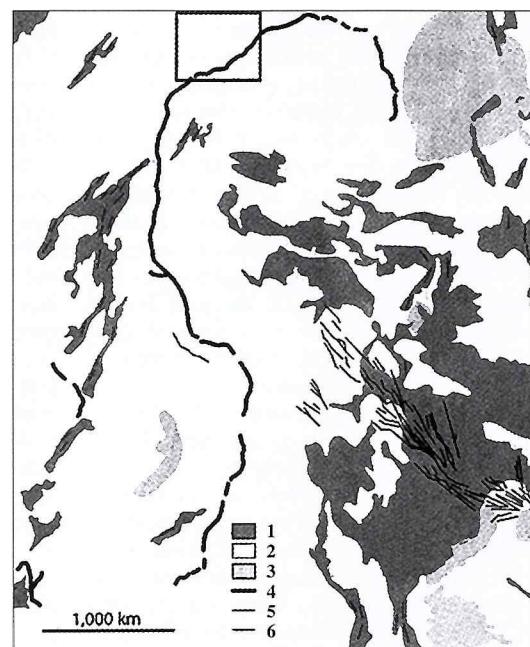
Lávy s vysokým obsahom kremíka, také ako dacit či ryolit, vytvárajú pomalé prúdy, ktoré rýchle tuhnú a vytvárajú strmé sopečné kužeľe.

Medzi pozemské sopky tohto typu, ktoré v nedávnej minulosti vybuchli, patrí aj Mount St. Helen's v USA a Mount Pinatubo v Mexiku. Pre tieto typy sopiek sú príznačné mohutné erupcie, pretože bublinky plynu nedokážu priebežne unikať z príliš viskóznej, pružnej lávy. Tlak plynu vo vnútri vulkánu preto postupne narastá, až vyvrcholí v ničivej erupcii. Lávy s nízkym obsahom kremíka vytvárajú dlhé, tenké, rýchle tečúce prúdy lávy, ktoré tuhnú pomaly, formujú mohutné, štítové vulkány s menej strmými svahmi, také ako havajské sopky Mauna Loa a Mauna Kea, alebo sa rozlievajú do širokého okolia, vytvárajúc ploché, hladké planiny.

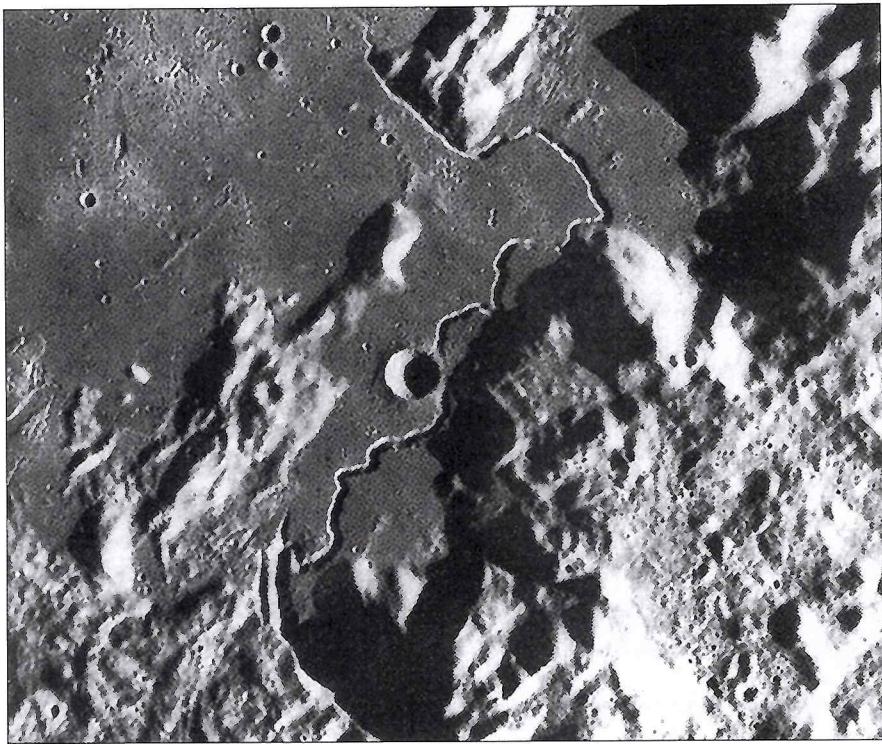
Ak po erupcii vyvie zo sopky veľké množstvo lávy, rozličné druhy kremíkatých lát pôsobia na povrch veľmi erozívne. Pod vplyvom ich teploty sa podložie roztápa, lávové prúdy sa prerezávajú do hlbky, pričom roztápajú aj terén po bokoch, teda rozširujú koryto. Tieto kanály nemávajú bočné ramená, pretože lávotoky lemujú pomerne vysoké hrádze zo stuhnutých lávových krýh. Progresívna erózia bočných stien kanálu sa prejavuje najmä na vnútorných stranach meandrov; erozívne podmýva, odlupuje a premiestňuje kusy hornín zo strmých stien a vytvára tak charakteristické, ostro ohraničené brehy. Lávy v kľukatých brázdach, na začiatku ešte veľmi horúce, rýchle chladnú a tuhnú; ich tok sa postupne narovnáva, zužuje a spomaľuje, až napokon celkom stuhne a zastaví sa. Tieto lávy nedokážu vytvoriť dlhé kanály. Kremíkaté lávy chladnú rýchle aj vo venušianskom prostredí, pričom tento proces tuhnutia urýchľuje aj konvektívne pôsobenie hustej atmosféry na tejto



Venušiansky kanál Baltis Vallis je najdlhším kanálom v celej Slnečnej sústave. Na tejto radarovej snímke z Magellanu vidíme 730 km dlhý segment tohto lávového koryta, čo je približne deväťina jeho celkovej dĺžky.



Kanál Baltis Vallis a lávové planiny, ktoré okolo neho vznikli, pokrývajú asi 4 % povrchu Venuše. Na obrázku vidíte časť mapy, ktorú vytvorili T. Bazilevskij a James W. Head III. Segment, zobrazený na snímke vľavo je označený obdĺžníkom. Legenda: 1. vulkanické horniny, ktoré vznikli po dobe kanálov, 2. vulkanické horniny, ktoré vznikli výlevom lávy z preplnených kanálov, 3. pôvodný povrch z doby pred vznikom kanálov, plný tektonických zlomov, 4. canali, 5. hrebene, 6. trhliny.



Snímka Headleyho brázdy na Mesiaci, ktorú získala posádka Apollo 15.

planéte. Čím je počiatočná teplota vyvretnej lávy vyššia, tým má vyšší erozívny účinok, ale postupne ako chladne, jej erozívna sila sa rýchle zmenšuje.

Na Zemi povrchové lávotoky tvrdnú rýchle, ale láva pod skalnatou kôrou teče často v tuneli. Keď erupcia pohasne, tunel sa vyprázdní, lebo láva z neho odtecie. Po podzemnom lávotoku ostane iba klukatá jaskyňa, ktorú vulkanológovia nazývajú „lávovou tubou“. V niektorých prípadoch sa horná časť tuby zrúti a tak vznikne kanál, naplnený lávovými balvanmi. Na Zemi sú typické lávové tuby 5 metrov široké a 1000 metrov dlhé (iba zriedkakedy presiahne ich dĺžka 10 km) a už na prvý pohľad sa veľmi odlišujú od kanálov a jaskyň, ktoré vytvorila voda. Aj tie najmenej viskózne typy lávy sú 100 až 10 000-krát hustejšie ako voda, čo má na kanálotvorný proces mimoriadny vplyv. Viskozita lávy znemožňuje napríklad ukladanie erodovaného materiálu i priebežne sa vytvárajúcich kryštálov na dne kanálu. Stáva sa však aj to, že láva je až do takej miery naplnená kusmi pevných hornín, že čiastočne stuhne, stratí tak erozívnu schopnosť a napokon svoj kanál zapečatí.

Časť vulkanológov vysvetľuje pôvod venušianskych canali aj tak, že ich vytvorili bud' obrovské, dlhotrvajúce výlevy obyčajných čadičovo-kremíkatých lág, alebo oveľa tekutejšie a horúcejšie lávy, nazývané aj komatity. Výpočty, ktoré urobil Goro Komatsu (University of Arizona) s autorom tohto textu však naznačujú, že takéto lávy tuhnú rýchle a ľahko by mohli tieť tisíce kilometrov dlhými korytami, a to aj v prípade, že by bol výlev po erupcii mimoriadne výdatný. Ak by bol výlev ešte výdatnejší, vyvretá láva by sa sice mohla premiestniť aj do veľkej vzdialenosťi, ale postupne by po okraj vyplnila pôvodne vyerodovaný kanál, takže by sa nezachoval v dnes pozorovateľnej podobe. Čo z toho vyplýva? Kremíkaté lávy podľa všetkého nedokážu vytvoriť dlhé canali venušianskeho typu.



Aj na Venuši sa vyskytujú kanále, ktoré pripomínajú klukaté brázdy na Mesiaci. Týmito údoliami tiekla kedysi láva z komplexu niekolkých vulkanických kalder. V dolnom toku sa kanále narovnávajú a často aj zužujú. Stáva sa však aj to, že ešte pred ústím do nejakej prírodnej nádrže vychladnú a stuhnú, čo vidíme na hornej časti snímky.

Podľa iného výkladu majú kanálotvorné lávy nízku viskozitu a navýše sú pomerne chladné, alebo presnejšie, majú iba o niečo vyšiu teplotu ako povrch Venuše, ktorým pretekajú; iba v takomto prípade by rýchle netuhli a mohli by prejsť po povrchu také veľké vzdialenosťi. Nijaký druh kremíkatých lág však nemá ani takú vysokú mobilitu, ani takú nízku teplotu. Na Zemi sa však zriedkavo vyskytujú aj uhlíkaté lávy (tvoria ich roztavené karbonáty a soli), ktoré obe požadované vlastnosti majú. Prírodné karbonáty sa tavia už pri teplote 500 stupňov Celzia, čo je iba o málo vyššia teplota, akú má povrch Venuše. Navýše: ich viskozita je sotva vyššia ako viskozita vody. Takáto láva, uvoľnená erupciou na Venuši, by veru rýchle nestuhla. Veľmi pomalé ochladzovanie by dovolilo kryštáalom klesať na dno kanálu/koryta a ukladať sa tam v podobe vulkanických sedimentov.

Prúdom lávy mechanicky uvoľňovaný materiál z vonkajšieho (nárazového) brehu meandrujúceho toku a naukladané sedimenty pri vnútornom brehu, pripomínajú činnosť mnohých pozemských, vodných riek; práve tento transport a priebežné ukladanie veľkého množstva materiálu spôsobuje horizontálnu migráciu a obmedzuje erozívne vyhlbovanie hlbokých kaňonov. Tieto posuny vysvetľujú najmä záhyby meandrov pri takých canali, ktoré svojim tvarom v závere perspektívy pripomínajú rieku Mississippi. Meandrovanie niektorých canali svedčí o tom, že tečúca láva pomaly chladla a ukladala svoje na kryštály bohaté sedimenty po okolitých planinách, čo by vysvetľovalo existenciu rozsiahlych plochých a hladkých oblastí, ktoré radarové senzory Magellanu detektovali okolo canali.

Karbonátové rieky

Erupcie, ktorých dôsledkom sú canali, nemajú pravdepodobne v našej Slnečnej sústave obdobu. Baltis Vallis sú lávové pláne, ktoré pokrývajú 20 miliónov štvorcových kilometrov

(čo je dvojnásobok povrchu Spojených štátov), ak vychádzame z geologického mapovania, ktoré previedol Alexander Bazilevskij (Inštitút Vernardského v Moskve) a James W. Head III. (Brown University). Lávy, ktoré zaplavili a vytvorili tieto obrovské pláne, museli križovať Baltis Vallis vo viacerých kanáloch; stalo sa tak po erupcii, ktorá musela trvať dlhšie ako jeden rok. Iba tak mohla láva tak, dôkladne pokryť pôvodný povrch. Tieto planiny vytvorené kanalizovanou, blúdiacou, meandrujúcou lávou obsahujú asi sedimenty, ktoré sú typické aj pre záplavové planiny okolo Mississippi a rieky z povodia Amazonky; či je to tak budeme môcť zistíť až potom, ak sa dozvieme, či tieto pláne tvoria „usadeniny“ kryštálov, poprekladané tenkými vrstvami lávy, vždy potom, keď sa láva vyliala z dočasného, už preplneného koryta. Ak prúdy lávy, ktoré dokázali vytvoriť canali, tvorili naozaj roztavené karbonáty, potom si musíme položiť otázku: aký proces mohol vyprodukovať obrovské množstvo takejto lávy na Venuši, ak na Zemi sú karbonátové lávy také zriedkavé?

Jedno zo špekulačných vysvetlení sugeruje, že Venuša bývala kedysi, keď Slnčná sústava bola ešte mladá a Slnko chladnejšie, planétou s miernejšou, chladnejšou klímou. Na základe počítačových modelov venušianskej klímy a atmosféry, ktoré vypracoval tím Jamesa F. Kastinga z NASA Ames Research Center, Venuša mohla mať pred 4 miliardami rokov oceán, jazerá, rieky normálnej vody a oveľa tenšiu atmosféru ako dnes. Povrchová voda mohla naukladať na povrchu hrubé usadeniny karbonátov a solí. Chemické zvetrávanie a dažde uvoľnili postupne veľké množstvo oxidu uhličitého do atmosféry a spôsobili premenu kolísajúcej klímy na superskleníkový efekt. Keď Slnko žiarilo čoraz silnejšie, povrch Venuše sa postupne zohrial do tej miery, že sa oceány mohli vypariť a rozptýliť v okolitom vesmíre; na prehriatej planéte ostali iba vrstvy solí.

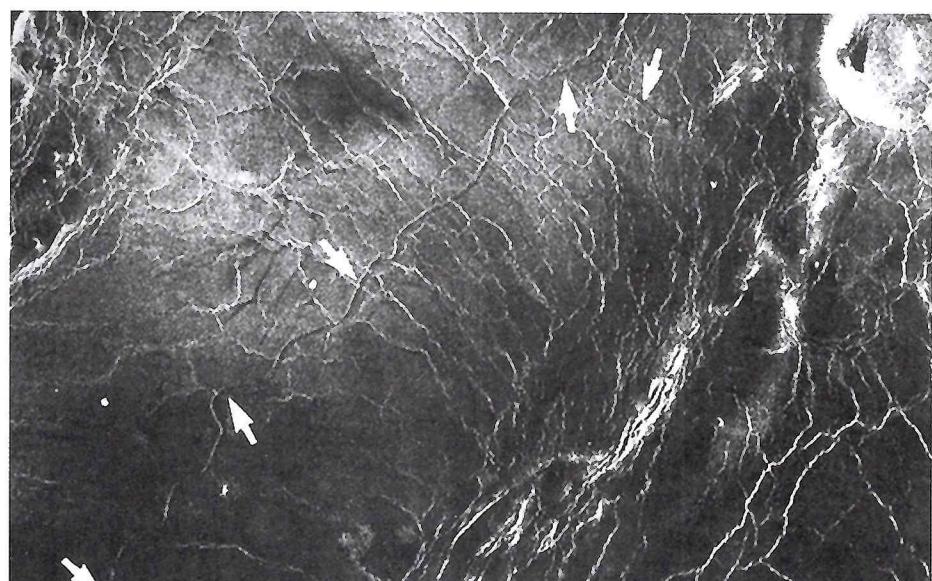
Dnešná atmosféra Venuše je možným reliktom tejto hypotetickej hydrosféry; nasvedčuje tomu vysoký obsah deutéria (ide o atóm vodíka s dodatočným neutrónom), ktorý sa mohol zmeniť na vodík. Vysoký obsah deutéria naznačuje, že aj Venuše mohla mať globálny oceán vody, hlboký od 4 do 570 metrov. Tak to aspoň vyplýva z modelu Thomasa M. Donohue (University of Michigan).

Ked Venuše stratila povrchovú vodu, stratila i možnosť dopĺňať objem oxidu uhličitého v atmosfére. Tento proces vyvrholil napokon prepuknutím globálneho vulkanizmu pred 500 miliónmi rokov, ktorý povrch Venuše celkom preformoval. Vulkanizmus uvoľnil z plášta Venuše obrovské množstvo oxidu uhličitého. Lávová povodeň roztažila vrstvy solí a vápencov a tak na karbonátu bohaté lávotoky mohli vyformovať canali a iné riečne útvary. Varenie karbonátov však muselo uvoľniť ešte viac oxidu uhličitého, ale aj ďalších plynov, napríklad kyseliny chlorovodíkovej a fluorovodíkovej. Bruce M. Fegley Jr. (Washington University) zistil, že vo venušianskej atmosfére namerané koncentrácie týchto plynov zodpovedajú predpokladu, podľa ktorého veľké oblasti Venuše museli byť pokryté práve karbonátovou lávou.

Zatiaľ nemáme dôkazy o tom, že by vulkanizmus na Venuše úplne vyhasol. Vieme však, že v súčasnej geologickej dobe, ak sa aj vyskytol, predstavoval sotva zlomok jeho volakedajšieho objemu, čo je možno signálom geologickej smrti Venuše. Táto planéta sa už nedokáže vrátiť k svojej pôvodnej, pohostinnej existencii, pretože svoju vodu už nenávratne stratila, pričom intenzita snečného žiarenia sa počas najbližších miliónov rokov významne nezmení.

Osud Zeme

To, čo dnes pozorujeme na Venuši, môže sa stať i na Zemi. Naša planéta sa ubera podobnou cestou, ibaže s 5 miliárdročným oneskorením. Tak to aspoň vyplýva z teoretickej štúdie Jamesa Kastinga a Davida Grinspona (University of Colorado). Na to, aby sa tento hrozivý proces rozpútal, nie je potrebná ani globálna katastrofa; už dnes je predvídateľný a nevyhnutný. Pozemské oceány, jazerá a dažde dennodenne erodujú naše kontinenty, regulujú atmosférny oxid uhličitý i našu globálnu klímu. Ale



Jedným z najväčších kanálov na Venuši je kanál Hildr (označený šípkami), ktorý je dlhý niekoľko-tisíc kilometrov. Šírka kanálu Hildr kolísá medzi jedným až dvoma kilometrami, ale nevytvoril nijaké jazerá stuhnutej lávy a neprijímal nijaké prítoky. Dodnes viditeľné koryto je posledným z viacerých meandrujúcich koryt, ktoré sa klučatili po lávou zálievanom povrchu.

už o jednu miliárdu rokov silnejúce žiarenie Slnka túto regulatívnu kapacitu pozemského vodstva zničí. Mohutné vyparovanie vody z našich oceánov, neodvratný únik vody do vesmíru a bezpríkladný nárast objemu oxidu uhličitého v atmosfére obnažia postupne dnes ešte hlboko pochované vrstvy vápencov, dolomitov a mramorov, ktoré sa začnú rozkladať. Nárast objemu oxidu uhličitého i vodnej pary v atmosfére, spolu so silnejúcom žiareniom Slnka vytvorí podmienky na vytvorenie superskleníkového efektu, podobnému tomu, ktorý vznikol na Venuši pred 3 miliardami rokov.

Nevyhnutný zánik oceánov však nemusí znamenať koniec voľne tečúcich riek. Ak objem oxidu uhličitého v atmosfére Zeme dosiahne hladinu venušianskej atmosféry, usadeniny karbonátov a solí sa začnú topiť a tieť v podobe lávových riek. O niekoľko miliónov rokov neskôr sa možno Zem bude honošiť tým, že má najdlhšiu rieku v celej Slnčnej sústave.

Výskum Venuše

Ak je tento obraz globálnej planetárnej evolúcie správny, potom by sme sa mali pokúsiť

Výrazné meandre na jednom z venušianskych canali. V blízkosti tohto kanálu sa nachádzajú (na snímke neviditeľné) staré, lávou zaplavene kanále, ktoré sú dôkazom migrácie canali po povrchu pláne, ktorej povrch je, podľa všetkého, zaplavene mohutnou lávovou záplavou. Asymetrický meander je typický aj pre mnohé rieky na Zemi. Svetlé čiary sú tektonické trhliny.



o to, aby sme zistili, čo z projektovanej budúnosti našej Zeme platí pre vzdialenosť minulosť Venuše. Mohutné oceány Zeme sa celkom nevyparia a neroztratia v okolitej vesmíre. Ich bývalá existencia sa nadľho zapíše do zloženia atmosferických plynov a oblakov. Výrazné stopy ostanú aj po sedimentárnych procesoch, ktoré rozhýbala voda; natrvalo ostanú zapísané v pieskovcoch, zlepencoch a iných horninách. Ak Zem nebude s týmito reliktmi vlastnej geologickej minulosťi narábať príliš brutálne, potom by mohli pretrvať aj fosfílie, ba dokonca aj zvyšky ľudskej civilizácie; zachovali by sa v skalách, ktoré boli kedysi vápencami, naplaveninami či mestami. Mohutné výrony karbonátových láv by vyhľobili na spustnatom povrchu Zeme bizarné riečne korytá, čo by bol posledný aktívny prejav toho, čím kedysi bývali usadeniny solí a vápence.

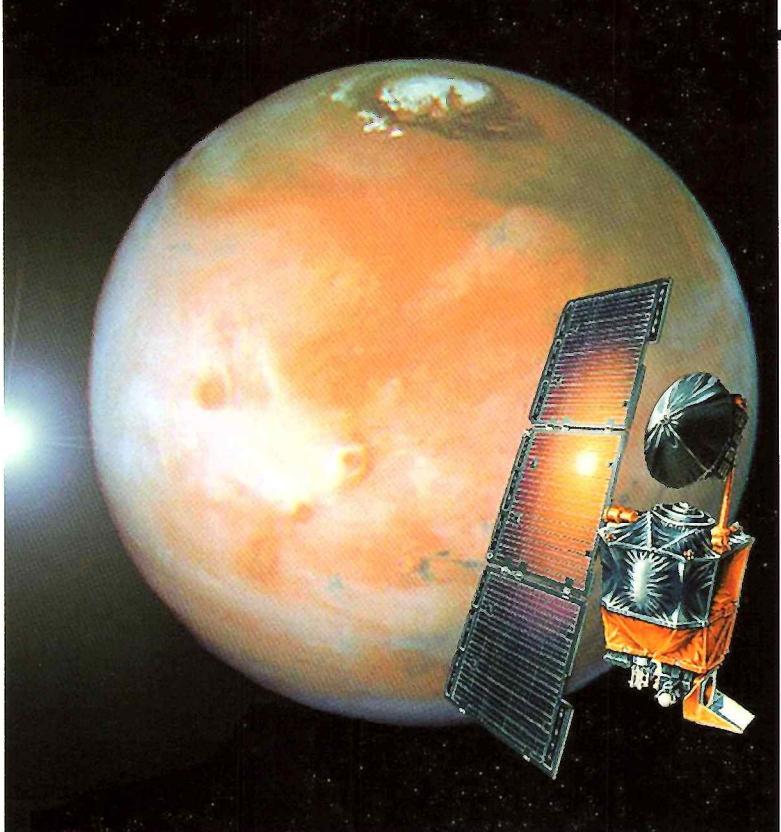
Stámliašky rokov ešte uplynú, kým sa ukáže, že táto prognóza budúcnosti Zeme bola správna, že sa potvrdili predpovede podobného vývoja, aký kedysi prebehol na Venuši. Vedci si však kladú nové otázky a skúmajú aj možnosť vyslania dokonalejších vesmírnych lodí na Venušu. Až potom spoľahlivo zistíme, aká substancia vyhľbila do povrchu Venuše riečne korytá; preskúmame história vody a oxidu uhličitého vo venušianskej atmosfére; ba pokúsime sa nájsť aj dôkazy o existencii životného prostredia v najstarších venušianskych horninách.

Mojim želaním je, aby sme rozlústili všetky tie vzrušujúce tajomstvá, ktoré skrývajú plyn v atmosfére našej sesterskej planéty, jej najstaršie, ale aj jej najmladšie horniny, navrstvené riečnymi lávami. Mojim prianím je, aby sme objavili tak volakedajšiu, ako i súčasnú Venušu.

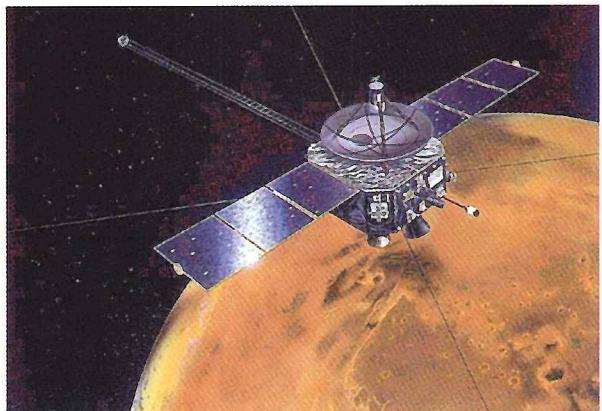
Jeffrey Kargel

Autor je planetológom na U.S. Geological Survey, kde sa zaobrága geochémiovi a procesmi prebiehajúcimi na povrchu planét a ich mesiacov.
Spracoval — eg-

Tri sondy k červenej planéte

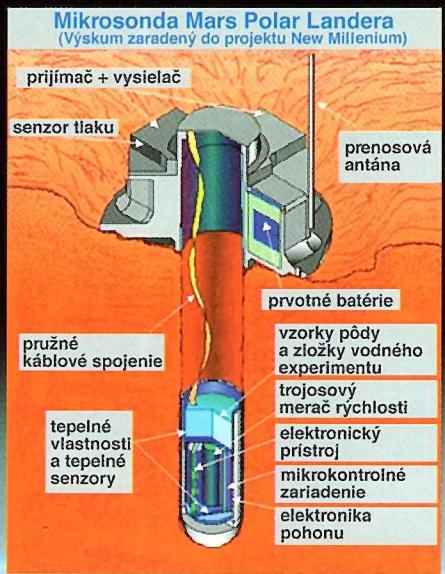


Koláž sondy Mars Climate Orbiter pri Marse.



Kresba japonskej sondy Planet-B nad Marsom

Tri kozmické sondy smerujú k Marsu. Dve z nich sa majú stať umelými družicami susednej planéty, tretia má pristáť na jej povrchu. O rok už možno budeme písat o ich prvých výsledkoch. Dnes sa zameriame na program letu a výskumu.



Kresba martanského povrchu s pristávacím modulom Mars Polar Landera. V hornom rohu schéma penetrátora Deep Space 2.

NOZOMI

Vlani v lete odštartovala prvá japonská sonda. Japonsko je po Rusku a Spojených štátach jedinou krajinou, ktorá má samostatný (a veľmi úspešný) medziplanetárny program: prvé japonské sondy, Sakigake a Suisei (Planet A) vzlietli už pri návrate Halleyovej komety; v roku 1990 bola vypustená sonda MUSES-A (Hitton) so subsatelitom Mesiaca – Hagoromo. Na koniec budúceho roka bol odsunutý štart sondy Lunar-A (družica Mesiaca, vybavená penetrátormi), roku 2002 by mala odštartovať sonda MUSES-C, ktorá by mala priviesť horniny z asteroidu Nereus. Ďalším projektom bude, podľa riaditeľa kozmodromu Kagoshima, družica Merkúra.

Planet-B je marťanská sonda s technickým označením SS-18. Symbolické meno Nozomi/Nádej dostala až po štarte. Projekt stál asi 100 miliónov dolárov; vedie ho výskumný ústav ISAS, konštrukčné práce vykonala firma Nippon Electric Corp. Hmotnosť pri štarte: 541 kg, z toho 282 kg pripadlo na palivo.

Nozomi vzhľadom pripomína Ulysses. Základné teleso má tvar osembokého hranola s priemerom 2 metre, s výškou 0,58 metra. Na hornej časti je parabolická anténa s priemerom 1,6 m, na spodnej raketový motor. Výška sondy je 2 m. Pohonný systém má hlavný motor s tahom 500 N, palivom je zmes N_2O_3 a hydrazín. Priestorovú orientáciu zaistuje 10 hydrazínových trysiek s tahom 2,3 N.

Energetický systém tvoria dva trojdielne panely slnečných batérií, ktoré sú pripojené k hlavnému telesu ako krídla s rozpätím 6,4 m. Krídla sú vybavené kremíkovými článkami, ktoré dodávajú sonde 200 W buď priamo, alebo prostredníctvom akumulátora. K telesu sú pripojené aj dve výklopné tyče s vedeckou aparáturou, dlhé 5 a 1,7 m a dva páry antén s rozpätím 50 m.

Riadaci počítač s hmotnosťou 1 kg vybavili 128-bitovým procesorom. Navigačný systém obsahuje čídlá hviezd a Slnka, akcelerometre a gyroscopy. Rádiový systém pracuje súbežne na frekvenčiach v pásmach X a S.

Montáž sondy a elektroinštalácia boli dokončené v decembri 1997; vibračné skúšky a testy v termovákuovej komore sa uskutočnili vo februári a v marci 1998; v apríli sonda dopravili na kozmodrom.

Vedecké vybavenie váži 35 kg: tvorí ho 10 japonských prístrojov: po jednom prístroji prispelo Nemecko, Kanada, USA a Švédsko. Tvoria ho: kamera, zobrazovací ultrafialový spektrometer, hmotnostný spektrometer, detektor kozmického prachu, analyzátor teploty plazmy, magnetometer, analyzátor elektrónov a iónov, iónový hmotnostný spektrograf, detektor častic s vysokými energiami, detektory plazmových vln, sonda pre meranie elektronevej teploty a ultrafialový skener.

Sonda sa zameria najmä na výskum vysokej atmosféry a ionosféry. Mars nemá magnetické pole, slnečný vietor teda preniká do atmosféry, kde dochádza k disociácii, ktorá celé milióny rokov rozkladá atmosféru červenej planéty. Tento proces spôsobil za tú dobu nielen rozklad, ale aj únik podstatnej časti atmosféry do okolitého priestoru. Nozomi bude merať tok unikajúceho atomárneho kyslíka, atomárneho vodíka a deutéria. Bude skúmať aj štruktúru, zloženie a dynamiku atmosféry, magnetoféru i atmosferický prach v okolí dráhy. Navyše: sonda bude fotografovať aj prachové búrk'y, oba mesiace Marsu a prevedie aj vysokofrekvenčný sondáž, ktoré cieľom je hľadanie vody.

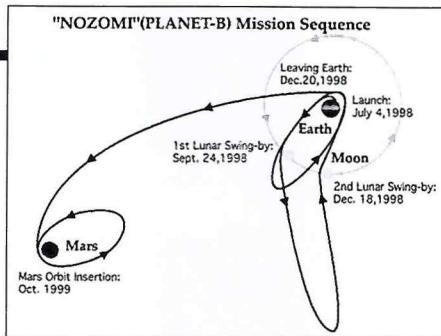
Nozomi vypustili pomocou menšej japonskej raket M-5, ktoréj nosnosť však nestačí ani na vynešenie rovnako ľahkého užitočného nákladu k Mesiacu. Preto sa inžinieri rozhodli využiť aj gravitačné pole Mesiacu a Zeme. Štart sa uskutočnil na kozmodrome Kagoshima – 3. júla o 18,12 UT na začiatku prvého štartovacieho okna: dátum vybrali na počesť výročia triumfálneho pristátia sondy Pathfinder. Na hliníkovú doštičku, ktorá je na palube sondy, napísalo svoje mená 260 609 Japoncov.

23 minút po štarte sa sonda ocitla na pretiahnutej dráhe vo výške 340 až 580 000 km. Nakonko počiatočná rýchlosť bola o niečo vyššia ako sa plánovalo, uskutočnila sa korekcia, po ktorej sa sonda usadila na elipsovitej dráhe 341 až 401 493 km.

Sonda na tejto dráhe dovršila niekoľko obehov a 24. 9. 1998 preletela okolo Mesiacu. Tak sa jej dráha zmenila na veľkú slučku s apogeom približne 1,6 miliónov km. Pri návrate (18. 12.) preletela sonda po druhýkrát okolo Mesiacu, vo vzdialenosťi 2089 km. 20. 12. sa sonda opäť vrátila k Zemi a preleteala nad ňou vo výške 1003 km nad povrchom. V perigeu inžinieri zažali doplňujúci motor, aby jej pohyb urýchli. Tento manéver sa celkom nepodaril, pretože dodatočne udelená rýchlosť nedosiahla 420 m/s a tak sa 21. 12. uskutočnila ďalšia korekcia, ktorá však spotrebovala oveľa viac paliva, ako sa predpokladalo. Spolu s gravitačným urýchlením to však stačilo na to, aby sa sonda dostala na medziplanetárnu dráhu.

Cesta k Marsu má trvať 11 mesiacov. 11. 10. 1999 by mal zážeh motorov spomalí Nozomi o 1300 m/s a usmerniť ju na elipsovitu dráhu okolo Marsu vo výške 300 km až 15 polomerov planéty, ktorá sa postupne upraví na elipsu (150 až 27 300 km). Vedecký výskum mal trvať dva roky s možnosťou predĺženia.

Ibaže: problémy s uvedením sondy na medziplanetárnu dráhu zmenili aj pôvodné plány. Na heliocentrickej dráhe ostane Nozomi až do decembra 2003, keď na približenie sa k planéte jej bude stačiť



Japonskí inžinieri využili pri vypustení sondy Nozomi aj gravitáciu Zeme a Mesiacu.

minimálny impulz. Až potom, so sklonom štyroch rokov, usadí sa na dráhe okolo Marsu, ak, pravda, bude tak dlho fungovať. Veľká spotreba paliva pri manévroch môže mať fatalné následky.

MARS CLIMATE ORBITER

V rámci amerického desaťročného programu nepilotovaného výskumu Mars Surveyor, (riadí ho JPL z poverenia NASA/Office of Space Science), pripravili pre nedávne okno dve sondy. Ich cieľom je výskum počasia, vody a oxidu uhličitého, ako aj monitorovanie dlhotrvajúcich a náhlych klimatických zmien. Celkové náklady na obe sondy neprekročili 189,3 milióna dolárov.

Prvú vypustili po jednodennom odklade 10. decembra 1998. Pôvodne ju označovali ako Mars Surveyor 98 Orbiter, na jar 1998 však dostala meno Mars Climate Orbiter.

Základné teleso má tvar hranola s rozmermi 2,1×1,6×2 m. Obsahuje pohonný modul, ktorý tvoria dva nosníky a dva voštinové panely s ochranným povrchom z kompozitných materiálov. K pohonnému modulu je pripojený trojsegmentový panel slnečných batérií s dĺžkou 5,5 m a šírkou 2 m. Poslúží ako aerodynamický štit. Na podstave pohonného modula je na výklopnnej tyči parabolická anténa, otočná v dvoch osiach. Na opačnej strane podstavy nainštalovali meracie prístroje, UHF anténu a akumulátory. Startovná hmotnosť sondy bola 629 kg; 338 vážila samotná sonda, 291 kg palivo.

Pohonné jednotky tvoria nádrže paliva (hydrazín a Na_2O_3), hlavný raketový motor, 5 trysiek s tachom 22 N a 4 trysky s tachom po 9 N, poháňané monometylhydrazinom. Sondu vybavili trojosovým systémom stabilizácie a orientácie v priestore; primárny okruh riadi inerciálna jednotka s hviezdnym čidlom, záložný okruh doplnili analogovými slnečnými senzormi. Inerciálna jednotka sa bude spúštať iba v klúčových fázach.

Energetický systém tvoria tri panely slnečných batérií s plochou 11 m^2 , vybavené článkami GaAs/Ge so zvýšenou účinnosťou, ktoré nabijajú akumulátory NiH_2 . Sonda má pomerne zložitý systém tepelnej regulácie, riadený termostatom; systém obsahuje aj pasívne prvky (nátery, kaptonové fólie), žalúzie a tepelné ohrevacie.

Pre spojenie so Zemou v pásmi X slúžia vysielače, ktoré skonštruovali pre sonda Cassini; tie vybavili polovodičovými zosilovačmi s výkonom 15 W. Hlavná parabolická anténa má priemer 1,3 metra a skonštruovali ju pre vysielanie i pre príjem. Anténa so stredným ziskom je určená iba pre vysielanie, anténa s malým ziskom iba pre príjem.

Na palube sú iba dva vedecké prístroje:

MARCI (Mars Color Imaging) je zobrazovací systém pre synoptické sledovanie globálnych procesov v atmosfére Marsu a pre štúdium interakcie atmosféry s povrchom. Celková hmotnosť nepresahuje 2 kg, čo je o rád menej ako má podobné zaria-

denie na sonda Mars Observer. Systém tvoria dve miniatúrne kamery (6×6×12), z ktorých má každá vlastnú optiku, ale rovnaké vybavenie v rovine ohniska (prvky CCD, Kodak KAI-1001 s rozlíšením 1024×1024 pixelov a s digitálnym procesorom signálov). Širokohľad kamera pre globálne snímkanie s rozlíšením 0,8 až 7,2 km/pixel (atmosférické útvary pri obzore s rozlíšením 4 km) má zorné pole 140 a pracuje v siedmich spektrálnych pásmach (5 viditeľných a 2 ultrafialové). Druhá kamera pre exponovanie farebných zobrazení vytvápaných oblastí s rozlíšením 40 m/pixel má zorné pole 6 a pracuje v 10 spektrálnych pásmach 425–1000 nm.

