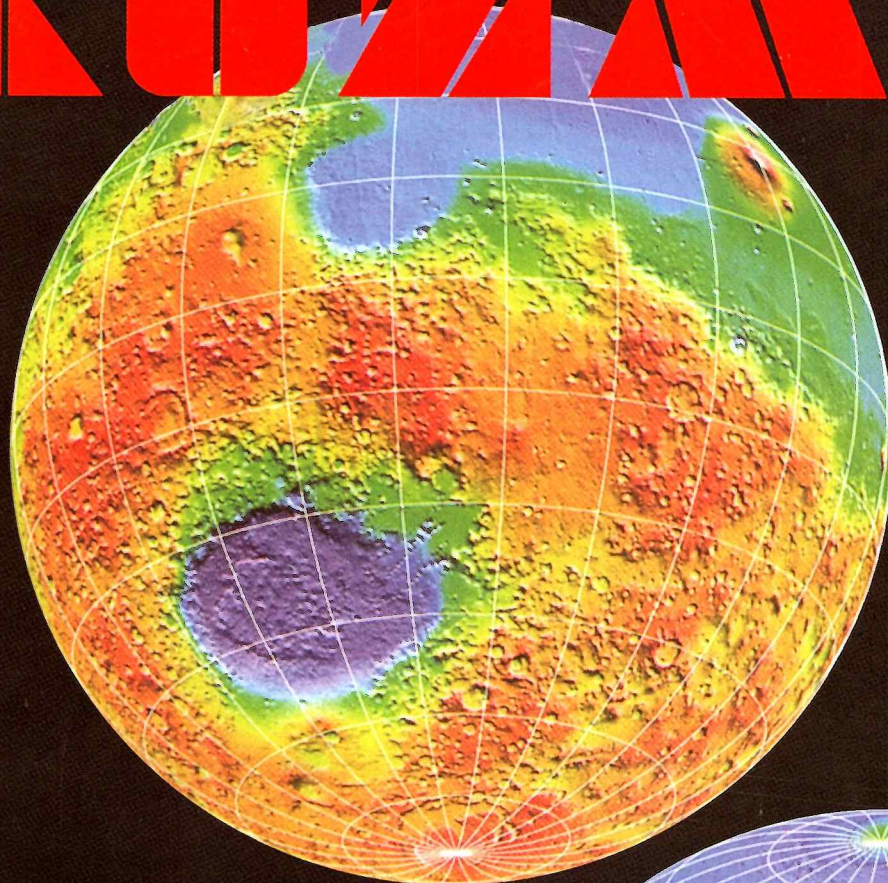


KOZMOS

1999
ROČNÍK XXX.
Sk 25,-

4

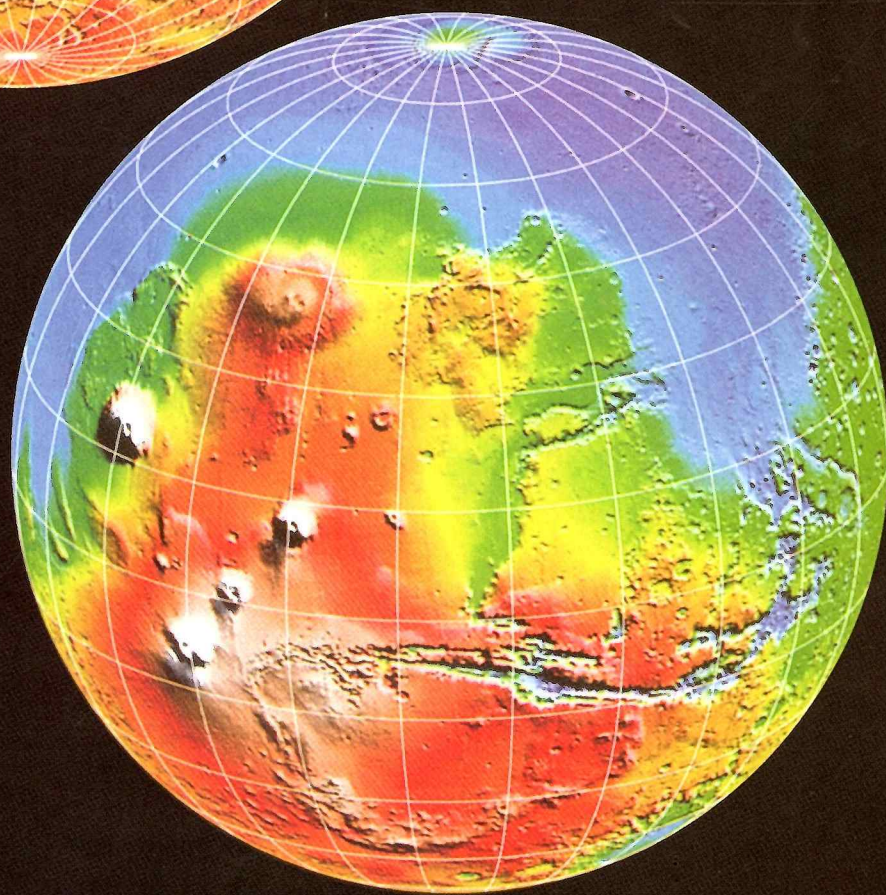


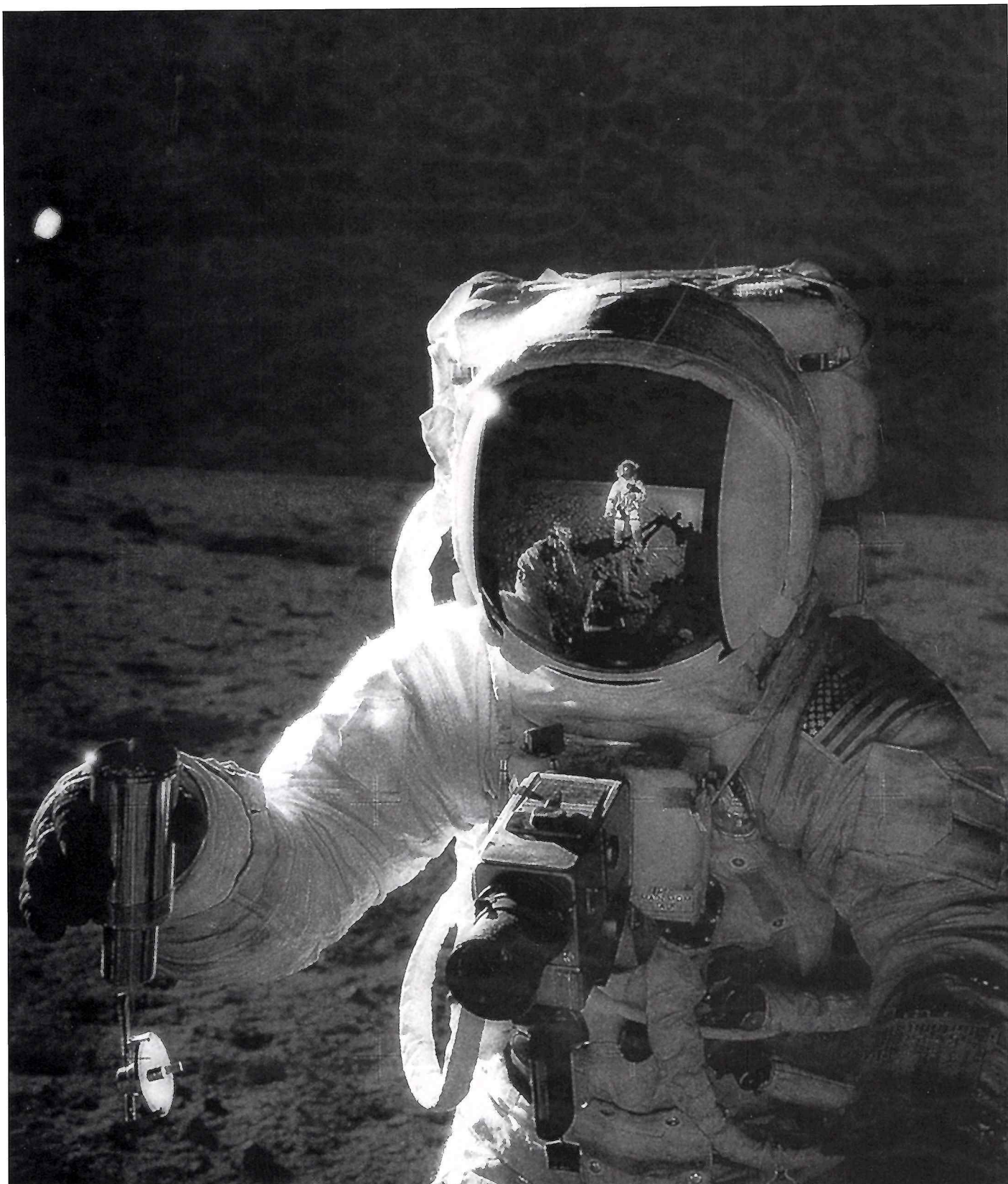
Senzačná mapa Marsu

**Úplné
a prstencové
zatmenia Slnka
u nás od čias
Samovej ríše**

**V zajatí
čiernej diery**

Žeň objavů





Vraciame sa na Mesiac

Už tridsať rokov uplynulo od chvíle, keď na povrch Mesiaca vystúpil prvý pozemšťan, Američan Neil Armstrong. NASA pri príležitosti tohto jubilea uvoľnila z depozitov viaceré, doteraz nepublikované fotografie. Autorom snímky, ktorú uverejňujeme je nedávno zosnulý Charles Conrad, kapitán lode Apollo 12, ktorý zvečnil svojho kolegu Alana Beana vo chvíli, keď špeciálnym prístrojom deteguje zloženie lunárneho regolitu tesne pod rovníkom na pláňach, medzi krátermi Landsberg a Fra Mauro, kde pristala aj automatická sonda Surveyor a neskôr i pristávací modul Apolla 14. Autora snímky vidíte na priezore kukly Beanovho skafandra. V jednom z budúcich čísiel uverejníme materiály o „Veľkom návrate na Mesiac“, ktorý by mal vyvrcholiť v polovici prvej dekády budúceho tisícročia.

TÉMY ČÍSLA

2 Rotující priestor

3 V zajatí čiernej diery /
/ Thomas Bührke6 Výprava do čiernej diery /
/ Rüdiger Vass

7 Astronomické otázky a odpovede / Pripravuje A. Kulinová

8 MARS

Senzačná mapa Marsu / Bernice Wuethrich; Magnetické
pruhy uchovali záznam o starom Marse (str. 10);
O planetárnom magnetizme (str. 10); Život v meteorite
z Marsu (str. 11)

13 GALILEO

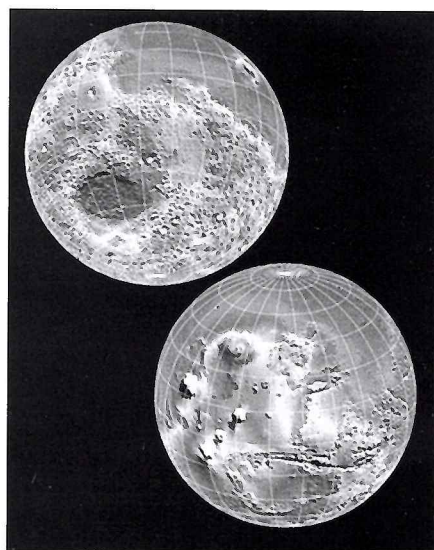
Io očami HST; Objav chlóru pri Io; Život na Europe je
nepravdepodobný; Drvina po impaktoch v okolí
Ganymeda (str. 14)

16 Žeň objavů 1998 (XXXIII.) / Jiří Grygar

20 Úplná a prstencová zatmění Slunce u nás od doby Samovy
říše / Jindřich Šilhán, kresby mapiek Ján Mánek27 El Niño 97–98 skončilo. Ať žije La Niña 98–99! /
/ Jaroslav Klokočník

obálka

Topografia Marsu, ktorú vyslala sonda Mars Global Surveyor 15. apríla 1999 na základe údajov z výškomera Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA). Na hornej snímke dominuje impaktný bazén Hellas (priemer 2300 km), na dolnej vulkanická Oblasť Tharsis a Valles Marineris. (MIT a Goddard Space Flight Center).



RUBRIKY

15 SLNEČNÁ AKTIVITA

Apríl – máj 1999 / Milan Rybanský

25 TECHNICKÉ OKIENKO

Konštrukcia ďalekohľadu Ritchey-Chretien pre náročného
amatéra-astrónoma / František Závodský

29 POZORUJTE S NAMI

Obloha v kalendári (august – september 1999) / Pavol Rapavý,
Jiří Dušek; Kalendár úkazov (august – september) a výročí (str. ?)

33 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV

Stránka pre začínajúcich astronómov (3) / Milan Rybanský

PODUJATIA

Stelárny seminár Bezovec '99 / Zdeněk Komárek (str. 26)

Letná škola v Nórsku / Alena Kulinová (str. 35)

Testovanie teleskopov MEADE v Sobotišti / František Závodský (str. 36)

AKTUALITY

2. ob. Kométa Hale-Bopp: ešte vždy obrovská

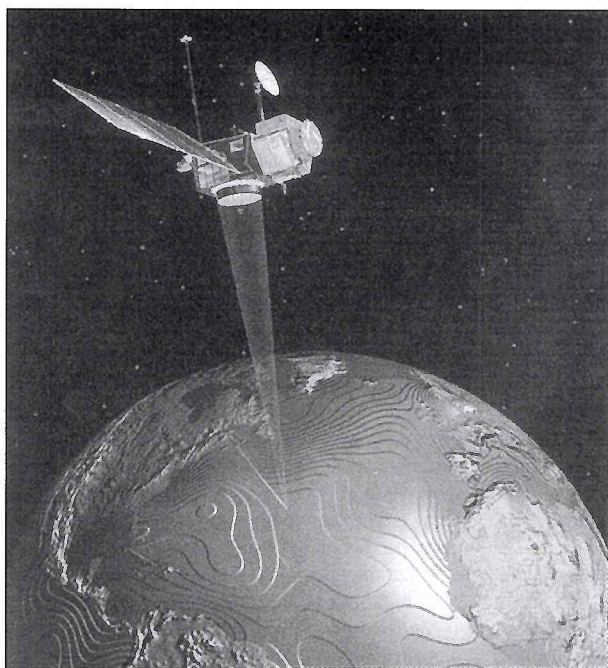
2 Mesiac má jadro

15 Astronómovia našli najchladnejších slnečných susedov;
Nový typ polárnej žiary; Rozpad guľových hviezdokóp

36 CO z Hale-Bopp odhaľuje pôvod komét

CONTENTS

Rotating Space	2
Enigmatic Face of Black Holes.....	3
New Mape of Mars	8
Finishing Galileo.....	13
Astronomical Highlights.....	16
El Niño, La Niña.....	27



27 Súhvezdia letnej oblohy / Beata a Peter Zimmikovalovci

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Alena Kulinová – redaktorka, Lýdia Prikerlová – sekretárka redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, 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 Svo-reň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● Tlač: Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 25,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. Predplatitelia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 26. 7. 1999

Mesiac má jadro

Po vyhodnotení údajov, nazbieraných počas éry lunárnych misií Apollo dospeli vedci k názoru, že Mesiac (s najväčšou pravdepodobnosťou) nemá tvrdé, na železo bohaté jadro. V posledných mesiacoch však názor zmenili: na základe viacerých, veľmi odlišných pozorovaní a meraní, vysvitlo, že Mesiac tvrdé, železité jadro má.