PMMIIR (Pressure Modulator Infrared Radiometer) je devätpásmový infračervený spektrometer, ktorý bude zisťovať profily teploty, obsahu prachu, vodných párov v atmosfére do výšky 80 km nad povrhom Marsu, pričom bude merať aj radiačnú bilanciu povrchu. Vertikálne rozlíšenie je 5 km. Prístroj sleduje viditeľné žiarenie v širokopásmovom kanály a v ďalších ôsmich kanáloch žiarenia od 6 až po 50 mikrometrov so zameraním na oblasť vodných párov a oxidu uhličitého. Ide o rezervný exemplár pre sonda Mars Observer z roku 1992 a do zostavy Mars Climate Orbiter ho vybrali až v júni 1995.

UHF retranslátora (okolo 400 MHZ) pre spojenie so sondou na povrchu je modifikáciou aparátury zo sondy Mars Global Surveyor. Po prvýkrát umožňuje obojstranný prenos rýchlosťou až 128 kbit/s (konvenčný spôsob v pásmi X mal výkon iba 2 kbit/s).

Konfigurácia sondy sa mení podľa fázy letu. Po navedení na medziplanetárnu dráhu bol vyklopený panel slnečných batérií a sonda sa zorientovala na Slnko. Plánované sú štyri korekcie dráhy; prvá sa uskutočnila 21. 12. 98, pričom sa rýchlosť zmenila iba o 20 m/s. Pred príletom na Mars sa prevedie reorientácia sondy. Päť minút pred navedením na aerocentrickú dráhu (23. septembra 1999), uskutoční sa tlakovanie nádrží pomocou hélia, čo je, po havárii sondy Mars Observer dosť rizikový krok. Motor počas 17 minút zníži rýchlosť z 5,9 km/s na 4,7 km/s a uvedie tak Mars Climate Orbiter na eliptovitú záhytnú dráhu vo výške 160 až 39 000 km s periódou 29 hodín a sklonom 90°. Ďalšie manévre budú robíť už iba malé motorčeky.

Pri kontrole systémov s krátkym zážehom sa zníži výška pericentra na 110 km; tak sa zaháji príbrzdovanie pomocou atmosféry, pričom sa panel nastaví tak, aby mal maximálne účinnú plochu. Vonaljajúca izolácia sondy je odolná proti ohrevaniu (až 0,46 W/cm²) a proti účinkom atmosférického atomárneho kyslíka. Hoci príbrzdovanie sondy bude trvať počas každého obлетu iba niekoľko minút v blízkosti pericentra, po dvoch mesiacoch sa výška dráhy zmení na 90 až 405 km. 1. 12. 1999 sa využije motorické zvýšenie rýchlosťi v apocentre na to, aby sa sonda usadila na takmer kruhovéj polárnej (tzv. mapovacej) dráhe vo výške 405 km. Sonda je synchronizovaná zo Slnkom, takže cez zostupný uzol dráhy bude preletiať okolo 16. hodiny marťanského času.

V tej dobe sa už bude bližiť k Marsu aj ďalšia sonda. Mars Climate Orbiter sa preto zmení na retranslačnú stanicu. Každý sol bude preletiať desaťkrát denne, zakaždým po 5 minútach, v dosahu blížiacej sa sondy. Túto úlohu ukončí 8. 2. 2000; o necelý mesiac neskôr sa bude venovať výhradne výskumnej činnosti, ktorá bude trvať celý marťanský rok, teda 687 dní. Potom sa prístroje vypoja a sonda ostane v úspornom stabilizačnom režime. Retranslácia sa bude venovať až od 15. 1. 2002; tentokrát bude prenášať údaje zo sondy, ktorá pristane na povrchu Marса v januári 2002. Misia sa skončí až 1. 12. 2004.

MARS POLAR LANDER

Túto sondu vyniesla 3. januára 1999 rovnaká raketá ako sondu Mars Polar Orbiter. Štartovná hmotnosť: 576 kg, z toho pristávací modul 290 kg, palivo 64 kg. Počas medziplanetárneho letu bude uzavretá v špeciálnom púzdro s ochranným štítom (140 kg), modulom (82 kg) a všetkými potrebnými systémami, stabilizačným aj komunikačným, s anténou so stredným ziskom pre spojenie v pásmi X. Energetický systém má dva panely slnečných batérií s celkovou plochou 3,1 m², ktoré sa trvalo orientujú na Slnko. Počas letu možno uskutočniť až 5 malých korekcií dráhy, poslednú 7 hodín pred prifletom. Väčšina systémov je rovnakých ako na MCO, vrátane inerciálnej jednotky, a riadiaceho procesora RAD 600.

Pristátie sa uskutoční rovno z hyperbolickej príletovej dráhy rýchlosťou 6,9 km/s; použije sa pri tom mnoho systémov, ktoré sa osvedčili už pri projektoch Viking a Mars Pathfinder, najmä tepelné štíty a padáky. Kvôli spresneniu kontroly záverečnej fázy inštalovali aj vojenský štvorvázkový radar. Na rozdiel od sondy Mars Pathfinder však pôjde o pristátie mäkké; riadiť ho bude motor; airbagy sa tentokrát ne-použijú. Desať minút po vstupe do atmosféry dosadne Mars Polar Lander, podobne ako voľkady Vikingy, na trojnožku (vertikálna rýchlosť max. 2,4 m/s, horizontálna 1 m/s). Hned v prvý deň sa sonda uvedie do pracovnej polohy: najprv sa vyklopia okrajové časti slnečných panelov a nastaví sa anténa so stredným ziskom; potom sa vysunie stereoskopická anténa, tyč s meteorologickými prístrojmi a nakoniec začne pracovať aj mechanický manipulátor.

Pristávací modul má výšku 1,06 m a šírku 3,6 m, základné teleso skonštruovali z hliníkovej voštiny. Primárny komunikačný systém bude pre vysielanie využívať UHF – spojenie prostredníctvom satelitov Mars Polar Orbiter a Mars Global Surveyor. Rezervný systém umožňuje priame vysielanie a príjem povelov nastaviteľnej anténou so stredným ziskom, ktorá je pripojená k hornej podstave telesa sondy. Energia bude dodávať dvojica panelov slnečných batérií s plochou 2,9 m², vybavená článkami GaAs/Ge. Každý panel sa skladá z dvoch plôch: pevnnej a výklopnej. Na palube sa okrem toho nachádzajú aj akumulátory NiH₂ s kapacitou 16 Ah. Elektroniku vybavili systémom aktívnej tepelnej regulácie.

Sonda pristane na severnom okraji južnej polárnej čiapočky, v rozmedzí 75 až 80 stupňov južnej šírky, koncom martánskej juhopolárnej jari, keď budú svetelné podmienky optimálne.

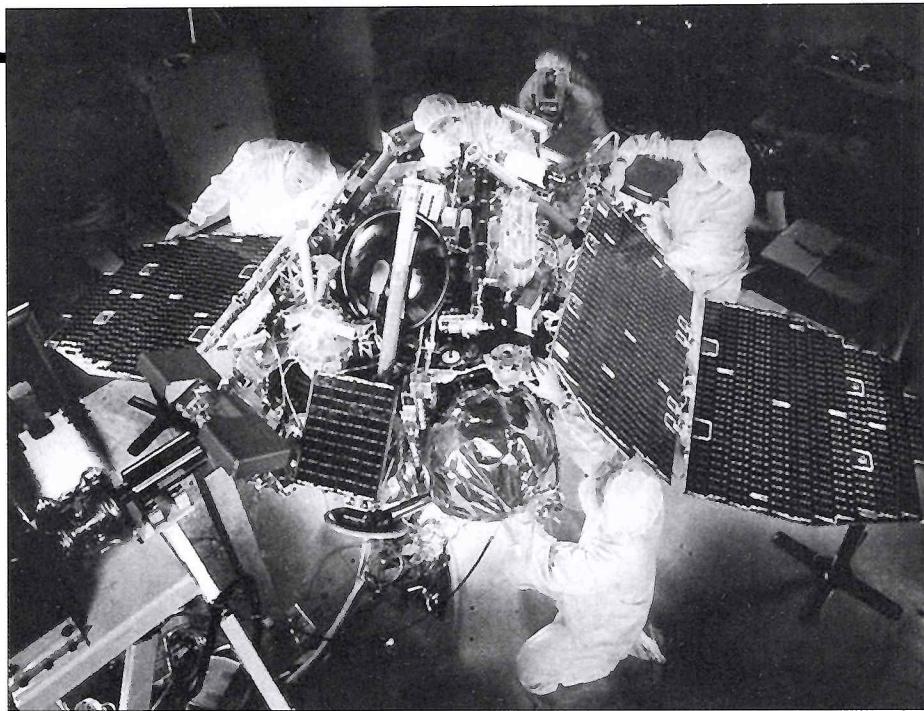
Hmotnosť všetkých prístrojov sondy je 20 kg:

MARDI (Mars Descent Imager), pristávacia kamera, začne pracovať 10 s po rozvorení padáka, teda asi vo výške 8 km. Vybavili ju širokouhouľou optikou s rozlíšením 1,25 mrad/pixel a CCD zázamom. Má vyhotoviť 10 panchromatických zobrazení: prvá farebná panoráma zobrazí oblasť 9×9 km s rozlíšením 7,5 m, posledná nasníma oblasť 9×9 m s rozlíšením až 1 cm. Cieľom je získanie topografických a geologickej údajov pre lepšiu návádzosť na údaje zo satelitov.

MVACS (Mars Volatiles and Climate Surveyor), s hmotnosťou 17 kg tvoria štyri zariadenia:

– stereokamera SSI (Surface Stereo Imager), ktorá sa osvedčila už na Pathfinder. Pracuje v rozsahu 0,4 až 1,1 mikrometra s dvomi optickými systémami; okrem farebných panoramatických snímok bude

Logo projektu New Millenium, ktorého súčasťou sú aj dve minisondy umiestnené v pristávacom module marťanskej sondy Mars Polar Lander.



Sonda Mars Polar Lander akoby na operačnom stole v montážnej dielni.

fotografovať aj činnosť ostatných prístrojov, magnetických terčíkov, umiestnených na sonda, ale aj východ a západ Slnka kvôli upresneniu vlastností atmosféry.

– Súbor meteorologických čídiel MET. Na výsuvnej tyči (1,2 m) sú čidlá pre meranie tlaku, teploty a rýchlosťi vetra, prítomnosti vodných párov s rýchlosťou určenou (pomocou laserového detektora) obsah izotopov vody a oxidu uhličitého. Ďalšie senzory rýchlosťi vetra a teploty sú na sekundárnej tyči (0,9 m) a na povrchu sondy.

– Robotický manipulátor s dĺžkou 2 m pred odber vzoriek z povrchu, manipulácie s nimi a získanie informácií o materiáloch na povrchu i pod povrhom pomocou kamery a teplotnej sondy, ktoré sú na nôku inštalované.

– Analyzátor TEGA (Thermal and Envolved Gas Analysis) na určovanie chemického zloženia a množstva prchavých látok pomocou skenovacieho kalorimetra vo ôsmich vzorkách, ktoré manipulátor odoberie.

– Laserový „radar“ LIDAR (Light Detection and Ranging) s hmotnosťou asi 1 kg, ktorý postavili v Institute Kozmických Issledovaní (IKI) v Moskve; ten bude merať množstvo prachu a vodnej hmly v atmosférovej vo výške 2 až 3 km nad sondou.

Tento experiment NASA vybraла v novembri 1995 zo 40 návrhov predovšetkým vďaka spolupráci IKI s katedrou fyzikálnej elektroniky Fakulty jadrovej a fyzikálno-inžinierskej ČVUT v Prahe. Srdcom lidaru je totiž unikátny český polovodičový vysielač, ktorého laserová dióda GaAlAs emituje pulzy s energiou 400nJ a trvaním 100 ns na vlnovej dĺžke 0,88 mikrometra s frekvenciou 2,5 kHz. Lidar sa má zapínať niekoľkokrát denne a zakaždým uskutočniť vyše 6 miliónov laserových výstrelov, ktoré umožnia priebežne merať výšku obláčnosti, zmeny

koncentrácie aerosolov a odlišiť minerálne látky od vodných kvapiek.

K lidaru je pripojený miniatúrny mikrofón s rozmermi 5×5×1 cm, s hmotnosťou 50 g a spotrebou 0,1 W; vďaka nemu budeme po prvýkrát počuť zvuky z iného sveta: vietor, piesočnú búrku a samozrejme aj vŕzgot a škrípanie sondy. Táto myšlienka napadla dr. Carla Sagana; vývoj za 50 000 dolárov sponzorovala záujmová spoločnosť The Planetary Society. Mikrofón má internú pamäť, odvodenú od stolných počítačov; 10 sekúnd trvajúce akustické prenosy sa uskutočnia raz za týždeň.

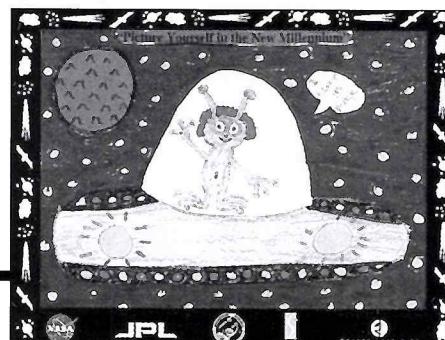
Dodatočne k sonda pripojili aj experiment Deep Space-2, z programu New Millennium, ktorý stojí 26 miliónov dolárov. Ide o dvojicu identických penetrátorov, inštalovaných na boku sondy, ktorá ich odhodí vo výške 2200 km. Po prelete atmosférou a po oddelení aerodynamických štítov dopadnú na povrch Marsu rýchlosťou 200 m/s, takže preťaženie dosiahne 25 000 G. Hmotnosť penetrátora po dopade je 3 kg. Cieľ: zaboriť púzdra do hlbky 2 metrov, zatiaľ čo „golier“ s vysielačkou ostane na povrchu. Celých 50 hodín budú vysielať údaje o vodnom ťade z miest asi 100 km vzdialených od miesta pristátia sondy Mars Polar Lander.

Penetrátori majú predbežne iba technické označenie; NASA ich pokrstí až koncom marca, po vyhodnotení všetkých návrhov.

Túto misiu bude s napätiom sledovať bezmála milión detí z celého sveta, ktorých mená, zapísané na mikročipe, dopraví Mars Polar Lander na červenú planétu. Rovnako ako moja dcérka, každé z týchto detí dostalo internetom z NASA list, v ktorom, okrem iného, stojí: – Od tejto chvíle je tvoje meno súčasťou vesmíru.

Celý americký program je iba o niečo drahší ako hollywoodský film Vodný svet. Hlavným cieľom vedcov je pátranie po vode. Hlavnou úlohou je hľadanie stôp po klimatických zmenách. Zistenie, koľko vody na tejto susednej planéte kedysi bolo a kolko jej tam doposiaľ ostalo, môže rozhodujúcim spôsobom prispieť k odpovedi na klúčovú otázku: – Začal kedysi na Marse naozaj vznikať život tak, alebo podobne ako na Zemi?

Marcel Grün



Svět podle sondy HIPPARCOS

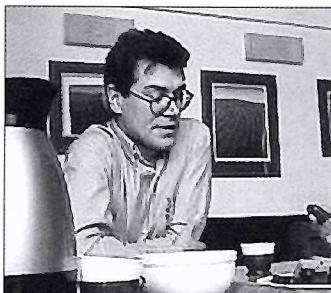
Sonda Hipparcos byla jedním z nejúspěšnějších projektů posledních let. Mohl byste nás alespoň stručně seznámit s nejzajímavějšími výsledky a především pak o dopadech na rozvoj astronomie?

Hipparcos především dokázal, že poprvé v historii lidstva můžeme spolehlivě udat polohy a vzdálenosti stálic až do vzdálenosti dvou, tří, čtyř set světelných let. Předchozí měření ze Země totiž trpěla velkou nejistotou. V posledních desetiletích se teorie stavby a vývoje hvězd, stavby a vývoje Galaxie dostaly natolik daleko, že přesnost pozemských pozorování značně pokulhávala za modely. Teprve Hipparcos poskytl takové údaje, které odpovídají spolehlivosti předpovědi a požadavkům, jež vyžadují teorie. Možná by bylo dobré, kdybych uvedl pár příkladů. V blízkých oblastech vesmíru astronomové posledních třicet, čtyřicet let hodně zajímala hustota hvězd v jisté vzdálenosti od Slunce, řekněme do 25 parseků (pozn. 1 parsek = 3,26 světelného roku). Což představovalo dostačně velký objem, aby se získal reprezentativní vzorek stálic.

Z měření sondy jsme zjistili značný rozdíl mezi tím, co se předpokládalo, že leží do vzdálenosti dvaceti pěti parseků, a skutečností. Například řada hvězd, které se podle fotometrických odhadů do této oblasti vešly, leží o hodně dál. To tedy znamená, že před naší misí neexistovala správná představa o typických hvězdách. A to dokonce pro populaci co se nachází v těsné blízkosti Slunce.

V katalogu sondy Hipparcos je do vzdálenosti 25 parseků několik tisíc stálic. Ve srovnání se vzdáleností osm kiloparseků ke středu Galaxie je to samozřejmě žalostně málo. My jsme ale donedávna spolehlivě neznali ani naše nejbližší okolí. Přitom je to velmi důležité: Například pro počáteční rozdělení hmotnosti stálic, stáří populace, v galaktickém disku, tempo tvorby hvězd a luminositní funkci.

Studii, ve kterých se používají měření ze sondy Hipparcos, je mnoho. Příkladem mohou být stálice pozdních spektrálních typů, jež jsou v souboru do 25 parseků docela dobře zašroupeny. Jsou slabé a ve větších vzdálenostech jen těžko pozorovatelné. Naopak hvězdy raných spektrálních typů jsou vidět i v velkých vzdálenostech, avšak jejich prostorová husto-



Michael A. C. Perryman.

Foto: IAN

ta je velmi nízká. Blízko jich tudíž leží poměrně málo. Porovnáním těchto dvou skupin hvězd určili astronomové hustotu hmoty v galaktickém disku. Vyloučili tak přítomnost temné hmoty v této části Galaxie.

O temné hmotě však astronomové vědí, jelikož se projevuje v rotaci Galaxie. Dnes ale spolehlivě víme, že tato zvláštní látka – o jejíž vlastnostech prakticky nic neznáme – není koncentrována v disku.

Jiným příkladem je technika zvaná helioseismologie. Existují totiž odborníci, kteří se snaží o seismologii jiných hvězd než Slunce – dívají se na rychlé fotometrické změny. Pokud dokážeme tyto oscilace měřit, dostaneme mocný nástroj ke studiu vnitřní struktury. Dosud sice nemáme žádný potvrzený případ takových změn u stálice slunečního typu, ale již existuje jeden dobrý kandidát: éta Bootis. V jejím případě byly předchozí odhad vzdálenosti z pozemských pozorování zatíženy značnou chybou. Takže teoretické předpovědi nesouhlasily s pozorováním, avšak dle vzdálenosti podle sondy došlo k velmi shodnému modelu s pozorovanou frekvencí změn jasnosti.

Družic, které se budou zabývat měřením zmíněných oscilací, bude přibývat. Údaje o přesné vzdálenosti a zářivém výkonu jsou tudíž velmi důležité.

Dovolte mi, abych nyní přešel k dalšímu tématu, a to k měření vzdáleností v naší Galaxii a vůbec ke škále vzdáleností. Jedná se o takový „svatý grál“ všech astronomů. Téma, které je velmi důležité od objevu Edwina Hubbleho ve dvacátých letech tohoto století, kdy zjistil, že červený posuv spekter galaxií roste s jejich vzdáleností. Odtud lze odvodit množství velmi zajímavých informací pro kosmologii.

Takovým základním milníkem

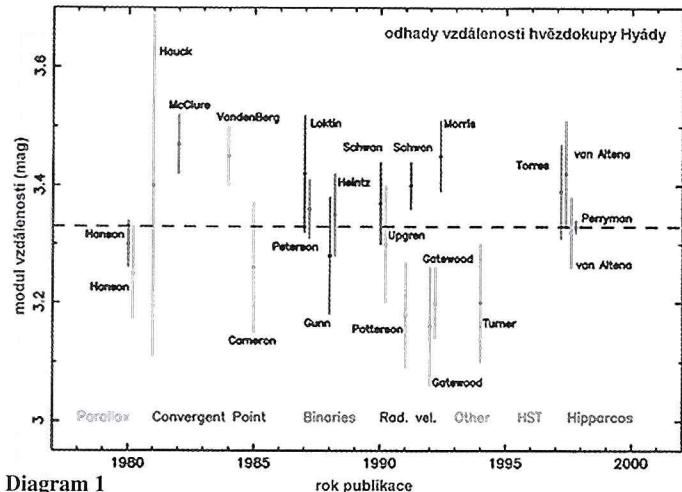


Diagram 1

pro vytvoření škály vzdáleností jsou již po dlouhou dobu Hyády.

Vzdálenosti této otevřené hvězdokupy bylo v tomto století věnováno snad největší počet astronomických publikací. A i když se podíváme poze deset let před misí Hipparcos, tak i v tomto období najdete velice rozdílné výsledky (viz diagram 1).

K určení vzdálenosti byly použity různé metody. Hyády jsou přitom poměrně blízko, pouhých čtyřicet parseků. Vzdálenost této hvězdokupy je důležitá, jelikož se podle ní hledá tvar hlavní posloupnosti v Hertzsprungově-Russelově diagramu. Na tomto základě se pak odhadují vzdálenosti ostatních hvězdokup, následně dalších objektů, postupně až ke vzdáleným galaxiím. Hyády jsou tudíž velmi důležité pro měření vzdáleností po celém vesmíru.

Dříve se vzdálenost Hyád měřila především tzv. úběžníkovou metodou. Tedy geometrickým postupem založeným na vlastních pohybech členů kupy. Používaly se též trigonometrické paralaxy, radiální rychlosti. Další metody se opíraly o teorii hvězdného vývoje a o dvojhvězdy. To vše se velice změnilo: dnes můžeme říci, že jsme určili na základě precizních trigonometrických paralax vzdálenost Hyád, tzv. modul vzdálenosti, 3.33 ± 0.01 magnitudy.

V katalogu sondy je asi dvě stě padesát stálic náležících k Hyádám. Známe tedy velmi dobře jejich prostorovou strukturu. Samozřejmě se jedná o skupinu hvězd s přesně stejným stářím, vesměs stejněho počátečního chemického složení. Když je sledujeme, můžeme velmi přesně testovat teorii hvězdného vývoje, jak se stavba stálic mění s časem v závislosti na počáteční hmotnosti.

V Hyádách se také pozoruje, jak se hvězdy pohybují uvnitř kupy. Ukazuje se, že taková směrodatná odchylka rychlostí je tři sta metrů za sekundu. Což je docela úžasné. Můžeme též vidět rozložení hmotností. Třeba to, že stálice s větší hmotností jsou koncentrované v centru, kde je

současně i větší podíl dvojhvězd. Sledujeme také objekty, jež z hvězdokupy utíkají do okolního galaktického prostoru. Tedy jakýsi rozpad kupy.

U Hyád všechno vychází tak, jak má. U Plejád to však už tak není. Předchozí odhad vzdáleností se liší od našich výsledků. Vzdálenost Plejád je asi 110 parseků, což je o deset procent méně, než se dosud soudilo. Po publikaci našich měření se rozvinula velká diskuse: některí autoři tvrdí, že naše data jsou asi o jednu milisekundu chybná. My se domníváme, že tam nic takového není – ostatně vždyť jsme tato měření zpracovávali my.

Konec-konču, astronomie má takovou vlastnost, že když nějakou věc tvrdíte chybně, pak se časem jako chyba i ukáže. Stejně tak když přijdete se správnou věcí, zjistíte, že je to pravda. Je možné, že bude nutné revidovat fotometrická pozemní měření jasnosti Plejád, údajů o zastoupení prvků těžších než helium (tzv. metalicitě). Kdybych si měl vsadit, zda se ukážou chybné předpoklady u starších pozorování a nebo u sondy Hipparcos, pak se spolehnou na sondu. Doufám tedy, že se ukáže, že by



la nějaká chyba u dřívějších pozorovatelů.

Podívejme se ale do větších vzdáleností. Rozložení hlavní posloupnosti v Hyádách a také v Plejádách je velmi důležité pro určování větších vzdáleností. Především je nutné překlenout vzdálenost k Magellan-

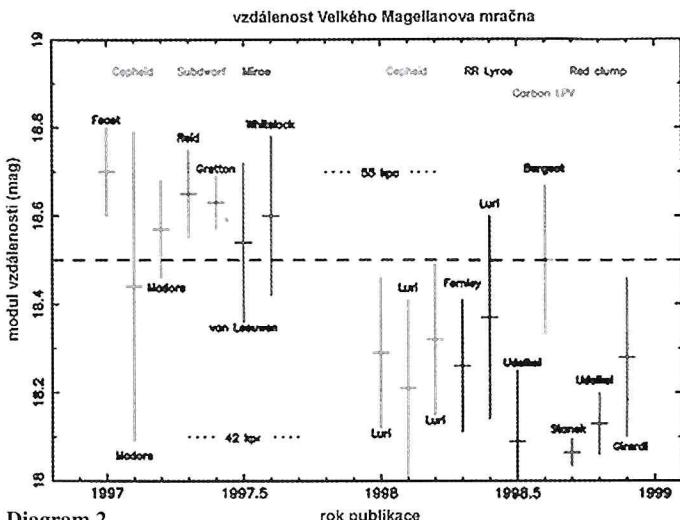


Diagram 2

vým mračnům a i cefeidám. (Jinou cestou je studovat velmi staré hvězdy druhé populace, tzv. podtrpaslíky. To umožňuje určit vzdálenost kulových hvězdokup a tak i proměnných typu RR Lyrae v Magellanových mračnech.)

Pojďme k cefeidám. Tyto proměnné jsou velmi krásné, jelikož pulzují a existuje u nich pěkný vztah mezi periodou pulzace a zářivým výkonom. Jakmile tedy znáte periodu, zjistíte výkon a při porovnání s pozorovanou jasností dostanete vzdálenost.

Problém cefeid je v tom, že jsou velmi vzácné. Přesto v Hipparcových katalogozích existují data o těchto hvězdách a vzorek je dostatečný k alespoň nějakým závěrům o jejich vzdálenostech. Už se objevilo dost prací, udávajících novou vzdálenost k Velkému Magellanovu mračnu (opět díky naší sondě). Metody, jež se k tomu použily, byly pestré a mnohdy velmi pozoruhodné. Přesto existuje velká nejistota ohledně vzdálenosti této satelitní galaxie – výsledky různých metod opřených o nová data se liší až moc (viz diagram 2). Krajní hodnoty jsou odchylné až o třetí procent vzdálenosti. Soudím ale, že se v blízké budoucnosti, během dvou tří let, rozdíly vyjasní a vzdálenost Velkého Magellanova mračna bude přesnější. Tím získáme dobrou škálu vzdáleností a můžeme srovnávat pozorované údaje s teoretickými představami o hvězdném vývoji.

Škála vzdáleností bližších hvězd je také důležitá při sledování galaxií a nakonec i při odhadu stáří vesmíru. Již dlouhou dobu existuje rozpor v odhadech z kosmologických údajů (tj. z rozpínání vesmíru) a mezi tím, jak staré jsou různé objekty. Zkrátka nejstarší hvězdy v Galaxii vypadají starší než vesmír podle kosmologických odhadů. To je samozřejmě nesmysl, tak to být nemůže. Ať už máte jakýkoli model vesmíru a jakýkoli model vývoje stálic, je jistě nutné, aby hvězdy vyšly mladší.

Když chcete použít data ze sondy Hipparcos, je nejdříve nutné vybrat ty nejstarší hvězdy. Zřejmě se nachází alespoň v některých v kulových hvězdokupách. To jsou nejstarší objekty ve vesmíru.

Stáří kulových hvězdokup se zjišťuje porovnáním pozorované hlavní posloupnosti a teoreticky spočítané na základě našich představ o hvězdném vývoji. Dle starých dat ze Země vychází zhruba 18 miliard let. Naše mise posunuje tento věk na jedenáct až dvanáct miliard let, případně některé práce udávají až čtrnáct. Údaje ze sondy totiž ukazují, že hvězdokupy jsou dál, než jsme soudili. Jejich hvězdy tedy září víc a mohou být mladší.

Současně se natahuje škála vzdáleností, která vede k pomalejšímu tempu rozpínání vesmíru a tedy nárustu jeho věku než jak soudí kosmologové. Rozpor mezi stářím vesmíru a hvězd je dnes – pokud nějaký, pak mnohem menší.

Doposud jste mluvil o astrometrických výsledcích Hipparca, ale sonda nám poskytla i vynikající fotometrické údaje.

Ano, Hipparcos byla sice především astrometrická mise, ale přinesla i mnoho velmi dobrých fotometrických údajů. Při vyhodnocování měření se ukázalo, že stálice typicky prošla stokrát zorným polem a my tak máme sto údajů o její jasnosti. A to jsou poměrně bohatá a hlavně velice spolehlivá data. Velká přesnost je výsledkem důkladné kalibrace sondy.

V publikovaném katalogu jsou uvedena jednotlivá měření, dále střední jasnosti a samozřejmě i možná perioda světelných změn. Například je pozoruhodné, kolik se nášlo nových zákrytových dvojhvězd. Předtím v souboru 25 tisíc stálic, které měl Hipparcos sledovat, bylo asi 400 zákrytových dvojhvězd. Ovšem analýza fotometrických dat ukázala, že jich je o čtyři sta až pět set více. Tyto soustavy jsou přitom velmi du-



Zleva doprava: Michael A. C. Perryman, dr. Stanislav Štefl, dr. Jan Vondrák.
Foto: IAN

v H-R diagramu není jako v minulosní dán vzdálenost hvězdy, a tedy výkonu, ale nejistotou fotometrickou – nejsou dostatečně přesné údaje o jasnosti hvězdy nebo dokonce o tom, jaký je její barevný index B-V a tedy jaká je její teplota. To se samozřejmě jedná o fotometrii v různých filtroch, tedy fotometrii pozemskou.

Zjišťování hvězdných velikostí v systému Hipparcos se ukázalo mnohem přesnější než většina odborníků čekala. Bylo to vlastně překvapení. Je zřejmé, že na základě této fotometrie v budoucnosti vznikne ještě mnoho různých prací.

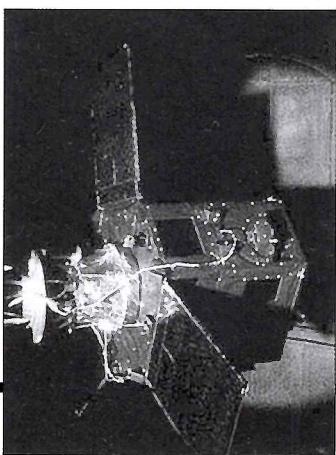
Jiným zajímavým výsledkem mise je test obecné teorie relativity. Podle ní se světlo procházející kolem Slunce ohýbá. V těsném sousedství slunečního disku velikost tohoto odklonu činí 0,7 úhlové vteřiny. Devadesát stupňů daleko existuje také, ale o pouze o čtyři miliontiny úhlové vteřiny. Což je o tři řády méně než je typická nejistota našich měření.

Pro celý soubor pozorovaných hvězd však existuje docela ostrý limit ve velikosti takového ohýbu a ukazuje se, že je v dobrém souladu s obecnou teorií relativity. Což je cenné i proto, že není ověřován v těsné blízkosti Slunce, ale ve všech směrech.

Oblasti, kde se sondě nepodařilo udělat žádné převratné objevy, je hledání a zkoumání systému podobných Sluneční soustav. Ze tří takových nejznámějších – 51 Pegasi, 70 Virginis a 47 Ursae Majoris, ale přece jenom nějaké výsledky jsou.

Hledání menších těles u takových hvězd se vždy opíralo o měření radiálních rychlostí. Ty vám ale neoprozradí hmotnosti planet, pouze jejich dolní limit. Není totiž jasné, jak je skloněna oběžná rovina objektu u vůti zornému paprsku – spojnicí Slunce-hvězda. V případě, že by ležela kolmo, nepozorovali bychom žádné změny radiální rychlosti. Naopak největší jsou pro rovinu podél paprsku.

Hipparcos během pozemských zkoušek.
Foto: ESA

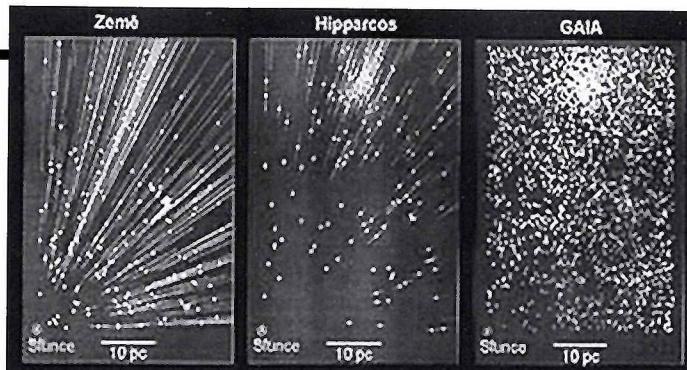


Obecně je hmotnost planety rovna $M \cdot \sin i$ (M hmotnost planety, i sklon dráhy vůči paprsku). Také, když sin i neznáme, dostáváme pouze dolní odhad hmotnosti. V případě 47 Ursae Majoris činí tento součin asi jednu až dvě hmoty Jupiteru. Hipparcos může sledovat vlastní pohyb jasné hvězdy (tj. v rovině kolmé k zornému paprsku), nezávisle na sklonu oběžné roviny planety. Konkrétně u 47 UMa lze tímto způsobem získat horní odhad největší hmotnosti průvodce – osm Jupiteru.

Jiná situace ovšem nastane, až budou nové družice, jež umožní mikrosekundovou astrometrii. Pak bude možné najít průvodce o Jupiterově hmotnosti i u docela vzdálených hvězd do dvou set parseků (sedmi set světelných let). Sem patří asi tři sta tisíc stálíc podobných Slunci. Předpokládá se, že asi tři procenta z nich mají „Jupiterova“ průvodce. Takže najdeme kolem deseti tisíc planet a získáme i detailní informaci o oběžných dráhách těchto těles (výstřednosti, periodě). To už by byla velmi dobrá statistická data, která nám hodně prozradí o vývoji planetárních soustav.

V poslední době se začíná mluvit o astrometrickém projektu GAIA. Mohl byste nám jej představit?

Vždy jsem si myslel, že Hipparcos byl fundamentální projekt. GAIA je ovšem úplně fascinující. Zatím se provádí „studie proveditelnosti“. Tačí se dokončuje zpráva o vědeckém



Srovnání přesnosti pozemských pozorování s výsledky sondy Hipparcos a budoucí misi GAIA. Na původně barevném obrázku byly žlutými body vyznačeny střední polohy hvězd v nejbližším okolí Slunce a světle modré úsečky znázorňují pak příslušné nejistoty. Rozdíl je i v černobílém provedení očividný. (Výrazná skupina stálíc v horní části diagramu odpovídá Hyádám.)

Zdroj: ESA

významu projektu. Koncem příštího roku budou oba spisy postoupeny komisi, která bude rozhodovat o dalším velkém projektu Evropské kosmické agentury. A já pevně doufám, že uspějeme.

Postup měření – současně po celé obloze – ověřený na misi Hipparcos lze použít i nadále.

U GAIA se ale počítá s větší optikou, lepšími detektory a řadou dalších drobných zlepšení. V dosahu sondy tak budou všechny objekty až do 20. velikosti. Takových hvězd je přitom více než jedna miliarda.

GAIA by měla být vybavená dumyslným systémem detektorů, takže by ji nemělo uniknout nic, co je jasnější než 20 magnitud a je zrovna

v zorném poli. Ať už se jedná o proměnnou hvězdu, supernovu, transneptunické těleso či něco, o čem dosud vůbec nevíme. Předpokládáme, že přesnost pozorování GAIA bude ve všech směrech alespoň o dva řády lepší než u sondy Hipparcos. Takže ji u stálíc, které mají kolem 15 magnitud, odhadujeme na deset mikrosekund, u jasnějších (12 mag) jen na tři mikrosekundy. Velmi dobrá by měla být i na limitu 20 magnitud. Při takové přesnosti lze určovat vzdálenosti s nejistotou jen deset procent i u hvězd v centru Galaxie! Pro srovnání deset mikrosekund odpovídá průměru lidského vlasu pozorovaného ze vzdálenosti deseti tisíc kilometru.

Velmi podstatné je, že by GAIA

měla být vybavena i systémem pro zjišťování radiálních rychlostí hvězd, tedy třetí složky nutné k pochopení prostorových pohybů. U hvězd kolem 17. velikosti s nejistotou jeden kilometr za sekundu. Tato věc nám u mise Hipparcos ohromně chyběla. Dosud totiž homogenní katalog radiálních rychlostí neexistuje. Taktéž se očekává, že velké přesnosti dosáhnou i fotometrická měření v mnoha různých oborech spektra.

Lze říci, že před sondou Hipparcos jsme měli jen velmi chabou představu o struktuře prostorového rozložení hvězd i v našem nejbližším okolí. Ted se situace velmi zlepšila. Ale po GAIA budeme mít dobrý stereoskopický pohled nejen na celou Galaxii, ale i do Magellanových mračen a některých blízkých galaxií. Tahle mapa by navíc byla pohyblivá, viděli bychom, jak se v ní hvězdy pohybují. GAIA nám současně poskytne velmi přesné scítání hvězd, které zahrne více než jedno procento počtu všech stálíc v naší Galaxii. To bude ohromné množství informací o vzdálenostech, o kinematice a dynamice. Astronomové tak budou mít na celá desetiletí o práci vystaráno.

Na JENAMU 98 se ptal Stanislav Štefl
Při přípravě rozhovoru spolupracoval Jan Vondrák, přeložil Jan Hollan
Prebrané z Instantních astronomických novin (IAN):
<http://www.sci.muni.cz/~ibt>

Argentinský zabiják

Nejnovější geologické studie naznačují, že zhruba před třemi miliony a třemi sty tisíci roky se do jihovýchodní Argentiny zřítila menší planetka či jádro komety. Okamžik této vesmírné srážky se nápadně shoduje s náhlym vyhnutím více než tří desítek různých typů savců a nelétajících ptáků. „Na rozdíl od katastrof, jež způsobily vyhnutí dinosaurov a dalších prehistorických živočichů, se nejdalo na globální událost,“ prozradil vedoucí vědeckého týmu Peter Schultz, profesor geologie na Brown University a specialista na impaktní krátery. Studie publikovaná v jednom z posledních vydání časopisu Science je podložena výsledky studia asi třicet kilometrů dlouhé tenké vrstvy nazelenalého skla a cihlově červeného materiálu, jenž byl objeven na oceánských útesech v jihovýchodní Argentině. Tyto tzv. tektity, nazývané escoria, jež byly poprvé popsány v roce 1865, jsou důkazem o ničivé srážce, která se v těchto místech před více než třemi miliony roky udála. Vědci nalezly i další důkazy, jako jsou šokově přeměněné horniny, neobvykle vyšší obsah oxidu magnesia a vápníku, význačně množství iridia i chrómu a drobné stopy po vodě. Výzkum přitom ukázaly, že se skleněné struktury nacházejí právě pod vrstvou usazenin, v níž existují fosilní stopy po zániku více než třetí lokálně se vyskytujících živočichů... „Prostě důkazy o jedné z mnoha podobných katastrof, jež postihly naši planetu v minulosti,“ uzavírá objevy profesor Peter Schultz.

Jiří Dušek, IAN
Podle časopisu Science

Pomaturitné kvalifikačné štúdium astronómie

V školskom roku 1999/2000 bude otvorený 15. cyklus Pomaturitného kvalifikačného štúdia astronómie (PMŠKA). PMŠKA je dvojročné diaľkové štúdium, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárňou v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ako aj pre záujemcov o astronómiu. Absolventi získajú kvalifikáciu pre prácu na astronomických zariadeniach. V každom ročníku poslucháči absolvujú 10 trojdňových sústredení podľa schváleného plánu a jedno letné sústredenie. Z každého absolvovaného predmetu sú študenti povinní vykonat ročníkové skúšky. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok sa štúdium končí maturitnou skúškou a absolvent získá vysvedčenie. Na PMŠKA sa prednášajú tieto predmety:

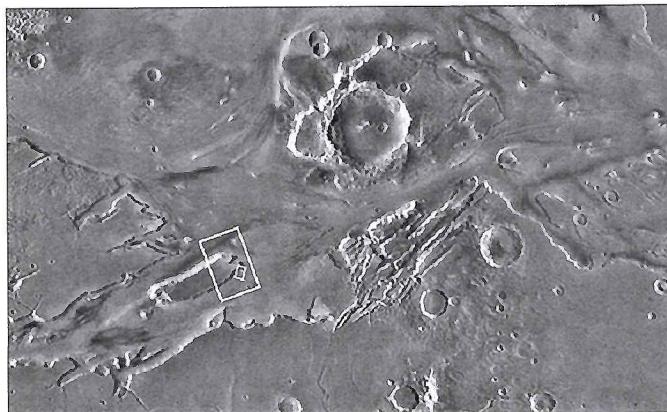
- Základy astronómie,
- Sférická astronómia,
- Základy vyšej matematiky,
- Vybrané kapitoly z fyziky,
- Základy výpočtovej techniky v astronómii,
- Astronomické prístroje a pozorovacie metódy,
- Meteorológia,
- Astrofyzika,
- Fyzika slnečnej sústavy,
- Nebeská mechanika,
- Kozmológia a kozmogónia,
- Základy filozofie,
- Vybrané kapitoly z pedagogiky a psychológie,
- Vybrané kapitoly z matematiky,
- Raketová technika a kozmonautika.

Výuku vedú odborní pracovníci SÚH a externí učitelia. Prihlášky na riadny prijímací termín musia uchádzači zaslať spolu so životopisom a kópiou maturitného vysvedčenia do 28. mája 1999 a v náhradnom termíne do 31. júla 1999 na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň, Komářnanská 134, 947 01 Hurbanovo

Uchádzači budú pozvaní na prijímacie pohovory, ktoré uskutočnia v riadnom termíne v poslednom júnovom týždni a v náhradnom termíne v auguste, kde dostanú aj podrobnejšie informácie o štúdiu.

Mgr. Marián Vidovenec, SÚH Hurbanovo



Exhumovaný kráter na Kasei Vallis

Snímky Kasei Vallis ilustrujú komplexnosť geologickej minulosti červenej planéty. Tieto mohutné kaňony vyhľobili prúdy vody mohutnej, globálnej povodne pred viac ako miliardou rokov. Sonda exponovala túto snímku 4. júna lanského roku. Na troch snímkach môžete porovnať stupeň rozlíšenia snímky zo sondy Viking 1 Orbiter so snímkami z MGS. Snímku z Vikinga reprezentuje celkový záber (*snímka vľavo hore*), biele obdĺžníky označujú detaľy, získané z MGS. Na veľkej snímke vidíte i časť kanálového systému, zahĺbených korýt a kanálov, ktorými záplavová voda z Kasei Vallis odtekala. Veľký kráter nad stredom snímky niesie meno ruského astronóma Šaronova (V. V. Šaronov 1901–1964); jeho priemer je 95 kilometrov. Terén vymedzený bielym obdĺžnikom sa nachádza na 24,3 stupni severnej dĺžky a 61,5 stupni západnej šírky.

Detail oblasti Kasei Vallis je cenným úlovkom najmä pre planetárnych geológov, pretože geológia červenej planéty má viacero fascinujúcich zvláštností; štúdiom detailných snímkov, najmä po vytvorení komplexnejších celkov, sa planetológovia pokúsia zrekonštruovať poznanetelnú geologicú minulosť Marsu.

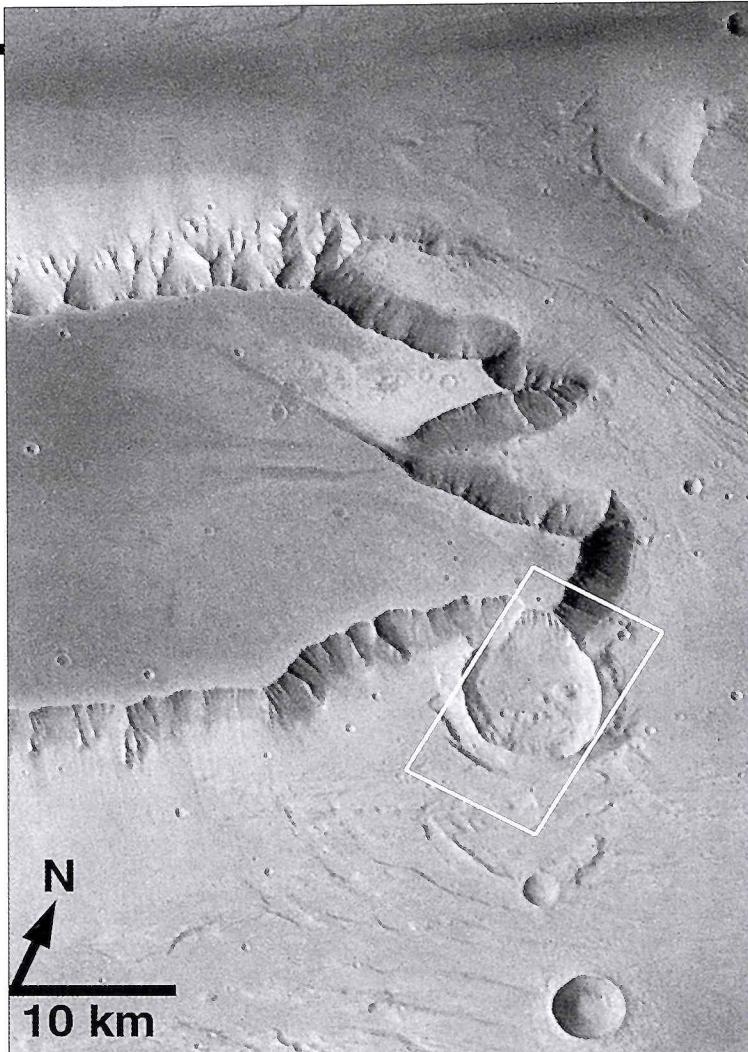
Detailné snímky, ktoré vidíte, exponovala sonda počas 345. obлетu Marsu, 4. júna 1998. Kasei Vallis sú dielom mohutnej, dlhotrvajúcej povodne, ktorá preformovala povrch Marsu pred viac ako miliardou rokov. Podobne vznikol i kanál Ares Vallis, pri ústí ktorého pristála v júli 1997 sonda Pathfinder. Rozsiahly systém poprepájaných veľkých kanálov vyhľbila povodeň do Lunae Planum, relatívne plochej planiny, ktorú tvoria mohutné naplavneniny starších povodní.

Všimnite si kráter (priemer 6 km) na *snímke vpravo hore*, ktorý povodeň obmyla i podmyla, takže jeho „misa“ je mierne naklonená a predstavuje akýsi ostrov či stolovú horu, vypínajúcu sa nad zahĺbeným okolím. Zo západu i z juhu obopínajú kráter priekopy, vyhĺbené do dna Kasei Vallis opadajúcim prúdom vody, ktorá prekážku obtekala. Priekopa sa vytvorila na mieste, kde sa v prúde po naradení na masív vytvárali víry a turbulencie pozdĺž celého masívu krátera. Svaly krátera odolali náporom vody preto, lebo ho vytvárajú impakтом pretvorené, tvrdé horniny. Geológovia sa nazdávajú, že keby povodeň trvala dlhšie, steny krátera by voda preborila, takže ide o nepriamy dôkaz relatívne krátkodobej záplavy. Horný okraj krátera sa vypína tak vysoko, že sa cezeň nepreválila ani voda kulminujúcej povodne.

Naklonený, podmytý kráter, vznikol v ranom období Marsu, asi pred 3,5 miliardami rokov. Nejaký čas potom, ako po dopade veľkého meteoriitu vznikol, bol postupne zanášaný materiálom gigantických povodní, ktoré cyklicky zaplavovali Lunae Planum, ktorých je kráter súčasťou. Samotný kráter pripomína gigantickú fosíliu. Procesy, ktoré ho obnažili, boli napriek mohutnosti také šetrné, že sa nám zachoval v svojom pôvodnom stave.

Tento exhumovaný kráter je iba jedným z celej súrie podobných útvarov, ktoré MOC počas posledného roku exponovala. Marsológovia ho poznajú už zo snímkov sondy Mariner 9 z roku 1972. Snímky MOC potvrdili, že vysoké sa vypína nad plošinu stolovej hory (vľavo), z ktorej ho povodeň doslova „vypitvala“.

(eg)



Jiří Grygar:

Žeň objevů 1997 (XXXII.)

Věnováno památce prvního ředitele Hvězdárny v Prešově Imricha Szeghyho (1909–1997), astronoma-amatéra ThMgr. Václava Šustra (1912–1997) z Votic, astronoma RNDr. Igora Zacharova (1928–1997) z Ondřejova a význačného odborníka ve výzkumu meziplanetární i mezihvězdné látky a mého učitele prof. RNDr. Vladimíra Vanýška (1926–1997) z Prahy

8. Život ve vesmíru

Věčně zelené téma života ve vesmíru získává přece jen nové podněty, zejména po spolehlivém důkazu existence extrasolárních planet u hvězd slunečního typu a vodního ledu na Merkuru, Měsíci a některých družících Jupiteru. Kromě toho je jisté, že v dávné minulosti tekla na povrchu Marsu přívalová voda, a že zde byly v činnosti mohutné vulkány. Nicméně předloni tak široce popularizovaný objev údajných **mikrofossilií** v meteoritech z Marsu je nyní neméně široce kritizován jako naprostý falešný. Naproti tomu byla na dně pozemských oceánů prokázána nová forma života, která se zcela obejde bez kyslíku a ke svému metabolismu využívá oxidu uhličitého, vodíku a dokonce síry.

Velkým překvapením je též loňský objev M. Engela a S. Macka, že aminokyseliny v známém **meteoritu Murchison** stáčejí rovinu polarizovaného světla doleva, podobně jako aminokyseliny v živých organismech na Zemi. Znamená to, že proces výběru levotočivých aminokyselin proběhl již předtím, než život na Zemi vznikl. D. Williams aj. proto nyní vážně uvažují o tom, že se život může vyskytovat právě na přirozených **družících velkých planet**, které se sice zřejmě dosti často vyskytují uvnitř ekosféry cizích sluncí, ale jelikož nemají pevný či kapalný povrch, nejsou vhodné pro život. Naproti tomu jejich družice mohou mít jak pevný, tak kapalný povrch a jsou-li dost hmotné, tak i dostatečně silné magnetické pole. Autoři soudí, že pokud je hmotnost takových družic vyšší než asi 12% hmotnosti Země, je naděje na obydlenost slušná. Ze stávajících exoplanet se tak jeví jako nejnadějnější objekty v okolí hvězd 16 Cygni B a 47 UMa. D. Williams a J. Kating se dále zabývali otázkou, zda je možný život na planetě, jejíž sklon rotační osy k oběžné rovině výrazně kolísá. (Nebýt stabilizujícího vlivu Měsíce, kolísal by sklon zemské rotační osy k ekliptice od 0° do 85°!). Došli k závěru, že i když by podmínky na takové planetě nebyly zdaleka ideální, zejména v případě, že by se v oblasti pólu vyskytovaly rozsáhlé pevniny, přece jen by se život udržet mohl, zvláště kdyby v atmosféře byl přiměřeně zastoupen CO₂. Tito autoři zároveň ukázali, že vnější hranice **ekosféry** pro planetu typu Země je v naší sluneční soustavě v této době vzdálena 1,46 AU od Slunce.

Je zajímavé, jak se vyzívají názory vědců na obydlenost cizích světů. Mezi zastánce myšlenky **mnohosti světů obydljených** patřil nejen filosof Giordano Bruno, ale i Johannes Kepler, Isaac Newton, William Herschel, lord Kelvin a Hermann von Helmholtz. Naproti tomu jeden ze zakladatelů evoluční teorie Alfred Russell Wallace prohlásil r. 1903, že život na Zemi je jedinečný. Je to fascinující tempo, když uvážíme, že vývoj ži-

vota na Zemi probíhal zpočátku neobyčejně pomalu, neboť v první 1,5 miliardě let osídlovaly Zemi pouze řasy a mitochondrie. Teprve před 2,5 miliardami let nastoupily baktérie a před 540 miliony lety praryby. Jehličnaté stromy a hmyz se objevily v devonu před 410 miliony lety, dinosaury v triasu před 205 miliony let a ptáci v juře před 135 miliony lety. Tehdy se již také vyskytovaly kvetoucí rostliny a savci. Podle nejnovějších údajů se druh Homo sapiens vynul v Homo erectus asi před 600 tisící lety a poddruh Homo sapiens sapiens asi před 150 tisící lety.

I. Crawford loni usoudil, že budoucí fyzikální objevy nepochybňně usnadní **mezihvězdné lety**, takže lidstvo je schopno osídlit Galaxii během nejbližších 50 milionů let. Crawford se též podílel na polemice s T. Lazzim a J. Cordesem o pravděpodobném výskytu cizích civilizací v naší Galaxii. Zatímco Crawford soudí z dosud negativních výsledků projektů SETI, že takové civilizace budou neexistují anebo jsou zcela vzácné, zmínění autoři připomínají, že případné signály cizích civilizací podléhají velmi značné rádiové scintilaci, takže intenzita přijímaných signálů na Zemi značně kolísá již během několika minut či hodin, což neobyčejně znesnadňuje jejich spolehlivé zachycení. Hnutí SETI přichází z pozoruhodnou iniciativou zařídit do této práce dalekohledy – majitele osobních počítačů po celém světě. Ukázalo se totiž, že souhrnná výpočetní kapacita těchto zdánlivě trpasličích strojů je monumentální a že naprostou většinu svého běhu tyto počítače zaházejí – nejfrekventovanějším programem pro ně jsou rozličné setříče obrazovky! Právě tohoto času by šlo využít po rutinném rozbor rádiového šumu, registrovaného obřími radioteleskopky při aktivitách typu SETI. V rámci projektu SERENDIP je vyvíjen vhodný software, jenž by zájemci obdrželi spolu s příslušným úsekem obsáhlého pozorovacího materiálu pro automatické vyhledávání „podezřelých“ signálů. Autoři projektu odhadují, že pokud se do spolupráce přihlásí zhruba 50 tisíc dalekohledů, bylo by možné celý materiál zpracovat během pouhých 2 let.

9. Přístroje

9.1. Pozemní optické a infračervené dalekohledy

Koncem r. 1996 prošlo první světlo obřím specializovaným teleskopem **Hobby-Eberly** (HET), když do společné nepohyblivé objímky bylo umístěno 7 z celkového počtu 91 segmentových zrcadel. HET byl uveden do plného chodu na podzim loňského roku. Dalekohled s pohyblivým ohniskem (analogie rádioteleskopu v Arecibu) má

úhrnný průměr zrcadel 11 m, ale s ohledem na nepohyblivost primárního zrcadla je ekvivalentní zrcadlo o průměru „jen“ 9,2 m, což je vyváženo nízkou cenou HET 13,5 milionů dolarů. Z ohniska HET vychází optická vlákna do spektrografového umožňující současné pořizování velkého počtu spekter galaxií a podobných objektů.

Počátkem loňského roku byla na Stewardově observatoři v Arizoně odložena v rotační sklářské peci zatím největší monolitní zrcadlo o průměru 8,4 m a plánované světlonošnosti f/1,1. Sklovina byla nejprve ohřívána až na 1180 °C, kdy se stala medově viskozní, a pak se pak otáčela teplotou 6,8 obrátky za minutu. Po 12 týdnech chlazení bylo zrcadlo zhruba parabolického tvaru hotovo a během loňského léta proběhlo jeho spékání při počáteční teplotě 500 °C, po němž následovalo rovnou leštění povrchu (rotační výroba odstraňuje pracné a pomalé broušení). Stejným postupem bude odloženo ještě jedno zrcadlo, a celý pák pak vytvoří dvojice **LBT**, instalované na Mt. Grahamu jako dalekohled o efektivním průměru 11,8 m, jenž bude po krátkou dobu před dokončením evropského VLT fakticky největším dalekohledem světa. Přístroj bude zároveň skvělým optickým interferometrem s rozlišením, odpovídajícím zrcadlu o průměru 22,8 m.

C. Jenkins se zabýval zcela praktickou otázkou, jak mohou malé přístroje v budoucnu konkurovat čím dál větším a dokonalejším skleněným obrům a navrhly poměrně levné a výkonné řešení v podobě velmi rychlé **automatické pointace**. Jak se totiž ukazuje, největší část neklidu obrazu bodovaly zdrojové vyuvolávání poskakování obrazu kolem střední polohy. Pokud docílíme, aby optika dalekohledu sledovala toto tančování v reálném čase, máme vyhráno. To lze vskutku zařídit přídavnou relativně levnou automatikou, která nejvíce zvýší výkon malých dalekohledů v blízké infračervené oblasti kolem 1,6 μm. Naneštěstí v tomto pásmu již nejsou běžné matice CCD vůbec citlivé – jejich citlivost začíná teprve u 1,1 μm a dosahuje maxima u 650 nm, zatímco na krátkovlnném okraji končí u 400 nm.

Dalekohled **NTT** ESO v Chile je stále častěji ovládán na dálku z Garchingu v Německu. Pomocné coudé ohnisko CAT se tak obsluhuje již v 50% pozorovací doby a hlavní ohnisko ve 20% pozorovacího času. Tento podíl se neustále zvyšuje a přirozeně velmi ulehčuje práci zaměstnaným astronomům, kteří ušetří nejen čas za zdlouhavé přelety mezi Evropou a jižní Amerikou, ale i peníze ESO.

Koncem roku pak dorazilo na observatoř Cerro Paranal první 8,2 m zrcadlo budoucího hlavního přístroje ESO a největšího dalekohledu světa **VLT**.

Na kanadsko-francouzském 3,6 m reflektoru

na Havajských ostrovech (**CFHT**) funguje již 6 let systém adaptivní optiky,jenž umožnil v blízké infračervené oblasti (2,2 μm) zlepšit kvalitu obrazu z 0,57" na 0,19". Od loňského roku se používá v ohnisku CFHT mozaika 8 obdélníkových matic CCD s rozměry 2048×4096 pixelů, čímž lze využít celého zorného pole přístroje o ploše 1 čtverečního stupně (64 M pixelů).

Smithsoniánská astrofyzikální observatoř rozběhla loni na podzim ambiciózní projekt přehlídky oblohy v blízkém infračerveném pásmu **2MASS** pomocí dvojice 1,3 m reflektoru na Mt. Hopkinsu v Arizoně a na Cerro Tololo v Chile. Během 3,5 roku chtějí zobrazit milion galaxií a 300 milionů hvězd, planetek, komet a hnědých trpaslíků kamery typu NICMOS. Přehlídká má dosáhnout 25000 krát vyšší citlivosti než průkopnická mapa z Caltechu před 30 lety.

P. Hickson shrnul dosavadní zkušenosti a další výhledy práce s kapalnými **rtutovými zrcadly**, jež při průměru 3 m a hmotnosti rtuti pouhých 600 kg jsou nesrovnatelně levnější než klasická skleněná nebo keramická zrcadla. Při 10 obrátkách za minutu dostáváme ohniskovou vzdálenost 5 m, tj. světelnost f/1,7. Praktické pokusy na Univerzitě Britské Kolumbie ve Vancouveru prokázaly, že takové zrcadlo dosáhne 21 mag v oboru R za 2 minuty expozice. Tako specializovaný dalekohled se dobře hodí k hromadnému určování červených posuvů vzdálených galaxií a kvasarů.

NASA hodlá téhož typu rtuťového teleskopu využívat na observatoři v Cloudcraftu v Novém Mexiku ke sledování kosmického smetí na oběžné dráze kolem Země. Autor uvádí, že 10 m kapalné zrcadlo by se takto dalo pořídit asi za 2 miliony dolaru. E. Borra aj. však navrhují využít místo toxické rtuti slitin gallia s nízkým bodem tání, jež má navíc asi o 15% vyšší odrazivost a 2,3krát nižší hustotu než rtuť. Gallium je ovšem neobvyčejně drahotné, jak o tom svědčí trápení ruských fyziků, kterým chce vláda sužovaná dluhy prodat 50 tun gallia v neutrínovém detektoru SAGE.

9.2. Kosmické teleskopy

Astrometrická družice **HIPPARCOS** s relativně titerným zrcadlem o průměru 0,3 m sice již dávno ukončila svůj jedinečný pozorovací program, který přinesl celkem 1 TB údajů, ale teprve loni v léte byly její obsáhlé výsledky zpřístupněny široké odborné astronomické veřejnosti v podobě 17 svazků speciálního katalogu, přičemž vlastní měření obsahuje 6 disků CD-ROM. Vedoucí zcela mimořádně zdařilého projektu M. Perryman aj. nyní zveřejnil údaje o kvalitách katalogu HIPPARCOS. Pro hvězdy jasnejší než 9 mag je medián středních chyb v polohách, paralaxách a vlastních pohybech pouze 0,0008", osy souřadné soustavy jsou přesné na 0,0006" a vlastní pohyby souhlasí s přesností $\pm 0,00025''/\text{rok}$. Katalog obsahuje údaje pro 118 218 hvězd, takže na čtvereční stupeň oblohy připadají v průměru 3 hvězdy. Celkem 17 917 hvězd je fakticky vícenásobných, ale jen 13 211 HIPPARCOS vskutku rozlišil a jen pro 235 nových vizuálních dvojhvězd se podařilo odvodit dráhové elementy; dohromady jde o 24 588 jednotlivých složek. Podle F. van Leeuwena aj. obsahuje katalog také pro každou hvězdu tři fotometrické údaje o jasnostech v integrálním pásmu 380–900 nm (maximum 440 nm) a dvou filtroch: 380–500 nm (B, max 430 nm) a 460–680 nm (V, max 505 nm).

Zprávu o méně přesném, leč desetkrát rozsáhlějším katalogu **TYCHO** podali E. H. g. aj. Pro hvězdy jasnejší než 9 mag činí medián střední chybu 0,007" a pro hvězdy slabší než tato mez, leč jasnejší než 10,5 mag dosahuje 0,025". Katalog obsahuje 1 058 332 hvězd, tj. v průměru 25 hvězd na čtvereční stupeň oblohy. Celkem 2384 hvězd má změřenou vzdálenost větší než 80 pc, ale největší počet paralax odpovídá vzdálenosti kolem 70 pc; v několika případech se zdařilo dosti dobře změřit vzdálenosti až 160 pc. **Pohyb Slunce** vůči místnímu těžišti je nyní ve všech třech pravoúhlých souřadnicích znám s přesností lepší než 1 km/s; prostorová rychlosť pohybu Slunce vůči místnímu těžišti činí 14,1 km/s. Vzdálenost otevřené hvězdokupy **Plejády** je (116 ± 3) pc na základě měření paralax 54 příslušníku hvězdokupy. Plejády však úhrnem obsahují na 600 hvězd jasnejších než 17 mag. Revidovaná absolutní hvězdná velikost proměnných hvězd typu RR Lyr se rovná $(0,72 \pm 0,04)$ mag, což neobvyčejně zpřesnilo údaje o vzdálenostech kulových hvězdokup. Podobně se podařilo zpřesnit údaje pro **cefeidy a miridy**, což zase vedlo k revizi vzdálenosti Velkého Magellanova mrákona. Naneštěstí rozptýl hodnot vzdálenosti této klíčové galaxie, odvozené z rozličných typů proměnných hvězd, je dosud znepokojivě velký: od 45,9 kpc pro proměnný typu RR Lyr, až po 52,5 kpc pro miridy. Jak uvádí J. Fernley, rozporu se též promítají do určování **stáří kulových hvězdokup**, které podle různých indikátorů pak vychází v nepříjemně širokém rozmezí od 12 do 17 miliard let.

Jak už to tedy v astronomii bývá pravidlem, zřetelně se jeví potřeba ještě dokonalejší astrometrické přehlídky oblohy a astronomové hýří patrně oprávněným optimismem: do desíti let má v kosmu fungovat astrometrická družice nové generace, která umožní změřit paralaxy miliardy(!) hvězd s přesností na obloukové mikrovteřiny(!).

Za velký úspěch evropské kosmické astronomie lze rovněž označit bezchybnou činnost evropské infračervené družice **ISO**, vypuštěné v listopadu 1995. Družice s primárním zrcadlem o průměru 0,6 m zahájila vědecký provoz v únoru 1996 v pásmu 2,5–240 μm a fungovala až do 8. dubna 1998; podstatně déle, než se předpokládalo. Přenesla na Zemi celkem 1 TB údajů, jejichž hrubé zpracování zabere asi 3,5 roku. Při výzkumu sluneční soustavy pomohla zvláště její schopnost měřit základní molekulární pásy v oboru 2,5–12 μm na povrchu planet a jejich družic, dále v kometách i na zrníčkách meziplanetárního prachu. Jak uvádí M. Harwit, těžiště její práce se však týkalo těles mimo sluneční soustavu, zejména poloprvidelných proměnných hvězd, hvězdných zárodků typu Herbigových-Harových objektů, detekce CO, CO₂ a CH₄ v mezihvězdných mrákonech, megamaserů a prachu v intergalaktickém prostoru. Z fyzikálního hlediska je zvláště cenné, že družice zaznamenala úplné rotační spektrum molekuly vodíku.

Výkonnost Hubbla kosmického teleskopu (**HST**) v průběhu let dramaticky roste, jak dokládá porovnání s plánovanou účinností 35%. Tato hodnota byla překročena již v průběhu r. 1992 a dosáhla 47% r. 1995 a plných 55% r. 1996. Dne 22. června 1996 pořídil HST již 100 000. snímek oblohy, čili bezmála 1400 snímků měsíčně. Při 82. startu raketoplánu v únoru 1997 se uskutečnila druhá údržba HST posádkou raketoplánu Discovery. Posádka musela během příletu k HST uskutečnit úhybný manévr kvůli nebezpečí srážky

s úlomkem nosného stupně rakety Pegasus, vypuštěné r. 1994. Během mise byly demontovány oba spektrografy (GHRS a FOS), nahrazené přístroji nové generace STIS a NICMOS, pracující navíc i v blízkém infračerveném spektrálním pásmu. Rovněž byl vyměněn jeden z pointerů FGS a instalován palubní záznamník s paměťovými obvody v pevné fázi, jež má o řád větší kapacitu než dosavadní palubní magnetofon. Opraveny či vyměněny byly též některé technické instalace na palubě HST. Následné testy ukázaly, že pointer FGS, záznamník v pevné fázi a zobrazovací spektrograf STIS pro pásmo 115–1000 nm pracují bezvadně, zatímco aparatura NICMOS má problémy s chlazením tuhým dusíkem, jež zkracuje životnost přístroje z plánovaných 5 let na 1,6 roku a znemožňuje zaostření jedné z kamer. Zbývající dvě kamery jsou však v pořádku, takže se nyní až do prosince 1998 využívají přednostně zhruba v polovině pozorovacího času. V průběhu letu byla zvýšena dráha HST o 3,3 km, takže HST obíhal posléze po mírně eliptické dráze v rozmezí 599–620 km nad Zemí. V srpnu 1997 skončil poslední projekt astronomů-amatérů, kteří od dubna 1992 dostávali na základě konkursů asi 0,25% pozorovacího času HST. Hubblov kosmický teleskop má být podle plánu znovu navštíven v prosinci r. 1999, kdy na jeho palubě bude instalována nová zobrazovací kamera ACA a vyměněny sluneční panely. Současně bude znovu zvýšena dráha HST s ohledem na nastávající sluneční maximum. Poslední návštěva HST se pak uskuteční koncem r. 2002, kdy bude místo již nepotřebné korekční optiky COSTAR instalován nový spektrograf pro ultrafialový obor COS a HST pak bude pracovat bez údržby tak dlouho, jak to jen půjde.

Mezitím se již rýsuje podoba nástupce HST, jež je označován jako kosmický teleskop další generace (**NGST**). Počítá se pro něj se složeným ultratenkým zrcadlem o průměru až 8 m, které bude umístěno v Lagrangeově bodě L₂, tj. asi 1,5 milionu km od Země na straně odvrácené od Slunce. NGST by měl být optimalizován pro blízkou infračervenou oblast spektra, jež je zvláště cenná při studiu velmi vzdáleného vesmíru a jeho cena by neměla překročit 700 milionů dolaru, z čehož by 200 miliony dolary přispěla evropská agentura ESA, jež by sestříjila univerzální kameru pro všechna spektrální pásmá. Šéfem projektu NGST se stal J. Matherz Goddardova střediska pro kosmické lety a odbornou záštitu projektu převzal dosavadní Ústav pro kosmický teleskop v Baltimoru. S vypuštěním NGST raketou Atlas se předběžně počítá pro rok 2007.

9.3. Radioteleskopy

Loni v únoru byla na oběžnou dráhu vynesena japonská družice s radioteleskopem **HALCA** o průměru 8 m, jehož úkolem je rozšířit základnu pro radiointerferometrii VLBI na vzdálenosti vyšší než je průměr zeměkoule. Radioteleskop se pochybuje v periodě 6 h po protáhlé dráze s přízemním 1000 km a odzemím 21 000 km. Společně s ním se pro účely VLBI využívá celkem 40 radioteleskopů z 15 zemí a získaná data se zpracovávají v superpočítací v Socorro v Novém Mexiku, sídle antény VLA. Lze tak dosáhnout až tříkrát lepšího úhlového rozlišení v rádiovém oboru, než při použití výhradně pozemních radioteleskopů.

V říjnu 1997 byl znovu spuštěn obří nepohyblivý radioteleskop v Arecibu o průměru kulové

antény 305 m, jenž byl v průběhu posledních pěti let opět zmodernizován nákladem 26 milionů dolarů. Po celém obvodu antény byl vybudován 16 m vysoký „plot“, stínící přístroj od tepelného záření Země a místního rádiového šumu. Zcela byl rekonstruován radarový systém, což umožní zachycení ozvěn od ionosféry i blízkých planetek, neboť výkon radaru se zvýšil dvacetkrát. Rozsah použitelných vlnových délek se zvětšíl pětkrát (od 430 MHz do 5 GHz) a šířka přijímaného pásma dokonce dvacetkrát.

V Puné v Indii byl pod vedením G. Swarupa dokončen obří složený radioteleskop pro metrové vlny **GMRT** nákladem 17 milionů dolarů. Radioteleskop pracuje ve frekvenčním pásmu 38–1427 MHz.

Také aperturní syntéza radioteleskopů ještě zdaleka nedosáhla hranice technických možností, jak svědčí společný projekt Holandska, Kanady, USA, Austrálie, Indie a Číny na vybudování anténní soustavy o ploše jednoho čtverečního kilometru do r. 2001 v ceně 150 milionů dolarů.

9.3. Astronomie vysokých energií

Nejtěžší astronomické družici **Compton**, pracující v měkkém a středním pásmu záření gama, bylo loni v květnu věnováno již 4. samostatné sympozium, jež se tentokrát konalo ve Williamsburgu v USA. Nové výsledky se týkají zejména jádra naší Galaxie a obecně aktivních jader galaxií. V centru naší Galaxie byla odhalena fontána, kde ze střetu částic hmoty a antihmoty vyvěrají anihilaci paprsky gama. V oboru gama bylo rozlišeno nejméně 50 aktivních jader galaxií, jejichž energetickým motorem jsou supermasivní černé díry s hmotností vyšší než $10^8 M_\odot$.

Také hvězdné černé díry v naší Galaxii občas záblysknou v pásmu fotonů gama. V energetickém pásmu 10 MeV – 10 GeV se uvnitř Galaxie srážejí částice kosmického záření s atomovými jádry i fotony a tím vzniká difúzní emise fotonů gama, pokrývající celou Galaxii, jak vyplývá z měření aparaturou EGRET. Aparatury COMPTEL a OSSE rozlišily v několika případech jadernou spektrální čáru radioaktivního ^{26}Al s energií 1,8 MeV a poločasem rozpadu 10^6 let.

T. Reichhardt referoval o úsilí NASA zlevnit budoucí výzkum v oblasti astronomie vysokých energií nahrazením družic vysokotlakými **stratosférickými balóny**, které by dokázaly vynést 2 t přístrojů do výšky 40 km a setravit tam po dobu až čtvrt roku. Start jednoho balónu totiž přijde na pouhý milion dolarů v porovnání s nejlevnější raketou Pegasus, jejiž vypuštění stojí plných 18 milionů dolarů, nelehle na ještě daleko dražší starty raketoplánů. Balóny budou ovšem umášeny pasátorovými větry, takže z politických důvodů se bude létat pouze na jižní polokouli, kde se může celý let uskutečnit snadno v mezinárodních vodách, mimo státní hranice. Již v r. 2000 má startovat 6 balonů s aparaturami pro astronomii záření gama, dále pro měření reliktovního záření a také pro obor infračervený.

9.4. Kosmické sondy

S kosmickou sondou **Pioneer 10**, jež byla ze Země vypuštěna v březnu 1972, se od dubna 1997 udružuje již jen omezené spojení, neboť na její palubě už pracují pouze dva přístroje (Geigerův-Müllerův čítač a ultrafialový fotometr) a vysílač

s výkonem 8 W dává na Zemi příkon pouze $0,3 \cdot 10^{-21} \text{ W}$. Sonda byla loni vzdálena od Země již více než 10 miliard km, takže signál ní letí k nám již téměř 10 hodin. Od Slunce se nyní vzdaluje rychlosť 12,5 km/s směrem k hvězdě Ross 248 v souhvězdí Býka, kterou mine za 30 tisíc let ve vzdálosti 3 světelné roky.

Zato obě kosmické sondy **Voyager** jsou teprve sotva v polovině své aktivní životnosti, ačkoliv leží meziplanetárním prostorem už plná dvě desetiletí (ze Země startovaly v srpnu a září 1977). Voyager 1 je nyní od Slunce vzdálen 70 AU a ročně se od Slunce vzdálí zhruba o 3,5 AU (rychlosť 17,4 km/s) směrem na sever od ekliptiky. Očekává se, že někdy kolem r. 2003 proletí rázovou vlnou slunečního větru, kde rychlosť jeho rozpínání klešší z nadzvukové na podzvukovou. Je totiž pravděpodobné, že v době slunečního maxima se rázová vlna i heliopauza poněkud přiblíží ke Slunci. Voyager 2 byl loni asi 8 miliard km od Slunce a vzdaluje se od něj rychlosť bezmála 16 km/s ve směru na jih od ekliptiky. I když výkon radioizotopových generátorů elektřiny na palubě sond klesl z původních 470 W na dnešních 332 W, stále to pohodlně stačí k dobré práci většiny přístrojů a ke kvalitnímu rádiovému spojení se Zemí. V korekčních motorech pak zbyvá ještě kolem 34 kg paliva na potřebné manévry. Na počátku r. 1998 předechnal Voyager 1 sondu Pioneer 10, takže od té doby je nejvzdálenějším objektem, vyrobeným člověkem.