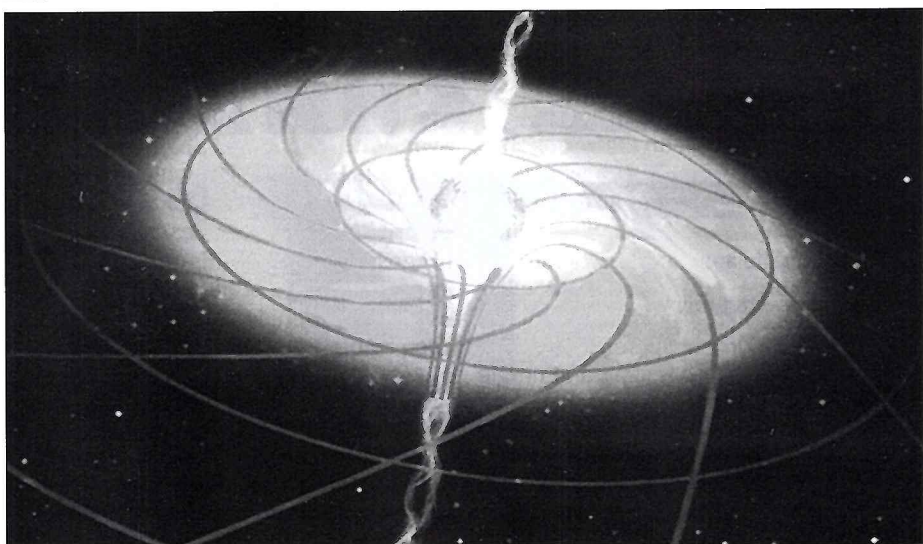
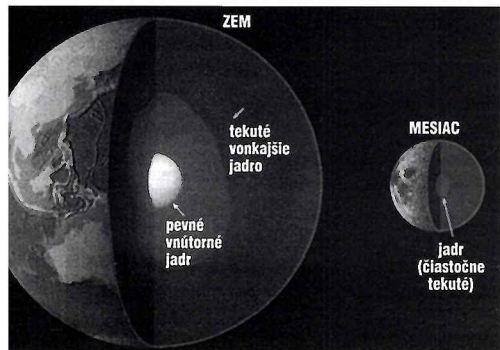
Významné údaje dodala sonda Lunar Prospector, ktorá z výšky 100 kilometrov dôkladne zmapovala gravitačné pole Mesiaca; údaje spresnili predstavy o štruktúre mesačného vnútra. Alex S. Kononov, pracovník Jet Propulsion Laboratory už dávnejšie vyslovil podozrenie, že mesačné jadro predstavuje 1 až 4 percenta hmotnosti Mesiaca. Ak by bolo jadro z čistého železa, malo by priemer od 440 do 900 kilometrov.

Iná skupina študovala magnetické pole, ktoré sa indukuje v čase, keď sa Mesiac pravidelne, (každý mesiac), ocitne v dosahu zemskej magnetosféry. Toto indukované magnetické pole je však veľmi slabé, a tak ho možno detegovať iba priamo na mesačnom povrchu, alebo zo sondy na blízkej obežnej dráhe, aj to iba v prípade, ak je pole stabilné. Táto technika sa po prvýkrát použila začiatkom 70. rokov, keď na lunárnu obežnú dráhu boli vypustené (z lodí Apollo 15 a 16) dva mikrosatelity. Až sonda Lunar Prospector sa však podarilo získať údaje, z ktorých vedci z University of Arizona vypočítali, že priemer mesačného jadra je medzi 600 a 850 kilometrami.

Tretí tím sa sústredil na presné meranie lunárnych librácií, ktoré sa, vďaka laserovým lúčom zo špeciálnych reflektorov, (na palube sovietskych sond – landerov i rozmiestnených na povrchu astronautami z lodí Apollo), podarilo určiť s presnosťou niekoľkých centimetrov. Librácie do istej miery spôsobujú slapové sily, prejavujúce sa na povrchu Mesiaca, ako dôsledok jeho obiehania Zeme, ale má na ne vplyv existencia jadra, ktoré nemá viac ako 700 km a do istej miery je tekuté. Roztavené železné jadro by malo mať teplotu najmenej 1660 stupňov Celzia. Isté množstvo síry a niklu v železnej tavenine by bod topenia znížilo na 1000 stupňov Celzia, čo je podľa vedcov teplota, primeraná ostatným parametrom Mesiaca. Jadro s obsahom 2 až 3 percent lunárnej hmotnosti dokazuje vznik Mesiaca ako vedľajšieho produktu ozrtného impaktu, ktorý vymrštil do kozmického priestoru časť zemskej kôry a plášte. Jadro Zeme predstavuje 32 percent hmotnosti našej planéty. Ak by obe telesá vznikli nezávisle na sebe, museli by mať oveľa podobnejšie zloženie i prametre jadier.

Podľa internetových stránok NASA –eg–

Priemer mesačného jadra tvorí pätinu priemeru mesačného telesa. (Jadro Zeme má priemer 7000 km, 55 % priemeru planéty.)



Einsteinova teória relativity predpovedala, že rotujúca hmota strháva so sebou aj okolitý priestor, rovnako ako mixér hustý koktail. Iba nedávno sa vedcom podarilo dokázať, že tento efekt sa v prírode naozaj vyskytuje.

Rotujúci priestor

Prednedávnom vedci po prvý raz dokázali, že niektoré čierne diery rotujú. To potvrdzuje predpovede všeobecnej teórie relativity: čierne diery, otáčajúce sa okolo svojej osi, strhávajú so sebou aj okolitý priestor.

– Donedávna sme dokázali zmerať iba polohu a hmotnosť čiernej diery. Dnes dokážeme určiť aj jej moment hybnosti, – vraví Shuang Nan Zhang z Marshall Space Flight Center pri NASA v alabamskom meste Huntsville. – Podľa teórie relativity má každá čierna diera tzv. poslednú stabilnú obežnú dráhu. Hmota, ktorá klesne pod ňu, dostane sa definitívne do moci čiernej diery. Vzdialenosť poslednej stabilnej obežnej dráhy závisí od rýchlosti rotácie čiernej diery; túto rýchlosť môžeme určiť, ak sa nám podarí zmerať rýchlosť, ktorou sa hmota okolo čiernej diery pohybuje.

Spolu so svojim kolegom Wei Cui z Massachusetts Institute of Technology vyhodnotil Zhang údaje z troch röntgenových satelitov: amerického RXTE, nemeckého Rosatu a japonského ASCA. Vedci takto preskúmali približne tucet spoľahlivo identifikovaných čiernych dier v našej Galaxii, ktorých hmotnosť troj- až tridsaťnásobne prevyšuje hmotnosť nášho Slnka. Výsledok: niektoré z týchto čiernych dier sa otáčajú pomaly, niekoľko nerotuje vôbec. Dve čierne diery sa však otáčajú okolo vlastnej osi neuveriteľnou rýchlosťou.

– Meranie rýchlosti rotácie čiernej diery je mimoriadne dôležité, – vraví Mario Livio zo Space Telescope Science Institute v Baltimore. – Nielen kvôli tomu, že takto dokážeme spoľahlivo určiť, koľko hmoty čierna diera počas svojho života nasaje, ale aj to, do akej miery súvisí moment hybnosti s výtryskami, ktoré v spojitosti s nimi pozorujeme.

Zhang je presvedčený, že prišiel na to, kde je pes zakopaný: – Obe „bláznivé“ čierne diery neustále vyvrhujú do okolitého priestoru prúdy vysokoenergetických častíc, ktoré pozorujeme ako výtrysky, „džety“. Ich rýchlosť približne zodpovedá rýchlosti rotácie materských čiernych dier.

Neobyčajne presné merania satelitu RXTE umožňujú astronómom určiť, akú rýchlosť dosiahne rotujúca hmota okolo čiernej diery skôr, ako ju tá prehltnie. Tím Wei Cuiho objavil pravi-

delné výkyvy intenzity uvoľneného röntgenového žiarenia.

Tieto pozorovania priviedli vedcov roku 1997 na stopu ešte bizarnejšieho fenoménu: prachoplynové disky okolo oboch „rýchlych“ čiernych dier vykazujú periodický pohyb, ktorý hviezdári nazývajú precesiou. To znamená, že os, okolo ktorej sa otáčajú, nie je stabilná, ale sama sa pohybuje okolo inej osi.

Na tom by ešte nebolo nič neobyčajné. Podobne sa správa aj naša Zem, ktorej póly, premietnuté na pozadie, opíšu na oblohe počas 25 800 rokov dokonalý kruh. Pri oboch rotujúcich čiernych dierach je však precesia oveľa silnejšia: os disku čiernej diery GRS 1915+105 sa otočí 67-krát za sekundu, os disku čiernej diery J1655-40 dokonca 300-krát za sekundu.

Tento objav sa dá vysvetliť iba tak, že priestor okolo čiernej diery je jej rotáciou strhávaný rovnako ako voda, v ktorej víri habarka. Tento úkaz predpovedali už roku 1918 Joseph Lense a Hans Thirring na základe Einsteinovej všeobecnej teórie relativity. Na počesť oboch rakúskych hviezdárov nazvali tento úkaz Lense-Thirringovým efektom.

Cuiho objav po prvý raz dokázal, že tento efekt v prírode naozaj existuje. – Pozorovanie je nádherné, – nadchýňa sa Cui. – Z tohto aspektu Einsteinovu teóriu doteraz nikto nepreveroval. Tento objav čiernej diery poľudštil: vo svetle nových objavov prestávajú byť exotickými objektmi, ale čoraz významnejšími pomocníkmi hviezdárov, ktorí sa usilujú bizarné vlastnosti prírody odhaľovať.

Medzičasom sa aj dvom talianskym astronómom z Rímskej univerzity podarilo na základe meraní satelitu RXTE objaviť príznaky rotujúceho priestoru v okolí jednej neutrónovej hviezdy. Luigi Stella a Mario Viertri inšpirovali aj svojich kolegov, ktorí pod vedením Ignazia Ciufoliniho objavili podobný efekt dokonca na obežných dráhach satelitov LAGEOS! Lense-Thirringove efekty v blízkom i vzdialenom vesmíre bude vyhľadávať aj satelit Gravity Probe B, ktorý vypustia v roku 2000. Jeho úlohou je najmä testovanie teórie relativity. Podaktorí astronómovia sa nazdávajú, že tento satelit začne fungovať už s krížkom po funuse.

V zajatí čiernej diery



Aké veľké sú čierne diery?

Na začiatku to bola iba hypotéza teoretikov spoza písacieho stola; ak sa nabalí isté kritické množstvo hmoty do jediného balíka, musí hmota nevyhnutne a nezadržateľne kolabovať, až kým sa nevytvorí superhustý, tmavý objekt. Tento hypotetický, dlho nepomenovaný objekt deštruuje v dosahu svojej gravitácie všetky okolité telesá a ich triesť, spolu s medzihviezdny prachom a plynom, nasáva ako ozrutný vysávač do svojho vnútra. Astrofyzici tento spočiatku iba virtuálny objekt pomenovali „čierna diera“. Táto poetická metafora vyplynula z úvahy, že gravitácia týchto superhustých objektov musí nabaľovať aj fotóny viditeľného svetla, takže by mala byť neviditeľná. Ba čo viac: gravitačná sila čiernej diery by mala deformovať aj okolitý časopriestor.

V posledných rokoch objavili astronómovia zvláštne objekty, ktorých vlastností zodpovedajú vlastnostiam gravitačných pascí vymyslených teoretikmi. Hvezdárov do istej miery prekvapuje, že počet čiernych dier je oveľa väčší, ako predpokladali. Objavujú ich ako na bežiacom páse; od malých čiernych dier, ktoré vznikli krátko po big bangu, cez stelárne čierne diery, ktoré vznik-

li po kolapse obrích hviezd, až po čierne diery v strede niektorých galaxií, ktoré majú hmotnosť niekoľkých miliónov Slnk.

Čierne diery sa stali obľúbeným objektom astronómov; zakaždým, keď objavia vo vesmíre nevysvetliteľné úkazy, kde sa prejavujú gigantické hmotnosti a energie, často ich zdôvodňujú existenciou čiernych dier. A skoro vždy sa ukáže,

Veľkosť čiernej diery určuje Schwarzschildov polomer. Ten vymedzuje uzavretý vesmír čiernej diery, ohraničuje ho voči okolitému priestoru. Ak označíme Schwarzschildov polomer R_s a hmotnosť čiernej diery M , potom $R_s = (2G/c^2) \cdot M$, pričom $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ je gravitačnou konštantou a $c = 3 \cdot 10^8 \text{ms}^{-1}$ rýchlosťou svetla. Ak R_s vyjadriť v kilometroch a M v jednotkách hmotnosti Slnka (M_s), potom získať vzorec: $R_s = 3M_s$ (Schwarzschildov polomer).