V polovině října 1997 odstartovala ze Země poslední velká planetární sonda **Cassini** v ceně 3,3 miliardy dolarů, jež bude urychlena gravitačním prakem Venuše v dubnu 1998 a červnu 1999, Země v srpnu 1999 a Jupiteru v prosinci 2000 tak, aby se usadila na oběžné dráze u Saturnu 1. července 2004 a modul Huygens mohl sestoupit k Titanu v listopadu následujícího roku. Měření v okolí Saturnu by měly pokračovat až do července 2008.

Loni 4. října si celý odborný svět připomněl 40. výročí startu sovětského **Sputniku 1** – koule o hmotnosti 90 kg, vybavené rádiovým vysílačem, čímž svět vstoupil do epochy kosmonautiky. Podle D. Spencera bylo za 40 let kosmické éry vysláno na oběžné dráhy v okolí Země více než 23 000 objektů, z toho je v současné době na dráze 8 000 těles.

Loni vybrala americká NASA první pět projektů v relativně laciném (cena jednotlivých projektů nepřesáhne 250 milionů dolarů) programu **Discovery**. Pujde o odběr vzorků z Marsových druhů Phobosu a Deimosu, dále o zkoumání okolí tří kometárních jader (Encke r. 2003, Schwassmann-Wachmann 3 r. 2006 a d'Arrest r. 2008), odběr vzorků slunečního větru a umělé družice Merkuru a Venuše. Kromě toho bude NASA spolupracovat s japonskou kosmickou agenturou ISAS na vypuštění sondy k planetce (4660) Neptunus, vyzbrojené malým 1 kg vozítkem, jež odebere vzorky z povrchu planetky a ty se v lednu 2006 vrátí na Zemi. Větší vozítko o hmotnosti 17 kg má být počátkem příštího desetiletí vysláno také na Mars, odkud mají být přivezeny vzorky již r. 2005. NASA také testovala v poušti Atacama v Chile velké vozítko NOMAD o hmotnosti 800 kg, které putovalo rychlosť 1,6 km/h autonomně po dobu 45 dnů náhorní rovinou ve výšce 2100 m n.m., přičemž urazilo 215 km bez nejmenší nehody. V dalších letech bude NOMAD využit k automatickému hledání meteoritu v Antarktidě.

NASA také plánuje vypuštění velké infračerveň dnužice **SIRTF** se zrcadlem o průměru 0,85 m v r. 2002, čímž bude uzavřen program velkých astronomických observatoří (HST, Compton a AXAF).

10. Astronomie a společnost

10.1. Umrtí

V loňském roce se uzavřela životní pouť mnoha významných domácích i zahraničních astronomů. Kromě těch, jimž je připsána Žeň objevů 1997, bych chtěl ještě připomenout Igora Zacharova, jenž se věnoval zejména výzkumu vysoké atmosféry Země, brněnského rodáka Igora Jurkeviche (1928–1996; zákrytové dvojhvězdy) a dále košického rodáka Jenö Barnothyho (1904–1996), který zejména studoval kosmické záření a přispěl k teorii gravitačních čoček. Naše vzpomínka dále patří Robertu H. Dickeovi (*1916; astronomické testy teorie relativity, první radiometr pro měření reliktovního záření), Robertu Hermanovi (*1914; předpověď existence reliktovního záření), Johnu Irwinovi (*1909; zákrytové dvojhvězdy, cefidy, fotoelektrická fotometrie), Jerome Kristianovi (*1934; kvasary), Robertu Leightonovi (*1919; Slunce, infračervená astronomie), Edwardu Purcellovi (*1912; objev rádiové čáry H I, Nobelova cena za fyziku r. 1952), Lymanu Spitzerovi (*1914; hvězdokupy, interstelární prostředí, laboratorní plazma, laboratorní dukaz termonukleární reakce, HST), Martinovi Schwarzschildovi (*1912; vývoj hvězd, balón Stratoscope), Jürgenu Raheovi (*1939; meziplanetární hmota, kosmický výzkum planet), Leonidovi Rosinovi (*1915; nový a supernovy), Eugenovi Shoemakerovi (*1928; impaktní krátery, křižující planetky, trénink astronautů v programu Apollo), Davidu Schrammovi (*1945; nukleogeneze ve velmi raném vesmíru, skrytá hmota, teorie velkého třesku), Rogeru Taylerovi (*1929; nukleární astrofyzika), Clydovi Tombaughovi (*1906; objev Pluta, přehlídka 90 milionů hvězd), Richardu Touseyovi (*1908; raketová astronomie) a Fletcheru Watsonovi (*1912; impakty na Zemi, meteority).

Do této rubriky však také patří úmyslně založený požár, jenž vloni v únoru vážně poškodil slavnou **Pulkovskou observatoř** poblíž Petrohradu. Observatoř nejvíce utrpěla během stalinských čistek r. 1937, kdy řada tamějších vynikajících astronomů byla odvlečena do gulagu, kde většina z nich zmizela bez stopy. Pak přišlo obléhání Leningradu Němcí v průběhu druhé světové války, při němž byly budovy hvězdárny zničeny dělostřelbou, ale vybavení observatoře se díky nesmírné obětavosti personálu podařilo zachránit a po válce hvězdárnu dle původních plánů znovu postavit. Loňský požár je zřejmě dílem petrohradské mafie, která touží po výnosném pozemku v blízkosti petrohradského letiště. Požár zničil na 1000 svazků knih velké historické ceny, dalších 4000 svazků vážně poškodil a ohrozil unikátní přístroje.

Stejně tak rádu nejen britských astronomů zamroutilo rozhodnutí britského komitétu PPARC o převedení slavné **Královské greenwichské observatoře** do Edinburku, když k jejímu předešlému nákladnému stěhování na univerzitu do Sussexu došlo právě před devíti lety. Proti tomuto způ-

sobu „šetření“ protestoval i britský královský astronom Sir M. Rees. Zrušení hrozí i slavné Griffithově lidové hvězdárny v Kalifornii, jíž ještě loni navštívilo 60 tisíc návštěvníků, kteří se přišli pokochat pohledem na kometu Hale-Bopp.

10.2. Ceny

Mimořádně prestižní Crafoordovu cenu Švédské královské akademie obdrželi Sir Fred Hoyle a Edwin Salpeter zejména za příspěvky k objasnění vzniku těžších prvků termoukleárními reakcemi ve hvězdách. Neméně významnou Wolfsovou cenu za fyziku získal John Wheeler za své významné práce v jaderné fyzice, kvantové teorii gravitace i studium gravitačního hroucení černých dér. Zlaté medaile britské Královské astronomické společnosti byly uděleny Verě Rubinové za výzkum galaxií a skryté hmoty ve vesmíru a Donaldu Osterbrockovi za rozvoj astrofyziky. Prestižní medaili Bruceové Pacifické astronomické společnosti dostal Eugene Parker za rozvoj magnetohydrodynamiky a vypracování teorie slunečního větru. Russellovu cenu Americké astronomické společnosti obdržel Alistair Cameron za teorii vzniku sluneční soustavy a cenu Tinsleyovou též Společnosti převaz Alexander Wolszczan za objev planet u rádiiových pulsáru. Konečně D. Brownlee převaz Leonardovu medaili Meteorické společnosti za výzkum meziplanetárního prachu ve vysoké atmosféře Země. Známý britský popularizátor astronomie a kosmonautiky Patrick Moore oslavil v dubnu loňského roku 40. výročí svého pravidelného televizního měsíčníku „The Sky at Night“ v britské BBC.

10.3. Letem astronomickým světem

K 1. červenci 1997 byla do času UTC vložena další **přestupná sekunda**, takže od tohoto data platí: UTC – TAI = -31 s. V srpnu 1997 se v japonském Kjótu uskutečnilo **23. valné shromáždění IAU** za účasti 2000 astronomů a za osobní přítomnosti japonského císaře. Slavnostní přednášky přednesli R. Williams o projektu Hubbleova hlubokého snímku (HDF), B. Warner o kataklytických proměnných hvězdách a I. Novikov o černých dírách ve vesmíru. Novým prezidentem IAU byl zvolen americký astronom Robert Kraft a generálním sekretárem dánský astronom Johannes Andersen. Unie má nyní 8600 členů v 61 zemích a příště se sejdě na kongresech v Manchesteru r. 2000 a v Sydney r. 2003. Počínaje r. 1998 zadala IAU další vydávání svých prestižních publikací Pacifické astronomické společnosti, neboť nebyla spokojena s činností dosavadního vydavatele – Kluwerova nakladatelství.

H. Abt studoval obsáhlý soubor původních vědeckých astronomických prací a ukázal, že **citační poločas rozpadu** činí pro ně v průměru 29 let, přičemž je kratší pro teoretické práce (22 let) a delší pro astronomická pozorování (35 let), což znovu dokazuje, že astronomie je především pozorovací věda. Současně s tím se znovu posiluje význam **astronomů amatérů** pro vědecký pokrok. Přispěly k tomu polovodičové kamery CCD ve spojení s osobními počítači a rovněž rozšíření internetu. R. Girard a E. Davenst zjišťovali, kolik citačí obsahovaly vědecké práce v mezinárodním časopise *Astronomy and Astrophysics* v letech 1975–1995 a ukázali, že počet citací v průměrné

práci vzrostl za tu dobu o 60%, přičemž pozorovací statě mají o polovinu více citací než teoretické. Citace se uvádějí v 62% případů na podporu výsledku vlastní práce a v 60% se nacházejí v hlavním textu článku. E. Schulman aj. podrobili statistickému zkoumání 76 tisíc prací, uveřejněných v 7 hlavních světových astronomických časopisech v letech 1975–1996 a zjistili, že během té doby poklesl 3x počet prací osamělých autorů („sám nejsi nic“), zatímco po r. 1990 neobyčejně vzrostl počet prací podepsaných více než 50 spoluautory. O tom, že astronomie se stává složitou kolektivní spoluprací, to svědčí opravdu výmluvně.

Ani naši astronomové nezaspalí a zásluhou agilní skupiny pracovníků Hvězdárna a planetária M. Kopernika v Brně (zejména J. Duška a R. Nováka) začaly vycházet ve světové premiéře elektronické **Instantní astronomické noviny** jako půltýdeník. Od října 1997 vždy v pondělí a čtvrtk večer si můžete přečíst na internetu nejnovější astronomické zprávy, komentáře, články, recenze aj. na adresu: www.sci.muni.cz/~ibt Starší čísla IAN jsou rovněž dostupná v podobě CD-ROM.

Astronomové-pozorovatelé se 22. října 1997 připomněli 75. výročí vydání prvního **Cirkuláře Mezinárodní astronomické unie** (IAU), jež až do r. 1964 vycházely pěti hvězdárnami v Kodani. Od r. 1965 se o jejich vydávání stará zvláštní úřad při Smithsoniánské astrofyzikální observatoři v americké Cambridži. V průběhu tříčtvrté století vyšlo celkem 6759 cirkulářů, přičemž tempo vydávání v posledním čtvrtstoletí nesmírně vzrostlo – dnes vychází nový cirkulář prakticky obden. Na počest tohoto nenahraditelného zdroje bleskových a ověřených astronomických informací pojmenovala J. Tichá kleťskou planetku č. 7608 jménem Telegramia. Na Kleti bylo do konce r. 1996 objeveno 280 potvrzených planetek, z nichž 141 již dostalo svá jména.

Observatoř ESO dokončila **digitální přehlídku celé oblohy**, kterou lze nyní vyhledat na WWW adrese: archive.eso.org/dss/dss

Virtuální observatoř, poskytující obraz kterékoliv části oblohy ve všech oborech elektromagnetického spektra, najdete na WWW adrese: skyview.gsfc.nasa.gov/skyview.html

Proslulé Palomarské fotografické atlasy oblohy (POSS I a II), doplněné na jižní polokouli o snímky britské Schmidtovy komory (SERC), jsou nyní dostupné na WWW adrese: archive.stsci.edu/dss

Podle sdělení R. Sinnota se na základě měření družice HIPPARCOS připravuje moderní astronomický atlas hvězd do 11 mag s měřítkem 100"/mm a skládající se z 1548 listů. V atlase jsou vyznačeny rozlišené dvojhvezdy a rozpoznané proměnné hvězdy a výborně se hodí pro astronomy amatéry, kteří mají přístroje s průměrem optiky do 0,2 m.

K. Krisciunas studoval **jas noční oblohy** na sopce Mauna Kea během posledního cyklu sluneční aktivity v letech 1985–1996. Jas pozadí kolísal od 21,3 do 21,9 mag na čtvereční obloukovou vteřinu, zatímco barevný index B-V zůstal neproměnný s hodnotou 0,93. Úhrnné světlo noční oblohy odpovídá 1160 hvězdám 1 mag, takže lze pozorovat, jak ruka pozorovatele vrhá stín na světlou podložku. K záření noční oblohy zde přispívá především zvěřetníkové světlo, dále pak nerozlišené hvězdy Mléčné dráhy, nerozlišené galaxie a vlastní záření vysoké atmosféry včetně polárních září. Ani tato jedinečná astronomická lokalita neunikla pozornosti výstředních amerických „ekologů“,

soustředěných v prestižním klubu Sierra. Těm se totiž zdá, že na vrcholu sopky je již příliš mnoho kopulí, které údajně ohrožují vzácné druhy horšského himzu!

Ve skutečnosti je ohrožena **pozorovací astronomie**. Jak uvedl D. Crawford, jen za naprostu zbytečné osvětlování noční oblohy se v samotných Spojených státech vydá za elektřinu plná miliarda dolarů. Crawford, jenž je předsedou Mezinárodní asociace pro temné nebe (IDA), doporučuje, aby astronomové všude uplatňovali právo na temnou oblohu, neboť kromě jiného je to naštětí i ekonomicky výhodné. Jestliže ještě předloni se astronomům podařilo zabránit blázivnému nápadu s vysíláním ostatků nebožtíků na oběžnou dráhu kolem Země, firma Celestis pomocí právnických kliček nakonec přece jen vyhrála a 21. dubna 1997 vyslala na oběžnou dráhu kolem Země umělou družici s ostatky 24 nebožtíků, přičemž v každé miniurně bylo jen 7 g popela, za nějž pozůstatí zaplatili pouhých 4800 dolarů. Lesklá družice však zůstane na oběžné dráze nejméně 1,5 roku, a to nevěští pro budoucnost nic dobrého.

Aby pak astronomické souzení nebylo málo, začíná být radioastronomie vážně ohrožována rozmachem mobilních telefonů. Jejich využívání je tak silné, že jediný mobilní telefon, vysílající z povrchu Měsíce, by byl pro pozemské radioteleskopu třetím nejsilnějším rádiovým zdrojem z vesmíru! Pro celosvětové pokrytí se navíc začíná masově využívat speciálních telekomunikačních družic na nízkých drahách, které sice teoreticky vysílají v pásmu, které není vyhrazeno mezinárodními dohodami pro radioastronomii, ale prakticky se ukázalo, že vysílače nejsou dostatečně úzkopásmové a vysílají silný signál i na parazitních frekvencích, spadajících právě do chráněného pásmu pro molekulu hydroxylu (1670 MHz).

Zvláště nebezpečné se staly družice typu **Iridium**, s jejichž provozovatelem se radioastronomové dohodli, že družice nebudou vysílat v době, kdy je u největšího radioteleskopu v Areiciu noc, ale to je přirozeně jen zcela nouzové řešení. Navíc, jelikož družice Iridium využívají ploché lesklé antény o ploše 1,6 m², slouží bezděčně jako sluneční „prasátka“, vrhající na zem několikasedmadvacíté záblesky až –8 mag. Astronomové to opravdu nemají snadné, ale ani lidstvo jako celek nemá do budoucna ty nejlepší výhledy. V r. 1993 odvodil americký astrofyzik J. R. Gott III podivnou hodnotou statistickou formuli, vycházející z Kopernikova principu obvyklosti. V **Gottově formuli** je rozptět pravděpodobného budoucího trvání nějakého jevu odvozováno ze znalosti, jak dlouho již daný jev pozorujeme. Označme-li dosavadní trvání jevu T, pak pro budoucí trvání téhož jevu B platí s pravděpodobností 95% nerovnosti: T/39 < B < 39T. Jestliže zmíněné Gottovy nerovnosti použijeme k odhadu budoucího trvání lidstva B_L na základě znalosti jeho dosavadního stáří T_L = 150 000 let, čeká dvakrát moudré lidstvo konečná budoucnost v rozmezí od 3850 do 5 850 000 milionů let. Jak patrné, naštětí i v tom nejméně příznivém případě má laskavý čtenář daleko největší počet Žní objevů dosud před sebou.

KONEC

Poznámka: Textová část Žně objevů 1997 je dostupná na WWW:

<http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html>
<http://www.sci.muni.cz/~ibt>

Čo pozorovať pri zatmení?

11. augusta 1999 prejde pás úplného zatmenia nedaleko našich hraníc. Je to príležitosť pre všetkých záujemcov, amatérov aj profesionálov, zapojiť sa do výskumu koróny. Pre tých, ktorí chceú viac, ako iba získať peknú spomienkovú snímku, chcel by som poskytnúť niekoľko rád.

Pri výbere miesta na pozorovanie nám pomôže „Astronomická ročenka 1999“, kde sú podrobne údaje o polohe centrálnej čiary, čase kontaktov a trvania zatmenia.

Túto otázku možno riešiť aj pomocou knižky Z. Bödöka „Az ezredvég napfogyatkozása (1999, Augusztus 11.)“, ktorej slovenský preklad vydávateľstvo NAP, Dunajská Streda v priebehu januára 1999.

Pokial ide o počasie, tak tu sa treba spoliehať na šťastie. Podľa dlhodobej štatistiky pre tento deň, najhoršie podmienky sú v okolí Alp, kde sa v tom období tvorí miestna oblačnosť a v popoludňajších hodinách sa vyskytujú búrky. Čím ďalej od hôr, smerom k Čiernemu moru, tým sú súšance na pekné počasie väčšie. Všetko je však závislé od momentálnej poveternostnej situácie, ktorú tak dlho dopredu predpovedať nevieme.

Pri pokuse odpovedať na otázku čo pozorovať, ak má byť pozorovanie užitočné, musíme vychádzat z prehľadu neriešených problémov. A koróna

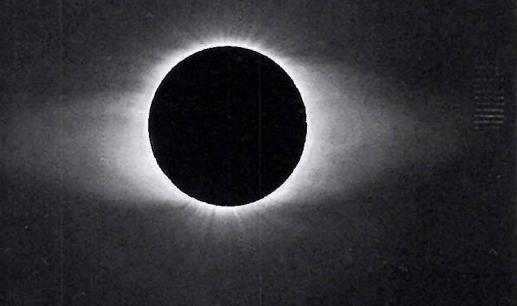
aj protuberancie sú objekty, kde sa to problémami len hemží.

Už samotný vznik koróny je problémom. V slnečnom vetre sa počas pol hodiny prenesie také množstvo hmoty, ako obsahuje celá koróna. To znamená, že také isté množstvo hmoty musí prejsť zo samotného slnečného telesa do koróny. Mechanizmus prenosu hmoty je nejasný. Nevieme, či ide o celoplošný prenos, alebo iba z niektorých miest. Ak iba z niektorých miest, tak z ktorých?

Ďalším problémom je problém ohrevu koróny. Podľa väčšiny hypotéz, tvorí hmotu koróny plazma s teplotou rádove 106 K. Nie je jasné kde a ako k takému ohrevu dochádza.

V koróne možno pozorovať lúče rôznych tvarov. Formovanie koronálnych lúčov, ich vzťah k protuberanciam a k magnetickému polu je ďalšou neznáomou.

Nie je známe rozdelenie rýchlosťi prúdenia hmoty v lúčoch a sily, ktoré ho spôsobujú. Rovnako ako mechanizmus formovania prúdov slneč-

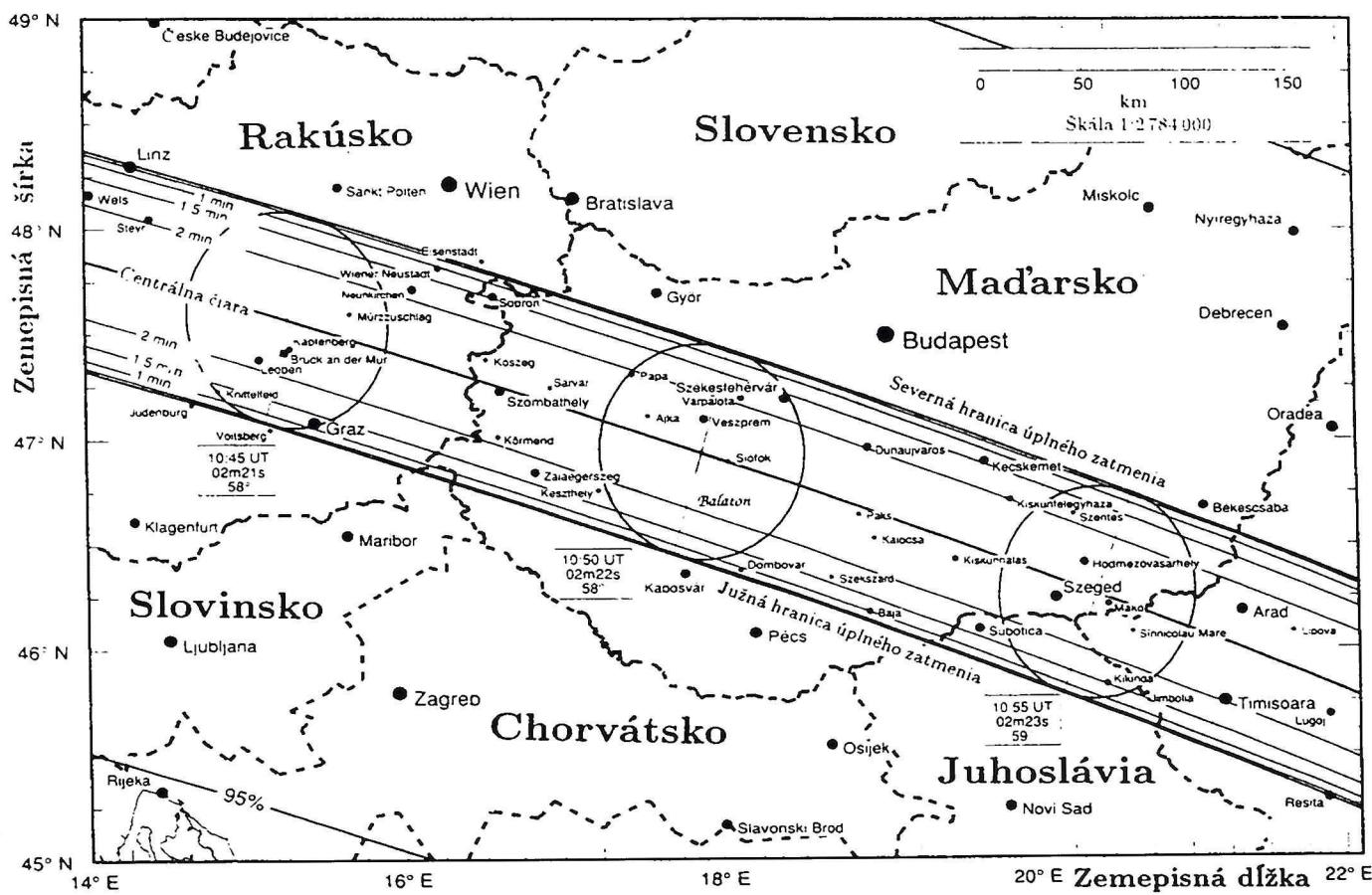


Fotografia slnečnej koróny zložená z ôsmich expozícií, ktoré urobil Fred Espank počas zatmenia v Indii 24. októbra 1995.

ného vetra. Pri úplnom zatmení môžeme získať pozorovania, ktoré sú podkladom pre riešenie mnohých úloh fyziky slnečnej koróny. Fotometria koróny umožní získať obraz o momentálnom rozložení hmoty a o štruktúre lúčov. Porovnanie s pozorovaniami javov vo fotosfére a chromosfére pred a po zatmení môže byť podkladom pre štúdium súvislostí medzi nimi.

Určenie pohybu hmoty je fažou úlohou. Stojíme pred podobným problémom, ako určiť rýchlosť prúdenia vody v rieke pri pohľade z lietadla. Pokial v nej nie je nejaký plávajúci predmet, je ďalšie, ak nie nemožné takúto úlohu vyriešiť. V koróne môže plávajúci predmet zastúpiť nejaká nehomogenita. Pri rýchlosťi 10 km/s sa počas 100 s (trvanie zatmenia) presunie o 1000 km, čo je niečo viac, ako 1°. Z toho si môžeme utvoriť mienku o fažnosti úlohy. Rýchlosťi prúdenia môžu však dosahovať až rádove 1000 km/s.

Pomocou merania polarizácie odhalili naši predchodcovia mechanizmus žiarenia koróny.



Pás totality úplného zatmenia Slnka 11. augusta 1999.

Zhodli sa na tom, že to je rozptyl na voľných elektrónoch. Súčasné merania polarizácie pri zatmeniach ukazujú v niektorých miestach značne odchýlky od teoretickej hodnoty. Vysvetlenie týchto odchýliek nás privádza na myšlienku, že v koróne sú možné aj iné mechanizmy žiarenia, ktoré vedú k vzniku spojitého spektra.

Najväčším zdrojom informácií sú však spektrá. Pri vhodnom riešení, t. j. volbe spektrálnej oblasti, disperzie a polohy štrbin môžeme zo spektra získať teplotu, hustotu, chemické zloženie a radiálne rýchlosť hmoty v koróne. Nevýhodou je že sa týkajú iba veľmi malej časti koróny a z toho dôvodu ich interpretácia nebyva ani ľahká, ani jednoznačná.

Dobré výsledky pozorovaní poskytujú námety pre tvorenie teórií koróny. Často sa pritom možno stretnúť s prekvapeniami, ktoré sme dopredu nemohli predpokladat. Napr. výskyt zaujímavých protuberancií, tranzientov a pod. Vyplýva to z krátkosti času pozorovania koróny pri zatmeniach. Odhadujem, že od roku 1850 sme tento objekt nepozorovali dlhšie, ako 3 hodiny.

Teraz si preberieme niektoré úlohy podrobnejšie.

Získať materiál na *fotometriu koróny v bielom svetle* je základnou úlohou pozorovania pri zatmení. Môže ju úspešne vykonať každý pozorovateľ, ktorý dodrží určitý postup.

Ako som už spomenul, výsledným produkтом tohto experimentu je určenie rozdelenia hmoty v koróne. Treba ešte označiť, že pokial ide o vnútornú korónu, t. j. do výšky 1,2 slnečného polomeru sa (zatial) dá takáto úloha riešiť iba pri úplnom zatmení. Najlepšie kozmické koronografy (napr. LASCO na SOHO) umožňujú zobrazovať korónu mimo zatmenia až od 1,5 slnečného polomeru a pozemský korónometer umožňuje merať polarizáciu koróny a z nej odvodí intenzitu K-koróny od vzdialenosť 1,2 slnečného polomeru.

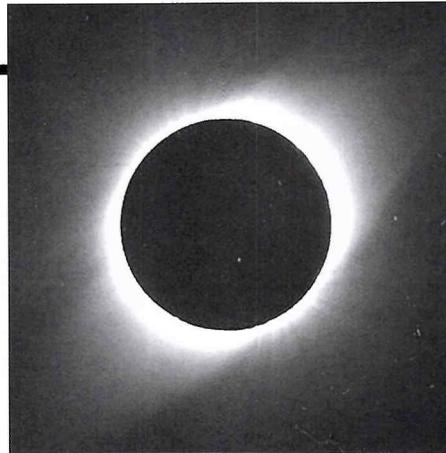
Pre plánovanie experimentu potrebujeme vedieť približné rozdelenie jasu v koróne v závislosti na vzdialnosti od stredu slnečného disku. Budeme ho vyjadrovať v 10^{-8} jasu stredu slnečného disku (jas stredu slnečného disku je 10 miliónov jednotiek). Tesne nad limbom je potom jas koróny pri zatmení okolo 500, vo vzdialosti dvoch polomerov okolo 2, vo vzdialosti 5 polomerov okolo 0,1. Jas Mesiaca je v týchto jednotkách približne 200. Jas oblohy pri zatmení v blízkosti Slnka je v rozmedzí 0,5 až 5, podľa čistoty vzduchu a charakteru zemského povrchu. Tieto údaje nám pomôžu aj pri výbere dĺžky ohniska a formátu snímky. Bez špeciálnych prispôsobení nemá zmysel fotografovať korónu vo vzdialostiach nad 5 polomerov, lebo tam už prevažuje jas oblohy nad korónou. Ešte lepšie je sa usporiť s rozsahom do 3 polomerov. Bežne máme k dispozícii buď formát 6x6 cm, alebo kinofilm – 24x36 mm. Z toho vyplýva dĺžka ohniska okolo 2 m pre formát 6x6 cm a 1 m pre kinofilm, samozrejme pokial chceme získať obraz celej koróny.

Film by mal byť s citlivosťou okolo 100 ASA a vyvolaný nie veľmi kontrastne. Pri posledných zatmeniach sme používali film KODAK T-MAX a vyvolávali sme ho predpísanou vývojkou. Mohla by sa použiť aj vývojka KODAK D-76. Potrebnej expozícia pri svetelnosti 1:11 s:

Protuberancie: 1/250 s

Vnútorná koróna: 1/125 s

Vonkajšia koróna: 1/2 s



Zatmenie Slnka 24. októbra 1995 v Indii. Zatmenie bolo unikátné nízkou výškou Slnka nad obzorom (23°) a krátkym trvaním (40 sekúnd). Autorom snímky je F. Espank z NASA/GSFC.

Obyčajne sa robí séria snímok s rôznymi expozíciami. Pri tejto príležitosti sa vynára otázka montáže. Potrebujeme vedenie dalekohľadu, alebo stačí fotografovať z pevného statívra? Ak chceme dosiahnuť maximálne možné rozlíšenie, a to chceme, potom musíme doporučiť montáž s hodinovým strojom pre expozície dlhšie, ako 1/15 s. Montáž na pozorovacom stanovisku musíme dobré zorientovať. Obyčajne sa však táto úloha rieši zo statívra, aj za cenu menšieho rozlíšenia pri dlhších expozících, s ohľadom na neúnosné náklady pri doprave ľahkej montáže. Východiskom môže byť aj použitie citlivejšieho filmu, pričom sa úmerne skráti expozícia.

Na fotografovanie koróny možno úspešne použiť aj farebný negatívny film, ktorý sa dnes vyrába s citlivosťou až 400 ASA.

Tento film má podobné rozdelenie spektrálnej citlivosti ako ľudské oko a nepatrú zrmitosť. Každý by si mal sám tieto možnosti vyskúšať. Vdačným objektom na skúšky je Mesiac, ktorý, ako som už uviedol má jas v rozsahu jasu vnútornej koróny.

Dôležitou a náročnou časťou pozorovania je kalibrácia. Umožňuje vyjadriť jas koróny vzhľadom na jas stredu slnečného disku. Problémom je prekonat' obrovský rozdiel jasu (10⁻⁶ – 10⁻⁹). Najjednoduchšie by bolo fotografovať slnečný disk pred zatmením aj po zatmení, s rovnakými expozíciami, ako korónu, pričom by sa pred objektív predradili aspoň dva neutrálne filtre s rôznymi optickými hustotami. Stačil by aj jeden pri použití rôznych expozícii, avšak museli by sme film otestovať na Schwarzschildov efekt – nerovnaký účinok k-násobného jasu a k-násobnej expozície. Tento spôsob sa však takmer vôbec nepoužíva, hoci je najkorektnejší. Obyčajne nemáme tak veľký filter, aby zakryl celý objektív. Okrem toho neutrálne filtre s tak veľkou optickou hustotou, t. j. 6 až 8 sa dajú ľahko získať a ešte ľahšie je s dostatočnou presnosťou ich optickú hustotu zmerať.

Optická hustota (D) je definovaná rovnicou: $D = -\log T$, kde T je pripustnosť filtra (pomer prechádzajúceho toku svetla ku dopadajúcemu). Napríklad filter s optickou hustotou 3 prepúšťa jednu tisícinu dopadajúceho svetla.

Neutrálne filtre sa vyrábajú dvojaké, s organickými farbivami (Schottove), alebo s naparenou kovovou vrstvou. Doporučujem použiť druhé, ktoré majú s dostatočnou presnosťou zaručenú neutrálnosť.

Najbežnejší postup pri kalibrácii je nasledujúci:

objektív zakryjeme nepriehľadnou clonou, v ktorej je kruhový otvor určitého priemeru a ten zakryjeme pri fotografovaní slnečného disku neutrálnym filtrom. Pre konštrukciu gradačnej krivky potrebujeme fotografovať najmenej cez dva kruhové otvory rôzneho priemeru. Vyrábajú sa neutrálne filtre kruhového tvaru s priemerom 50, alebo 25 mm, prípadne štvorcové 40x40 mm. Predpokladáme pritom, že svetelný tok cez otvor a odskrytý objektív je v pomere druhých mocnín príslušných priemerov. Tento predpoklad by bol splnený iba vtedy, ak by sa otvor nachádzal v mieste predmetovej hlavnej roviny objektívu. Pre každý objektív treba zoslabenie svetelného toku určiť experimentálne.

Napríklad: Chceme fotografovať korónu v rozsahu od limbu do troch slnečných polomerov objektívom s priemerom 100 mm. Jej jas je teda od 10^{-8} do 500×10^{-8} jasu stredu slnečného disku. Pre kalibráciu máme k dispozícii filter s optickou hustotou 3,5 t. j. s pripustnosťou 0,000316. Aby sme pre kalibráciu dosiahli jas okolo 10^{-5} potrebujeme ešte tok zoslabiť otvorm v clone pred objektívom s priemerom d_1 podľa vzťahu:

$$d_1 = 100 \cdot (10^{-5} / 0,000316) = 17,78 \text{ mm.}$$

Na konštrukciu gradačnej krivky potrebujeme ešte minimálne jeden bod. Nech je to 5×10^{-8} . Potrebujeme teda ešte clonu s priemerom d_2 :

$$d_2 = 100 \cdot (5 \cdot 10^{-8} / 0,000316) = 1,26 \text{ mm.}$$

Podľa tohto návrhu clony vyrábime, ale skutočné zoslabenie, s ktorým budeme počítať pri konštrukcii gradačnej krivky, musíme určiť experimentálne. Ak sa na fotografovanie používa zrkadlový objektív typu Cassegrain, otvor pre neutrálny filter musí byť umiestnený excentricky, miesto sekundárneho zrkadla.

Kalibráčné snímky musia byť na tom istom filme, ako koróna. Po úspešnom vyvolaní máme veľmi cenný materiál, ktorý treba sfotometrovať. Je to u nás možné budť v SÚH, v Hurbanove, alebo v AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici.

Veľmi cenné môžu byť aj snímky, ktoré boli získané pomocou objektívu s dlhým ohniskom (aj niekoľko desiatok metrov, pomocou Barlowovej šošovky). Pritom môžeme zobraziť iba čas slnečného limbu a študovať podrobnejšie spojenie útvarov v koróne so štruktúrami fotosfery. Problémom je výber miesta na limbe. Obyčajne je to v pásme aktivity, alebo okolo pólôv, alebo v mieste výskytu protuberancií. Na takýto experiment môžno využiť CCD kamery, aj pri normálnej dĺžke ohniska. Kalibráciu treba robiť rovnako, ako pri fotografickom zázname obrazu.

Záznamu spektra je možné určiť mnohé fyzikálne parametre v slnečnej koróne. Pre každý druh spektrografovi (disperzia, svetlosť, rozsah vlnových dĺžok) je možné nájsť úlohu, ktorá je aktuálna a výsledky môžu byť cenné pre ďalší výskum koróny. Nepredpokladám však, že sa nájdzie veľa záujemcov z radov amatérov o takýto druh pozorovania a bude vhodnejšie, keď sa prídu poradiť osobne o programe a metodike pozorovania.

Okrem týchto úloh, ktoré majú astrofyzikálny charakter, možno pri zatmení určovať presné časy kontaktov. Táto úloha má rovnaký účel, aj metodiku, ako pozorovanie zákrytov nebeských telies Mesiaca. Aj zatmenie Slnka je vlastne takýmto zákrytom. Toto pozorovanie možno urobiť aj v miestach, kde dochádza iba k čiastočnému zatmeniu.

Milan Rybansky

MIKROKVAZARY v našej Galaxii

Mikrovazary sú čierne diery s hmotnosťou hviezd, nachádzajúce sa v našej Galaxii, ktoré napodobňujú na oveľa menšej škále úkazy pozorované v kvazaroch. Ich objav nám otvára novú cestu k pochopeniu spojitosť medzi akréciou hmoty na čierne diery (ČD) a pôvodom relativistických výtryskov pozorovaných vo vzdialených kvazaroch.