V prípade Slnka má Schwarzschildov polomer hodnotu 3 kilometre. Čierna diera s hmotnosťou milióna hmotností Slnka, taká, akú predpokladajú astronómi v jadre našej Galaxie, mala by polomer 3 milióny kilometrov, bola by teda štyrikrát väčšia ako Slnko. Obrovské čierne diery v jadrách kvazarov a galaxií s hmotnosťou niekoľkých stoviek miliónov Slnk môžu mať „horizont udalosti“ vo vzdialenosti obežnej dráhy Marsu či Jupitera.

Ak by sa na čiernu dieru premenila naša Zem, jej priemer by bol 1,8 centimetra.

že mali pravdu. Zdá sa, že čierne diery nie sú nijakou zvláštnosťou, ale vyvolenými výtvarmi prírody. Nemecký populárno-vedecký mesačník Bild der Wissenschaft uverejnil nedávno seriál článkov, ktorý zhŕňa nielen históriu objavovania a poznávania, ale aj najnovšie poznatky o objektoch, ktorých vlastností nevlývajú iba na okolitý priestor, ale aj na naše predstavy o vývoji vesmíru.

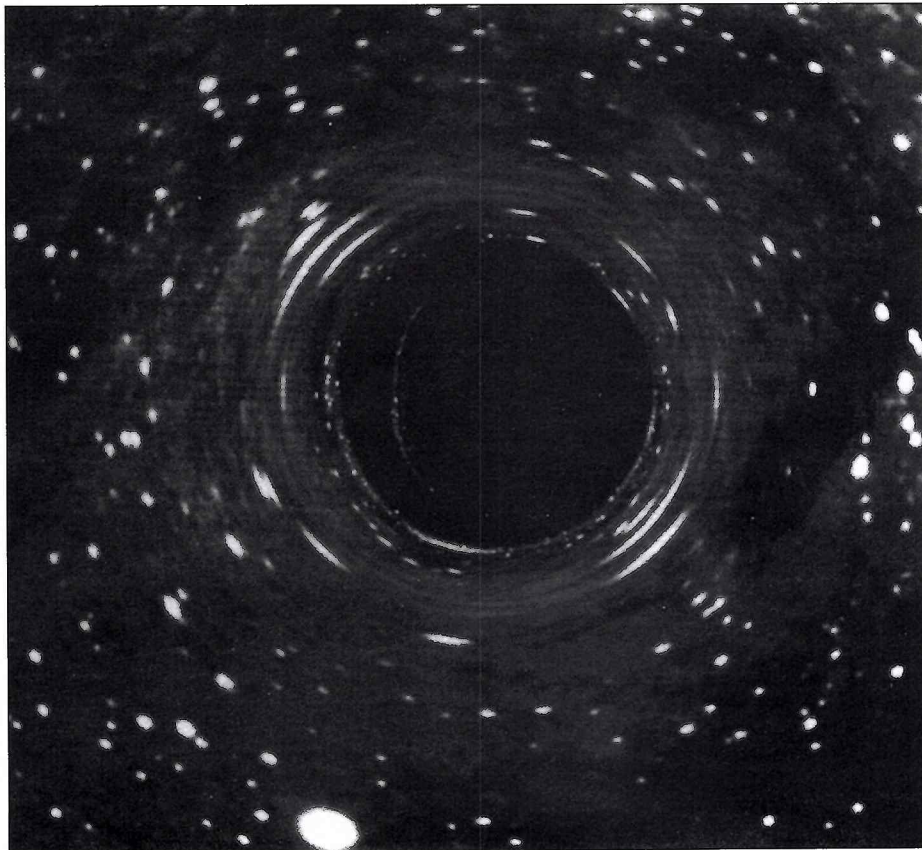
Keď sa čas zastaví

V čiernej diere zmeravie okamih na večnosť. Čierne diery sú také mysteriózne, že sám Albert Einstein odmietol pripustiť ich existenciu. Dnes je väčšina astrofyzikov presvedčená, že čierne diery existujú. To však ešte neznamená, že ich tajomstvo je objasnené.

Asi pred štyrmi rokmi pozorovala skupina amerických a japonských hvezdárov špirálovú galaxiu M 106 v súhvezdí Polovných psov. Túto galaxiu dokáže rozlíšiť aj ďalekohľad astroamatéra: nachádza sa vo vzdialenosti 20 miliónov svetelných rokov. Na prvý pohľad ide o obyčajnú galaxiu, až na to, že sa v jej strede nachádzajú zvláštne objekty – masery.

Masery sú veľké oblaky plynu, ktorých molekuly, vybudené silnou radiáciou, začínajú aj samy žiariť. Tieto molekuly však nevyžarujú svetlo; ich

Pokryté svetlo: hviezdy a oblaky plynu v hmlovine Andromedy sa na počítačovom modeli gravitačnej šošovky sformovali do podoby krúťňavy. Takýto obraz by pozemský pozorovateľ videl, keby sa medzi našu Galaxiu a Andromedu dostala čierna diera.



produktom je lúč, podobne ako laser, v oblasti mikrovln, ktorý dostal meno **maser**. Tieto oblaky robia astronómom dobrú službu: pomerne spoľahlivo im umožňujú odhadovať nielen ich rýchlosť, ale aj polohu.

Makoto Moyoshi spolu so svojimi kolegami však objavili pri maseroch aj čosi naviac: zistili, že maserové oblaky plynu krúžia okolo centra, vzdialeného sotva pol svetelného roka, rýchlosťou 4 milióny kilometrov za hodinu! Z týchto údajov odvodili, že v strede maserov sa musí nachádzať objekt s hmotnosťou 36 miliónov Slnk.

Dá sa celkom spoľahlivo vylúčiť, že by v tomto prípade išlo o prachom zahalenú hviezdokopu. V takejto hviezdokope by museli byť jednotlivé hviezdy vzdialené od seba nanajvýš na vzdialenosť 100 AU, čo je priemer dráhy Pluta okolo Slnka. Takáto prehustenosť by rýchle vyvolala gravitačné karamboly sesterských hviezd, čo by viedlo k skorému zániku hviezdokopy. Jediné vysvetlenie pre takú obrovskú hmotu sústredenú do tak malého priestoru je čierna diera.

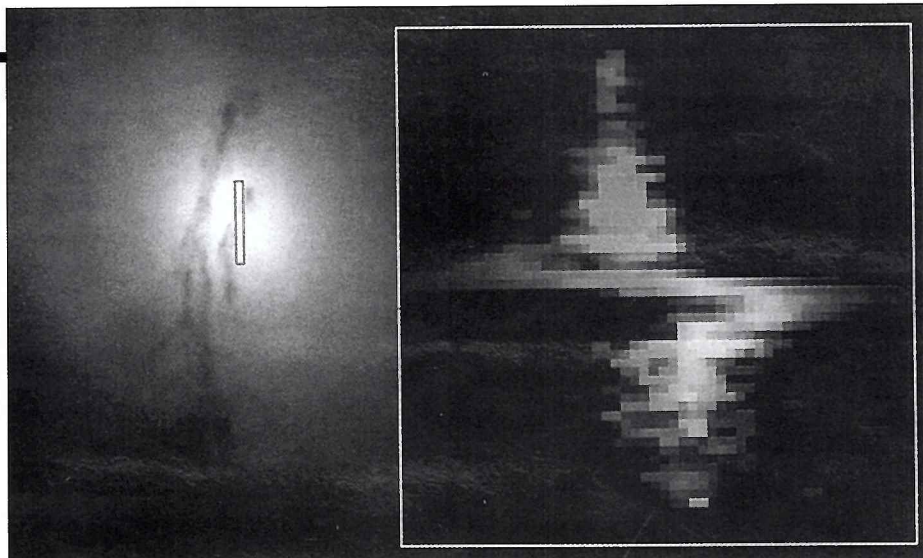
M 106 však nie je jedinou galaxiou, v ktorej sa (nepriamo) podarilo dokázať existenciu čiernej diery. Aj v hmlovine Andromedy, v susednej galaxii, objavili hvezdári čiernu dieru, ktorej hmotnosť sa vyrovná hmotnosti 37 miliónov Slnk! A v srdci galaxie M 87 sa nachádza čierna diera, ktorej hmotnosť sa vyrovná hmotnosti 2 miliárd Slnk.

Čierne diery predpovedal už pred 200 rokmi istý nevelmi známy filozof: reverend John Michell. Už vtedy si položil otázku, do akej miery môže gravitácia hviezdy vplývať na šírenie snečného svetla.

V tom čase boli predstavy prírodovedcov ovplyvnené Newtonovou fyzikou, ktorý si svetlo predstavoval ako roj malých častíc. Už vtedy sa vedelo (Huygens), že čiastočky svetla sa pohybujú rýchlosťou 300 000 kilometrov za sekundu. Michell predpokladal, že čiastočky svetla sa v gravitačnom poli hviezdy alebo planéty musia pohybovať pomalšie. Vypočítal aj hmotnosť telesa, ktoré by dokázalo rýchlosť svetla spomaliť na nulu. 27. novembra 1783 predniesol Michell pred Kráľovskou spoločnosťou v Londýne svoje názory: – Ak je nejaké teleso, ktorého stredná hmotnosť je 500-krát väčšia ako hmotnosť nášho Slnka, svetlo z jeho povrchu musí gravitácia spútať. Ak také objekty vo vesmíre naozaj existujú, potom nikdy nedokážeme zaznamenať ich svetlo. Michellove názory vzbudili síce istú pozornosť, ale zakrátko upadli do zabudnutia.

O trinásť rokov neskoršie dospel francúzsky filozof Pierre Simon de Laplace (údajne bez toho, že by

Obrovské množstvá energie, ktorú vyžarujú kvazary (hore) a aktívne galaxie (dole je M87) sú „smrteľným výkrikom“ hmoty v relatívne malom priestore. Vo vnútri M87 hniezdi čierna diera, ktorú obopína prstenec rotujúceho prachu a plynu.



V Galaxii M84, vzdalenej 50 miliónov svetelných rokov, hniezdi čierna diera s hmotnosťou najmenej 300 miliónov Slnk. Astronómovia to vyčítali zo spektra. Spektrálne posuvy svedčia o tom, že okolo centra, čiernej diery, krúžia plynové oblaky rýchlosťou 400 km za sekundu.

o Michellových teóriách vedel) vo svojej knihe „Exposition du Système du Monde“ k podobnému záveru. Lenže už o desať rokov neskoršie sa presadil názor, ktorého zástancovia tvrdili, že svetlo je druhom vlnenia, čo sa s teóriami Michella a Laplacea nezhodovalo. Opatrný Laplace preto záverečné kapitoly, v ktorých písal o „tmavých hviezdach“, zo svojej knihy vyškrtol.

Vyššie 100 rokov si na „tmavé hviezdy“ nikto nespomenul. Vzkriesil ich až Albert Einstein v rámci svojej všeobecnej teórie relativity, ktorú roku 1915 publikoval ako nový, revolučný výklad gravitácie. Od tejto chvíle nebolo možné vysvetľovať gravitáciu ako silu, ktorá podobne ako gumené traky priťahuje k sebe všetky okolité telesá. Gravitácia pôsobí na okolitý časopriestor a deformuje ho.

Kvôli zjednodušeniu si môžeme ešte nepokrčený priestor predstaviť ako gumenú plachtu. Ak po nej rozkotúlame biliardovú guľu predstavujúcu hviezdu, materiál sa prehýba. Ak po tomto deformovanom priestore rozkotúlame nejakú inú guľu, na jej pohybe sa deformácia priestoru musí

prejavit: teleso sa jednoducho vychýli zo svojej priamej dráhy asi tak ako kométa, ktorá obieha Slnko.

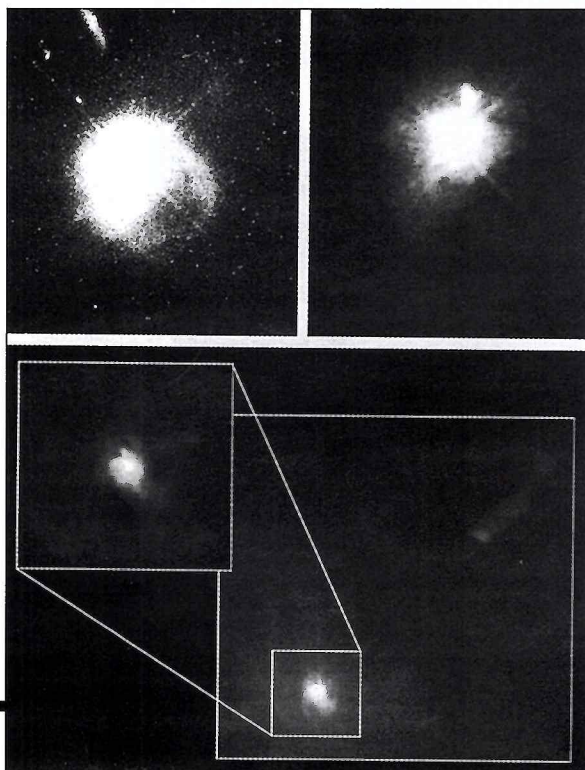
Deformácia priestoru však neovplyvňuje iba pohyb telies, ale aj pohyb svetla. Na rozdiel od nebeských telies sa však jeho pohyb nespomalí, ale v istom ťažisku sa jeho priamočiara dráha ohne.

Nemecký astronóm Karl Schwarzschild, ktorého Einsteinova teória nesmierne nadchla, sa pokúsil zistiť, ako gravitácia ovplyvňuje pohyb hviezd. Časom prišiel na závažný objav: v istej vzdialenosti od hviezdy si čas a priestor vymieňajú úlohy. Priestor sa stáva časom a čas priestorom – tak to aspoň vyplývalo zo vzorcov. Celé desaťročia trvalo, kým sa teoretikom podarilo rozlúštiť posolstvo ukryté v Schwarzschildových rovniciach. Spočiatku túto z čistej matematiky zrodenú katastrofu celkom ignorovali. Bolo ju možné dokázať iba pri veľmi malých polomeroch hviezd: Hviezda, veľká ako naše Slnko, musela by sa scvrknúť na polomer 3 kilometrov, aby sa ocitla vo vnútri tzv. Schwarzschildovho polomeru. Vedcom sa v tom čase zdalo, že v prírode sa nič podobné nemôže odohrať.

V nasledujúcich rokoch objavili astrofyzici ďalšie vlastnosti hviezd: zistili, že ide o veľké gule horúceho plynu, ktorých energia vzniká premenou vodíka na hélium, vďaka jadrovej fúzii. Čo sa však stane s hviezdou, ktorá svoje palivo spotrebuje?

Indicko-americký astrofyzik a neskorší nositeľ Nobelovej ceny Burahmalyan Chandrasekhar roku 1930 zistil, že hviezdy s maximálnou hmotnosťou 1,4 Slnka skolabujú na konci svojho života do podoby „bieleho trpaslíka“, ktorý nepresahuje veľkosť Zeme. V takomto telese musí byť hmota stlačená do takej miery, že elektróny sa uvoľnia zo zajatia protónov a žijú „vlastným životom“. Jedným z dôsledkov tejto nezávislej existencie elektrónov je to, že vytvárajú protiváhu gravitačnej sily a v istom štádiu kolaps vyhorenej hviezdy zabrzdia. Hmotnejšie hviezdy by sa však (podľa vtedajších predstáv) museli pod vplyvom vlastnej gravitácie celkom zrútiť. To sa zdalo byť aj astrofyzikom nepredstaviteľné.

Iba o dva roky neskoršie objavil fyzik Charles Chadwick neutrónu tehličku atomárnej štruktúry



ry – neutrón. Tým sa zmenili aj predstavy o stavbe hmoty a vedci si preto dokázali predstaviť aj existenciu ešte bizarnejších objektov – neutrónových hviezd. Ak kolabuje hviezda, ktorej hmotnosť je väčšia ako 1,4 hmotnosti Slnka, gravitácia vŕtáči voľné elektróny do pozitívne nabitých častíc – protónov. Neutróny, ktoré takto vzniknú, musia odolať aj enormnej sile gravitácie. V neutrónovej hviezde váži potom „kocka cukru“ neutrónovej hviezdy miliardu ton.

Neutrónové hviezdy však môžu vzniknúť iba vtedy, ak hmotnosť hviezdy neprevyšuje hmotnosť 3 Slnk. Čo sa však stane, ak je kolabujúca hviezda ešte hmotnejšia?

Odpoveď na túto otázku našli Johann Robert Oppenheimer a jeho žiak Hartland S. Snyder roku 1939. Podľa ich teórie neexistuje sila, ktorá by mohla zabrániť kolapsu hviezdy, ktorej hmotnosť prevyšuje hmotnosť neutrónovej hviezdy, pretože by sa musela zrútiť do jediného bodu. Matematici nazývajú takýto prípad, v ktorom sa hmotnosť stáva nekonečne veľkou, **singularita**. Takáto hviezda by prirodzene vyhovovala aj zákonu Schwarzschildovho polomeru. Takto nadobudlo Schwarzschildovo mysteriózne riešenie gravitačnej teórie aj fyzikálny zmysel.

Počas kolapsu hviezdy enormne narastá jej gravitačné pôsobenie na okolitý priestor, ktorý sa čoraz markantnejšie deformuje. Ak skolabuje pod hodnotu Schwarzschildovho polomeru, priestor okolo kolabujúcej sa hviezdy sa uzavrie. Teleso sa voči zvyšku vesmíru zakapslí. Nijaká hmota ani čiastočky svetla už z jeho vnútra neuniknú. Stane sa neviditeľným – presne tak, ako to John Michell predpokladal. Astrofyzici, vzhľadom na skutočnosť, že vonkajší pozorovateľ z vnútra čiernej diery nemôže získať nijaké informácie, nazvali imaginárnu šupku kolabovanej, zakapslenej hviezdy „horizont udalosti“. Hranice tejto šupky sú definované Schwarzschildovým polomerom.

Hypotetické čierne diery však astronómov 30. rokov iritovali. Dokonca Albert Einstein, ktorého teória relativity položila základný kameň k týmto úvahám, neveril, že tieto hviezdne obludy naozaj existujú. Veľký fyzik sa však tento raz pomýlil. Einstein sa neoblúbenými singularitami už nikdy nezapodieval a ani Oppenheimer sa viac k tejto téme po druhej svetovej vojne nevrátil. Až v 60. rokoch sa tieto zvláštne objekty ocitli opäť v zornom poli astrofyzikov.

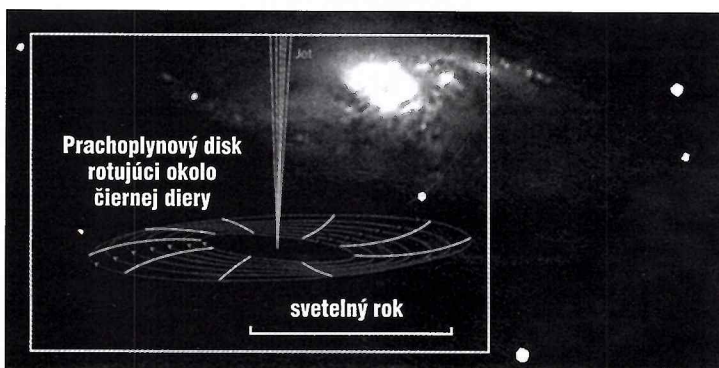
Roku 1963 objavil americký astronóm Maarten Schmidt podstatu niektorých bodových zdrojov rádiového žiarenia, ktoré boli krátko predtým objavené. Išlo o miliardy rokov vzdialené kvazary. Astronómom bolo jasné, že ide o najžiarivejšie objekty celého vesmíru. V priestore, ktorý nemusí byť väčší ako naša Slnčaná sústava, produkuje nejaký mechanizmus viac energie ako 100 miliárd hviezd našej Galaxie.

Už necelý rok po Schmidtovom objave vyslovil americký fyzik Edwin Salpeter a jeho sovietsky kolega Boris Zeldovič domienku, že týmto záhadným mechanizmom vo vnútri kvazarov by

mohli byť čierne diery. Ich model platí v podstate dodnes:

Čierna diera nasáva z okolitého priestoru medzihviezdny plyn, ktorý sa najskôr sformuje do podoby disku krúžiaceho okolo centrálného telesa. V dôsledku vysokej rýchlosti a narastajúceho trenia sa plyn natoľko zohreje, že stráca energiu, jeho rotácia sa spomaľuje, a preto sa začína po zostupnej špirále blížiť k čiernej diere. V blízkosti „horizontu udalosti“ sa pohybuje na milióny stupňov zohriaty plyn rýchlosťou 100 000 kilometrov za sekundu. Jeho prenikavé žiarenie „rozsvieti“ lampu kvazaru. Vzápätí hmota dosiahne „horizont udalosti“ a nenávratne sa prepadne do čiernej diery. Masery z M 106 sa nachádzajú v disku, ktorý krúži okolo čiernej diery.

Čierne diery v jadre kvazarov a galaxií sú v tomto štádiu oveľa hmotnejšie ako tie, ktoré vznikajú (podľa Oppenheimerovej teórie) po kolapse hviezd. Zatiaľ netušíme, ako sa tieto



Vďaka dôkazu existencie čiernej diery meria sa pohyb rotujúcej hmoty. Vďaka rádiovým snímkam maserov v centrálnom disku M106 určili vedci rýchlosť hmoty obiehajúcej čiernu dieru: 900 kilometrov za sekundu. Hmotnosť centrálného objektu, odvodená z rýchlosti rotujúceho disku, je 36 miliónov hmotností Slnka.

superhmotné giganty tvoria. Na základe simulácií na počítačoch sa predbežne uprednostňuje téza, podľa ktorej môže obrovský oblak v tvoriacej sa galaxii skolabovať do podoby čiernej diery. Nie je vylúčené, že tento obrovský oblak sa najskôr rozpadne na menšie oblaky, z ktorých sa vyvinú obrie hviezdy s hmotnosťou niekoľkých miliónov Slnk. Tie však, ako všetky superhmotné hviezdy, majú iba krátky život. Rýchle spotrebujú svoje palivo a opäť explodujú/kolabujú. Napokon väčšina pôvodného plynu skolabuje do podoby čiernej diery.

Podľa tejto teórie sa v jadre skoro každej galaxie, aj v tej našej, uhniedzila čierna diera. Viaceré pozorovania z posledných desiatich rokov naznačujú, že sa v srdci Mliečnej cesty nachádza čierna diera s hmotnosťou niekoľkých miliónov Slnk.

Veľmi pravdepodobná je dnes aj existencia „klasických“ čiernych dier, ktoré predpovedali Oppenheimer a Snyder: v niektorých dvojhviezdnych systémoch obieha normálna hviezda potenciálnu čiernu dieru. Obe telesá sa obiehajú tak tesne, že čierna diera odsáva hmotu svojho súpútnika. Plyn sa najskôr sformuje, podobne ako pri kvazare, do disku, ktorý sa nahreje a žiari v röntgenovej oblasti. V niektorých prípadoch dokázali astronómovia zistiť nielen dobu obehu a vzdialenosť súpútnika, ale aj hmotnosť čiernej diery.

Prvým kandidátom takéhoto bizarného páru sa stala dvojhviezda, objavená začiatkom 70. rokov: röntgenový zdroj Cygnus X1 v súhvezdí Labute. Spoločné ťažisko v tomto prípade obieha horúca modrá hviezda a čierna diera s hmotnosťou 16 Slnk.

Ďalšími kandidátmi sú V404 Cygni s dvanástimi a röntgenový zdroj LMC X3 s minimálne deviatimi hmotnosťami Slnka. Oba zdroje sa nachádzajú vo Veľkom Magellanovom oblaku. Táto metóda mimochodom zodpovedá domienkam Johna Michella, ktorý roku 1783 o „tmavých hviezdach“ napísal: – Ak okolo nich krúžia iné, viditeľné telesá, potom by sme mohli na základe ich pohybu odvodiť aj vlastnosti neviditeľných súpútnikov.

Z hľadiska všeobecnej teórie relativity žijú čierne diery neobmedzene dlho. Táto predstava sa však zmenila: keď fyzik Stephen Hawking študoval čierne diery z hľadiska zákonov kvantovej mechaniky (teórie o stavebných kameňoch hmoty), čierne diery stratili časť svojho mystéria. (Všeobecnú teóriu relativity sa doteraz nepodarilo zjednotiť s kvantovou mechanikou. Hawking sa o to pokúsil a vedľajším produktom jeho štúdií sa stal čudný efekt).

Pre fyzikov je vákuum všetko možné, ale nie nič. Neustále v ňom vznikajú a zanikajú rôzne častice. Fyzici ich nazývajú virtuálnymi časticami, pretože existujú iba nepatrný okamih. Virtuálne častice vznikajú vždy v pároch. Ak takýto pár vznikne bezprostredne pri čiernej diere, enormná gravitácia ho môže rozdeliť. Počas tohto procesu odovzdá gravitačné pole páru isté množstvo energie. Táto dodatočná energia umožňuje časticám skok do reality: stanú sa „skutočnými“.

Jedna z oboch častíc môže padnúť do čiernej diery. Druhá sa však stratí vo vesmíre, pričom odnesie so sebou aj časť energie, ktorú jej čierna diera vydala krátko pred skokom do reality. Túto energiu stratí aj čierna diera: jej hmotnosť sa (nepatrne) zmenší.

Odtučňovacia kúra však nie je produktívna. Čierna diera s hmotnosťou troch Slnk by stratila svoju celú hmotnosť až po uplynutí 10^{67} rokov. To je viac ako 10^{57} dlhšia doba ako vek dnešného vesmíru. Hawking vyslovil hypotézu, že sa počas big bangu, vďaka nesmiernemu tlaku po zárodočnej explózii vesmíru, sa museli vytvoriť aj malé čierne diery. Ak tieto trpasličie čierne diery v tom čase naozaj vznikli (ich hmotnosť nepresahovala niekoľko sto miliónov ton, čo je hmotnosť stredne veľkej hory), potom sa museli podnes rozplynúť. Hawking predpokladá, že aj tieto telesá končia explóziou, pričom vyžarujú žiarenie gama. Hľadanie týchto zdrojov gama žiarenia je však dodnes bezvýsledné, takže aj Hawkingov scenár je zatiaľ iba šedivou teóriou. Všetky nevyriešené problémy by sa však v prípade zjednotenia gravitačnej teórie a kvantovej mechaniky do jedinej „teórie všetkého“ rozplynuli. Väčšina fyzikov o tom nepochybuje.

Thomas Bührke

Podľa Bild der Wissenschaft spracoval –eg–

Výprava do čiernej diery



Kozmonaut v gravitačnej pasci: odstredivá sila ho natiahne a roztrhá.

Vnútro sa stane vonkajškom; to, čo bolo rovné, sa ohne. Naša každodenná skúsenosť je postavená na hlavu. Extrémne nahustená hmota ohne priestor do takej miery, že sa zastaví aj čas. Hranica medzi našim svetom a inými vesmírmi sa rozplynie.

Čierne diery sa ľudskej predstavivosti vymykajú viac ako čokoľvek iné vo vesmíre. Pre fyzikov sú však, napriek bizarným vlastnostiam, objektmi, ktoré možno skúmať, pochopiť a popísať: hmota, náboj a moment hybnosti. Čierne diery sú zároveň najhmotnejšími objektmi vo vesmíre: ich hmotnosť je taká veľká, že ani svetlo z jej gravitačného poľa nemôže uniknúť.

Ako už Albert Einstein vo svojej všeobecnej teórii relativity predpovedal, hmota deformuje priestor. V takomto priestore sa priamočiara dráha svetelných lúčov ohne okolo masívneho objektu. Tento efekt po prvý raz, roku 1919 počas úplného zatmenia Slnka, pozoroval anglický astronóm Edдингton. Pre modernú fyziku bol tento majstrovský výkon astronomického merania historickou udalosťou. Keď lúče svetla mňajú čiernu diery, gravitácia superhmotného objektu ich stiahne na šikmú dráhu. Kvôli tomuto gravitačnému efektu sa pozície blízkych hviezd v pozadí systematicky posúvajú: vzdialené galaxie sa nám zdajú byť neforeme pretiahnuté a jasnejšie ako v skutočnosti. Gravitáciou znásilnené svetlo sa rozkladá a pozorovateľ vidí niekoľko virtuálnych kópií vzdialeného objektu, ba niekedy aj viac či menej dokonale prstenec.

V istej vzdialenosti sa svetelné lúče, mňajúce čiernu diery, môžu dostať na kruhovú dráhu okolo gravitačnej pasce, alebo sa k nej po špirálovej dráhe priblížia do takej miery, že ich vonkajší pozorovateľ navždy stratí z dohľadu.