Kvazary ostávajú jednými z najzáhadnejších objektov vo vesmíre, hoci boli objavené pred viac ako tridsiatimi rokmi. Zdrojom ich energie sú čierne diery s hmotnosťou niekoľkých miliónov hmotností Slnka (M_0) alebo aj viac, ktoré ležia v jadrách vzdialených galaxií. Ich svietivosti sú oveľa väčšie ako svietivosť obyčajných galaxií, hoci vznikajú v oblastiach menších ako Slnčená sústava. Z času na čas kvazary vyvrhujú prúdy plynu, ktoré sa na oblohe zdánlive pohybujú rýchlosťou väčšou ako svetlo. Extrémne vzdialenosť kvazarov spôsobujú veľké ťažkosti pri interpretácii ich energetických zdrojov a podstaty výtryskov.

Nedávny objav mikrovazarov v našej Galaxii, t.j. objektov, ktoré na miliónkrát menšej škále napodobňujú vlastnosti kvazarov, poodhalil nové perspektívy pre astrofyziku ČD (obr. 1). Domnievame sa, že zdrojom energie týchto zmenšených verzí kvazarov sú rotujúce ČD, pričom ich hmotnosť dosahuje iba niekoľko desiatok hmotností Slnka. Slovo mikrovazar sme zvolili kvôli analógií s kvazarmi, ktorá je viac než morfológická, pretože tu existuje fundamentálna jednota vo fyzike akrejúcich ČD, vo veľkom rozsahu hmotnosti; od ČD s hmotnosťami bežných hviezd v dvojhviezdných sústavach až po supermasívne ČD v centrách vzdialených galaxií. Pretože charakteristické časové škály akrécie hmoty na ČD sú úmerné ich hmotnosti, niekoľko minútové variácie v mikrovazarochoch korešpondujú

s analogickými javmi v kvazaroch, s trvaním niekoľko tisícov rokov. Takto môžu tieto minútové variácie poslúžiť ako model pre štúdium javov v kvazaroch, presahujúcich svojím časovým rozsahom dĺžku ľudského života.

Opakovane pozorovania obojstranných výtryskov v mikrovazarochoch viedli k širšiemu akceptovaniu názorov, že žiarenie výtryskov z kvazarov súvisí s hmotou pohybujúcou sa rýchlosťami blízkymi c. Ďalej, simultánne pozorovania mikrovazarov na viacerých vlnových dĺžkach odhalujú spojitosť medzi prechodom hmoty cez horizont ČD a vyvrhovaním expandujúcich oblačov relativistickej hmoty.

Nadsvetelné zdroje

Zdanlivé nadsvetelné pohyby sa pozorujú v kvazaroch viac ako 20 rokov. V minulosti boli tieto pohyby používané ako argument, že kvazary sa nemôžu nachádzať v takých veľkých vzdialenosťach ako sa predpokladalo; že určovanie ich

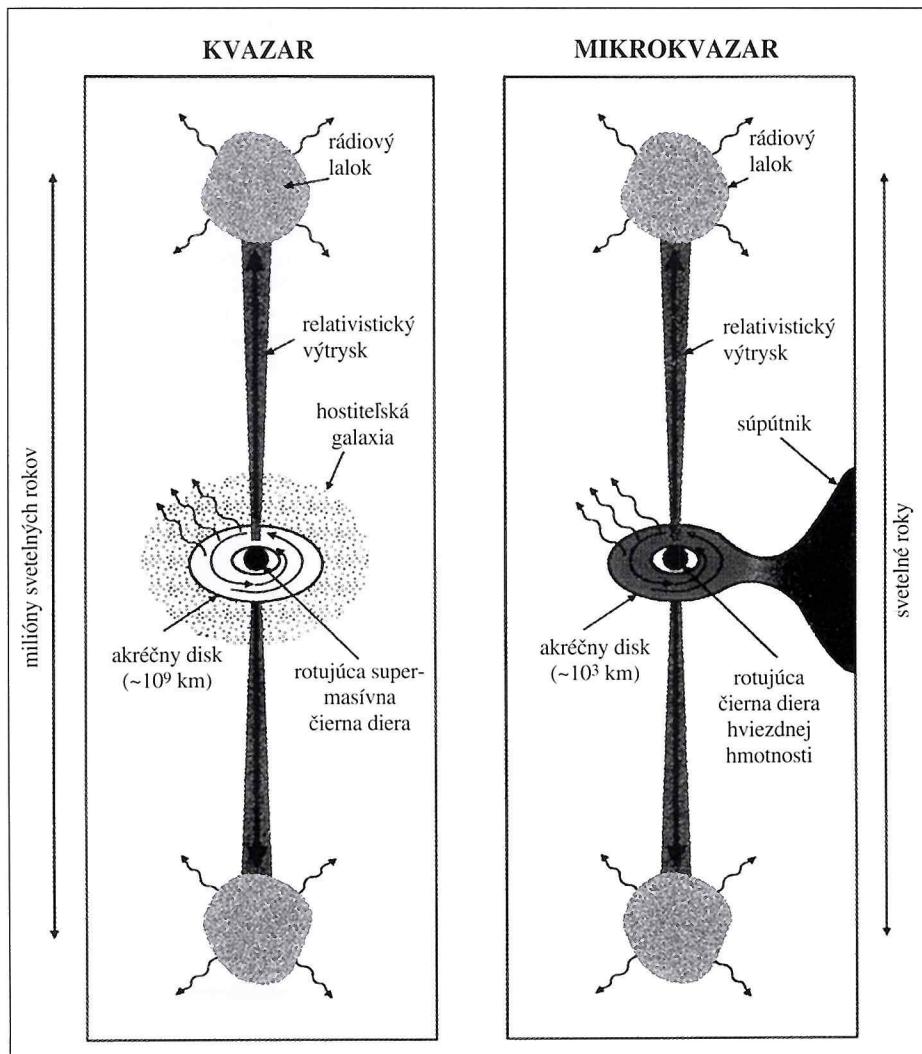
vzdialenosť z červených posunov a Hubblovho zákona nebolo úplne oprávnené. V extragalaktických prípadoch zvyčajne pozorujeme len jeden výtrusk, a tak nevieme určiť, či nadsvetelné pohyby reprezentujú šírenie vln v pomaly sa pohybujúcim výtrysku, alebo či odrážajú skutočný pohyb zdrojov žiarenia.

V kontexte analógie s mikrovazarmi vystáva otázka, či môžu byť pozorovateľné nadsvetelné pohyby aj v dvojhviezdných sústavach s ČD ležiacich v našej Galaxii. V niekoľkých doteraz známych ČD s hviezdňymi hmotnosťami boli na rádiových vlnových dĺžkach identifikované röntgenové zdroje GRS1915+105 a GRO J1655-40 ako premenlivé zdroje nadsvetelných výtryskov. Výtrusky oboch zdrojov sa pohybujú rýchlosťou 0.92c a stále ešte držia „rýchlosťny rekord“ v Galaxii. O zdroji GRO J1655-40 vieme, že leží vo vzdialosti 10 000 svetelných rokov a zdánlivé priečne pohyby výtrysku tohto zdroja sú doteraz najväčšie pozorovné z objektov ležiacich za hranicami Slnčenej sústavy.

Špeciálna teória relativity

Pozorovanie obojstranných nadsvetelných výtryskov z GRS1915+105 podporilo analógiu mikrovazary-kvazary. Na obr. 2 vidieť výrazný výtrusk z GRS1915+105 pozorovaný v marci až apríli 1994. Lavý, jasnejší oblak sa pohybuje zdánlivu rýchlosťou ako pravý, menej jasný. Asymetriu v zdanlivých pohyboch a jasnostiach môžeme vysvetliť pomocou relativistickej aberácie (pozri text v rámečku). Vo všetkých piatich hlavných, doteraz pozorovaných výtryskoch z tohto

Diagram znázorňuje súčasné predstavy o kvazarochoch a mikrovazarochoch. Podobne ako v kvazarochoch, aj v mikrovazarochoch nachádzame nasledujúce tri základné „zložky“: (1) rotujúcu ČD, (2) akréčny disk ohrevaný viskóznou disipáciou a (3) usmernené výtrysky relativistickej častic. V mikrovazarochoch, na rozdiel od kvazarov, má ČD hmotnosť iba niekoľko desiatok M_0 miesto niekoľko miliónov M_0 ; priemerná teplota akréčneho disku je niekoľko miliónov stupňov miesto niekoľko tisíc stupňov; časticie vyvrhnuté relativistickejmi rýchlosťami prejdú vzdialenosť iba niekoľkých svetelných rokov, na rozdiel od niekoľkých miliónov svetelných rokov v obráh rádiových galaxiách. V kvazarochoch hmota vtahovaná do akréčneho disku môže pochádzať z roztrhaných hviezd alebo to môže byť medzhviezdná hmota hostiteľskej galaxie, kym v mikrovazarochoch tento materiál prichádza zo sprivednej hviezdy v danej dvojhviezdejnej sústave (zo súpútnika). V kvazarochoch má akréčny disk rozmeru $\sim 10^9$ km a žiari väčšinou v ultrafialovej a optickej oblasti, kym akréčny disk mikrovazaru má rozmeru $\sim 10^3$ km a žiari v röntgenovej oblasti.



Určovanie vzdialenosťí pomocou špeciálnej relativity

Nadsvetelné pohyby pozorované vo výtryskoch pohybujúcich sa rýchlosťou blízkou rýchlosťi svetla, môžeme ľahko pochopiť pomocou relativistických efektov. Výtrusk sa pohybuje tak rýchlo, že takmer dobehne svoje žiarenie. Po istom čase t od vyvrhnutia materiálu sa plazmový oblak so skutočnou rýchlosťou v , dostane do vzdialenosťi $v.t$. V projekcii na oblohe vníma pozorovateľ premiestnenie oblaku na vzdialenosť $v.t \sin\theta$, kde θ je uhol medzi zorným lúčom a osou smerom k výtruskovi (*vid' obr.*). Pretože približujúca sa kondenzácia je teraz bližšie k pozorovateľovi vo vzdialenosťi $v.t \cos\theta$, čas potrebný na premiestnenie kondenzácie od počiatku (od zdroja) do jej súčasnej vzdialenosťi, ktorý vníma pozorovateľ je t' , je menší ako t a je daný vzťahom

$$t' = t - (v.t \cos\theta / c)$$

Zdanlivá rýchlosť približujúcej sa kondenzácie je potom $v_p = v \sin\theta / (1 - (v \cos\theta / c))$, čo môže prekročiť hodnotu c . Podobným spôsobom, zdanlivá rýchlosť vzdalaľujúcej sa kondenzácie je $v_{vz} = v \sin\theta / (1 + (v \cos\theta / c))$. Pre vlastné pohyby približujúceho a vzdalaľujúceho sa mraku μ_p a μ_{vz} , dostávame dve nezávislé rovnice:

$$\mu_p = \frac{v \sin\theta}{(1 - (v/c) \cos\theta) D}$$

$$\mu_{vz} = \frac{v \sin\theta}{(1 + (v/c) \cos\theta) D}$$

kde μ_p a μ_{vz} sú v rad.s⁻¹, v je skutočná rýchlosť výtruskovi, θ je uhol medzi zorným lúčom a smerom výtruskovi, a D je vzdialenosť od zdroja.

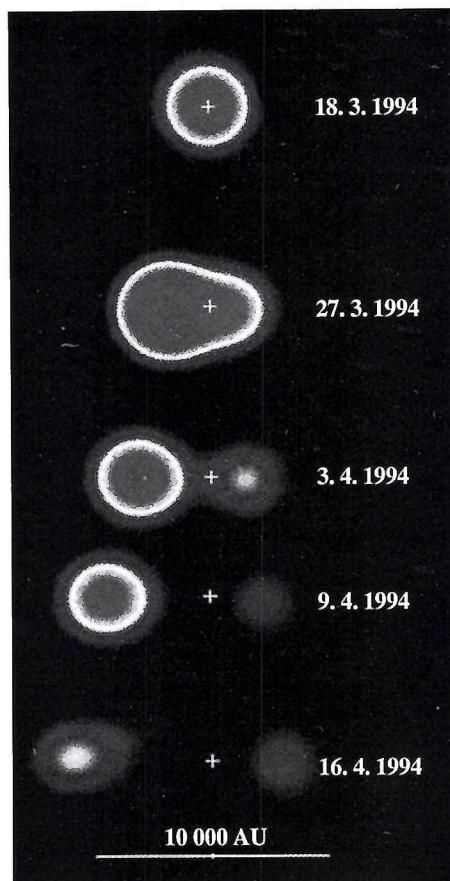
Meraním vlnovej dĺžky λ_p a λ_{vz} spektrálnych čiar (s kľudovou vlnovou dĺžkou $\lambda_{kľud}$) pochádzajúcich s približujúceho a vzdalaľujúceho sa výtruskovi, obdržíme tretiu rovnicu:

$$\frac{\lambda_{vz,p}}{\lambda_{kľud}} = \frac{1 \pm (v/c) \cos\theta}{[1 - (v/c)^2]^{1/2}}$$

Vyriešením tohto systému troch rovnic o troch neznámych dostávame:
 v , θ a D – vzdialenosť od zdroja.
(Pozri obrázok.)

Dalej, pre objekt pohybujúci sa relativistickými rýchlosťami sa jeho žiarenie „sústredí“ v smere pohybu (tzv. relativistické smerovanie), efekt, ktorý zdanivo viac zjasňuje približujúci sa oblak ako vzdalaľujúci. Vo vzdialenosťach objektoch ako kvazary ovela ľahšie pozorujeme približujúce sa časti výtruskovi, práve vďaka zjasneniu spôsobenému smerovaním k pozorovateľovi. Toto dopplerovské „uprednostnenie“ približujúceho sa oblaku plazmy implikuje zasa opačný efekt pre vzdalaľujúci sa oblak, ktorý často ostáva v praxi nedetegovalený.

S novou technológiou v astronómii môžeme relativistické určovanie vzdialenosťí najprv aplikovať na výtrusky ČD nachádzajúcich sa v dvojhviezdných sústavách, a o desaťročie aj v kvazaroch.



Obr. 2: Pár plazmových oblakov vyvrhnutých z mikrovazaru GRS1915+105, prvého nadsvetelného zdroja detegovaného v našej Galaxii. Pozorovania boli robené na rádiových vlnových dĺžkach, kde tmavšou farbou je označená najintenzívnejšia emisia. Oblak vľavo sa od centra výtruskovi (biely krížik) pohybuje zdanivo rýchlosťou 1,25c. Pozorovateľ v sústave jedného z týchto mrakov by videl ten druhý vzdalaľovať sa rýchlosťou 0,997c. Asymetria rýchlosťi a jasnosti mraku vľavo a vpravo môže byť vysvetlená pomocou predstavy výtruskovi antiparalelného páru rovnakých oblakov plazmy pohybujúcich sa rýchlosťou 0,92c, pod uhlom 70° voči zornému lúču. Mapky boli získané v intervaloch ~1 týždňa, s Very Long Baseline Array (NRAO) na vlnovej dĺžke 3,5 cm. Vo vzdialenosťi 40 000 svetelných rokov od Zeme, sa mraky na oblohe počas jedného mesiaca vzdialili od seba asi na 10 000 astronomických jednotiek.

zdroja sa vyvrhnuté oblaky pohybovali rovnakým spôsobom a približne rovnakým smerom na oblohe. Pozorovanie oboch opačne sa pohybujúcich výtruskov v tomto mikrovazare umožňuje porovnanie parametrov približujúceho sa a vzdalaľujúceho sa výtruskovi: ukazuje sa, že emisia vzniká v pohybujúcom sa materiáli a vylučuje možnosť iných vysvetlení, ako napr. rýchly postup vln cez pomaly sa pohybujúci výtrusk.

Ak vieme zmerať vlastné pohyby dvojice výtruskov a dopplerovský posun spektrálnych čiar v približujúcom alebo vzdalaľujúcom sa výtruskovi, sme schopní určiť parametre sústavu, najmä jeho vzdialenosť (pozri text v rámčeku). Najväčšie pozorovacie ľahkosti sú s detekciou spektrálnych čiar, ktoré sú silne dopplerovsky rozšrené, keďže vznikajú v oblaku plazmy, ktorý sa nielen pohy-

buje, ale aj expanduje relativistickými rýchlosťami.

Centrálny mechanizmus

Sledovanie galaktických nadsvetelných zdrojov na viacerých vlnových dĺžkach ukázalo, že emisia tvrdého röntgenového žiarenia je nutnou, ale nie postačujúcou podmienkou pre vznik kolimovaných prúdov synchrotrónového rádiového žiarenia. Relativistickému výtruskovi páru plazmových oblakov z GRS1915+105 vždy predchádza náhly pokles jasnosti v oblasti tvrdého röntgenového žiarenia. Naopak, nie všetky nezvyčajné aktivity a poklesy toku tvrdého röntgenového žiarenia sú zviazané s rádiovou emisiou z relativistických výtruskov. V GRO J1655-40 bolo pozorovaných niekoľko tvrdých röntgenových vzplanutí bez následnej rádiovej erupcie.

Aká je súčasná predstava generácie takýchto relativistických výtruskov? Predpokladá sa, že ČD, ako v kvazaroch, tak aj v mikrovazarochoch, sú obklopené akrečným diskom. V prípade mikrovazarov je disk doplňaný zmagnetizovaným plynom pritekajúcim zo sprivedu ČD, tvoriac tak gravitačne viazaný systém (obr. 1). Hladanie mechanizmu vytvárajúceho kolimovaný tok, ktorý takmer dosahuje rýchlosť svetla, je teoretickým problémom už viac ako dve desaťročia, odvtedy ako boli po prvýkrát objavené extragalaktické rádiové výtrusky. Jednou možnosťou by bolo magnetohydrodynamické urýchľovanie v samotnom akrečnom disku. Iný model berie do úvahy rotačnú energiu ČD; táto energia urýchľuje zmagnetizovanú plazmu v disku a vháňa ju do výtruskov.

Teraz sa zamyslime nad tým, prečo niektoré sústavy s ČD produkujú mohutné výtrusky, kým iné (zdanivo) nie. Odpoveď môže byť ukrytá v rotácii ČD. Podľa všeobecnej schémy sú zdrojmi mohutných kolimovaných výtruskov rotujúce ČD s magnetickým polom, udržiavaným korotáciou akrečného disku. K výtruskom dochádza najmä v tých zdrojoch, v ktorých rotácia ČD dosahuje takmer svoju maximálnu hodnotu.

Akrecia na ČD

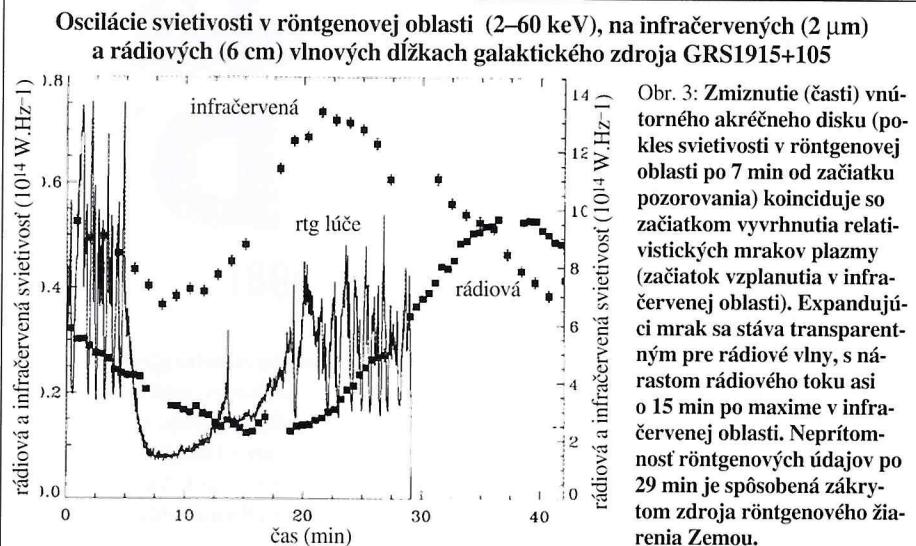
V röntgenovom výkone zdroja GRS1915+105 sa ukazujú rôzne kvázi-periodické oscilácie. Obzvlášť zaujímavé sú oscilácie s maximálne stabilou frekvenciou 67 Hz, ktoré boli viackrát pozorované, nezávisle od svietivosti zdroja. Myslime si, že táto frekvencia je funkciou základných vlastností ČD, teda jej hmotnosti a rotácie. Mohla by sa vziať na posledný stabilný obeh okolo ČD, na radiálny mód v seismologii disku v rámci všeobecnej teórie relativity, alebo na relativistické unášanie inerciálnej vzdialej sústavy okolo skolabovaného rýchlo rotujúceho telesa. Aby sme mohli rozhodnúť medzi týmito alternatívmi, je veľmi dôležité určiť rotáciu ČD pomocou nezávisle určenej hmotnosti.

Vielkomplítudové variácie v röntgenovom toku a strme poklesy pozorované v GRS1915+105 (obr. 3) sa považujú za silné dôkazy prítomnosti ČD. Dajú sa vysvetliť, ak vnútorná časť akrečného disku prejde do advekčného módu. V tomto móde je čas potrebný na prenos energie z iónov na elektróny väčší ako čas pádu na kompaktné teleso. Čas energie produkovanej viskozou disipáciou v disku sa potom nevyzari-

(ako v standardných diskových modeloch), ale zmení sa na termálnu energiu plynu. Plyn s veľkým množstvom uskladnenej termálnej energie je transportovaný na kompaktný objekt. Ak je týmto objektom ČD, energia pokojne zmizne cez horizont a my pozorujeme ostré poklesy v röntgenovej svietivosti. Ak je kompaktným objektom neutrónová hviezda, tepelná energia superhorúceho plynu sa pri dopade na jej povrch uvoľňuje vo forme žiarenia a plyn sa ďalej zahrieva. Čas potrebný na následné ochladenie fotosfery neutrónovej hviezdy je relatívne dlhý, čiže pozorujeme pomalý pokles röntgenového toku. Potom môžeme očakávať, že svietivosť dvojhviezdných sústav s ČD sa bude meniť v rozsahu oveľa väčších hodnôt, ako v prípade dvojhviezdných sústav s neutrónovými hviezdami.

Formácia výtryskov

Spolu so zmenami v röntgenovom toku GRS1915+105 boli naznamenané aj pozoruhodné niekolikminútové variácie v rádiovom a blízkom infračervenom toku (obr. 3). Domnievame sa, že tieto rýchle záblesky pochádzajú z expandujúcich zmagnezitovanych mrakov relativistickej častic. Simultánne pozorovania na röntgenových, infračervených a rádiových vlnových dĺžkach ukazujú, že vyvrhnutie relativistickej mrakov plazmy nastáva, keď materiál vnútornej časti akréneho disku náhle zmizne cez horizont ČD. Nedávne interferometrické pozorovania výtryskov s Very Long Baseline Array, ktoré sme



Obr. 3: Zmiznutie (časti) vnútorného akréneho disku (počles svietivosti v röntgenovej oblasti po 7 min od začiatku pozorovania) coincide so začiatkom vyvrhnutia relativistickej mrakov plazmy (začiatok vzplanutia v infračervenej oblasti). Expandujúci mrak sa stáva transparentným pre rádiové vlny, s nárastom rádiového toku asi o 15 min po maxime v infračervenej oblasti. Neprítomnosť röntgenových údajov po 29 min je spôsobená zákrytom zdroja röntgenového žiarenia Zemou.

robili spoločne s Dhawanom; a pozorovania s britským rádiovým interferometrom MERLIN, ktoré robil Fender a kol.; ukazujú vývoj výtrysku v časovej škále hodín s priestorovým rozložením desiatok astronomických jednotiek.

Mikrokvazary ponúkajú nové možnosti získania všeobecného obrazu o relativistickej výtryskoch v celom vesmíre. Očakávame, že v budúcnosti budú využité aj na štúdium relativistickej fyziky silných gravitačných polí v blízkosti horizontu udalostí čiernych dier.

I. F. Mirabel pracuje v DAPNIA/CEA Centre d'Études de Saclay, 91191 Gif/Yvette France & Instituto de Astronomía y Física del Espacio, cc67, 1428 Buenos Aires, Argentina. (e-mail: mirabel@discovery.saclay.cea.fr)

L. F. Rodríguez pracuje v Instituto de Astronomía, UNAM, Morelia, Michoacán 58090, Mexico.

Podľa Nature spracovala Alena Kulinová

Astronomické otázky a odpovede

V minulom čísle Kozmosu (6/98) sme pre vás pripravili novú rubriku s názvom: **Astronomické otázky a odpovede**. Zdá sa, že sa vám tento nápad zapáčil, pretože ste sa ihneď chopili pera a napísali nám. Na vaše otázky odpovedal RNDr. Jiří Grygar, CSc.

Otázka: Jakými silami je ovplyvňováno těleso, ktere obíhá kolem černé díry? Vždyť přece ani světlo nemůže tento prostor opusit. Potom by gravitační působení muselo být rychlejší než světlo.

(Vlastimil Radvan, Havířov)

Odpoved: Těleso je ovlivňováno především gravitací, tj. případně i slapovými silami, pocházejícími z černé díry. Z hlediska dynamiky pohybu tělesa se černá díra chová jako kterékoliv jiné těleso o hmotnosti černé díry, přestože gravitace se šíří přesně rychlostí světla. Jde totiž o statické pole, podobně jako může mít černá díra statický elektrický náboj.

Otázka: Zabýval se již někdo teorií, že veškerá gravitace je vlastně opakem toho, co se všeobecně tvrdí? Totiž, že je dáná obrovská záporná gravitace a to ve volném prostoru včetně hmotných těles. Tato tělesa pak podle své hmotnosti tuto zápornou gravitaci ruší a ostatní hmotná tělesa se takto okolním tlakem záporné gravitace zdánlivě přitahují.

(Vlastimil Radvan, Havířov)

Odpoved: Ano, zabýval. Byl to francouzský fyzik Le Sage tuším koncom 18. století. Ukázalo se, že tato doménka je v rozporu s mnoha experimentálně měřitelnými skutečnostmi.

Otázka: Čo viedie súčasnú kozmológiu k tvrdeniu, že vesmír vznikol zo singularity – t.j. zo stavu s nulovým objemom? Ved' inými slovami povedané, to znamená, že vznikol z ničoho. (Ján Durila, Lučenec)

Otázka: Pri Veľkom tresku sa z nejakého hmotného bodu uvoľnilo obrovské množstvo hmoty (energie). Vesmír sa teraz rozpína už asi 15 miliárd rokov. Čo je teraz v mieste vzniku vesmíru? Ako ďaleko sme od neho? (Karol Szelecký, Bratislava)

Odpoved: Otázka vyplývá z chybnej predstavy výbuchu vesmíru z nejakého geometrického bodu. Ve skutečnosti jde o rozpínání prostoru vesmíru, čo si neumíme názorné predstavit, ale lze si pomocí dvojrozmerným modelem rozpínání povrchové blány pouťového balónku. Když balónek naťukjeme, jeho povrch se zvětšuje, ale nikde na tom povrchu nemůžeme nějaký bod označit za střed rozpínání – všechny body povrchu jsou rovnocenné. Proto nelze hovorit o středu vesmíru a určovat, jak jsme od něj daleko. Navíc je docela dobré možné (ale není to nutné!), že už v okamžiku veľkého tresku měl vesmír nekonečný objem a ten se prostě jen dále zvětšuje. I to je nesnadné si představit, ale může pomoci jednorozmerná analogie. Když mám volně nataženou nekonečně dlouhou pružnou nit, nic mi nebrání, abych ji začal v jistém okamžiku [velkém tresku] v tom původním směru dálé natahat. Ani na niti však nemohu označit nějaký střed tohoto protahování.

Otázka: Ak by teoreticky došlo k zmršťovaniu vesmíru, nevznikla by na konci veľmi hmotná čierna diera? (Karol Szelecký, Bratislava)

Odpoved: Včet je ještě zajímavější. Pokud by skutečná hustota vesmíru byla vyšší než kritická hodnota, dojde po určité době k zastavení rozpínání vesmíru, a následnému smršťování, ale po celou tu dobu je rozměr vesmíru menší než Schwarzschildův polomer pro černou díru s hmotnosťou rovnou celkové hmotnosti vesmíru. Jinými slovy, v tom případě bychom žili uvnitř této největší myslitelné černé díry!

Noc, ktorej vládli LEONIDY

(16/17. novembra 1998)

Ako každú jasnu noc, tak aj z 16/17. 11. 1998 pracovníci univerzitného observatória v Modre pozorovali 0,6m reflektorm asteroidy a kométy. Astrometrické merania týchto objektov sa posielajú do Centra malých planét v Cambrige, USA, kde sa z nich počítajú presné dráhy. Ale samozrejme ako inde vo svete, aj oni v tých dňoch boli zaujatí prípravami pozorovania zvýšenej aktivity meteorického roja Leoníd. Materská kométa 55P/Tempel-Tuttle sa totiž vrátila po 33 rokoch do perihelia svojej dráhy.

Mali sme pripravené vizuálne, fotografické, televízne a radarové pozorovania. Predpovede maxima aktivity, prípadného dažďa sa sústredili na 17. 11. okolo 20–21. hod. SEČ, čo favorizovalo pozorovanie Leoníd vo východnej Ázii, kde sa sústredilo veľa pozorovateľov z celého sveta a aj zo Slovenska. Pre našu zemepisnú šírku sa nečakalo nič výnimočné. Iba práca prezentovaná na konferencii Meteoroids '98 v auguste v Starnej Lesnej [1] predpokladala, že by sme mohli vidieť maximum jasných Leoníd o 22:30 SEČ. A preto sme pripravovali viaceré techniky pozorovania aj na našom observatóriu. Meteorický radar, ktorý funguje v spolupráci s FISBAD Bologna, Taliansko, bol v činnosti už niekoľko dní vopred, čo nám zaručovalo informácie o priebehu aktivity bez ohľadu na počasie, ktoré je v tom čase skoro vždy „novembrovou smutné“. Ale tentokrát to bolo inak. Môj kolega Tomáš Paulech prišiel na naše observatórium už o deň skr pred očakávaným maximom činnosti meteorického roja Leoníd v pondelok 16. 11. Bola jasna noc spoločne s RNDr. Leonardom Kornošom sme začali pozorovanie o 17:30 SEČ kométou 21/P Giacobini-Zinner a potom sme pokračovali blízkozemskými asteroidmi. Pointovanú a nepointovanú fotografickú celooblohou komoru (objektív rybie oko) som spustil o 17:15 SEČ podľa programu, ktorý sa vykonáva v spolupráci s AÚ SAV a AÚ AVČR.

Tomáš o 22:30 SEČ povedal: „Idem sa pozrieť von, či náhodou niečo nelietia.“ Radiant Leoníd práve vychádzal nad obzor. My sme s Leošom pokračovali v práci s hlavným ďalekohľadom. Na hvezdárni bol ešte aj vedúci Dušan Kalmančok, ktorý cez deň pripravoval s Ing. Pavlom Zigmom a so mnou dvojstaničné televízne pozorovania.

Bolo 23:00 SEČ a zatiaľ nikto netušil, čo sa bude v tú noc diať. Všetci sme si mysleli, že Leonidy môžu predvíesiť niečo výnimočné až nasledujúcu noc, ak vbec niečo... Zrazu Tomáš pribehol celý radostný: „Už to lieta.“ Šiel som sa s ním pozrieť na oblohu a to, čo sme za pár minút videli bolo niečo úchvatné. Dva bolídy jasné asi ako Jupiter a Venuša leteli napriek atmosférou viac ako 100 stupňov. Hned sme zavolali Leoša a Dušana, ale akoby naschvál žiadna Leonida neožiarila oblohu.

A tak sme s Tomášom čakali a očami brázdili hvezdnú oblohu sami.

00:10 SEČ (už bolo 17. 11.) sme len pre našu orientáciu začali počítat videnie meteory. Za hodinu sme narátali 118 Leoníd a 14 sporadickejších meteorov (v činnosti boli aj Severné Tauridy). Po predbežnom prepočte nám vyšla zenitová hodinová frekvencia pre Leonidy 350–400. Odhadnutá priemerná magnitúda bola –1. Vôbec najslabší rojový meteor, ktorý sme zaregistrovali, bol +3. mag. Najjasnejší bolídy, ktorí ožiarili nie len oblohu, ale i okolie, sme odhadli na –8. mag. Preletel blízko zenitu, práve keď sme skončili hodinový pozorovací interval. Ten istý bolídy o 01:10:08 SEČ videl aj p. Kamil Hornoch z Lelkovic na Morave [2] a odhadol ho na –10. mag. Stopa po noms bola viditeľná asi 7 minút. Na snímkach z celooblohou komory je to najjasnejší bolídy. Vyfotografovať sa ho podarilo i z Partzánskeho.

Po šálke čaju o 01:52 SEČ sme znova počítali

Leonidy a tešili sa z nádherného nebeského divadla. Vydržali sme v tej zime len 50 minút, ale za ten čas sme spoločne videli 186 Leoníd a 11 sporadickejších meteorov.

Tomáš sa rozhol pre spánok, pretože ráno šiel ešte do práce s tým, že sa večer vráti na hvezdárňu sledovať predpovedané maximum na 17.11. To sme ešte netušili, že sme práve pozorovali maximum Leoníd v roku 1998!

Mysleli sme si, že nasledujúca noc bude veľmi výnimočná, keď už dnes sme videli také vysoké frekvencie. Nadráhom sa nasúvala obláčnosť a s Leošom sme videli časté výbuchy bolidov, ktoré presvetlovali oblaky ako pri búrke.

Nasledujúci večer sa na hvezdárni sústredilo veľké množstvo pozorovateľov, ale pretože snežilo, všetci ľutovali, že neprišli o noc skr. Najväčším prekvapením a zároveň potvrdením toho, čo sme v noci zo 16/17. novembra videli, bolo vyvolanie 4 negatívov (1 nepointovaná a 3 poinované snímky) z celooblohou komory.

Počas roka zachytíme na snímkach v priemere 1 meteor za 10 dní. Preto sme nechceli verejne vlastným očiam, keď sme na poslednom negatíve exponovanom viac ako 4 hodiny narátali 156 Leoníd jasnejších ako –2. mag.! To asi na jednej snímke nikto ešte nikdy nevidel. Uvidíme, čo uvidíme v novembri roku 1999.

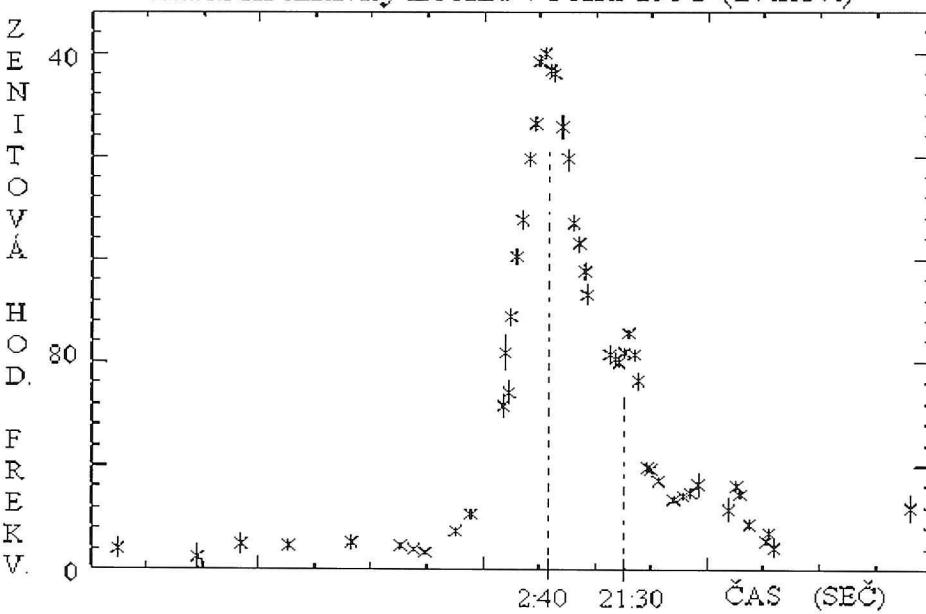
Tomáš Paulech,
doktorant AÚ MFF UK Bratislava
Juraj Tóth,
Astronomické observatórium Modra,
Astronomický ústav MFF UK Bratislava

[1] Tóth, J.: On activity of the Leonids from visual observation in 1985–1997, Proceedings of The Meteoroids '98, v tlači

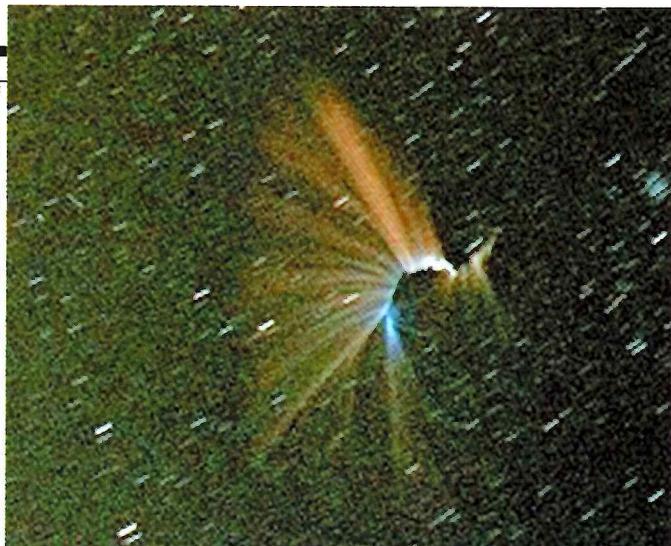
[2] Hornoch, K.: osobná komunikácia

[3] Arlt, R.: Bulletin 13 of the International Leonid Watch: The 1998 Leonid Meteor Shower. V tlači pre WGN, Journal of IMO 26:6 (December 1998)

Priebeh aktivity Leoníd v roku 1998 (17.nov.)