Vedci pomocou počítačových modelov dokázali, že okolo rotujúcej čiernej diery krúži disk mimoriadne horúceho prachu a plynu, ktorý intenzívne žiari. Priestor je v týchto miestach taký deformovaný, že by si pozorovateľ videl aj vlastný chrbát. Pozorovatelia v posledných rokoch identifikovali viacero takýchto diskov, ba v dvoch prípadoch zaznamenali aj známky deformovaného priestoru, neklamný to znak blízkosti čiernej diery.

Nemeckí experimentátori z Interdisciplinárneho centra pre vedecké výpočty v Heidelbergu nasimulovali situáciu, pri ktorej vonkajší pozorovateľ hľadá spočiatku pod 13-stupňovým uhlom na disk bez centrálného, superhmotného objektu. Disk mu pripomína Saturnov prstenec. Ten istý disk sa však v gravitačnom poli čiernej diery (s hmotnosťou) 100 miliónov Slnk ohne ako strecha klobúka. Ak čierna diera a disk s priemerom jednej miliardy kilometrov rotujú, v rotujúcej hmote disku sa vyskytujú bizarné asymetrie.

V gravitačnom potrubí: prach a plyn sa rútia do čiernej diery. Ak okolo čiernej diery rotuje svetlo, vytvárajú sa bizarné asymetrie.

Ešte prekvapujúcejšie by boli zážitky pozorovateľa v okrúhlym tuneli, ktorý sa okolo čiernej diery vytvára. Pri určitom odstupe sa už pozorovateľovi nebude zdať, že sa rúra ohýba smerom k čiernej diere; rúra sa mu bude zdať rovinná. Navyše: v tejto čudesnej rúre bude rovno pred sebou vidieť temeno svojej hlavy. Ak by sa tunel k čiernej diere ešte viac priblížil, ukázalo by sa, že sa od nej odkláňa. Pozorovateľ by však aj odstredivú silu vnímal ako zameranú dovnútra. Pôsobenie extrémne silného gravitačného poľa dokáže dovnútra preklopiť aj vonkajší priestor.

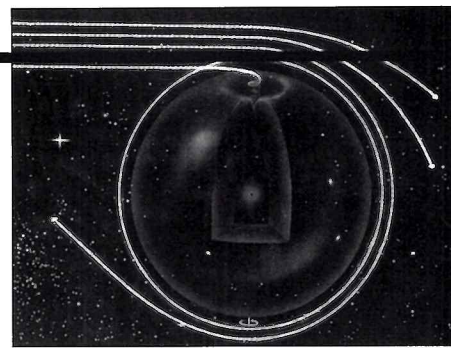
Všeobecná teória relativity nás učí, že „vonkajšok“ a „vnútro“ nie sú objektívne, absolútne pojmy; sú rovnako relatívne ako pojmy vpravo či vľavo, alebo hore a dole. To všetko je ťažko zlučiteľné s našou každodennou skúsenosťou, v blízkosti čiernej diery však ide o celkom normálne úkazy.

Predpokladajme, že odvážneho kozmonauta premože zvedavosť a rozhodne sa preniknúť do bezprostrednej blízkosti čiernej diery. Čo sa stane?

Vonkajší pozorovateľ nezaznamená nič mimoriadne. Palubné hodiny budú ukazovať ten istý čas ako hodiny na palube materskej lode. Potom sa však hodiny kozmonauta-prieskumníka začnú oneskorať. Túto „dilatáciu času“ Einstein vo svojej teórii relativity popísal takto: hodiny v gravitačnom poli tikajú pomalšie ako hodiny vo voľnom priestore. Čím viac sa kozmonaut priblíži k horizontu udalostí, k vonkajšiemu okraju čiernej diery, tým pomalšie sa bude z hľadiska vonkajšieho pozorovateľa sekundová ručička posúvať. Vo chvíli, keď prieskumná loď prenikne k horizontu udalostí, ostane čas stáť.

Pozorovatelia z materskej lode nebudú však môcť prekonať horizont udalostí sledovať. Obraz pred ich očami zamrzne, bude sa im zdať, že prieskumná loď sa nad čiernou dierou vznáša ako balón v bezvetří. Zaznamenajú, že priestor pred nimi červenie, pretože svetlo v boji s gravitáciou stráca čoraz viac energie.

Kozmonaut však bude let k čiernej diere prežívať celkom ináč. Spomaľovanie palubného času si vôbec nevšimne. Naopak, bude sa mu zdať, že hodiny na palube materskej lode sa zbláznili. Priestor v okolí prieskumnej lode sa čudodne preformuje,



Svetelné lúče sa blížia k čiernej diere, ktorá ich v istej vzdialenosti prehltnie. Vzdialenejšie lúče gravitácia v určitom bode zachytí, ohne a prinúti ich obiehať po obežnej dráhe, ktorej polomer závisí od veľkosti čiernej diery.

bude žiariť premenlivými farbami v nevidaných odtieňoch. Gravitačná sila čiernej diery bude narastať.

Ak pôjde o čiernu diery, ktorej hmotnosť bude iba niekoľkokrát väčšia ako hmotnosť Slnka, budú slapové sily už také silné, že kozmická loď i jej pilota najprv natiahnu ako špagetu a krátko nato ich roztrhajú na márne kúsky.

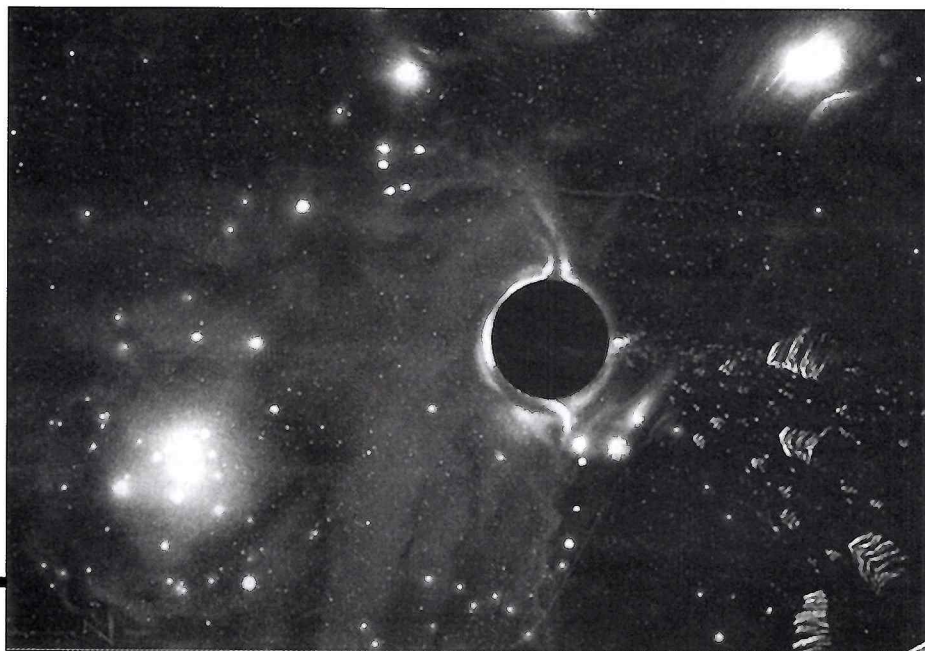
Pri veľkých čiernych dierach, ktoré hniezdia v jadrách galaxií, je však hustota na horizonte udalostí taká nízka, že odvážny kozmonaut preletí touto hranicou, spoza ktorej niet návratu, bez akýchkoľvek problémov. Všetko svetlo vesmíru sa vzápätí scvrkne do malého, trblietavého disku. Ešte niekoľko minút bude môcť kozmonaut vnútro ozrtnú gravitačnej pasce pozorovať. Pre vonkajší svet by boli jeho pozorovania bezcenné, lebo jeho rádiové signály by nemohli z gravitačného poľa čiernej diery uniknúť.

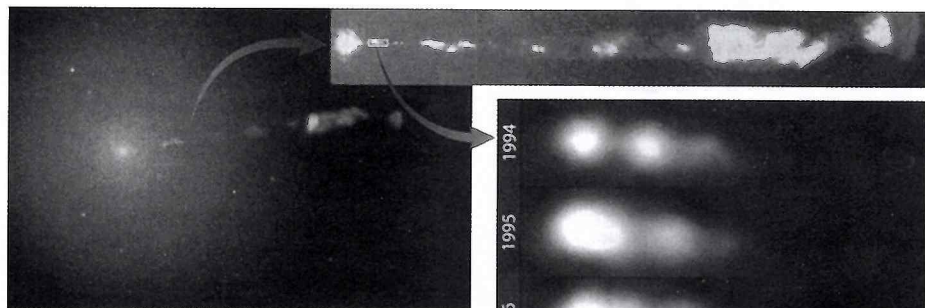
To, čo sa deje s hmotou vo vnútri čiernej diery, sa však ani tento kozmonaut nikdy nedozvie: pád do jadra čiernej diery neprežijú ani jeho atómy. Zničí ich ozrtná gravitácia bezo zvyšku, alebo sa hádam niekde inde, možno v nejakom inom vesmíre, opäť objavia?

Rovnako ťažké je odpovedať na otázku, čo sa stane s informáciou, ktorú nesie hmota, nasatá čiernou dierou. Nie je vylúčené, že základné fyzikálne zákony vo vnútri čiernej diery neplatia. Akákoľvek odpoveď na podobné otázky je čistou špekuláciou.

Rüdiger Vass

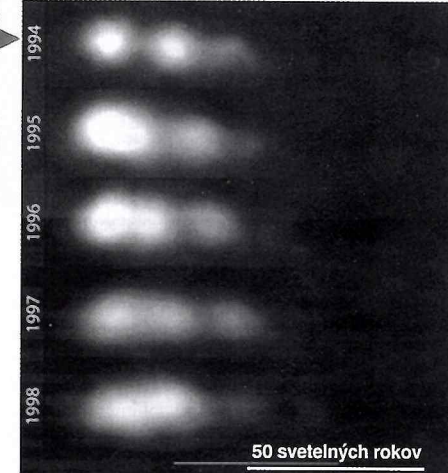
Podľa Bild der Wissenschaft spracoval –eg–





Supersvetelný výtrysk z M87

Objavil ho Heber D. Curtis, ešte v roku 1916. Tento výtrysk relativistickej plazmy z objektu M87, dlhý 5000 svetelených rokov, sa stal ozajstným laboratóriom astrofyziky. Žiari vo všetkých oblastiach elektromagnetického spektra, čo pripomína rádiáciu generovanú synchrotrónami, ktoré urýchľujú nabitú časťicu na rýchlosť blížiacu sa rýchlosti svetla. Z pozorovaní M87 v rádiovnej oblasti vyplynulo, že výtrysk sa šíri nadsvetelnou rýchlosťou. Takýto pohyb môže byť jednou z einsteinovských ilúzií. Vedci tento efekt vysvetľujú tým, že sa výtrysk šíri rýchlosťou blízkou rýchlosti svetla pozdĺž imaginárnej spojnice M87 so Zemou smerom k nám. Podobné výtrysky boli pozorované pri niekoľkých čiernych dierach



v dvojhviezdnych systémoch našej Galaxie, ale aj pri niekoľkých kvazaroch, ktoré sú oveľa žiarivejšie a vzdialenejšie ako táto eliptická galaxia v súhvezdí Panny. HST sa tento výtrysk po prvýkrát podarilo naexponovať vo viditeľnom svetle: Faint Object Camera dokázala vo výtrysku rozlíšiť svetlo emitujúce bubliny, ktoré širokouhlá kamera (snímka vľavo hore) rozlíšiť nedokázala. Každá z bublín má desiatinu hmotnosti Slnka, ich zdanliva rýchlosť dosahuje šesťnásobok rýchlosti svetla.

Deep Impact

V rámci programu Discovery, (ide program lacných, rýchlych a spoľahlivých) misií NASA bola schválená misia Deep Impact (Hlboký impakt), ktorej cieľom je vyslanie sondy ku kométe P/Tempel 1 s cieľom zasiať jej povrch explozívny projektilom. Výbuchom uvoľnenú hmotu kométy, rozptýlenú v okolitom priestore, budú skúmať prístroje na palube sondy.

Projektil bude vážiť 500 kilogramov a na povrchu kométy vyhlbí kráter veľký ako futbalové ihrisko, hlboký ako sedemposchodová budova. Kamera a infračervený spektrometer, ale i pozemskí pozorovatelia, budú študovať nielen rozmetaný materiál, ale aj výbuchom obnaženú, primordiálnu hmotu na dne krátera.

Sonda vyhotoví firma Ball Aerospace v Boulderi, USA. Deep Impact odštartuje v januári 2004. Výbuch na povrchu „čiernej kométy“ P/Tempel 1 sa uskutoční 4. júla 2005, vo sviatok americkej nezávislosti. Cena misie: 240 miliónov dolárov.

Ďalšiu schválenú misiu NASA v rámci programu Discovery uskutoční sonda, ktorá zmapuje Merkur. Jej názov: Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry and Ranging Mission, skráteno Messenger (Posol).

Ešte pred týmito misiami odštartovala sonda Stardust (január 1999), ktorej cieľom je zber kometárneho prachu z komy a návrat na Zem. V roku 2002 odštartuje Comet Nucleus Tour (CONTOUR), ktorá uskutoční blízky oblet troch komét.

Podľa internetových stránok NASA

Astronomické otázky a odpovede

Otázka: Na jakom princípu fungujú tekutá zrcadla ze rtuti a gália? Jak s nimi lze manipulovat? Co s nimi skutečně pozorujeme?

(Zdeněk Lubas, Nový Hradec Králové)

Odpoveď: Kapalná rtuťová zrcadla (či zrcadla z jiných kovů, jež jsou za běžných teplot tekuté) jsou vlastně ploché otáčející se mísy, kde se vlivem odstředivé síly volná hladina tekutého kovu prohne ve tvaru paraboloidu (tzv. Newtonovo vědro). Mísy jsou uloženy vodorovně a mohou proto zrcadlit oblohu v nadhlavníku jako klasické zenitteleskopy. Optická kvalita těchto zrcadel je překvapivě dobrá a za malých finančních nákladů lze zhotovit až 3 m zrcadla, která se hodí hlavně pro přehlídky slabých galaxií a kvasarů, případně pro sledování částí kosmického smeti v okolí Země. Jiří Grygar, FÚ AV ČR

Otázka: Mohla by se nacházeti v našem galaktickém systému mikroskopická černá díra? Jestli ano, co by mohla později ovlivňovat?

(Zdeněk Lubas, Nový Hradec Králové)

Odpoveď: Ano, Galaxie může obsahovat neznámý počet mikroskopických černých děr, neboť je téměř nemožné je odhalit na dálku. Dokonce je obtížné je odhalit i zblízka, neboť se chovají velmi podobně jako běžné částice hmoty. Jiří Grygar, FÚ AV ČR

Otázka: Einstein, Hawking, ale aj ďalší, tvrdia, že rýchlosť svetla je maximálna rýchlosť. V jednej knihe od S. Hawkinga bolo napísané: „Rýchlosťou svetla sa pohybuje aj zmena gravitačného poľa, nie však gravitácia samotná.“ Znamená to, že planéty, hviezdy a galaxie, ale aj ďalšie telesá, plávajú v akejsi gravitačnej polievke a svojím pohybom (existenciou) „čieria jej hladinu“ a dávajú tým o sebe vedieť? (Karol Szelecký, Galanta)

Odpoveď: Hawking měl na mysli, že gravitace statického vesmíru se nepohybuje vůbec; gravitační vlny vznikají a šíří se rychlostí světla teprve tehdy, když se pohybují nebeská tělesa nebo pozemské kameny atd. Ve skutečnosti však žádné těleso v klidu neexistuje, takže si s tím nemusíme příliš lámat hlavu. Jiří Grygar, FÚ AV ČR

Otázka: V jednej odpovedi v K2/99 sa píše, že posun vlnovej dĺžky je smerom k červenému a fialovému okraju spektra rovnaký. Pri uvedenej obvodovej rýchlosti (2 km/s) to možno považovať za správne konštatovať

nie. Ak by však obvodová rýchlosť bola povedzme 0,5-násobok rýchlosti svetla, potom zmena podľa ďalej uvedeného vzorca už nie je symetrická: $f/f_0 = (1 \pm v/c) / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$; + zdroj a pozorovateľ sa približujú; - zdroj a pozorovateľ sa vzdalujú.

Je takáto nesymetria možná a bola už niekedy pozorovaná? Podľa vzorca $f/f_0 = (1 \pm v/c)$ je zmena frekvencie vždy symetrická.

(Marian Rovňák, Košice)

Odpoveď: Uvažujeme najskôr zvukové vlny. Nech zdroj vysiela na frekvenciu f_0 , potom platí:

1. Ak sa zdroj pohybuje vzhľadom na prostredie a prijímač je v pokoji, vzhľadom na prostredie, frekvencia, ktorú registruje prijímač je $f = f_0(1 \pm v/u)$, kde u je rýchlosť zvuku v danom prostredí. (+ platí, keď sa zdroj vzdaluje a - platí, keď sa zdroj približuje rýchlosťou v k prijímaču.)

2. Ak je zdroj v pokoji vzhľadom na prostredie a prijímač sa pohybuje (vzhľadom na prostredie), frekvencia registrovaná prijímačom bude $f = f_0(1 \pm v/u)$, kde u je rýchlosť zvuku v danom prostredí. (+ platí, keď sa prijímač približuje k zdroju a - platí, keď sa prijímač vzdaluje od zdroja.)

Vidíme, že v klasickej fyzike na popis Dopplerovho javu nestačí povedať, že jedno teleso sa pohybuje vzhľadom na to druhé, ale treba uvažovať aj o tom, ktoré z nich je v pokoji vzhľadom na prostredie, v ktorom je rýchlosť zvuku práve u . Teda výsledky plynúce z klasickej fyziky vôbec nie sú tak symetrické, ako je uvedené v otázke. Tá sa však týkala svetla. Pokiaľ by existoval éter, t. j. prostredie, v ktorom by sa svetlo šírilo rýchlosťou c , platili by vyššie uvedené vzťahy aj pre svetlo, len rýchlosť u by sme vymenili za c . Vďaka dvom postulátom, na ktorých Albert Einstein vybudoval ŠTR, už netreba predpokladať existenciu éteru a Dopplerov jav je jednoznačne určený len relatívnou rýchlosťou zdroja a prijímača: $f = f_0[(1 + v/c)/(1 - v/c)]^{1/2}$, ak sa prijímač a zdroj približujú; $f = f_0[(1 - v/c)/(1 + v/c)]^{1/2}$, ak sa prijímač a zdroj vzdalujú. Tieto relativistické vzťahy sú nádherné symetrické voči zámeně znamienok $+ a -$.

Vzťah $f/f_0 = (1 \pm v/c)$ je len prvým priblížením: $f/f_0 = (1 \pm v/c) / (1 - v^2/c^2)^{1/2} = 1 \pm v/c + 1/2(v/c)^2 \pm 1/2(v/c)^3 + \dots$; keďže pre väčšinu našich astronomických pozorovaní platí $v \ll c$, uvažujeme len prvé dva členy tohto rozvoja. Experimentálne potvrdenie (relativistického) Dopplerovho javu do druhého rádu urobili v rokoch 1938–1941 H. E. Ives a G. R. Stilwell. Výsledky pokusov potvrdili platnosť tretieho člena rozvoja relativistického vzťahu, s presnosťou na niekoľko percent. Jozef Klačka, AÚ MFF UK

Senzačná mapa Marsu

Vďaka sonde Mars Global Surveyor, ktorá celé mesiace mapovala červenú planétu, získali planetológovia a marsoológovia mapu, vďaka ktorej vieme dnes o povrchu Marsu viac ako o povrchu Zeme. Prístroje sondy dokázali zaznamenať topografiu tejto planéty s výškovým rozlíšením 13 metrov; niektoré časti Zeme máme zmapované iba s výškovým rozlíšením 100 metrov a viac. – Získali sme definitívnu predstavu o tvare a topografii Marsu, – vraví David Smith z Goddard Space Flight Center v Greenebelte (Maryland), ktorý je šéfom tímu vyhodnocujúceho snímky prístroja Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA); bol to práve tento laserový výškomer na palube sondy MGS, ktorý údaje, potrebné na vyhotovenie mapy získal.

Vďaka MOLA sa podarilo rôznorodý marťanský terén, vrátane polárnych čiapočiek, vysočín a zníženín, naexponovať oveľa ostrejšie, s vyšším rozlíšením. – Mapy z MOLA nám umožnili rozlúštiť topografické záhady, nad ktorými sme si lámali hlavy viac ako 25 rokov, – dodáva Jeff Moore, planetárny geológ z Ames Research Center v kalifornskom Moffet Field. – Vidíme na nej útvary, o ktorých sme ani netušili, že existujú, – dopĺňa kolegu Bruce Jaskosky z University of Colorado v Boulderi. – V istom zmysle vidíme úplne novú planétu.

Nová mapa vznikla presným meraním výšok z polárnej dráhy; najvyššie vrcholky na novom glóbose Marsu sú vyššie a najzanorennejšie rokliny a zníženie hlbšie, ako sme pôvodne predpokladali. Celkové prevýšenie terénu dosahuje až 30 kilometrov, čo je o 10 kilometrov viac ako na Zemi. Z údajov vyplýva, že južná hemisféra je v priemere o 6 kilometrov vyššia ako severná hemisféra. To znamená, že terén sa z juhu na sever znižuje. V prípade, že by planéta mala vodu (presnejšie toľko vody, ako pred tromi miliardami rokov), severné zníženie, zasahujúce až pod rovník, by pokrýval oceán. Presnejšie: až tri štvrtiny planéty by sa ocitli pod vodnou hladinou.

Oko MOLA pomôže planetológom spresniť genézu Marsu. Vedci už dávnejšie predpokladali, že Mars nie je ideálne guľatý; pod rovníkmi, neuveriteľne hladkými planinami na severe je iba tenká kôra; naproti tomu početnými krátermi poznamenané vysočiny a pohoria južnej hemisféry ležia na oveľa hrubšej kôre. Najpriateľnejším vysvetlením týchto globálnych disproporcií bola donedávna hypotéza mohutného impaktu, ktorý dopadol na severnú hemisféru a na veľkom priestore stenčil hrúbku pôvodnej kôry. Genézu severného bazéna však najnovšie objasňujú aj dve alternatívne hypotézy: prvou je proces (na Marse už podľa všetkého dávno utlmený), ktorý pripomína tektoniku platní na povrchu Zeme. V dávnej minulosti mohol byť generátorom tohto procesu planetárny geostroj vynášajúci z podlo-

žia obrovské množstvá lávy, ktorá (na Zemi) roztlačá jednotlivé platne zemskej kôry, unášajúce aj kryhy z oceánu vynorených kontinentov. Druhá hypotéza uprednostňuje skôr proces rozpínania obrovskej „guče“ roztavených hornín v podloží Marsu, ktorá svojou teplotou odspodu nahriala kôru severnej hemisféry a plastické, skoro tekuté horniny celkom preformovala.

– Údaje z MOLA podporili skôr alternatívne hypotézy, – vraví geofyzička Maria Zuberová, spoluautorka topografickej analýzy, pracovníčka Massachusetts Institute of Technology v Cambridge. – Napriek tomu, že MOLA neobjavil zatiaľ priamy dôkaz tektoniky platní, napríklad pásma pohorí v oblasti subdukcie či obrovské priekopy a trhliny, na niektorých snímkach vedci rozlíšili útvary svedčiacie o obrovskej vulkanickej aktivite, čo je nepriamym dôkazom horúceho vnútra počas dlhého obdobia vo vývoji Marsu. Napríklad: okrúhlastá, vykľutá planina Tharsis (zasahujúca zo severu až pod rovník), ktorá má v priemere 4000 km, je podľa všetkého dielom dvoch obrovských vulkanických dômov. Olympus Mons, najväčší vulkán Slnecnej sústavy, však nie je, ako sa vedci donedávna domnievali, súčasťou tejto planiny, ale vyrástol na jej západnom okraji. – To všetko svedčí o tom, že pod planinou Tharsis je oveľa hrubší plášť, ako sme predpokladali, – vraví Zuberová. Ak zohľadníme aj nedávno objavené magnetické pruhy na povrchu Marsu, ďalší možný dôkaz platňovej tektoniky, potom môžeme s vysokou pravdepodobnosťou predpokladať, že povrch červenej planéty formovalo najmä jej horúce vnútro.

Zdá sa, že údaje z MOLA hypotézu o severnom impakte nadobro spochybnili. Na najnovšej mape niet ani stopy po typických štruktúrach impaktného krátera, ktorého južný okraj je príliš nepravidelný na to, aby sme ho mohli pokladať za okrúhly val vyvrhnutých hornín, taký typický pre impakty. Vedci sa nazdávajú, že južný okraj zdanlivého impaktu tvorí skôr mozaika regionálnych efektov vytvorených eróziou, vulkanizmom a vyvrhnutými hominami z južných impaktov.

– Ak už ide o impakty, – vraví Zuberová –

potom ich musíme študovať na južnej pologuli. MOLA objavil, že impaktný bazén Hellas, 9 kilometrov hlboký, s priemerom 2300 km, je obrúbený 2 kilometre vysokým valom, ktorý pokrýva povrch do vzdialenosti 4000 km od stredu krátera.

Mnohí marsológovia však trvajú na tom, že sever planéty musel sformovať veľký impakt. – Také obrovské zmeny v planetárnom merítke, aké pozorujeme na severnej pologule, mohol spôsobiť iba megaimpakt, – vraví George McGill z University of Massachusetts. – Typické stopy po dávnom impakte sa mohli v priebehu miliárd rokov strátiť pod príkrovom erodovaných, vodou a vetrom premiestňovaných materiálov.

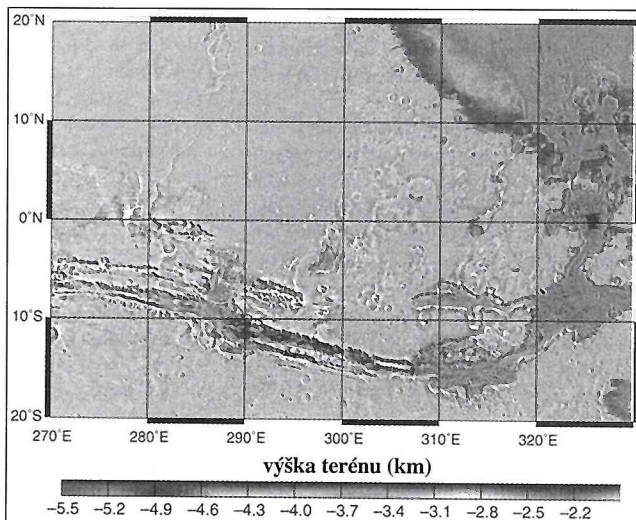
Aj McGilla však viaceré údaje prekvapili. Ukázalo sa, že severná polárna čiapočka je oveľa menšia, ako sa predpokladalo, naproti tomu južná polárna čiapočka je mimoriadne mohutná. Analýzou topografie sa zistilo, že značnú časť južnej polárnej čiapočky prekrývajú pomerne hrubé nánosy prachu a ľadových kryštálikov, čo pozemských pozorovateľov a doterajšie sondy pomýľilo. Detailná topografia terénu, získaná prístrojom MOLA, však prekryté polárne ľadovce prezradila.