Graf znázorňuje priebeh aktivity meteorického roja Leoníd v čase maxima činnosti. 17. 11. o 2:40 SEČ nastalo maximum so zenitovou hodinovou frekvenciou 340 ± 20 , čo je asi o 19 hodín skr ako sa čakalo. Preto sme ho mohli vidieť aj u nás. Predpovedané maximum o 21:30 SEČ sa prejavilo frekvenciou 180 ± 20 meteorov za hodinu. (Graf je prevzatý a upravený z IMO [3].)



Dlhotravúca stopa meteoru.

Leonidy 1998

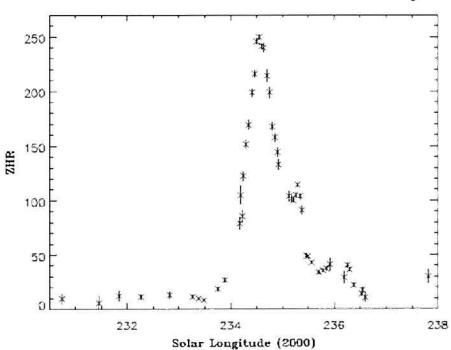
Meteorárskou udalosťou roku 1998 bolo nepochybne pozorovanie maxima Leoníd. Vzhľadom na nepriaznivú predpoved maxima, keď v našich zemepisných dĺžkach mal byť radiant ešte pod obzorom bolo zorganizovaných niekoľko expedícií do východnej Ázie.

Veľké expedície boli vo východnej Číne, Mongolsku a južnom Japonsku (letecká expedícia NASA). Expedície mali rozsiahly, v meteorickej astronómii ojedinelý pozorovací program (od rádiových pozorovaní, cez CCD kamery so zosilňovačmi obrazu, spektrálne pozorovania až po infračerné spektrometre, ktoré boli použité po prvýkrát).

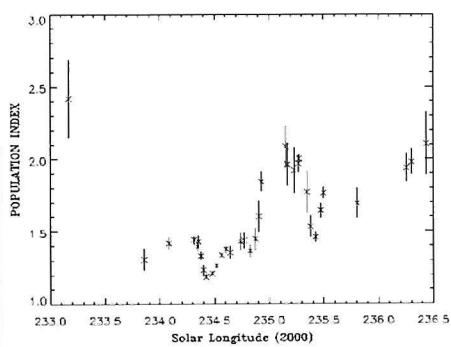


Spoločná fotografia účastníkov expedície s prezidentom IMO Jürgenom Rendtelom.

Foto: S. Rapavá



Priebeh ZHR Leoníd.



Pozorovanie Leoníd spracoval z dostupných údajov R. Arlt (IMO). Do spracovania bolo zahrnutých vyše 40000 leoníd od 217 pozorovateľov z 37 krajín (efektívny pozorovací čas 858 hodín). Maximum nastalo pri dĺžke Slnka 234.52 (J2000), čo zodpovedá 17. novembra o 1h 40 m UT s ZHR 340 ± 20 . Priebeh ZHR a populačného indexu je na priložených obrázkoch.

Z tohto je zrejmé, že maximum jasných meteoričkov bolo pozorované aj v našich zemepisných dĺžkach. Počasie na Slovensku však nebolo najlepšie. V noci zo 16. na 17. novembra pozorovali vizuálne len v Rimavskej Sobote (K. Kerekešová, D. Rapavá) a spojením týchto pozorovaní s výsledkami z Mongolska je možné dostatočne presne stanoviť aktivity Leoníd.

Samotné maximum bolo charakterizované veľkým počtom bolíarov s dlhotrvajúcimi stopami. Minimum populačného indexu $r = 1.19 \pm 0.02$ nastalo dve hodiny pred maximom o 23h 30m UT.

Leonidy 1998 v Partizánskom

16. novembra som si večer pripravoval televíznu techniku na pozorovanie Leoníd. Bolo už zhruba po 23. hodine a ohlásená návštěva nikde. Obloha bola na 70 % zatiahnutá. Nad severovýchodom, v diere medzi oblacmi, bolo vidieť hviezdy Veľkého voza. Už som sa vyberal preč, keď dierou preletel meteor s odhadovanou jasnosťou -2 mag, jasno červená dráha. Že by Leonida? S úžasom som hľadal už na čiastočne pootvorenú vesmírnu scénu. Medzi mrakmi sa blýskalo, len hromy chýbali. Začal som náhlivo chystať fotografickú techniku. Viac ako hodinu trvala príprava a rozostavenie fotografických prístrojov po celom areáli hvezdárne. Mrzí ma, že som zabudol na celooblohou komoru, ktorá v tom čase bola mimo prevádzky (neobsahovala zrkadlo a ani nebolo zapnuté vyhrievanie) škoda.

Od pol jednej som sledoval vesmírne divadlo, ktoré pripravila príroda. Obloha bola čiastočne zatiahnutá. Rozpadajúca sa fronta umožňovala medzi postupujúcimi mrakmi od severu k východu, pozorovať leonidy brázdiace oblohu. Prvú hodinu som napočítal 37 meteorov jasnejších ako Sírius. Potom to už nemalo zmysel. Ako radiant stúpal, meteorov pribúdalo. Popísat nočnú oblohu v utorok v ranných hodinách je veľmi ťažko. Vesmírna scéna sa s približujúcim zdrojom nového dňa uplne vyčistila. Aj keď to nebol meteorický dásť, obloha bola doslova brázdená meteorimi, každý druhý bol bolid a tie farby. Jasno modré, červené, žlté a oranžové. Stopy, ktoré zanechávali, bolo vidieť niekoľko minút. Mnohé



Najkrajšia Leonida – stopa bola viďieť 3 minúty. 02h30m–02h40m, Praktica MTL, objektív MC Zenitar M 2,8/16, Kodak 1000 ASA.

skončili svoju púť jasnym výbuchom. O 0.35 SEČ sa príslušníci PZ boli informovaní, čo sa to vlastne deje. Rozprával som im v krátkosti príbeh Leoníd, boli sme obrátený tvárou juhovýchodným smerom (k mestu), a tam sme mali možnosť vidieť leonidu -12 mag, ktorej dráha skončila veľmi jasnym výbuchom, takže mesto bolo osvetlené ako za mesačného splnu, fantastické...

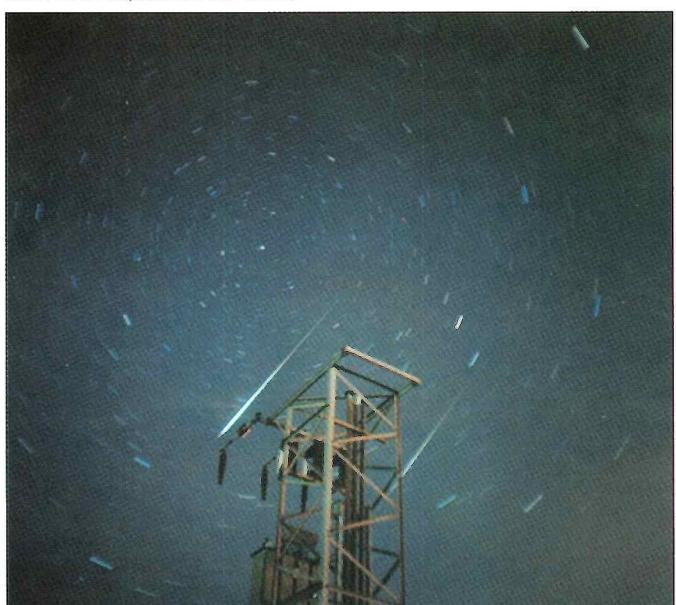
Toto nezabudnuteľné vesmírne divadlo som zachytil i na fotografický pás. K dispozícii som mal tri fotografické prístroje: Praktiku, ktorá bola osadená rybím okom MC Zenitar – M 2,8/16, Exaktu RTL 1000 – objektív CZJ 4/20 a Yashica – D 6x6 3,5/80 plus širokouhlá predsaďková šošovka.

Celkovo som urobil 84 expozícií, pri ktorých sa svetelná stopa zaniknuvších leoníd zachytila na 42 poličkach.

Dnes s odstupom času, po získaní celkového prehľadu o pozorovaní Leoníd v roku 1998, môžem skonštatavať, že som mal veľké šťastie, stal som sa divákom tohto veľkolepého vesmírneho ohňostroja. Kto vie, či budeme mať príležitosť vidieť cosi podobné aj na jeseň tohto roka.

Vladimír Mašter,
Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske

Leonidy – dvojičky. 5h15m–5h23m, Yashica-D 6x6 + širokouhlá predsaďková šošovka, Kodak 400 ASA.



Leonidy 1998 v Mongolsku

Všetko začalo už pred mnohými mesiacmi. Predpovede na maximum meteorického dažda Leoníd boli zhodne spočítané na noc 17/18. nov. 1998 medzi 17:00 až 17:30 UT. Zem prechádzala uzlom dráhy kométy asi o 2,5 hodiny neskôr. Vzhľadom na rozumnú polohu radiantu v danom čase si mädlili ruky najmä Japonci, i keď optimálne podmienky sa ukazovali vo východnej Číne (WGN). Našim pozorovateľom zostali podľa predpovedí len posledné kvapky po daždi – ZHR 100-200.

Chtiac vidieť tento mimoriadny úkaz, neostalo nám iné, len začať zháňať bližšie informácie o východnej Ázii, kontakty a predovšetkým peniaze. Podľa nám dostupných údajov to vyzeralo na Mongolsko – relatívne suchý november s nízkou oblačnosťou a vysokým tlakom, predchádzajúca spolupráca kolegov z Tatier s Inštitútom geofyziky a astronómie v Ulánbátare, relatívne nižšie ceny.

Už v lete slúbené peniaze sme nakoniec v októbri dostali od generálnych sponzorov TAURIS Rimavská Sobota a ZPA KŘÍŽÍK Prešov ale problém pokračovali. Vybaľí víza do Mongolska znamenalo mnoho telefonátov a korespondencie na vefvyslanectvo v Prahe, ministerstvá kultúry a zahraničných vecí v Bratislave. Na otázku ako to riešia slovenskí turisti (ktovie, či vôbec sú) mi pracovník vefvyslanectva v Prahe odpovedal diplomaticky (ako inak), že Mongol žiadajúci o slovenské víza to má podstatne horšie – dve cesty do Pekingu – a to je iná streka ako od nás do Prahy – depozit 1000 USD a ďalšie vybavovačky.

Expedícia sa zúčastnili tria pozorovatelia z Rimavskej Soboty (P. Rapavý, J. Gerboš, S. Rapavá). Najlacnejšie lietadlo (po skúsenostiach skutočne jediná! devíza spoločnosti AEROFLOT) lieta do Ulánbátaru a späť len raz tyždenne, v pondelok resp. utorok, a tak sme ostali odsúdení na 2 tyždne pobytu (17. 11. bol práve utorok). Naštastie už od príletu sa o nás starali pracovníci Inštitútu geofyziky a astronómie. Prvé tri dni sme strávili v prenajatom byte v Ulánbárate a čas sme zabýiali prehliadkou mesta.

Štyri dni pred maximom nás previezli spolu s Juhoslovanmi, Nemcami, Američanmi a Kanadaňmi do observatória na hore Hurel Togoot (1600 m n.m.). Tu začali naše prípravy na pozorovanie. Okrem vizuálneho a fotografického pozorovania sme chceli snímať aj dvomi kamerami a zaznamenať spektrá stôp meteorov. Najväčšie starosti nám robila technika. Priemyselná CCD kamera, videorekordér, monitor, klasická 8mm kamera a možno ani fotoaparáty nedokážu pracovať v silných mrazoch. Hoci sme si vzali elektrické podušky, nebolo nám vopred nič jasné, veď pri testovaní nám teplomer zabalený v poduške a vyložený do okna praskol pri teplote nad +50 C.

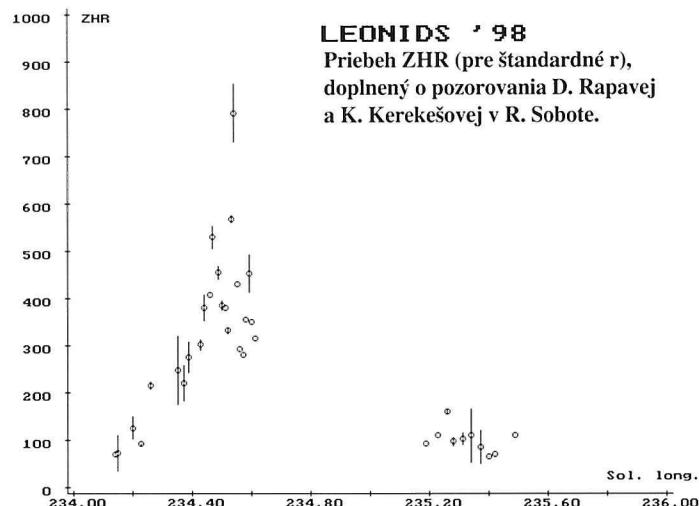
Už prvá noc, aj keď nie úplne jasné, ukázala, že nízke teploty prežijeme. Nebolo to ale nič príjemné, hoci sme pozorovali sotva 2 hodiny. Až predmaximovú noc (16./17. nov.) sme vyliezli von až do svitania. Neskôr sa ukázalo že to bola noc N. Frekvencia od večera postupne narastala s výškou radiantu až na niekoľko sto meteorov za hodinu. Najkrajšie bolo to, že lietali bolidy, stredná magnitúda tesne pod nulou hovorí za všetko. Žiaľ, potom, ako nám zamrzol jeden fotoaparát, rozhodli sme sa techniku šetriť na ďalšiu noc.

Až prelet krásneho bolidu s niekoľkominútovou stopou predsa prinútil P. Rapavého, aby priniesol aspoň jeden fotoaparát na spektrá stôp. Prišiel tak o fascinujúce divadlo – spomenutá stopa sa vo vzdušnom prúdení postupne krútila



Dve spektrá stôp meteorov.

Foto: P. Rapavý



a posúvala, až sme v jednom okamihu boli svedkami „pozdravu zo Slovenska“. Na oblohe svietilo krásne symetrické srdce s priemerom snád 20°.

Skoro nad ránom sa oblohou začala preháňať vysoká premenlivá oblačnosť, rozhodli sme sa teda zaparkovať do tepla. Len tak mimočodom – miestni hostitelia kúrili len v noci. Až po viac ako hodine, keď sme si pridali tekuté tepláky sme to dva skúsili ešte raz, len tak bez spacákov na stoličkách. Vydržali sme pozorovať asi hodinu a ešte na druhý deň ma zamrazilo, keď som sa od Nemcov dozvedel teplotu na snehu: -34 C. Stalo to za to, podarilo sa ešte nasnímať niekoľko ďalších spektier meteorických stôp a frekvencia stále stúpala.

Ak už predmaximová noc bola taká vydarená, čo všetko sa dalo očakávať cez maximum! Prípravy na pozorovanie zabrali neobvykle veľa času, možné daždičné frekvencie vyžadovali zvláštny spôsob pozorovania s možnosťou následného spracovania. Vyvalovali sme sa teda v spacákoch a čakali a čakali... až do svitania. Niežaby Leoníd nebolo dosť, ale ako frekvencia, tak i magnitúdové rozdelenie zaostávali za predchádzajúcou nocou, nehovoriač o predpokladaných hodnotách. Ráno po zbalení všetkých vecí si to pri návštive u kolegov z Kanady a USA bezmála odnesol koordinátor medzinárodných pozorovaní Leoníd, P. Brown.

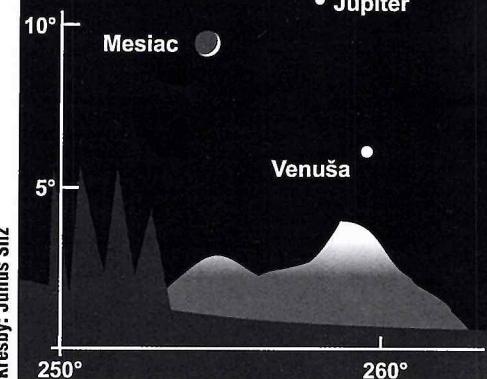
Posledná pozorovaná noc – 18./19. nov. bola už len trápením. Za niekoľko desiatok minút sme videli len 7 leoníd. Bolo definitívne po všetkom.

Zvyšné dni sme už opäť trávili v Ulánbátare, hostitelia nás dokonca dopravili na vidiek, ak sa to vôbec vidiekom dá nazvať. Takmer trojhodinová cesta šírymi pláňami medzi horami, na pohľad ani nie veľmi vysokými, (v skutočnosti snád aj nad 2000 m) po nevyjazdených kolajach nás dovedla ku osamej Jurte. Až tu si človek uvedomí, v akých podmienkach bežne žijú mongolskí pastieri (a ako sa my máme dobre). Jurta – akýsi "stan" o priemeru asi 5m je jediným prístbytkom v okolí niekoľkých kilometrov. Spálňa, obývačka, kuchyňa ... v jednom. Tri až štyrikrát do roka ju navyše stahujú. Jedno som im predsa závidel – nádhernú oblohu.

J. Gerboš

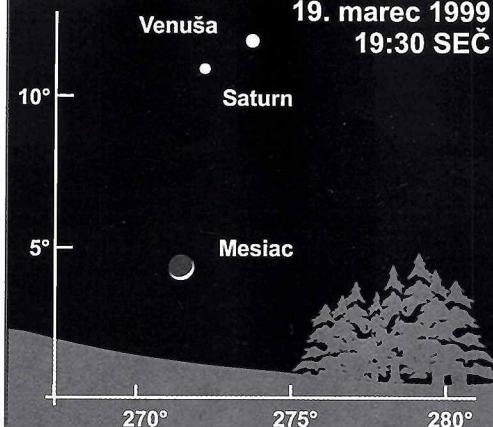
18. február 1999

18:20 SEČ

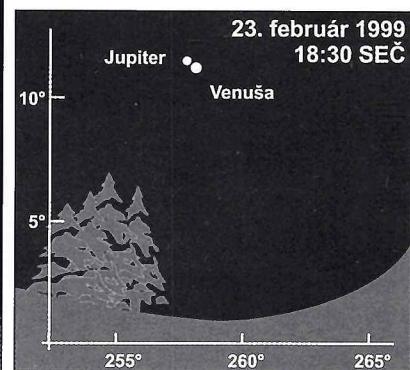


19. marec 1999

19:30 SEČ



POZORUJTE S NAMI



Obloha v kalendári február 1999 marec 1999

Pripravili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Planéty

Merkúr bude pozorovateľný vo večernom súmraku od poslednej dekády februára do polovice marca. Najvýhodnejšie pozorovacie podmienky nastanú koncom februára, pretože 3.3. bude v najväčšej východnej elongácii (18°) a len niekoľko dní predtým dosiahne maximálnu jasnosť ($26.2.$, -0.9 mag). Na konci občianskeho súmraku bude 10° nad horizontom a asistovať mu budú Venuša s Jupiterom. 9.3. je stacionárny a 19.3. sa dostane do dolnej konjunkcie.

Venuša je po oba mesiace pozorovateľná večer ako Večernica s jasnosťou necelých -4 mag. 18.2. vytvorí krásne, pre fotografov inšpirujúce, zoskupenie s Jupiterom a Mesiacom a 23.2. nastane veľmi tesná konjunkcia (9) s Jupiterom, čo takto stojí sa zachytenie na farebný film. Vzájomné priblíženie oboch telies umožní použitie aj dlhších ohniskových vzdialenosť objektívov. 19. a 20.3. stojí za povšimnutie zdanlivé priblíženie sa Venuše k Saturnu za prítomnosti dorastajúceho Mesiača.

Mars vychádza začiatkom februára (0.4 mag) pol hodinu pred polnocou, obdobie jeho viditeľnosti sa však predĺžuje a koncom marca vychádza už o pol deviatej ako načervenalý objekt -1 mag s uhlovým priemerom $14''$.

7.2. a 7.3. nastane jeho konjunkcia s Mesiacom, avšak uhlová vzdialenosť bude len okolo 2° . 14.2. sa premiestni z Panny do Váha, 18.3. je stacionárny a začne sa pohybovať retrográdne.

Jupiter je na večernej oblohe, obdobie jeho viditeľnosti sa však skracuje a vo večernom súmraku sa stratí v polovici marca.

Prechody Veľkej červenej škvŕny centrálnym poludníkom Jupitera v SEČ

2.2. 19:14	12.2. 17:34	24.2. 17:34
5.2. 16:45	14.2. 19:14	3.3. 18:24
7.2. 18:24	19.2. 18:24	8.3. 17:34

Ako objekt -2 mag je v Rybách a od 14.3. vo Veľrybe.

Saturn je viditeľný na večernej oblohe, jeho viditeľnosť sa však skracuje a koncom marca zapadá už pred ôsmou. 20.3. jeho prítomnosť skrášli Mesiac a Venuša.

Z Rýb do Barana sa dostane až 30. marca (29. si však krátko „pobudne“ vo Veľrybe). Počas celého obdobia má stabilnú jasnosť 0.5 mag. 29.3. po zá-

Planétky

Z planétiek, ktoré v opozícii dosiahnu aspoň 11 mag budú pozorovateľné:

(19)Fortuna	(12.2., 10.2 mag),
(10)Hygiea	(15.2., 9.7 mag),
(11)Parthenope	(15.2., 10.0 mag),
(89)Julia	(23.2., 10.9 mag),
(349)Dembowska	(27.2., 10.3 mag),
(12)Victoria	(29.3., 10.4 mag).

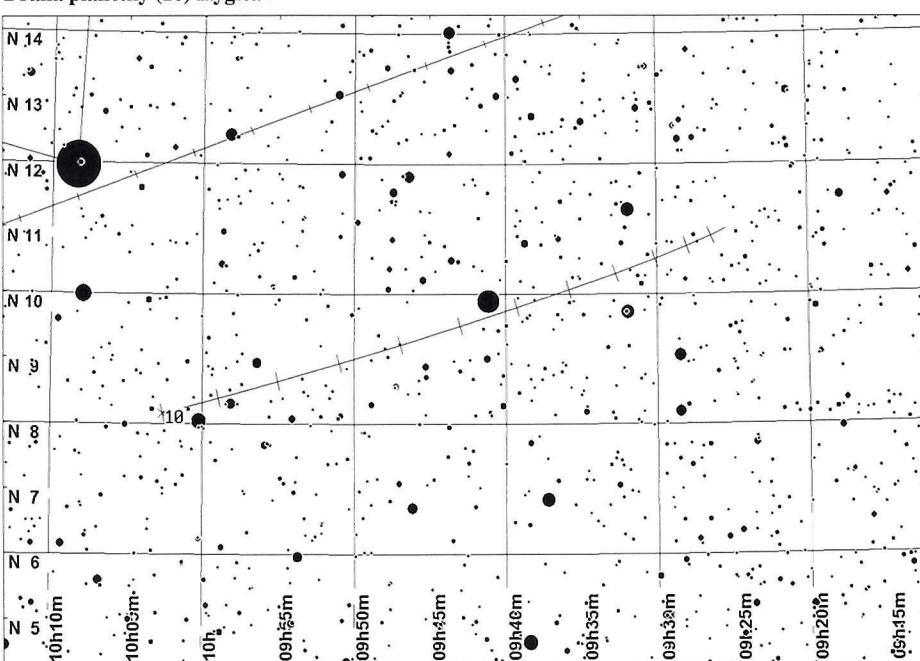
Začiatkom februára sa planétka (4) Vesta dosta- ne v Rakovi na hranicu viditeľnosti voľným okom (6.2 mag). Pre fotografov by mohli byť inšpirujúce konjunkcie planétiek s jasnými hviezdami. Planétka (10) Hygiea bude 3.2. v 15 konjunkcií s hviezdou pí Leo (4.7 mag), 6.2. (8) so SAO 118 023 (6.0 mag) a 28.2. (14) s omikron Leo (3.5 mag). Planétka (349) Dembowska (10.5 mag) bude 5.2. v kon- junkcii (11 severove) s theta Leo (3.3 mag.)

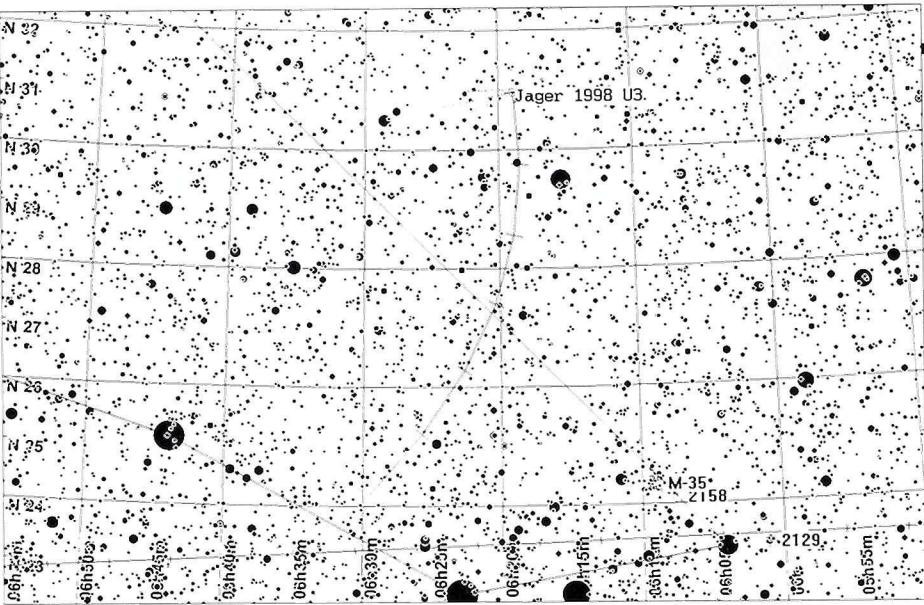
Predpovedaných je 19 zákrytov hviezd planétka- mi, podrobnejšie údaje sú v tabuľke.

Efemerida planétky (4) Vesta pre obdobie maximálnej jasnosti

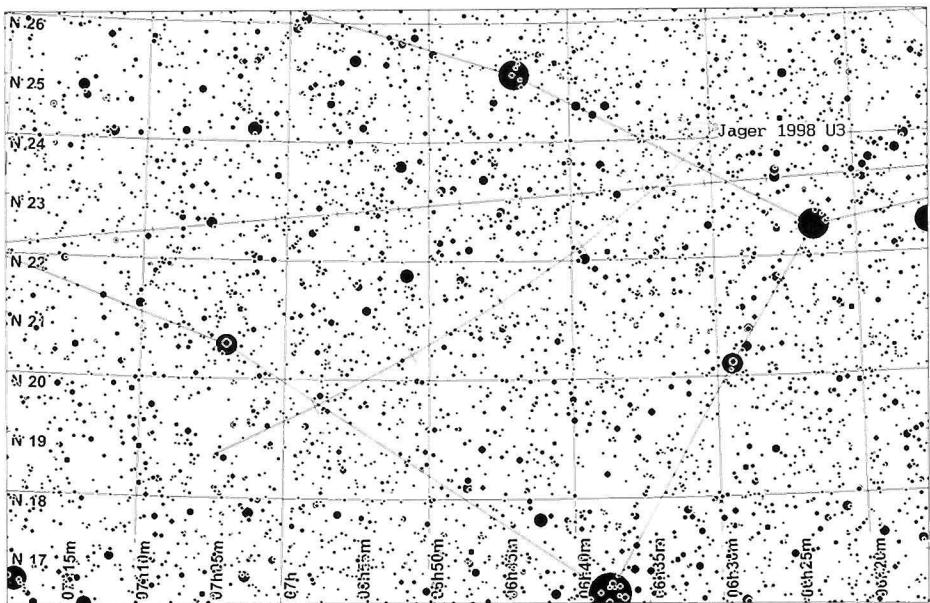
dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	9h21.3m	+21°48.1'	6.2
3.2.	9h19.3m	+22°03.4'	6.2
5.2.	9h17.2m	+22°18.5'	6.2
7.2.	9h15.1m	+22°33.2'	6.2
9.2.	9h13.1m	+22°47.5'	6.2
11.2.	9h11.0m	+23°01.3'	6.3
13.2.	9h09.0m	+23°14.5'	6.3
15.2.	9h07.0m	+23°27.2'	6.3

Dráha planétky (10) Hygiea





Dráha kométy P/1998 U3.



Dráha kométy P/1998 U3.

Pozorujte s nami

Efemerida kométy P/1998 P1 (Williams)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	10 ^h 55.3 ^m	+24°13.9	10.6
6.2.	10 ^h 26.8 ^m	+29°09.6	10.7
11.2.	09 ^h 57.3 ^m	+33°17.6	11.0
16.2.	09 ^h 28.6 ^m	+36°28.9	11.2
21.2.	09 ^h 02.0 ^m	+38°45.5	11.5
26.2.	08 ^h 38.5 ^m	+40°16.3	11.8
3.3.	08 ^h 18.6 ^m	+41°12.4	12.1
8.3.	08 ^h 02.1 ^m	+41°44.1	12.3
13.3.	07 ^h 48.9 ^m	+41°59.3	12.6
18.3.	07 ^h 38.4 ^m	+42°03.8	12.9
23.3.	07 ^h 30.2 ^m	+42°01.8	13.1
28.3.	07 ^h 24.1 ^m	+41°55.8	13.4
2.4.	07 ^h 19.6 ^m	+41°47.7	13.6

Efemerida kométy 21P/Giacobini-Zinner

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	02 ^h 18.8 ^m	-19°06.5	11.8
6.2.	02 ^h 35.8 ^m	-17°56.2	12.1
11.2.	02 ^h 52.0 ^m	-16°44.3	12.4
16.2.	03 ^h 07.5 ^m	-15°31.8	12.7
21.2.	03 ^h 22.3 ^m	-14°19.8	13.0
26.2.	03 ^h 36.6 ^m	-13°09.1	13.3
3.3.	03 ^h 50.3 ^m	-12°00.5	13.5
8.3.	04 ^h 03.6 ^m	-10°54.4	13.8
13.3.	04 ^h 16.4 ^m	-09°51.2	14.1
18.3.	04 ^h 28.9 ^m	-08°51.3	14.3
23.3.	04 ^h 41.0 ^m	-07°54.9	14.6
28.3.	04 ^h 52.9 ^m	-07°02.2	14.8
2.4.	05 ^h 04.4 ^m	-06°13.4	15.0

Efemerida kométy C/1998 M5 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	19 ^h 16.8 ^m	+54°07.3	9.6
6.2.	19 ^h 20.7 ^m	+57°12.0	9.6
11.2.	19 ^h 24.7 ^m	+60°36.4	9.5
16.2.	19 ^h 28.9 ^m	+64°21.0	9.5
21.2.	19 ^h 33.2 ^m	+68°25.5	9.5
26.2.	19 ^h 37.8 ^m	+72°49.0	9.5
3.3.	19 ^h 42.8 ^m	+77°29.6	9.5
8.3.	19 ^h 49.1 ^m	+82°24.3	9.5
13.3.	20 ^h 04 ^m	+87°29.0	9.6
18.3.	07 ^h 39 ^m	+87°19.8	9.7
23.3.	07 ^h 52.5 ^m	+82°09.1	9.7
28.3.	07 ^h 59.0 ^m	+77°02.7	9.8
2.4.	08 ^h 04.3 ^m	+72°05.5	10.0

Efemerida kométy P/1998 U3 (Jäger)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	06 ^h 18.8 ^m	+30°57.8	10.4
6.2.	06 ^h 18.4 ^m	+29°45.2	10.5
11.2.	06 ^h 18.9 ^m	+28°33.9	10.5
16.2.	06 ^h 20.3 ^m	+27°24.5	10.5
21.2.	06 ^h 22.6 ^m	+26°17.4	10.6
26.2.	06 ^h 25.7 ^m	+25°12.8	10.6
3.3.	06 ^h 29.6 ^m	+24°10.9	10.7
8.3.	06 ^h 34.1 ^m	+23°11.4	10.8
13.3.	06 ^h 39.3 ^m	+22°14.2	10.8
18.3.	06 ^h 45.0 ^m	+21°19.0	10.9
23.3.	06 ^h 51.2 ^m	+20°25.5	11.0
28.3.	06 ^h 57.9 ^m	+19°33.4	11.1
2.4.	07 ^h 05.0 ^m	+18°42.4	11.1

Efemerida kométy c/1998 U5 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
3.3.	21 ^h 04.9 ^m	+13°40.7	12.0
8.3.	21 ^h 03.9 ^m	+13°49.2	12.1
13.3.	21 ^h 02.7 ^m	+14°00.3	12.2
18.3.	21 ^h 01.0 ^m	+14°13.6	12.3
23.3.	20 ^h 58.9 ^m	+14°28.9	12.4
28.3.	20 ^h 56.3 ^m	+14°45.9	12.5
2.4.	20 ^h 53.0 ^m	+15°04.1	12.6

Zákryty hviezd planétkami (február – marec)
za podmienok, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda nad obzorom minimálne 10 stupňov (pre polohu Rim. Soboty)

Dátum	Poz.int.	UT	Planéta	hviezda	mag	dm	dur	h*	hM	el	%
Feb 02	19 ^h 10 ^m	19 ^h 30 ^m	407 Arachne	G 832 1031	10.2	2.5	8	28	13	21	95-
Feb 04	21 ^h 06 ^m	21 ^h 26 ^m	323 Brucia	P 75765	10.5	3.1	3	48	11	40	81-
Feb 06	01 ^h 27 ^m	01 ^h 47 ^m	77 Frigga	G 1398 2324	10.4	1.6	7	52	28	73	72-
Feb 06	18 ^h 21 ^m	18 ^h 41 ^m	674 Rachele	G 633 705	10.1	2.4	4	39			
Feb 10	02 ^h 49 ^m	03 ^h 09 ^m	2731 Cucula	P 198331	8.5	7.6	3	32	19	23	34-
Feb 13	18 ^h 16 ^m	18 ^h 36 ^m	1734 Zhongolovich	P 123179	10.0	6.3	5	48			
Feb 15	01 ^h 10 ^m	01 ^h 30 ^m	702 Alauda	G 216 539	10.5	2.5	14	27			
Feb 25	22 ^h 08 ^m	22 ^h 28 ^m	1069 Planckia	P 122773	8.5	5.8	7	36	43	6	79+
Mar 03	20 ^h 15 ^m	20 ^h 35 ^m	371 Bohemia	P 94016	9.8	4.3	4	42	24	75	97-
Mar 06	20 ^h 26 ^m	20 ^h 46 ^m	74 Galatea	P 178551	10.0	3.5	8	29			
Mar 06	22 ^h 12 ^m	22 ^h 32 ^m	380 Fiducia	P 94970	10.5	4.2	8	30	12	130	80-
Mar 07	03 ^h 11 ^m	03 ^h 31 ^m	966 Muschi	P 73720	9.8	4.8	4	16	29	81	79-
Mar 08	22 ^h 28 ^m	22 ^h 48 ^m	78 Diana	P 262247	9.5	2.5	24	10	5	32	63-
Mar 09	22 ^h 55 ^m	23 ^h 15 ^m	845 Naema	P 128345	7.9	6.4	4	60			
Mar 14	23 ^h 40 ^m	23 ^h 59 ^m	1263 Varsavia	P 132438	10.5	5.4	3	28			
Mar 15	03 ^h 25 ^m	03 ^h 45 ^m	1049 Gotho	P 225613	8.4	8.7	4	10			
Mar 23	21 ^h 49 ^m	22 ^h 09 ^m	907 Rhoda	P 49225	9.9	4.4	4	43	17	30	44+
Mar 26	19 ^h 53 ^m	20 ^h 13 ^m	2563 Boyarchuk	P 97083	10.3	6.2	3	50	56	20	75+
Mar 31	18 ^h 31 ^m	18 ^h 51 ^m	934 Thuringia	P 69447	10.8	4.6	2	41	18	118	100

hviezda – označenie hviezdy v katalógu (G – GSC, P – PPM)

mag – jasnosť hviezdy; dm – pokles jasnosti; dur – trvanie zákrytu v sekundách (> 2 s);

h* – výška hviezdy nad obzorom

hM – výška Mesiaca nad obzorom

el – uhlová vzdialenosť Mesiaca

% – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

Meteory

Tieto dva mesiace meteorárom neprajú nakofko v činnosti nie je žiadny výraznejší meteorický roj. Do polovice apríla sú v činnosti Virginidy, ktoré majú niekoľko nevýrazných maxím. Najvyššia frekvencia pomalých meteorov (30 km/s) je okolo 5. marca so ZHR okolo 5.

Delta Leonidy majú maximum 25. 2. (ZHR 2, 23 km/h) a pravdepodobne asteroidálny pôvod súvisiaci s planétoukou 4450 Pan.

Koncom mesiaca začína aktivita o niečo aktívnejšieho roja **alfa Scorpioidy**, ktorý však má maximum až začiatkom mája.

Delta Canridy mali svoje maximum už v polovici januára, ich aktivita končí v poslednej dekáde februára. Meteory sú pomalé a v maxime je maximálna frekvencia len 4 meteory za hodinu.

Kométy

Periodická kométa **21P/Giacobini-Zinner** sice rýchle slabne, no oblohu zdobia ďalšie, relatívne jasné komety. Najjasnejšia z nich, **C/1998 M5 (LINEAR)** prešla perihéliom 24. januára a je počas celého obdobia cirkumpolárna. V polovici marca prejde necelé tri stupne od severného svetového pólu. Krátkoperiodickú (14.9 roka) kométu **P/1998 U3 (Jäger)** nájdeme v Blížencoch. Kométa Williams slabne, koncom marca poklesne pod 13 mag a kométa **C/1998 U5 (LINEAR)** bude pozorovateľná až od marca.

Noční obloha

V následujúcich mesiacích vám môže byť zajímavým prúvodcom po některých objektech noční oblohy planetka Vesta. Začátkem února dosáhla maximálnu hviezdnú velikosť 6,2 magnitudy a mohla byť za výjimečně dobrých podmínek viditeľná i bez dalekohledu. Najdete ji na hranicích souhvězdí Lva a Raka.

Vestu objevil roku 1807 známý německý pozorovatel H. W. Olbers. Ostatně právě po něm je pojmenován veľký kruhový útvar (kráter) pozorovaný v minulých letech Hubblovým kosmickým dalekohledem na povrchu asteroidu. Vesta je tretím největším a současně i nejjasnejším objektem v pásu planetek mezi dráhou Marsu a Jupiteru. Její strední průměr se podle současných měření udává na 265 kilometrů – větší je pouze Ceres (479×466 km) a Pallas (570×525×482 km).

Na začátku roku pobývala Vesta v hlavě Lva a právě tady se u několika objektů vzdáleného vesmíru zastavíme: Tvar nejjasnejších hviezd tohto souhvězdí – zcela výjimečně – odpovídá svému názvu. Na tmavé obloze si určitě i vy dokážete představit ležícího lva se zadními nohy a ocasem kolem jasné Deneboly (β Leo) na východě, předními nohami u Regula (α Leo) a hrdě vztyčenou hlavou s bohatou hřívou nad Algiebou (gama Leo). Právě posledně jmenovaná stálice je krásnym objektem i pro malý dalekohled: skládá se totiž z dvojice nažloutlych stálic obihají kolem společného těžiště s periodou asi šest set let. V současnosti jsou od sebe nejdál, poněkud slabšho průvodce (3,5 mag) najdete i v malých dalekohledech asi čtyři a půl úhlové sekundy jihovýchodním směrem od primární složky (2,2 mag). Nejbližše si budou kolem roku 2350, kdy jejich úhlová vzdálosť klesne pod 0,4".

Její podvojnost poprvé popsal roku 1782 známý pozorovatel Sir William Herschel. Zatímco přesná periooda oběhu – vzhledem ke krátké době pozorování – není dosud přesně známa, detailní rozboru

Zákryty hviezd Mesiacom (pre polohu E20, N48.5, prepočet na iné pozorovacie miesto bol uverejnený v Kozmose 3/98 – J. Gerboš)												
Dátum	UT	D/R	Mg	Poz.	CA	h	fáza	Star(XZ)	a	b	hs	
	h m s			°	°							
99/ 2/ 3	4 23 41	D	47	87	-68N	30	0.58	16645	-0.99	-1.34		
99/ 2/ 8	2 3 10	R	58	271	75S	22	0.75	20735	-1.49	1.14		
99/ 2/ 9	3 14 40	R	64	286	88N	22	0.78	21622	-1.41	0.56		
99/ 2/21	21 14 34	D	62	130	36S	11	0.21	3972	0.10	-2.95		
99/ 2/23	18 38 6	D	72	44	52N	55	0.28	6211	-1.45	1.29		
99/ 2/23	20 27 43	D	71	110	63S	41	0.28	6281	-0.93	-1.91		
99/ 2/23	22 2 32	D	57	98	76S	26	0.28	6351	-0.41	-1.57		
99/ 2/24	17 23 27	D	78	52	55N	59	0.31	7600	-1.40	1.87		
99/ 2/24	18 23 2	D	79	89	89S	60	0.31	7672	-1.66	-0.03		
99/ 2/24	19 21 58	D	70	110	68S	57	0.31	7722	-1.54	-1.32		
99/ 2/24	19 46 32	D	71	140	37S	55	0.31	7736	-1.30	-3.35		
99/ 2/24	21 24 47	D	79	30	32N	42	0.32	7838	-1.63	1.89		
99/ 2/24	23 25 17	D	71	49	50N	23	0.32	8007	-0.67	-0.23		
99/ 2/25	17 16 13	D	68	135	47S	53	0.34	9773	-1.74	-1.29	-10	
99/ 2/25	19 0 37	D	76	62	59N	61	0.35	9885	-1.68	1.25		
99/ 2/26	18 5 51	D	50	36	28N	52	0.38	11657	-1.20	4.14		
99/ 2/26	19 9 24	D	77	72	64N	58	0.38	11708	-1.66	1.18		
99/ 2/26	19 26 29	D	76	101	87S	59	0.38	11721	-1.65	-0.12		
99/ 2/26	22 54 40	D	74	65	56N	45	0.39	11882	-1.44	-0.30		
99/ 2/27	17 51 51	D	78	96	83N	41	0.41	13236	-1.10	1.05		
99/ 2/27	22 49 17	D	72	94	80N	51	0.42	13452	-1.43	-0.97		
99/ 2/28	2 17 28	D	52	145	50S	20	0.42	13615	0.14	-2.33		
99/ 2/28	2 14 20	D	56	82	67N	20	0.42	13619	-0.36	-1.28		
99/ 2/28	19 32 36	D	69	178	21S	45	0.45	14599	-0.82	-6.39		
99/ 3/ 2	19 59 40	R	41	241	68S	30	0.52	17063	-1.25	3.06		
99/ 3/ 5	23 22 41	R	69	270	74S	28	0.62	19723	-1.56	1.14		
99/ 3/ 6	0 1 4	R	66	265	69S	31	0.62	19737	-1.86	1.07		
99/ 3/10	1 52 53	R	64	233	47S	14	0.76	22959	-1.98	2.62		
99/ 3/12	3 38 51	R	68	296	61N	13	0.83	25880	-1.11	0.62		
99/ 3/21	20 15 6	D	69	21	31N	12	0.16	4696	-0.53	1.14		
99/ 3/22	17 47 40	D	65	117	57S	45	0.19	5865	-1.15	-2.16	-9	
99/ 3/22	18 53 19	D	8	93	81S	36	0.19	5912	-0.81	-1.37		
99/ 3/22	19 56 1	R	8	254	-80S	25	0.19	5912	-0.53	-0.93		
99/ 3/23	17 51 27	D	55	63	65N	54	0.23	7109	-1.49	0.25	-9	
99/ 3/24	19 15 42	D	77	122	62S	51	0.26	9384	-1.12	-2.07		
99/ 3/24	19 56 15	D	78	82	79N	45	0.26	9433	-1.18	-0.89		
99/ 3/27	0 31 59	D	78	161	34S	17	0.34	13119	0.46	-2.85		
99/ 3/27	0 52 25	D	78	52	38N	14	0.34	13172	-0.42	-0.56		
99/ 3/27	20 32 5	D	79	52	34N	55	0.36	14310	-2.54	1.90		
99/ 3/27	20 28 54	D	71	98	80N	55	0.36	14313	-1.67	-0.64		
99/ 3/28	14 25 55	D	13	53	32N	9	0.39	15260	0.24	2.83	25	
99/ 3/28	15 4 52	R	13	332	-50N	15	0.39	15260	-0.52	-0.74	19	
99/ 3/28	22 33 46	D	79	97	75N	45	0.40	15532	-1.43	-1.15		
99/ 3/29	0 10 29	D	68	60	37N	32	0.40	15584	-1.43	-0.51		
99/ 3/29	18 31 3	D	47	163	43S	36	0.43	16645	-0.76	-2.17		

Pripravil: J. Gerboš

spektra ukazují, že obě hviezdy tvoří značne vyvinuté stálice spektrální třídy K, jejichž celková hmotnost je menší než 0,6 Slunce. Dle pozorování sondy Hipparcos leží ve vzdálenosti 125 světelných let (38 parseků).

A co její barvy? Jak uvádí Rudolf Novák z brněnské hvězdárny „je taková zlatá“. Úplně vyčerpávající popis pak kdysi uveřejnil Leoš Ondra: „Hlavní složka má sytý, teplý odstín žluté s příměsí oranžové, zatímco světležlutá barva průvodce připomíná týp bílého vína.“ Popis barevných odstínů dvojhvezd je prostě jemná práce, u které se znalci mohou skutečně „vyrádit“.

Pět úhlových minut severozápadním směrem od této dvojice najdete na první pohled nenápadnou a nezajímavou hvězdu asi desáté velikosti – červeného trpaslíka bývají asi o řadu výšší než výkon celé hvězdy. Vzhledem k tomu, že jde o hvězdy relativně chladné (3500 kelvinů), je nejvyšší amplituda světelných změn pozorována v modré oblasti, kde tyto hvězdy září jen málo. Eruptce u červených trpaslíků bývají asi o řadu větší než nejmohutnejší (tzv. bílé) na Slunci. V modré a ultrafialové oblasti elektromagnetického spektra – jak dokládají fotometrická měření – se přibližně

každé dvě hodiny zjasní výjimečně až o 1,8 magnitudy. Dosvit trvá zhruba půl hodiny. Bohužel ve viditelném světle jsou tyto „záblesky“ prakticky nezajímatelné.

Možná vás napadne, zda AD Leonis fyzicky nepatří k Algiebě. Nepatří – leží jen šestnáct světelných let daleko, zatímco gama Leonis je prakticky desetkrát dál.

Stejným směrem jako AD Leo, jen dva stupně od Algieby, se také nachází radiant známého meteorického roje Leonid. Na poslední návrat, vloni v listopadu si určitě vzpomenete: „00:10 Od této chvíle nejsme schopen registrovat čas, protože divadlo, které pro nás kometu Tempel-Tuttle připravila právě zvezdáponu. Prásk! Prásk! A ještě jeden. Na uvítanou přichází první vlna meteorů a také mraky. Postupně se zatahují, ale kolem Lva, který právě zvezdáponu skutečně „vyrádil“. Konstatujeme, že vidíme pouze jasné meteory, které jsou nápadně oranžové a rychlé. Také si začínáme všímat, že přicházejí ve vlnách. Chvíli nic a potom jeden – dva – pět meteorů! Každý druhý je jasnejší než Jupiter. Každý osmý až desátý pak jako Venuše v maximálním lesku. A první skutečně výjimečný bolid na sebe nenechá dlouho čekat. Desetissíckrát jasnejší než Sirius přelétí bo-

lid, který na konci dráhy explodoval. Záblesk ozářil stromy.“

Vráťme se ale k naší procházce podél dráhy planetky Vesta. Koncem ledna navštívila jednu z jasných galaxií souhvězdí Lva: NGC 2903. Najdete ji lehce. Od Algieby se svezte po oblouku jasných hvězd, jež tvoří hřívu Lva, až k lambda Leonis. Asi stupeň od ní směrem na jih narazíte na vlastní galaxii. Vidět by měla být již v triedru, vzhodnější ale bude, když se na ni pro začátek podíváte alespoň Sometem binarem 25×100 . V něm by mohla vypadat jako poměrně nápadná mlhavá skvrnka protažená směrem k severu o velikosti $8' \times 4'$. Ve větších dalekohledech je skutečně bohatá na detaily: všimněte si jasného jádra, které je na severní straně výraznější – to kdysi vedlo W. Herschela k nezávislému označení této části, jenž se později dostalo i do NGC katalogu. Zatímco galaxie má pořadové číslo 2903, tento zhustek 2905. Kromě něj se můžete poohlédnout i po dalších drobných zjasněních a také náznacích spirálních rámén. Všechny tyto objekty by mohly být viditelné již v teleskopu o průměru 25 centimetrů.

Pátého února bude Vesta v opozici – jen několik dní předtím vstoupí do souhvězdí Raka. Koncem března se pak přiblíží ke známé otevřené hvězdokupě Jesličky (lat. Praesepe, M 44). Jak ukazují historické záznamy, naši předci na základě jejich vzhledu (samozřejmě při pohledu bez dalekohledu) předpovídali počasí. Tytaeus Theophrastus a Aratos popisují jejich zmatněná a zmízení jako kondenzaci páry v atmosféře, která určitě přinese dešť. Plinius zase uvádí „jestliže jsou Praesepe na čisté obloze viditelné, neklamné to známení bouře“.

Stáří Jesliček se odhaduje na přibližně 630 milionů let a nachází se ve vzdálenosti přes pět set světelných let. Bezespou nejhezčí je v malých dalekohledech, například v triedrech. Všimněte si, že některé z méně jasných hvězd mají naoranžovělý odstín.

Opusťme nyní planetku Vestu a podívejme se do jiných zákoutí jarní oblohy. Například na tzv. uhlíkové hvězdy: Tyto stálce o hmotnosti srovnatelné se Sluncem jsou již na sklonku svého vývoje. Ve svém nitru vyčerpaly prakticky všechny zásoby vodíku a chystají se zakončit svoji existenci vznikem planetární mlhoviny a pomalu chladnoucího bílého trpaslíka. Struktura takových hvězdných „stařenek“ je nesmírně komplikovaná. V jejich nitru se nachází elektronově degenerované kyslíkohlfíkové jádro. Kolem něj hoří tenká slupka helia, které se soustavou různých jaderných reakcí přeměňuje na kyslík a uhlík. Na ní je další slupka z helia, kde ovšem teplota nedosahuje dostatečně velkých hodnot a kde tudíž neprobíhají příslušné reakce. O něco výše se ale nachází oblast hoření vodíku, které se mění na helium. Nad tím vším je pak neaktivní vodíkový obal s velmi rozsáhlou, řídkou a chladnou atmosférou.

V některých fázích jaderného hoření přitom dochází ke zvláštní situaci, kdy se promíchává prakticky celý obal hvězdy. Na povrch se tak dostávají produkty jaderného hoření, vč. prvků, jež vznikají během různých, méně intenzivních reakcí. Atmosféry takových hvězd jsou proto bohaté na uhlík, kyslík, dusík a další chemické prvky. Ty se v relativně chladném prostředí, za teploty nepřesahující

JARNÍ UHLÍKOVÉ HVĚZDY							
jméno	rektascenze	deklinace	stř. jasnost	B-V	roz. změn	perioda	typ
UU Aur	6 36,5	+38 23,7	6 mag	2,6 mag	5,3–6,5 mag	235 dní	poloprvidelná
U Hya	10 37,5	-13 23,1	5 mag	2,6 mag	4,8–6,5 mag	450 dní	poloprvidelná
V Hya	10 51,6	-21 15,0	7 mag	5,5 mag	6,0–12,0 mag	550 dní	poloprvidlená
SS Vir	12 25,3	+0 47,8	8 mag	4,2 mag	6,0–9,6 mag	355 dní	Mira
Y CVn	12 45,6	+45 26,4	5 mag	2,5 mag	4,8–6,5 mag	158 dní	poloprvidelná
V CrB	15 49,6	+39 34,3	8 mag	4,4 mag	6,9–12,2 mag	358 dní	Mira

V první kolonce najdete jméno hvězdy, ve druhé a třetí polohu (ekv. 2000). Následující sloupec udává střední jasnost proměnné hvězdy, dále barevný index B-V (čím větší, tím je červenější), rozsah světelných změn a ev. periodu. Jelikož se ve většině případů jedná o poloprvidelné hvězdy, je nutné brát poslední dva údaje pouze jako orientační.

tří a půl stupně stupňů, slučují na složitější molekuly, jako C₃, CN, CH apod., včetně tolik populárních fulerénů C₆₀.

Tato epizoda v životě hvězdy je nesmírně krátká, počítá se na nejvyšše stovky tisíc roků. Proto jsou uhlíkové hvězdy velmi vzácné: jen hrstka z nich je viditelná bez dalekohledu, a mezi půl milionem stálic do deváté velikosti jich je jenom dvě stě.

Poznat uhlíkovou hvězdu není těžké – jednak (většinou nepravidelně) mění svoji jasnost v rozmezí jedné až dvou magnitud a předeším jsou nesmírně červené. Lze říci, že pouze u uhlíkových hvězd můžeme při pozorování očima mluvit o výrazné barvě. Za to vděčí jednak své nízké povrchové teplotě (do 3500 stupňů), jednak rozsáhlým prachovým obálkám, které jejich světlo dodatečně zbarvují modrých fotonů (obdobně jako zemská atmosféra u zapadajícího Slunce).

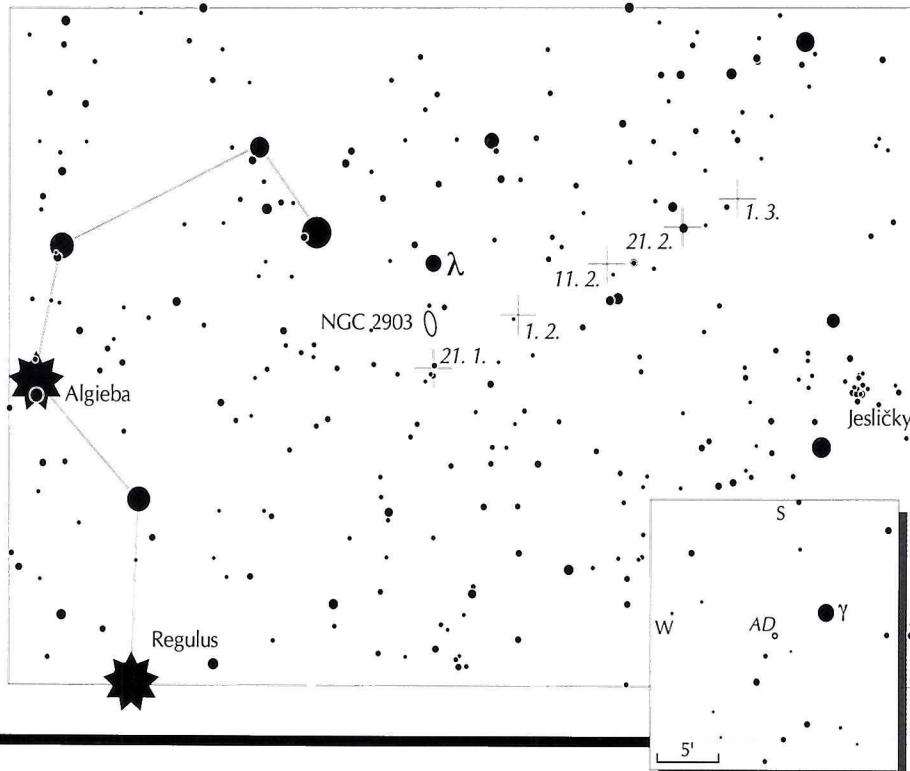
Na jarní obloze vám můžeme doporučit hned několik nápadně červených stálic. Nejdříve se podívejte na V Hydræ u hranic se souhvězdím Pohár. Podle měření sondy Hipparcos má barevný index (rozdíl jasnosti ve fotometrickém oboru B a dlouhovlnnějším V) (B-V) 5,5 magnitudy! Proto není divu, že se objevuje ve většině seznamů nápadně červených stálic. Slečna Agnes Clerke například roku 1905 napsala: "...nyní známa jako V Hydrae, jinak také Lalande č. 16, Schjellerup č. 136, byla dr. Copelandem z Dunsiku 22. března 1876 popsána jako „červenohnědá“ s jasností 2,7 magnitudy. Ovšem o tři roky později, dr. Dreyer zjistil, že se zjasnila na šest magnitud a má spíše barvu mědi, zatímco Birmingham roku 1874 ji odhadl na osmu velikost a Duner v roce 1884 zjistil její pokles na 9

a půl magnitudy. Tyto změny naznačují základní periodu 575 dní.“

Jako proměnnou hvězdu ji roku 1888 odhalil S. C. Chandler: její jasnost kolísá mezi sedmou a devátou velikostí, jednou za dvacet let se ale může zahalit do neprůhledného oblaku uhlíkového prachu a pak se zeslabí až na 12. velikost. Napsledy se tak stalo v polovině devadesátých let. Infračervená a radiová pozorování naznačují, že se právě nachází v přechodné fázi, těsně před vznikem planetární mlhoviny.

Asi devět stupňů severozápadním směrem najdete v souhvězdí Hydry další červenou uhlíkovou hvězdu: U Hydræ. Je natolik jasná, že vám její zářivý barvou neunikne již v triedru. Její hvězdná velikost se pohybuje kolem pěti magnitud – jelikož tyto objekty mají prakticky stejnou absolutní hvězdnou velikost, je zřejmé, že U Hya patří mezi nejbližší uhlíkové hvězdy. Výsledky ze sondy Hipparcos přitom ukazují, že se nachází 520 světelných let daleko (s chybou deset procent).

Další pěkně červenou stálici najdete v souhvězdí Honvíce psy. Označuje ji písmeno Y a nese také jméno „La Superba“, které dostala na základě podoby svého spektra od italského pozorovatele minulého století Otce Secchiho. Slečna Agnes Clerke popisuje vizuální podobu spektra Y Cvn jako „výjimečně zářivé pásy spekrálních barev červené, žluté a zelené, oddělené hlubokými temnými oblastmi“. Něco podobného můžete spatřit i na vlastní oči, pomocí jednoduchého spektroskopu. Jasnost „La Superby“ nepravidelně kolísá mezi pátem a šestou velikostí, její vzdálenost vychází na 720 světelných let.



Trasa planetky Vesta noční oblohou v následujících dvou měsících. Mapka obsahuje hvězdy do osmé velikosti. Ve výkresu vpravo dole je těsně okolo gama Leonis s eruptivním trpaslíkem AD Leonis.

Den, čas	Úkaz	
2.2.	2.2	tesná konjunkcia Regula s Mesiacom (Regulus 22° severne)
2.2.		Urán v konjunkcii so Slnkom
2.2.	19.3	zákryt hviezdy GSC 832 1031 (10.2) planétkou 407 Arachne
4.2.		Merkúr v hornej konjunkcii
4.2.	22.3	zákryt hviezdy PPM 75765 (10.5) planétkou 323 Brucia
6.2.	2.6	zákryt hviezdy GSC 1398 2324 (10.4) planétkou 77 Frigga
6.2.	2.6	zákryt hviezdy GSC 633 705 (10.1) planétkou 674 Rachele
7.2.	7.2	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 2 stupne južne)
8.2.	9.8	Mesiac v odzemí
8.2.	13.0	Mesiac v poslednej štvrti
10.2.	4.0	zákryt hviezdy PPM 198331 (8.5) planétkou 2731 Cucula
11.2.		Pluto krížuje dráhu Neptúna
12.2.		planétku 19 Fortuna v opozícii (10.2 mag)
13.2.	19.4	zákryt hviezdy PPM 123179 (10.0) planétkou 1734 Zhongolovich
15.2.	2.3	zákryt hviezdy GSC 216 539 (10.5) planétkou 702 Alauda
15.2.		planétku 10 Hygiea v opozícii (9.7 mag)
15.2.		planétku 11 Parthenope v opozícii (10.0 mag)
15.2.		435. výročie narodenia G. Galileího (1564)
16.2.		prstencové zatmenie Slnka (od nás nepozorovateľné)
16.2.		Čínsky nový rok
16.2.	7.6	Mesiac v nove
18.2.	8.3	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 2.7° severne)
20.2.	15.7	Mesiac v prízemí
20.2.	18.6	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3° severne)
23.2.	3.7	Mesiac v prvej štvrti
23.2.	12.5	tesná denná konjunkcia Aldebarana s Mesiacom (4° od rohu Mesiača)
23.2.	20.7	tesná konjunkcia Venuše s Jupiterom (Venuša len 8° severne)
27.2.		planétku 349 Dembowska v opozícii (10.3 mag)
25.2.	23.3	zákryt hviezdy PPM 122773 (8.5) planétkou 1069 Plancia
25.2.		maximum meteorického roja delta Leonidy
26.2.		Merkúr v maximálnej jasnosti (-0.8 mag)
28.2.		Merkúr v periheliu
2.3.	8.0	Mesiac v splne
3.3.	13.9	Merkúr v najväčšej východnej elongácii E(18)
3.3.		30. výročie Apolla 9
3.3.	21.4	zákryt hviezdy PPM 94016 (9.8) planétkou 371 Bohemia
5.3.		20. výročie Voyageru 1
5.3.		maximum meteorického roja Virginidy
6.3.	21.6	zákryt hviezdy PPM 178551 (10.0) planétkou 74 Galatea
6.3.	23.4	zákryt hviezdy PPM 94970 (10.5) planétkou 380 Fiducia
7.3.	4.3	zákryt hviezdy PPM 73720 (9.8) planétkou 966 Muschi
7.3.	5.4	konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 2.2° južne)
8.3.	6.1	Mesiac v odzemí
8.3.	23.6	zákryt hviezdy PPM 262247 (9.5) planétkou 78 Diana
9.3.		Merkúr stacionárny
10.3.	0.1	zákryt hviezdy PPM 128345 (7.9) planétkou 845 Naema
10.3.	9.7	Mesiac v poslednej štvrti
14.3.		Pluto stacionárne
14.3.		120. výročie narodenia A. Einsteina (1879)
15.3.	0.8	zákryt hviezdy PPM 132438 (10.5) planétkou 1263 Varsavia
15.3.	4.6	zákryt hviezdy PPM 225613 (8.4) planétkou 1049 Gotha
17.3.	19.8	Mesiac v nove
18.3.		Mars stacionárny
19.3.	21.9	konjunkcia Venuše s Jupiterom (Venuša 2.4° severne)
19.3.		Merkúr v dolnej konjunkcii
20.3.	1.3	Mesiac v prízemí
20.3.	5.2	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 3.6° severne)
21.3.	2.8	jarná rovnomennosť
22.3.	19.9	zákryt Aldebarana Mesiacom
23.3.	23.0	zákryt hviezdy PPM 49225 (9.9) planétkou 907 Rhoda
24.3.	11.3	Mesiac v prvej štvrti
26.3.	21.0	zákryt hviezdy PPM 97083 (10.3) planétkou 2563 Boyarchuk
28.3.		250. výročie narodenia P. S. Laplacea (1749)
28.3.	15.4	zákryt Regula Mesiacom
29.3.		planétku 12 Victoria v opozícii (10.4 mag)
29.3.		25. výročie Marineru 10
31.3.	19.7	zákryt hviezdy PPM 69447 (10.8) planétkou 934 Thuringia
31.3.	23.8	Mesiac v splne

Slnečná aktivita

(október – november 1998)

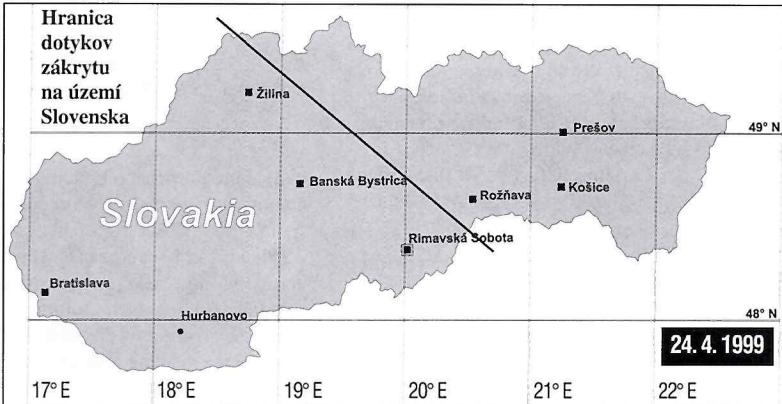
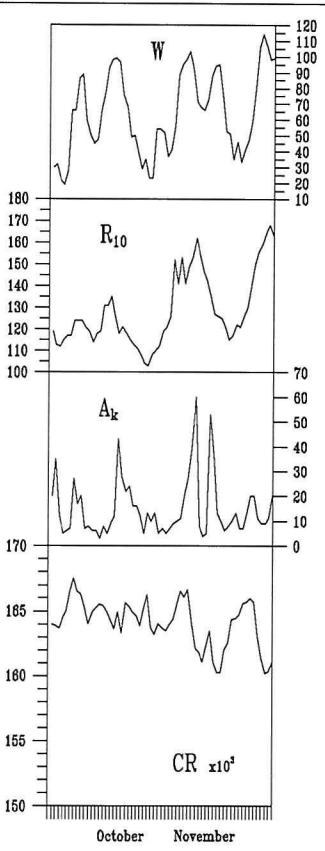
Zdá sa, že pomocou prístrojov na sonde SOHO sa konečne podarilo vyriešiť otázku spoločenia Slnka. Táto otázka je otvorená už viac, ako 100 rokov. Záujem o riešenie vzrástol najmä v posledných 35 rokoch, v súvislosti s testovaním obecnej teórie relativity.

V marcovom čísle NATURE (VOL. 392, 12 MARCH 1998, 155) sú uvedené výsledky merania prístroja MDI na sonde SOHO. V podstate ide o spracovanie záznamu obrazu Slnka na CCD kameire s 1024×1024 pixlami. Rozlíšenie je 1,4" na pixel. Zvlášť metodikou spracovania sa dosiahne zvýšenie rozlišovacej schopnosti až na 10⁻⁵", čo odpovedá niekoľkym metrom na slnečnom limbe.

Meranie priemeru sa uskutočňuje v 512 polohách pozíčného uhlia. Spracovanie meraní ukazuje, že polárny priemer Slnka je o 12 tisícín oblúkovej sekundy menší, ako rovníkový, čo odpovedá aj teoretickej hodnote, pri zohľadnení diferenciálnej rotácie a gravitácie. Nepotvrdili sa hypotézy o rýchlej rotácii slnečného jadra.

Ďalším výsledkom týchto meraní (pri veľmi nízkej úrovni slnečnej aktivity) je určenie priebehu plošného jasu slnečného povrchu pozdĺž limbu. Ukazuje sa, že variácie jasu sú stabilné, na úrovni okolo 1 K. Minimá však nie sú na póloch, ale v héliografických šírkach okolo 55°. Jas na póloch a na rovníku je približne rovnaký.

Milan Rybanský



Dotyčnicový zákryt Regula a čo s tým

Sekcia zákrytov a zatmení SAS v spolupráci so SZAA a Gemersko-malohontskou hvezdárou organizujú seminár Zákryty hviezd Mesiacom, spojený s praktickými ukázkami pozorovania. Uskutoční sa v dňoch 26.–28. 3. 1998 v priestoroch Gemersko-malohontskej hvezdárne v Rimavskej Sobote. Akcie sa môžu zúčastniť pozorovatelia, ktorí sa venujú, alebo chôdžia venovať pozorovaniu zákrytov hviezd telesami Slnečnej sústavy (na pozorovanie stačí menší ďalekohľad o priemere aspoň 5–6 cm, stopky a presný časový signál). V programe je zahrnutá základná metódika pozorovania, technické možnosti a vybavenie pozorovateľov, praktické pozorovanie (v prípade zlého počasia na simuláture), predpovede a základné spracovanie.

Súčasťou stretnutia bude aj príprava dotyčnicového zákrytu a Leo (Regulus) Mesiacom, ktorý nastane 24. apríla 1999. Vzhľadom na priebeh hranice tieňa, ktorá križuje Slovensko od Kysúc po Gemer (viď obr.) budú na Slovensku uskutočnené dve expedície (v oblasti Kysuckého Nového Mesta a medzi Rimavskou Sobotou a Rožňavou). Skúsenosti a výsledky predchádzajúcich dotyčnicových pozorovaní nás v posledných rokoch radia medzi najúspešnejšie krajinu v Európe. Záujemcovia o toto výnimočné pozorovanie sa môžu prihlásiť u organizátorov (uviesť parametre ďalekohľadu a montáže, druh stopiek, prípadnú CCD kamery, možnosť vlastnej dopravy, skúsenosti z predchádzajúcich pozorovaní...).

Gemersko-malohontská hvezdáreň

Tomášovská 63

979 01 Rimavská Sobota 024 01

tel.+fax: 0866-5624709

e-mail: astrors@bb.telecom.sk

Kysucká hvezdáreň

Dolinský potok

Kysucké Nové Mesto

tel.+fax: 0826-4212946

J. Gerboš

Leto 1998 pod hviezdamí

Každý rok v 6. čísle nášho časopisu uverejňujeme príspevky o prázdninových podujatiach organizovaných našimi hvezdárňami. V minulom čísle sme prednoste priniesli informácie z medzinárodných konferencií, preto sa k akciám minuloročného leta vraciame, hoci netradične, teraz.

Ziar nad Hronom

Astrotyždeň '98

V dňoch 17.–21. augusta 1998 sa uskutočnil v Hvezdárni a planetáriu Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom 7. ročník letnej školy astronómie Astrotyždeň '98.

Program bol rozdelený na dve časti – denný a večerný. Denný program sa začína každé ráno pozorovaním Slnka, zakreslovaním slnečných škvŕn a pokračoval prednáskami o Slnečnej sústave, z histórie astronómie, o zákrytoch hviezd Mesiacom a telesami slnečnej sústavy, o zatmeniach Mesiaca a Slnka, o hviezdnych systémoch, ako aj o fotografovaní a práci s astronomickou technikou. K prednášaným tématam sa premietali videofilmové. Jeden deň bol venovaný práci s počítačmi. Pozorovanie dalekohľadmi sa prehľadalo s projekciou na umelú oblohu planetária. Nechýbalo ani cestovanie po južnej oblohe, kde sa deti zoznámili so súhviedziami Južný kríž, Centaurus, Južná koruna, Lod' Argo a Škorpión, ktoré tam žiarili v celej svojej kráske. Na záver denného programu prebiehalá príprava na večerné pozorovanie. Večer sa deti zoznámovali so súhviedziami, planétami Jupiter a Saturn, meteormi a inými objektami na oblohe. V stredu večer na blízkom Šibeničnom vrchu pozorovali meteory a fotografovali vybrané súhviedzia. Napozorovali okolo 30 meteorov. Na záver Astrotyždena bol záverečný test, v ktorom všetci obstáli veľmi dobre.

Anna Beňová, Žiar nad Hronom

Sobotište

Letné podujatia sobotištskej hvezdárne

Letné mesiace nie sú časom oddychu ani pre hvezdáreň pri ZŠ v Sobotišti. Už viac ako dvadsať rokov sa v jej areáli stretávajú najmladší záujemcovia o najstaršiu prírodnú vedu. Tentokrát sa žiaci základných i študenti stredných a vysokých škôl zišli na tradičnej Letnej škole astronómie v termíne od 13.–17. júla 1998. Okrem teórie, projekcie video-programov a prezentovania astronomického softvéru sme mohli aspoň jednu noc venovať pozorovaniu reálnej nočnej oblohy.

Tradičným podujatím je aj turistický pochod na Bradlo, ktorého 4. ročník sa uskutočnil 19. júla 1998. Ěastníci pochodu položili kyticu kvetov k mohyle a návštěvníkom Bradla ponúkli možnosť pozorovania

Ľúčníci Letnej školy astronómie pred sobotištskou hvezdárňou.

slnečnej fotosféry i okolitej prírody prenosnými dalekohľadmi.

V meteorárskom kalendári sme po úspešnom pozorovaní Lyríd nevynechali ani Perzeidy, ktorým sme venovali 3 noci, počnúc 10. augustom 1998.

RNDr. Svetozár Štefeček

Partizánske ESA '98



Účastníci ESA '98 pred Hvezdárňou a planetáriom v Ostrave.

Foto: V. Mešter

Trasa tohtoročného Ebycikla slovenských astronómov, ktorý organizuje Hornonitrianska hvezdáreň spolu s MO SZAA v Partizánskom viedla cestami a chodníčkami severozápadného Slovenska a severnej Moravy. Skupinka tvorená 15 cyklistami a vodičom sprevodného automobilu v sobotu 1. augusta 1998 odštartovala prvú a zároveň najdlhšiu etapu, ktorá viedla z Kysuckého N. Mesta cez malebné záikutia Turzovskej vrchoviny a Moravskosliezskych Beskýd do Ostravy-Poruby. Naším cieľom bola Hvezdáreň a planetárium pri VŠB, kde sme si prezreli technické vybavenie a p. Kucharčík nám prezentoval program planetária. V nedeľu ráno nasledovala ďalšia, tentokrát menej náročná etapa končiacia vo Valašskom Meziříčí. Po ceste sme sa zastavili v Štramberku. Z tunajšej rozhľadne nazý-

vanej „Štramberká truba“ je pekný výhľad na široké okolie. Večer sme sa vo hvezdárni, ktorá je známa koordinovaním pozorovania zákrovov v ČR i SR stretli s účastníkmi českého Ebicykla na čele s „hejtmanom“ Dr. Grygarom.

Naša ďalšia púť smerovala do okolia Považskej Bystrice. V tomto regióne sme navštívili známy „trojlístok“ astronómov amatérov. Ing. M. Mičúch z Plevníka-Drieňového a F. Michálek z Vrtužera sa venujú klasickej astrofotografii cez vysokosvetelné sústavy, Ing. Z. Velič z Beluše sa zameral na CCD fotometriu premenných hviezd. Ich, na prvý pohľad jednoduché, ale pritom dômyselné zariadené pozorovateľne, môžu byť inšpiráciou aj pre ďalších amatérov.

V rámci potuliek Považím sme nezabudli ani na Manínsku tiesňavu a v nedalekej Vrchteplej nás privítali účastníci meteorárskej expedície. Posledná etapa viedla z Považskej Bystrice do Partizánskeho, kde sme sa opäť stretli s českými kolegami.