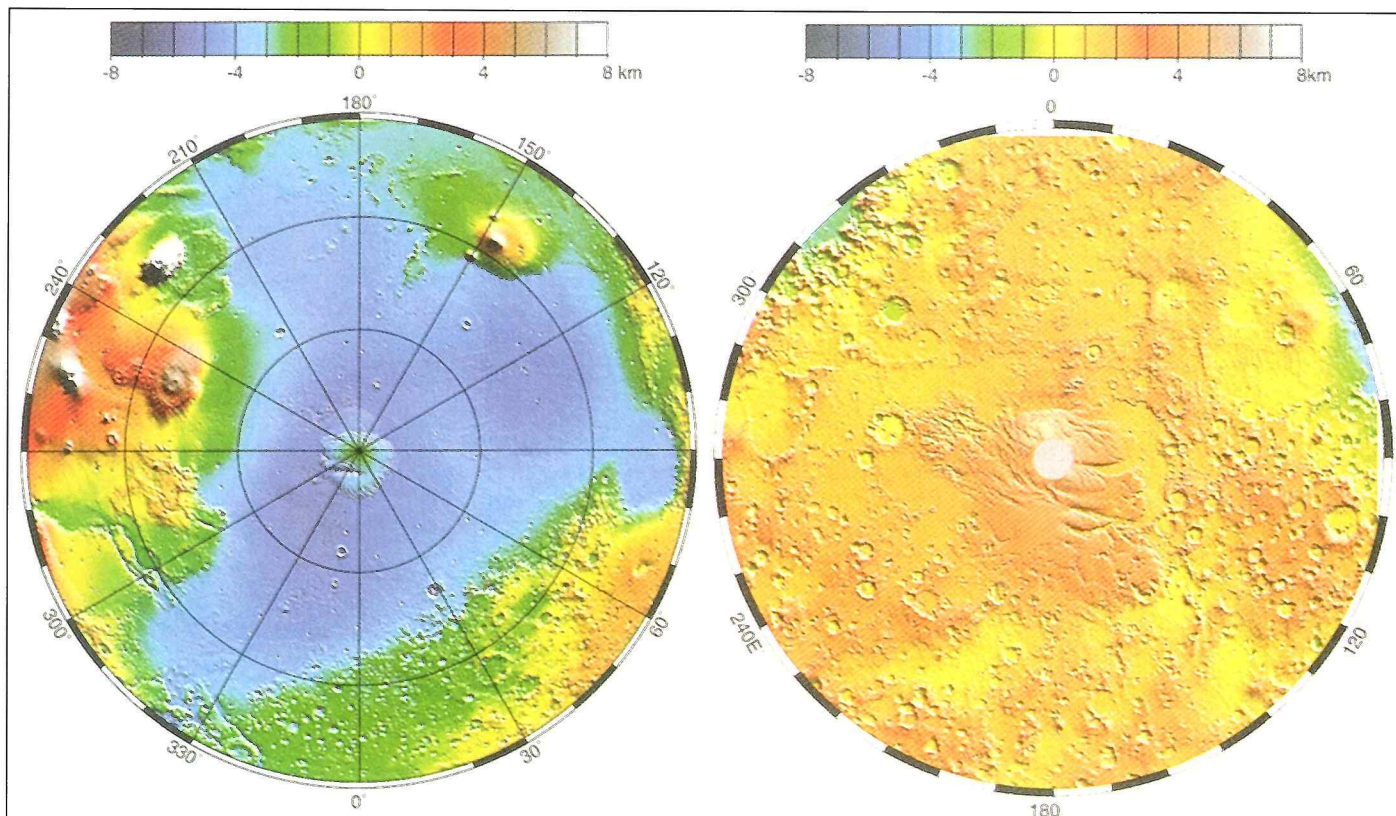
Vedci vypočítali, že ak obe polárne čiapočky tvoria vodný ľad, potom maximálny objem ľadu v polárnych končinách Marsu nepresahuje 4,7 milióna kubických kilometrov; to je o tretinu menej, ako sa pôvodne predpokladalo. Väčšina vody, ktorú Mars mal, sa teda buď vyparila do okolitého priestoru, alebo sa skrýva kdesi v podzemí.

MOLA na palube sondy MGS bude pracovať ešte najmenej 2 roky: každý deň získa 900 000 altimetrických údajov skúmaného terénu. Vedci po ich analýze spresnia výskyt voľakedajších rezervoárov vody na povrchu Marsu a vytipujú najvhodnejšie miesta na pristátie ďalších sond. – Teším sa, že ľudia si už čonevidieť budú môcť kúpiť nový atlas Marsu, – vraví Zuberová.

Bernice Wuethrich

Na snímke kaňonového systému Valles Marineris a bludiska výtokových kaňonov Chrys (vpravo) môžete podľa čiernobielej škály rozlíšiť výšku terénu oproti nulovej vrstevnici. Najhlbším miestom je Coprates Chasma na priesečníku kaňonu s poludníkom označujúcim 300° východnej dĺžky; dno kaňonu dosahuje na tomto mieste 5 km pod nulovú vrstevnicu. Dno kaňonu až po toto miesto klesá (sklon 0,3 stupňa), ale východne od neho začína mierne stúpať (sklon 0,03 stupňa), a to na dĺžke celých 1500 km, čo však pre periodické prívaly nebol nijaký problém. Sivý terén severne od Valles Marineris tvorí plošina, ležiaca 1,9 km pod nulovú vrstevnicu.





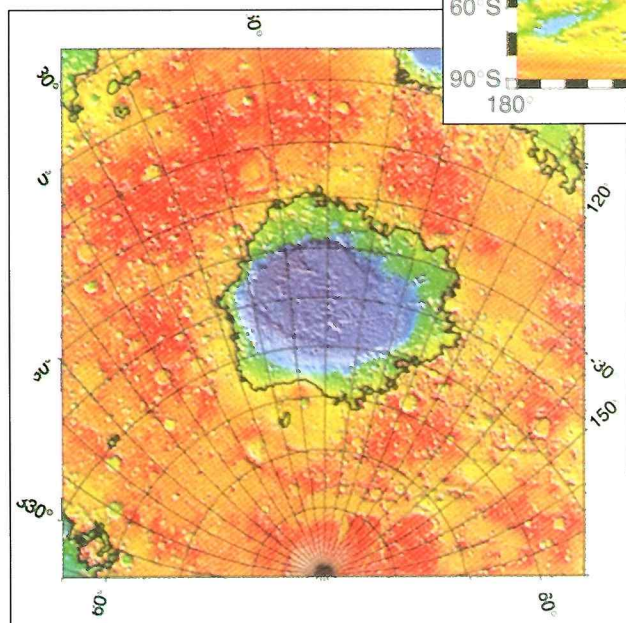
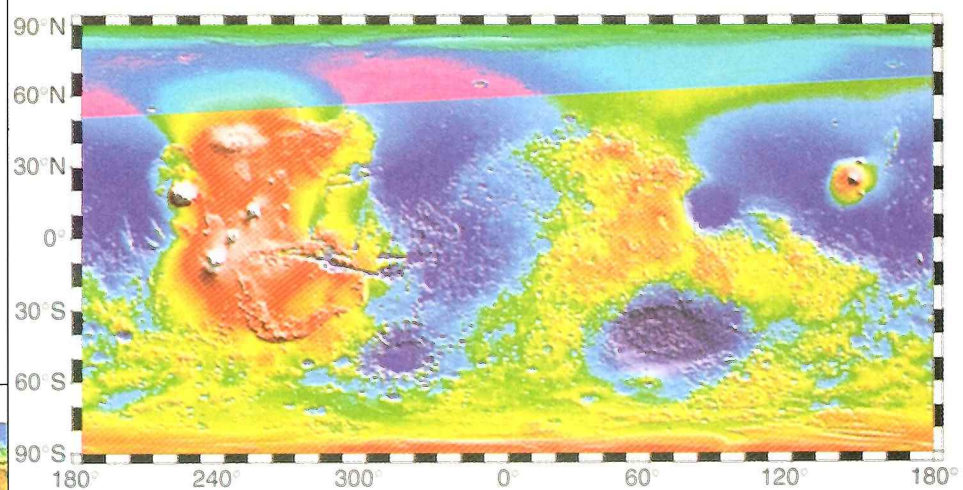
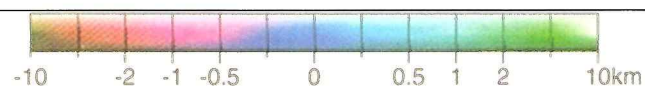
Na snímke vľavo vidíte topografiu severnej hemisféry od Severného pólu až po rovník. Na snímke vpravo topografiu južnej hemisféry od 55 stupňa južnej šírky až po Južný pól. Južná polárna čiapočka je väčšia ako severná, ale jej značná časť prekryvajú vrstvy naviateho materiálu. Výška ľadovej čiapočky dosahuje na oboch póloch až 3 km. Väčšie zaladnenie Južného pólu je spôsobené tým, že terén južnej polárnej oblasti leží o 6,5 km vyššie ako podložie severnej polárnej čiapočky.

Na snímke vidíte výškový profil Marsu od Severného až po Južný pól, pravdaže v skreslenej, nesférickej projekcii.

Už na prvý pohľad je nápadný rozdiel medzi hornatou južnou a plochou, zahľbenou severnou hemisférou.

Severná hemisféra je geologicky mladšia, impakty ju takmer nepoznemenali.

Južná hemisféra je členitejšia, poznamenaná množstvom impaktov. Zníženie severnej hemisféry a impaktné bazény južnej hemisféry vyplňala pred 3 miliardami rokov voda.



Regionálny topografický model impaktného bazénu Hellas.

Na snímke možno jasne rozoznať steny krátera, vysoké bežmála 7 km, i 2 km vysoký val vyvrhnutého materiálu v jeho okolí. Tenká čierna nitka hranice označuje tzv. nulovú vrstevnicu. Dno bazéna Hellas je jedným z najhlbších miest na Marse. Vyvrhnutý materiál v okolí krátera Hellas obsahuje horniny z hlbokých, inde nedostupných vrstiev martanskej kôry, takže je takmer isté, že jedna z najbližších sond pristane práve tam. Výškové rozpätie medzi najhlbším a najvyšším miestom Marsu je 30 km, o 10 km viac ako na Zemi.

Magnetické pruhy uchovali záznam o starom Marse

Sonda Mars Global Surveyor odhalila prekvapujúci dôkaz o dávných pohyboch martanskej kôry. Je to ďalšie svedectvo o tom, že Mars býval kedysi oveľa dynamickejšou planétou a podobal sa Zemi.

Vedci, analyzujúci údaje magnetometra na sonde MGS, objavili paralelné pruhy, zviditeľňujúce magnetické polia na povrchu Marsu. Susediace magnetické pruhy sa vzdalujú v opačnom smere, čo nápadne pripomína podobné útvary na dne pozemských morí a oceánov. Ako vieme, systém trhlín, parcelujúcich dna pozemských oceánov, funguje ako globálny geostroj, ktorý tlakom neustále vyvierajúcej magmy pôsobí na platne zemské kôry; tie pomaly driftovali po tekutom podloží smerom od trhliny na jednu i druhú stranu. (Vyvetrá, stuhnúť magma sa vrší do podmorských hrebeňov a neustále tak obnovuje zemskú kôru. Na iných miestach sa driftojúce platne opäť ponárajú, či presnejšie podsúvajú pod kontinentálne kryhy, ktoré im prekážajú v drifte, čím sa uchováva bilancia hmoty v podloží kôry. Táto recyklácia vyvetvých i usadených hornín vplyva prostredníctvom sprievodnej sopečnej činnosti i na zloženie atmosféry, a tým aj na pozemskú klímu). Smerovanie magnetického poľa Zeme sa občas otočí, čo vytvára striedavé pruhy v novej kôre, ktorá takto uchováva fosilný záznam o posledných stovkách miliónov rokov magnetickej histórie Zeme. Tento objav prispel k definitívnemu odobreniu kedysi kontraverznej teórie o tektonike platní.

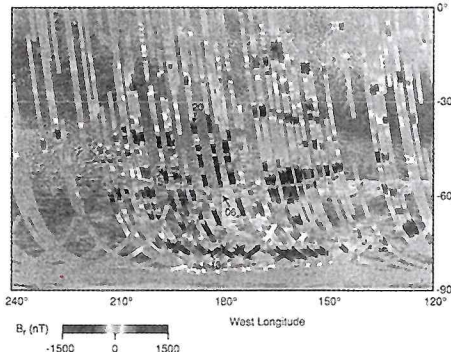
– Objav týchto útvarov na Marse môže revolucionizovať dnešné predstavy o evolúcii Červenej planéty, – vraví Jack Connerney z Goddard Space Flight Center pri NASA, jeden z pracovníkov vyhodnocujúcich údaje magnetometra na MGS. – Ak sa ukáže, že tie pruhy sú skutočne odtlačkom na obnovujúcej a posúvajúcej sa kôre, potom to bude dôkaz, že aj na mladom Marse existovala tektonika platní, čo done dávna planetológovia nepripúšťali. Tektonická aktivita však podľa všetkého nadobro vyhasla.

Existujú aj alternatívne vysvetlenia pásových štruktúr: rozlámanie a posuny pradávnej, pôvodne zmagnetizovanej kôry mohla spôsobiť aj sopečná činnosť, alebo tektonické stopy po vertikálnych posunoch kôry na susednom teréne.

– Predstavte si tenkú kôru zaschnutej farby na povrchu balóna, pričom farba je kôrou Marsu – vysvetľuje Mario Acuna, hlavný výskumník tímu. – Ak budeme balón ďalej nafukovať, na farbe sa objavia trhliny, pričom každá bude mať svoj protažok na opačnej strane. V prírode neexistuje kladný pól bez záporného protažku.

Pozorovania magnetických pásov umožnil aerobraking sondy na takzvanej približovacej, eliptickej dráhe; počas tejto fázy sa sonda periodicky vnárala do atmosféry, ktorá jej pohyb spomaľovala a zároveň upravovala jej dráhu z eliptickej na kruhovú. Magnetometer v bode najväčšieho priblíženia, ktorý ležal pod hladinou ionosféry, mohol získavať hodnoverné údaje. – Na nominálnej, kruhovej dráhe vo výške 320 kilometrov by prístroje rušila magnetická interferencia, ktorá by rozlíšenie týchto štruktúr znemožnila.