RNDr. Svetozár Štefeček

Mladí v Klačne

Hvezdáreň Partizánske každočne pripravuje Zraz mladých astronómov. Tohoročný sa uskutočnil 14.–21. 8. 1998 v priestore školy v prírode Klačno.

Cielom zrazu bolo prehľbenie vedomostí z astronómie a kozmonautiky. V dopoludňajších hodinách boli prednášky, popoludní športové hry a vychádzky do okolia, večer spoločenské hry a pozorovanie oblohy dalekohľadom mečínskych cassegrainov 150/2250. Pozorovali sme planétu Jupiter s mesiacmi, Saturn s prstencom a cez deň sme rátali slnečné škvŕny. Novinkou bolo pozorovanie jasných zábleskov satelitov Irídium. Exkurzia do hvezdárne a planetária M. Hella v Žiari n. Hronom zlepšila orientáciu mladých astronómov na oblohe. Speštrením programu bola návšteva slovenského Betlehemu v Rajeckej Lesnej a rázovitej slovenskej dediny Čiernany. Na konci pobytu si účastníci zrazu overili nadobudnuté vedomosti v astronomickej súťaži.

Ján Horák,

Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske

Astrotech '98

Pokiaľ vlastníš dalekohľad, je Tvoju povinnosťou podeliť sa oň s ľuďmi, ktorí ho nevlastnia.

John Dobson

Parafráza motta tohto príspevku – „Ak vieš zhotoviť dalekohľad, podeli sa so svojimi skúsenosťami s ďalšími ľuďmi,“ sa presne hodí na kurz brúsenia astronomických zrkadiel, ktorý pripravila Hornonitrianska hvezdáreň v Partizánskom. Kurz bol súčasťou Malého astronomického stretnutia známeho pod skratkou MARS 98. Vedúcim kurzu neboli nikto iný ako p. Milan Kamenický, známy konštruktér astronomických dalekohľadov.

Ďalší záujemcov (z toho jedna dáma) dostalo možnosť vybrúsiť si zrkadlo a zhotoviť si vlastný dalekohľad Newtonovho typu.

Počas piatich dní sa skupina odvážlivcov pustila do tvarovania guľovej plochy svojho zrkadla. Prehľbovanie guľovej plochy prebiehalo veľmi pomaly a brúsné prásinky, od tých najhrubších až po veľmi jemné, sa striedali v zmysluplnom tanci okolo op-





Prvý účastníci Astrotech na svojom pracovisku.

tického kotúča v tretinovom tahu. Postupnosť prehľbovania polomeru zkrivenia kontroloval sférometer, ktorý zabezpečil dodržanie dohodnutých parametrov dalekohľadov. Ukončenie brúsenia optickej plochy plavenými práškami bolo predzvestou, že sa pristúpilo k záverečnej operácii zhotovovania zrkadla astronomického dalekohľadu, k lešteniu optickej plochy. Táto náročná fáza zhotovovania objektívov astronomického dalekohľadu je podmienená čistotou pracoviska, pretože každé zrniečko prachu, ktoré sa dostane na leštiacu plochu, môže vrátiť väčšie úsilie o krok späť. Naďštie nikto z účastníkov kurzu nemusel prebrusovať. Vyrcholením celého procesu tvarovania rovinnej plochy do guľového vrchísku bol Ronkiho test zkrivenia zrkadla, s ktorým sa mohol každý účastník kurzu oboznámiť prostredníctvom videozáznamu, s príslušným komentárom naslovo vzatého odborníka p. M. Kamenického. Test prvých piatich zrkadiel dopadol veľmi dobre, ale najlepším testom bude prvé svetlo, ktoré dopadne na vlastnoručne zhotovené zrkadlo pri pozorovaní.

Prvý ročník kurzu brúsenia astronomických zrkadiel Astrotech '98 bol ukončený slávnostným krstom šampanským, ktorého kvapky dopadli na vyšeňte plochy zrkadiel.

A čo ďalej? Pán Kamenický ponúka finalizáciu celého Newtonovho dalekohľadu s azimutálnou montážou typu Dobson. Druhého ročníka Astrotechu sa okrem ďalších záujemcov zúčastnia i tí prví, ktorí budú môcť prejsť fázu konštruktéra dalekohľadu do konečnej fázy pozorovateľa vesmíru.

Vladimir Mešter,

Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske

Moravský Titanic

Tento ročník bol už pätnasty v poradí, priaznivci z Čech a Slovenska, amatéri ako aj profesionáli, dobrí kamaráti na bicykloch sa opäť stretli, aby od 2. 8. do 8. 8. šírili po etapových trasách ebicyklu astronómia a dobrú náladu na cele s „polným hejtem“ J. Grygarom. Išlo sa z moravskej strany, z oblasti ktoré boli postihnuté minuloročnými záplavami (preto moravský Titanic) na Slovensko, na miesto tragickej zahynutia nášho kamaráta Róberta Rosu na Fačkovskom sedle, kde bude stáť na jeho spomienku pomníček.

Štart bol v Bukovci pri Jablunkove. Miesto poslednej etapy minuloročného ebicyklu. Navštívili sme mladú hvezdáreň Astroklubu Kostkov. Nášenci tejto skromnej, najvýchodnejšej českej hvezdárne, sa pochválili peknými fotografiemi, z ktorých niekoľko bolo naozaj na profesionálnej úrovni. Prvá etapa končila na hvezdárni vo Valašskom Meziříčí. Tu sa pretinali trasy dvoch ebicyklov: českého Ebicykla a slovenského ESA. Niektorí sme sa poznali, niektorí pomenej a tak večer sme strávili spoločne pri táborku. Hostom bol Viteslav Dostál, ktorý za 3 roky prešiel na bicykli okolo sveta a podeľil sa s nami o svoje dojmy a zážitky. Ďalším etapovým mestom bol Vsetín so svojou hvezdárenou. Bolo tu

milé privítanie a ponúkli nás moravskou polievkou „kapustičkou“, ktorá všetkým veľmi chutila. Hvezdáreň má aj dlhodobé meteorologické merania, teraz už s automatickou stanicou. Hvezdáreň sa modernizuje, začne pracovať aj CCD kamera, ktorá rozšíri možnosti tunajšieho dalekohľadu. Na ďalší deň sme sa zastavili v Zlínne na Gymnáziu, kde pracujú priaznivci astronómie, najmä Slnka a zákrytov hviezd Mesiacom. V týchto dňoch boli vyčerpávajúce horúčavy, a tak večerné kúpanie po príchode na hvezdáreň v Uherskom Brode bolo veľmi osviežujúce. Náročnejšia etapa nasledujúca deň viedla na Slovensko do Partizánskeho. Na hvezdárni na nás čakalo veľké prekvapenie v podobe Dušana a Evy Krchových, ktorí nám zabezpečovali vozovú hradbu a napriek problémom predsa prišli. Večer bolo slávnostné odovzdávanie tričiek s logom EBICYKLU. Opäť sme sa stretli s kolegami z ESA, ktorí tu mali cieľ poslednej etapy. Niektorí „skalným“ to nestačili, a tak sa pridali ešte na jednu etapu s nami. Riaditeľ hvezdárne pán Mešter odpovedal na všetky otázky súvisiace s prácou a vybavením hvezdárne. Za zmenu trasy nasledujúceho dňa vdačíme aj jeho iniciatíve, keď sme navštívili mladú modernú požiarunu zbrojnicu (s kupolou) v obci Kanianka pri Bojniciach, a potom aj hvezdáreň v Handlovej. Večer sme sa stretli na hvezdárni a planetáriu v Žiari nad Hronom, kde nás všetkých privítala riaditeľka Mgr. Šeševičková. V modernej stavbe sme si premietli pásmo zamerané na severnú oblohu a večer sme sa pozerali cez dalekohľad na nočnú oblohu. Pre miestnych obyvateľov tu Jiří Grygar odpovedal na zvedavé a záľudné otázky z astronómie. Ranným spestrením bolo kvalitné pozorovanie slnečných protuberancí. S veľmi dobrými spomienkami sme sa vydali na ďalšiu etapu do Kláštora pod Znievom, kde na ZDŠ chodila aj RNDr. Pajdušáková, ktorá je najúspešnejšou slovenskou objaviteľkou komét. Na poslednej etape do Považskej Bystrice sme prechádzali cez Fačkovské sedlo. Tento rok tu mal už stať malý pamätník na spomienku R. Rosu, avšak z časových a hlavne administratívnych dôvodov bude pamätník odhalený pri ďalšom slovenskom ebicykli o dva roky.

Tohto ročníku sa zúčastnilo 31 ebicyklistov, z toho 7 žien. Spolu sa prejazdilo 17 298 ebikilometrov. Priemerná dĺžka etapy bola okolo 80 km. Od prvého ročníka je to už úctyhodných 426 255 km, čo už je dĺžka Zem-Mesiac v apogeu.

Alexander Pravda

Klingenthal, Nemecko

29. medzinárodný astronomický camp

Som veľmi rád, že som sa ho mohol zúčastiť a spozať množstvo zaujímavých ľudí z celej Európy a dokonca aj z ďalekej Zambie. Oficiálnym jazykom bola angličtina. Prvé dni sme mali rôzne zaujímavé programy, zamerané na vzájomné spoznanie a zblženie sa. Campu sa mohol zúčastiť každý vo veku od 16 do 24 rokov. Vedúcimi sa stávajú najšikovnejší účasníci Campu. Boli sme rozdelení do 5 pracovných skupín – všeobecná astrofyzika, fotometria a redukcia dát (v nej som bol aj ja!), fotografovanie oblohy, astronomické programovanie a pracovná skupina zameraná na elementárne časti vo vesmíre. Všetci sme si vybrali nejakú tému, na ktorej sme počas campu pracovali. Na konci sme museli odovzdať takzvaný Report. Večer boli diskotéky, takzvané národné večery, kde jednotlivé

národy predstavovali svoje zvyky, jedlá nápoje atď. a nechýbal ani bohatý neastronomický program.

Camp bol vo veľmi útulnom hosteli na asi 1000 metrov vysokom kopci. Za jasnej noci sme mali na ozaj nádhernú oblohu, ktorú nám kazili len svietiace monitory západných kolegov vybavených CCD kamery a notebookmi. Mali sme k dispozícii veľmi kvalitnú techniku na pozorovanie – niekoľko Cassegrainov a na dve noci sme dokonca mali možnosť pozorovať s jedným 40 centimetrovým Dobsonom. Prekvapilo ma, že niektorí nepoznali nočnú oblohu. Keď mi však povedali, že Mliečnu dráhu vidia po druhý alebo po tretíkrát, pochopil som. Tí, ktorí bývajú vo veľkomestách to majú s praktickou astronómou naozaj ľahké. Bolo tiež veľmi zaujímavé ukazovať cirkumpolárne súhviedzia chlapcovi zo Zambie. On videl teraz prvýkrát v živote Veľký a Malý voz!

Na budúci rok sa Camp uskutoční v Maďarsku, v mieste pásu totality zatmenia Slnka a bude trvať od 1. do 21. augusta. Záujemci môžu najť prihlášku a informácie na internetovskej stránke: <http://www.IAYC.com>

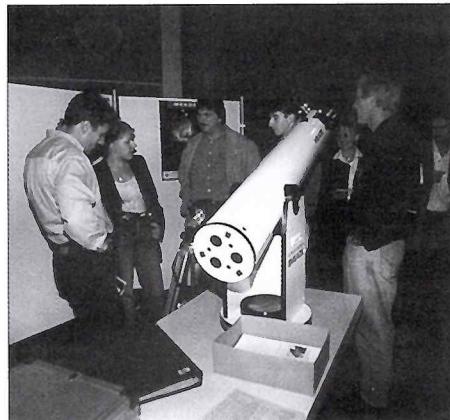
alebo sa môžu obrátiť listom na adresu: Gwendolyn Meeus, Parkstr. 91, B-3000 Leuven Belgium, gwendolyn@ster.kuleuven.ac.be alebo aj na mňa. Poponáhľajte sa, lebo zatmenie Slnka chce vidieť mnoho ľudí a kapacita campu je obmedzená.

Norbert WERNER,
Edelenyska 28,
ROŽŇAVA 04801,
werner@award.sk

Nová amatérská skupina v Nemecku

Pred dvoma rokmi v októbri sa zišli niekoľkí oduševnení astronómovia amatéri v hornofranskom Kronachu (Bavorsko), aby založili pracovnú skupinu záujemcov o astronómii. Skupina sa schádza raz mesačne, zatiaľ i v priestoroch obchodu s optikou, v nasledujúcom období to bude Ľudová vysoká škola a tiež Katolické vzdelávací dielo Kronach.

V septembri 1998 sa skupina rozhodla uskutočniť väčšie podujatie, na ktorom by sa stretli amatéri z viacerých okolitých krajov. Keďže kronachskí amatéri spolupracujú s hvezdárou v Hurbanove a takisto kooperujú s hvezdárou v partnerskom



Účastníci podujatia v rozhovore s vedúcim Workshopu W. Ransburgom z firmy Astrocom Mníčkov.

Foto – autor

Kiskunhalas/Maďarsko, na stretnutie pozvali aj zástupcov týchto astronomických zariadení.

Stretnutie s Workshopom, ktoré dostalo názov 1. Kronacher Sternguckertag (1. Kronachský deň kukačov hviezd) – skupina si medzitým dala meno „Kronacher Sterngucker“ – sa uskutočnilo 6. septembra 1998 v Kronachu. Po celý čas prebiehal workshop, ktorý riadil hlavný zástupca firmy Astrocum Mnichov, Wolfgang Ransburg. Na workshop sa prezentovali konštrukcie až členovia Kronachských kukačov hviezd. Konštruktér a zhotovovateľ slnečných hodín Helmut Röder, vystavoval celý rad rôznych slnečných hodín. Zahraničný host, Matej Schmögener z Medzeva v krátkosti referoval o práci s malým vyučovacím planetáriom americkej produkcie. Je škoda, že podujatia sa nezúčastnili pracovníci hvezdárne v Hurbanove. Nakolko „Kronacher Sterngucker“ ešte nie sú registrovaní ako zapísaný spolok, nebolo možné riešiť účasť Hurbanovských astronómov výmenným spôsobom. Bolo by preto potrebné nadviazať družobné styky s hvezdárňami na Slovensku, ktoré majú o spoluprácu záujem. Takýmto spôsobom by mohlo dôjsť k úspešnému rozvíjaniu spolupráce v oblasti amatérskej astronómie a jej popularizácie na základe stálej výmeny skúseností medzi amatérm oboch krajin. Ponuka na spoluprácu z nemeckej strany tu je: ide o to, aby sa amatéri, tak na Slovensku, ako aj v Nemecku týchto možností chytli.

Mathias Schmögener, Kronach

Kontaktná adresa na skupinu:

Herald Lappe, Lindlein Optik Lappe, Rosenau 5-7
D-96317 Kronach, BRD, tel.: 0049 9261 61866

Seminár o CCD kamerách v Modre

SÚH v Hurbanove a AÚ MFF UK v Bratislave usporiadali v dňoch 9.-11. novembra 1998 seminár s názvom „Využitie CCD kamier v astronómii“. Seminár sa konal v Učebno-výcvikovom zariadení UK v Modre – Piesku. Pretože aj na slovenských hvezdárňach sa komerčné CCD kamery značne rozšírili (najmä typu SBIG ST-x) bolo usporiadanie takého seminára veľmi užitočné a záslužné. Dozvedeli sme sa veľa zaujímavého o práci AÚ MFF UK a navštívili sme aj jeho Astronomickogeofyzikálne observatórium. Skôda, že typické novembrové počasie nám neumožnilo vidieť aj pozorovanie planétov pomocou CCD kamery na tomto observatóriu. Ing. P. Zigo nás zoznámil všeobecne s podstatou konštrukcie a činnosti CCD kamier a s vyčítavaním obrazu z nich. Dr. L. Kornoš potom rozprával o CCD astrometrii a fotometrii planétok a o požiadavkách na dobré pozorovanie pomocou CCD kamier. Po ňom Dr. Š. Gajdoš prednesol svoj príspevok o konkrétnych výsledkoch pozorovaní pomocou CCD kamerami na hvezdárňach. Všetci doposiaľ uvedení prednášateľia boli pracovníkmi AÚ MFF UK v Bratislave. Študentka astronómie na MFF UK U. Babjaková potom prezentovala jeden z výsledkov svojej práce a to svetelnú krviku planétky 107 Camilla, ktorú získala meraniami CCD kamierou na 60 cm reflektore na observatóriu v Modre. P. Dolinský predvedol na obrazovke monitora svoje CCD snímky zo zatmenia Mesiaca získané skladaním viacerých

snímok z televíznej CCD kamery. Potom Mgr. A. Galád (AÚ MFF UK) prezentaoval a vysvetlil niektoré metódy spracovania CCD snímok kométy a jeho kolega Mgr. J. Tóth informoval o možnosti pozorovať meteory pomocou CCD kamery a obyčajného fotografického objektívu. Ďalší z „domáčich“, Mgr. T. Paulech, ukazoval výsledky svojej diplomovej práce na monitore počítača – spracovanie CCD snímok kométy Hale-Bopp. Tu nás zaujala najmä počítačová animácia výtryskov a ich modelovanie. Potom Dr. Z. Komárek (Zemplínska Hvezdáreň Michalovce) informoval o plánoch na pozorovanie so CCD kamerou ST-8 na 40 cm reflektore hvezdárne v Roztokoch a predvedol na monitore prvých 10 CCD snímok Deep Sky objektov získaných v tomto roku v Roztokoch. Dr. B. Lukáč (SÚH Hurbanovo) prednesol svoju prednášku o pozorovaniach úplného zatmenia Slnka pomocou CCD kamery a odborný program seminára zakončil Ing. M. Minarovcich z AÚ SAV príspevkom o pozorovaniach slnečnej koróny pomocou CCD kamery na Lomnickom štítu. Na záver zhodnotili seminár Ing. T. Pintér, riaditeľ SÚH Hurbanovo a Doc. P. Pališ, riaditeľ AÚ MFF UK Bratislava a v mene organizátorov sa so všetkými účastníkmi rozlúčili.

Veľmi pozitívne by bolo, ak by sa takýto seminár mohol konať pravidelne.

RNDr. Zdeněk Komárek
Zemplínska hvezdáreň Michalovce

Konferencia Novinky v astronómií '98

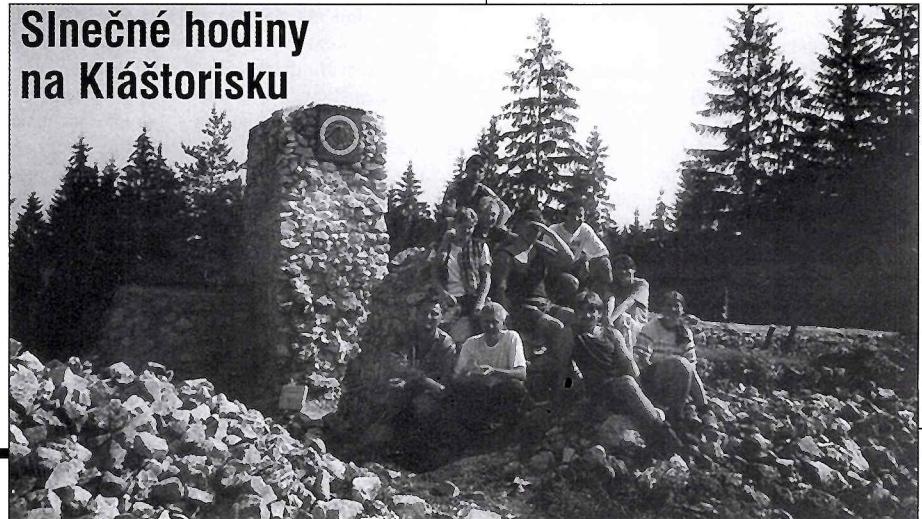
Hlavný výbor SAS pri SAV usporiadal po druhý raz konferenciu s názvom Novinky v astronómií. Konala sa v priestoroch Astronomickeho ústavu SAV v Tatranskej Lomnici v dňoch 20.-21. novembra 1998. Prvý príspevok prednesol A. Skopal o procesoch interakcie okolo hviezdnej látky v symbiotických dvojhviezdach. Vo svojom príspevku demonštroval tieto procesy hlavne na hviezdach CHJ Cyg a BF Cyg. L. Hric potom rozprával o variáciach v svetelných krvikach symbiotických dvojhviezd a procesoch, ktoré k nim vedú a demonštroval to na príklade AG Dra. M. Zejda z Brna informoval o CCD fotometrii na 40 cm reflektore Brnianskej hvezdárne, kde sa pri niekoľkominútowej expozícii pozorujú zákrytové premenné hviezdy až do 15-16 mag s presnosťou na niekoľko stotín magnitúdy. J. Sýkora sa zameral vo svojej prednáške na nové čípanie zmien tvaru slnečnej koróny počas zatmení v rôznych fázach 11-ročného cyklu. O budúcom úplnom zatmení Slnka v roku 1999 informoval V. Rušík a doplnil svoju prednášku diapositívmi. Dopoludnia 21. 11. pokračovala konferencia príspevkom P. Hájka z Brna, ktorý rozprával o projekte pozorovania fyzických premenných hviezd, hlavne polopriavidelných s názvom Medúza, do ktorého sa v ČR už zapojilo pomerne dost pozorovateľov. R. Gális sa zameral vo svojom príspevku na dve interagujúce dvojhviezdy a to KW Per a UV Leo, ktoré pozoruje 60 cm reflektorem s fotometrom. Veľa nového a zaujímavého sme sa dozvedeli z prednášky J. Svoreňa o kométe Hale-Bopp. Veľmi podrobne zhrnul výsledky pozorovania tejto kométy od jej dráhy, cez jadro a kômu až po iónový, prachový a sodíkový chvost. J. Budaj poukázal na súvis hviezdneho magnetizmu

s dvojhviezdnosťou. A. Antalová potom poukázala na vplyv slnečnej aktivity na šírenie kozmického žiarenia. Zatiaľ všetci referujúci (okrem dvoch hostí z Brna) boli z Astronomickeho ústavu SAV v Tatrách. Konferenciu uzavreli krátkymi príspevkami pracovníci hvezdárne a to I. Kudzej (Hvezdáreň Humenné), ktorý informoval o výstavbe a budúcnosti novej hvezdárne na Kolonickom sedle v Sninskom okrese a Z. Komárek (Hvezdáreň Michalovce) informoval o odbornom programe michalovskej hvezdárne v spolupráci s hvezdárou v Roztokoch, kde sa už vyskúšala CCD kamera ST-8 na 40 cm reflektore. Tu by sa mala táto kamera aj existujúci fotometer využiť na pozorovanie premenných hviezd. Na záver sa za organizátorov rozlúčil a všetkým podakoval za účasť L. Hric, predsedu Organizačného výboru konferencie.

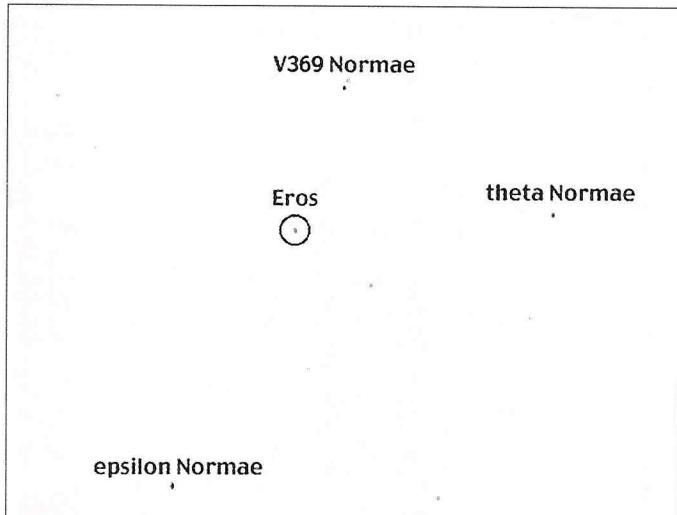
RNDr. Zdeněk Komárek

V prekrásnom kraji Slovenského raja sa nachádza veľa prírodných skvostov. Nájdeme tu i skvost historickej. Je ním zrúcanina kláštoriského komplexu zo 14. storočia – Kláštorisko. Len vďaka hŕstke nadšencov a dobrovoľníkov, ktorí neváhali obetovať svoj čas a peniaze, neupadla táto historická pamiatka opäť do zabudnutia. Asi najväčšiu zásluhu má na tom páni docent PhDr. M. Slivka, CSc., pod ktorého vedením každoročne, cez letné prázdniny „vyrástie“ na Kláštorisku Strom života. Vystrieda sa tu veľa mladých ľudí, prevažne študentov, ktorí pomáhajú obnovovať zašľú slávu Kláštoriska. Pri vykopávkach sa tu našlo i zapári predmetov dokazujúcich šikovnosť a um starých mníchov. Za zmenuk určite stojia nádherné knižné kovania a spony, kachlice, keramika, ale aj slnečné hodiny. A tu priložili ruku k dielu i astronómia amatéri. Pán V. Knapp zhotovil podľa nájdených slnečných hodín kópiu, ktorá je o niečo väčšia od originálu, ale určite rovnako poslúžia tomu istému účelu. Toto leto boli nové slnečné hodiny osadené skupinou mladých astronómov amatérov na južnej stene kláštoriského kostola sv. Jána Krstiteľa, aby znova ukazovali čas ako pred 600 rokmi. Daniel Sokol, Trenčín

Slnečné hodiny na Kláštorisku



NEAR: snímky planétky Eros z blízkeho obletu



Obr. 1

Sonda NEAR, ktorá 27. júna 1997, úspešne obletela čierny asteroid Mathilda, sa 23. decembra 1998 priblížila aj k asteroidu Eros, ktorý je jej hlavným cieľom. Vo februári roku 2000 sa totiž k nemu opäť priblíži a usadí sa na jeho obežnej dráhe; palubné prístroje budú potom tento cigarovitý asteroid celý rok, z čoraz bližšej obežnej dráhy, skúmať.

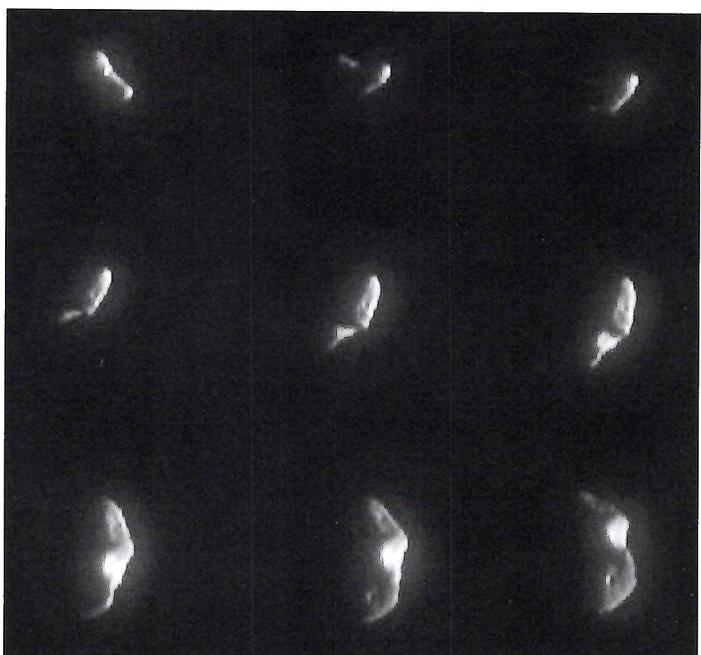
Prvý snímok asteroidu vyslala sonda 5. novembra 1998; multispektrálny snímač ju získal zo vzdialenosť 4 miliónov kilometrov. Eros nájdete na tejto snímke uprostred, ako malú, okrúhlu svetelnú škvarku. V tej chvíli sa NEAR nachádzal vo vzdialosti 321 miliónov kilometrov; rádiový signál, prenášajúci snímku, putoval zo sondy na Zem ceľých 18 minút.

Na druhom obrázku vidíte 9 snímok asteroidu, (z celkového počtu 29), ktoré sonda na exponovala 23. decembra 1998 v priebehu dvoch hodín, počas ktorých sa priblížila k Erosu zo vzdialenosť 11 100 km na vzdialenosť 5 300 km. V tomto čase stihol Eros dovršiť polovicu svojej rotácie. Najmenší rozlíšený detail na snímkach má v priemere 500 metrov.

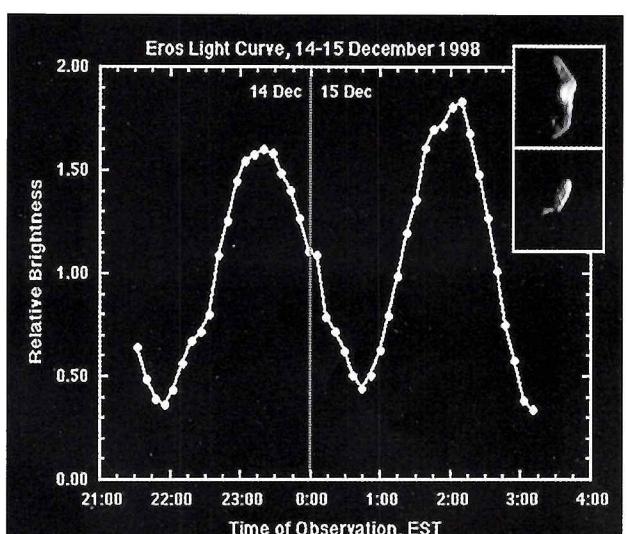
Na treťom obrázku vidíte snímky Erota získané zo vzdialenosť 3800 km, keď sonda miňala od Slnka odvrátenú stranu asteroidu. Najmenší rozlíšený detail má v priemere 400 metrov.

Zapálenie hlavného motora NEAR, ktoré malo spomaliť pohyb sondy tak, aby sa usadila na obežnej dráhe okolo asteroidu sa neuskutočnilo, pretože kontrolné stredisko práve v rozhodujúcej chvíli stratilo so sondou kontakt. Spojenie sa obnovilo až 21. decembra, pričom sa ukázalo, že všetky systémy sú v poriadku. Prepásenie rozhodujúceho okamihu na korigovanie dráhy misiu sondy predzí: zapálenie hlavného motoru, 3. januára 1999, uviedlo sondu na dráhu, po ktorej sa k astereoidu opäť priblíži vo februári 2000.

Multispektrálny snímač získal počas obletu 1026 snímok, pomocou ktorých sa získajú údaje o veľkosti, tvare, morfológii terénu, rotácii a farebných vlastnostiach Erosa. Planetológovia budú na snímkach hľadať aj prípadné mesiačiky podlhovastého asteroidu. Infráčervený spektrometer získal údaje o zložení povrchových vrstiev, magnetometer pátral po prejavoch prípadného magnetického poľa. Analýzu rádiových sognálov zo sondy získajú vedci údaje aj o hmotnosti a hustote asteroidu.



Obr. 2



Meraná variácia jasnosti asteroidu Eros, získané multispektrálnym snímačom 14. a 15. decembra 1998, sa uskutočnila počas jednej dovršenej rotácie, ktorá trvá 5 hodín 17 minút. Počas merania bol Eros menší ako jeden pixel, takže jeho tvar je ešte nerozlišiteľný. Veľké variácie jasnosti spôsobuje predĺžený tvar asteroidu. Dve malé snímky, ktoré dopĺňajú graf variácií jasnosti, získala sonda až 23. decembra; na hornej snímke vidíte asteroid vo chvíli, keď jeho jasnosť kulmiowała, na spodnej, keď bola minimálna.

Obr. 3



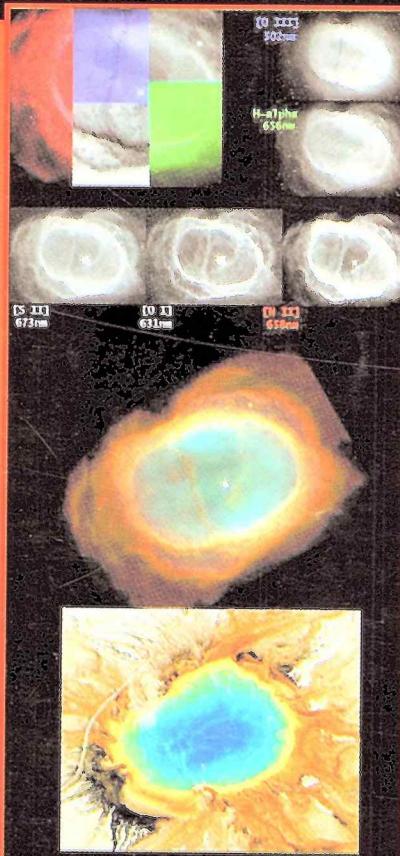
Hubble Heritage projekt – viac než obrázková galéria

Planetary Nebula NGC 3132



Hubble
Heritage

PRC98-39 • Space Telescope Science Institute • Hubble Heritage Team



Z „Hubblovho dedičstva“ vám prinášame obrázok NGC 3132.

Planetárna hmlovina NGC 3132 je amatérskym astronómom na južnej pologuli známa ako „Južný prstenec“ (Southern Ring Nebula). Názov „planetárna hmlovina“ je odvodený z kruhového tvaru, ktorý malí tie objekty v malých dalekohľadoch. V skutočnosti nemá hmlovina takmer nič spoločné s planétami. Je to obrovská plynná obálka odvrhnutá hviezdou nachádzajúcou sa na „sklonku“ svojho života. NGC 3132 má priemer približne 0,4 svetelného roka a nachádza sa vo vzdialosti okolo 2 000 svetelných rokov. Na tomto obrázku z HST je dobre vidieť obe hviezdy v centre hmloviny; jasnejšiu hviedu a smerom vpravo hore, jej slabšieho sprievodcu. (Tretia hviezda, ležiaca v blízkosti hranice hmloviny, do nej nepatrí.) Slabšia hviezda je pôvodcom hmloviny. Hoci je menšia ako naše Slnko, je extrémne horúca. Ultrafialové žiarenie prichádzajúce z jej povrchu spôsobuje fluorescenciu okolitého plynu. Jasnejšia hviezda sa nachádza na ranejšom stupni hviezdnnej evolúcie a v budúcnosti pravdepodobne vyvrhne svoju vlastnú planetárnu hmlovinu.

Novembrový obrázok (uvolený 5.11.1998) NGC 3132 z Hubble Heritage projektu bol „skonštruovaný“ z čiernobielych snímok získaných v troch rôznych filtroch. Filtre vymedzujú vlnové dĺžky prislúchajúce trom chemickým prvkom s rôznym stupňom ionizácie. Červenkastá farba zobrazuje oblasti, v ktorých žiarí jedenkrát ionizovaný dusík ($N II$), zelená mapuje oblasti s emisiou v $H\text{-}\alpha$ (žltá označuje emisiu v $N II$ aj v $H\text{-}\alpha$) a modrá reprezentuje emisiu dvakrát ionizovaného kyslíka ($O III$). Sever je v ľavom dolnom rohu obrázku. (Pôvodné pozorovania HST sa robili v 5 filtroch; kamery WFPC2, 7. decembra 1995.) K ukážkam snímok v jednotlivých filtroch je priložená aj fotografia prameňa (Grand Prismatic Spring) z Yellowstonského parku. Rozlične sfarbené baktérie obývajú vodu s rôznou teplotou, podobne ako rôzne typy iónov v hmlovine. Postupne ako voda chladne, vidíme zelenkavé, žlté až červené baktérie na okraji prameňa.

Kredit Hubble Heritage Project/AURA/NASA
Pripravila Alena Kulinová

Hubbleov vesmírny dalekohľad (HST) asi netreba nikomu zvlášť predstavovať. Už niekoľko rokov produkuje unikátné zábery blízkeho i vzdialeneho vesmíru.

V októbri 1998, vznikol pri operačnom centre STScI v Baltimore nový internetový projekt, nazvaný Hubble Heritage Project (HHP), čo v slovenčine značí niečo ako „Hubblov dedičstvo“ alebo „Hubblov odkaz“. Na stránkach HHP nájdete okrem množstva zaujímavých obrázkov z vesmírneho dalekohľadu aj množstvo informácií a „príbehov“ o predstavaných objektoch. Vedecký tím združený okolo HHP si dať za úlohu priniesť každý prvý štvrtok v mesiaci nový obrázok.

Originálne dátá sa získavajú dvoma spôsobmi: „dolovaním“ v obrovskom archíve (~5,4 TB), ktorý HST nazhrádzil za svoje už takmer desaťročné pôsobenie, alebo vlastnou expozíciou. HHP totiž dosiahol v roku 1999 malé množstvo pozorovacieho času, ktorý by sa mal využiť na pozorovanie menej známych objektov.

HST je vedecký inštrument, preto napozorovaný materiál najprv treba „spracovať“. Detektory tohto vesmírneho observatória sú však citlivejšie ako ľudské oko. Zachytávajú oveľa väčší rozsah spektra elektromagnetického žiarenia i jeho intenzít. Preto sa špecialisti HHP tmu snažia spracovať snímky tak, aby pomohli ľudskejmu oku odhaliť všetky detaily, ktoré by inak neboli schopné rozlišiť. Každá snímka je takto výsledkom spolupráce tímu odborníkov.

Ak máte prístup k internetu, určite nezabudnite navštiviť túto stránku: <http://heritage.stsci.edu/>

Domovom Hubble Heritage projektu je Space Telescope Science Institute (STScI), ktorý je pracuje pod záštitou Asociácie univerzít pre astronomický výskum v NASA.