Pruhy zmagnetizovanej kôry sa určite vytvorili v dávnej minulosti; vtedy ešte aj Mars mal aktívne dynamo, horúce, rotujúce jadro z roztopených kovov, ktoré bolo generátorom magnetického poľa. Mars bol geologicky aktívny; z jeho vnútra, podobne ako na Zemi, vyvierali roztavené horniny na povrch,



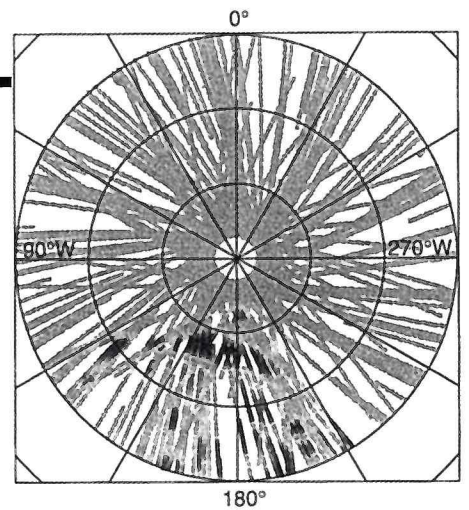
Na obrázku vidíte zebrovitú štruktúru magnetického imprintu voľakedajšej magnetosféry Marsu na tretine južnej hemisféry červenej planéty. Na miestach, kde sa križujú dva pásy, možno ten najčerstvejší imprint rozlíšiť podľa toho, že jeho oblúk preniká južnejšie ako oblúk pásu, ktorý ho prekrýva.

kde postupne tuhli a vytvárali kôru. Keď nová kôra spevnela, magnetické pole do nej „vmrzlo“. Činnosť planetárneho dynamo sa však periodicky menila, pričom tieto procesy formovali aj tvar magnetického poľa. Protismerne sformované magnetické pole pritom vmrzlo aj do novej kôry.

– Martanská kôra ako svojrázny magnetofón uchováva fosilný záznam o smerovaní magnetického poľa v rozličných časových obdobiach, – vraví Connerney. – Keď neskôr horúce vnútro planéty vychladlo, dynamo sa zastavilo: Mars prišiel o svoje magnetické pole. Jeho odtlačok sa však v martanskej kôre uchoval a prístroje MGS ho zviditeľnili.

Mapa martanských magnetických oblastí môže objasniť aj ďalšiu záhadu: planetológovia nechápajú, prečo sa povrch severných, krátermi iba výzorne poznamenaných, plochých nížin tak výrazne odlišuje od južných vysočín, ktoré sú impaktnými krátermi husto posiate. Po analýze mapy vedci zistili, že na severných nížinách sa zachovali iba nepatrné stopy po magnetizme; to prezrádza, že severná kôra sa vytvorila až vtedy, keď už dynamo nefungovalo.

– Dynamo sa zastavilo už po uplynutí niekoľkých



Polárna stereografická projekcia zviditeľňuje magnetický imprint v južnej hemisfére Marsu od 55 stupňa južnej šírky až po Južný pól.

stoviek miliónov rokov po sformovaní Marsu. Je možné, že neskoršie bombardovanie asteroidmi, po ktorom nastalo obdobie mohutnej vulkanickej aktivity, zohrali a geologicky sokovali rozsiahle oblasti severnej kôry, pričom impaktmi a sopkami vyvrhnutý materiál prekryl magnetické polia a zahladil väčšinu kráterov, – vraví Acuna. – Keď kôra vychladla, globálne magnetické pole, ktoré by mohlo do novej kôry opäť vmrznuť, už zaniklo.

Z mapy vyplýva, že jednu z oblastí vysočín na južnej poglobule Marsu tvorí najstaršia, nepretvorená kôra. V tejto oblasti sú magnetické pásy najzreteľnejšie. Pásy sa ťahajú západovo-východným smerom: v priemere sú 160 kilometrov široké a 1000 kilometrov dlhé; najdlhší pás dosahuje dĺžku bežmála 2000 kilometrov.

Pásy sú širšie ako ich náprotivky na Zemi, a to z viacerých možných dôvodov, – vraví Connerney. – Martanská kôra mohla byť magneticky silnejšie generovaná, čo spôsobilo, že záznam magnetického poľa pokryl oveľa väčšiu plochu. Až potom došlo k jeho presmerovaniu. Preveriť však treba aj takú možnosť, že sa pole až tak často nepresmerovalo; v takom prípade by magnetický záznam do kôry trval dlhšie, bez ohľadu na neustále, i protismerne sa pohybujúcu kôru. V oboch prípadoch by vznikli široké pruhy.

– Musíme nájsť rozhranie, podobné podmorským chrbtom na Zemi, z ktorého výlevom magmy roztláčaná kôra driftovala na obe strany. Ide o centrálny bod symetrie, pozdĺž ktorého útvary na jednej strane kopírujú útvary na strane druhej. Po takomto type symetrie sme však zatiaľ nenašli ani stopy.

Spracoval –eg–

Informácie, grafy a mapky nájdete v internete na adrese:
FTP://PAO.GFSC.NASA.GOV/newsmedia/MARS/MAGNETIC/
http://mpfwww.jpl.nasa.gov/mgs/index.html

O planetárnom magnetizme

Vieme, že horniny Zeme, ktoré obsahujú množstvo železných rúd, dokážu uchovať štruktúry magnetického poľa; na dne oceánov, vyvierajú z pozdĺžnych trhlín čadičové lávy, bohaté na železo. Aj v nich sa na miliardy rokov uchovávajú štruktúry premenlivého magnetického poľa, z ktorých vedci dokážu odčítať aj zmeny magnetických pól. Pozemský paleomagnetizmus nám odhalil prinajmenšom tri závažné fakty. Po prvé: pruhované intarzie magnetického poľa v istom období planetárnej evolúcie sa nikdy neprekrývajú s magnetickými „zápismi“ v inom období. (Jednotlivé obdobia vymedzuje zmena magnetických pól). Po druhé: magnetické polia po oboch stranách trhlín/riftov na dne oceánov sú vzhľadom na vek symetrické; najmladšie štruktúry sú na novom podloží, ktoré sa vytvorilo z vyvetvového materiálu v posledných tisícročiach, najstaršie možno detegovať v najväčšej vzdialenosti od riftov.) Po tretie: štruktúry magnetického poľa dokazujú, že severný a južný magnetický pól sa cyklicky menili, pričom počas tejto výmeny magnetické pole celkom zanikalo! Treba poznamenať, že počas dočasného zániku magnetického poľa boli živé organizmy zbavené ochrany pred rozličnými typmi žiarenia, čo však, okrem zániku početných druhov, mohlo generovať aj najrozličnejšie mutácie a urýchľovať evolúciu. Ak pásy normálneho a prevráteného magnetického poľa zmagnetizovaného dna oceánov nanesieme na mapu a odlíšime ich bielou a čiernou farbou, vznikne štruktúra, ktorá pripomína kožu zebry. Vedci túto zebrovitú štruktúru nazvali čiarovým kódom.

Život v meteorite z Marsu

Na tlačovke NASA, ktorá sa konala 7. augusta 1996, vybuchla „bomba storočia“. Vedecký tím v Johnsonovom vesmírnom centre spolu s vedcami zo Stanford University objavili v martanskom meteorite stopy primitívnych baktérií. Mediálna vlna, ktorú táto správa vyvolala, obletela niekoľkokrát našu matičku Zem a nikto nepochyboval, že navždy zbúrala piedestál jej výnimočnosti ako nositeľky života. No vedecká pravda, na rozdiel od jej politickej sestry, nie je určená tým, koľko ľudí jej verí. A tak sa začal kolotoč skúmania vzoriek tohto meteoritu v ďalších špičkových laboratóriách po celom svete, ktorý dost spochybnil pôvodné vyhlásenia.

Kozmos samozrejme nezostal pozadu a objavili sa v ňom články popisujúce dianie okolo tohto meteoritu. Takže len v krátkosti zopakujeme okolnosti, pri ktorých sa tu na Zemi našiel a jeho predpokladanú minulosť na Marse a pri putovaní v Slnčnej sústave.

V osemdesiatych rokoch sa našli na Zemi prvé meteority z Marsu a počet doteraz nájdených prekročil prvú desiatku. Až na jeden austrálsky sa všetky našli na ľadových plániach Antarktídy. Tieto martanské kamene sú rarity. Nie sú červené (červenú farbu má len vrchná, zoxidovaná vrstvička povrchu Marsu.), no sú podstatne mladšie ako ostatné meteority a obsahujú oveľa viac prchavých látok. Najpresvedčivejším argumentom pre ich pôvod sú však plyny v nich uväznené, ktoré majú rovnaké zloženie, ako plyny martanskej atmosféry.

Kontroverzný meteorit

Meteorit, ktorým sa to všetko začalo, má označenie ALH 84001 (bol to prvý meteorit nájdený na plániach Allan Hill pri expedícii v roku 1984) a váži 1,9 kg. Bol súčasťou vyvretej horniny v spodných vrstvách martanského povrchu

a vznikol pomalým kryštalizovaním z roztavenej lávy pred asi 4,5 miliardami rokov. Je preto približne trikrát starší ako ostatné martanské meteority. Pred 15 až 16 miliónmi rokov dopadol šikmo na povrch Marsu veľký asteroid, ktorý pri náraze katapultoval do okolitého kozmického priestoru tony hornín. ALH 84001 potom dlho krúžil okolo Slnka (čo možno určiť z účinkov kozmických lúčov) a pred 13 000 rokmi dopadol na povrch Zeme (vtedy kozmické lúče prestali na meteorit pôsobiť).

ALH 84001 obsahuje maličké guľovité oblasti (globule) uhľkatých minerálov rozptýlené okolo prasklín a trhliniek, ktoré sa v ňom nachádzajú. Všetky znaky „života“ sa sústreďujú v týchto uhľkatých globulách alebo na ich povrchu. Ako dôkaz prítomnosti stôp po živote David McKey, vedúci tímu skúmajúceho ALH 84001, uvádza:

- 1 – prítomnosť uhľkatých zlúčenín, ktoré vznikajú pri rozpade organickej hmoty,
- 2 – neobvyklé kryštály magnetitu, zodpovedajúce kryštálom, ktoré na Zemi vznikajú len pôsobením niektorých baktérií,
- 3 – prítomnosť nekompatibilných minerálov v

tesnej blízkosti pri sebe, ktoré obvykle produkujú anaeróbne baktérie a niektoré iné mikroorganizmy,

- 4 – útvary, ktoré svojím tvarom silne pripomínajú pozemské baktérie.

Podľa McKeya, ani jedno z týchto pozorovaní nie je samo o sebe dôkazom existencie života, no spoločne sú jeho evidentným potvrdením.

Pre a proti

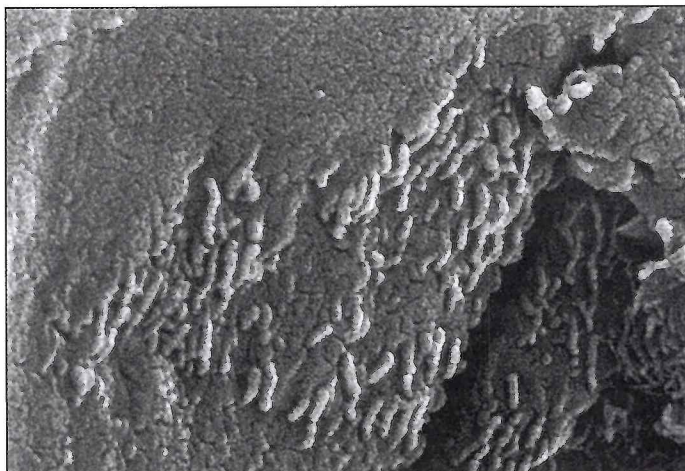
Problémy a nejednotnosť názorov nastávajú už pri pôvode uhľkatých globúl. Keďže pre prípadnú prítomnosť živých organizmov je proces vzniku týchto útvarov veľmi dôležitý, začneme s nimi.

Niektoré baktérie na Zemi žijú v horúcich prameňoch pri teplotách 115 °C. Ako odhad hornej hranice teploty vhodnej pre život môžeme zobrať 150 °C. Odhady teploty, pri ktorej sa tvorili uhľkaté globuly, sa pohybujú od 0 °C do 700 °C. Tie najvyššie teploty môžu vzniknúť pri obrovských energiách uvoľňujúcich sa pri dopadoch asteroidov a predpokladajú ich vedci, ktorí predpokladajú vznik globúl pri týchto procesoch. No väčšina vedcov favorizuje teploty medzi 100 °C a 400 °C, ktoré môžeme nájsť v horúcich prameňoch a vo vulkanických plynoch. Na najchladnejšej časti teplotného spektra sa nachádza teória, ktorá predpokladá, že globule vznikli dekarbonizáciou z chladnej podpovrchovej vody, ktorá bola silne obohatená oxidom uhľikým z martanskej atmosféry (čiže aj na Marse mali minerálku).

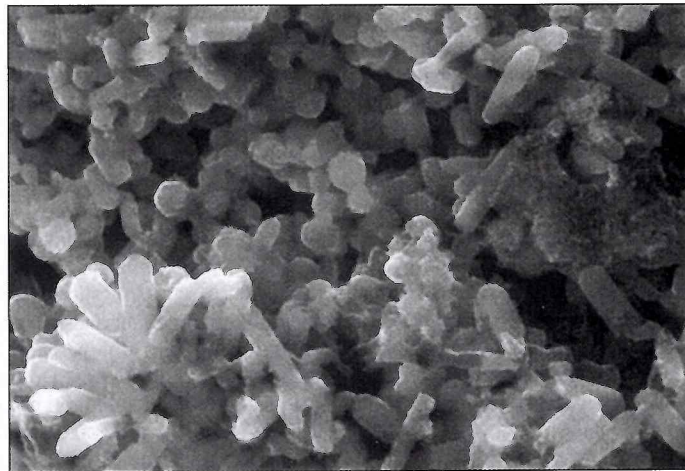
Nezhody pochádzajú väčšinou z interpretácie experimentálnych výsledkov, ktorá je veľmi ovplyvnená tým, čo konkrétny vedec chce vidieť. Odborníci na impakty nachádzajú stopy po impaktoch, odborníci na vulkány nachádzajú vplyv vulkánov. Citelne nám chýbajú informácie o pôvodnom prostredí, z ktorého ALH 84001 pochádza, čiže okolitá martanská krajina a jej geologické pomery. Dôležitým prvkom pri analýzach je aj pohnutá história tohoto kusa kameňa. Odrážalo sa na ňom niekoľko impaktov asteroidov a zrážok s nimi, pričom k niektorým došlo pred karbonizáciou a k ďalším až po nej.

Najslabšie zo štyroch McKeyových tvrdení má číslo 3. Prítomnosť sulfidov železa a magne-

Kontraverzná snímka objektov, podobných baktériám (BSO) v Martanskom meteorite. Pozdĺžne „červíky“ pripomínajú organizmy, ktoré žili na Zemi pred 3,5 miliardami rokov, ibaže tie boli 10-krát väčšie.



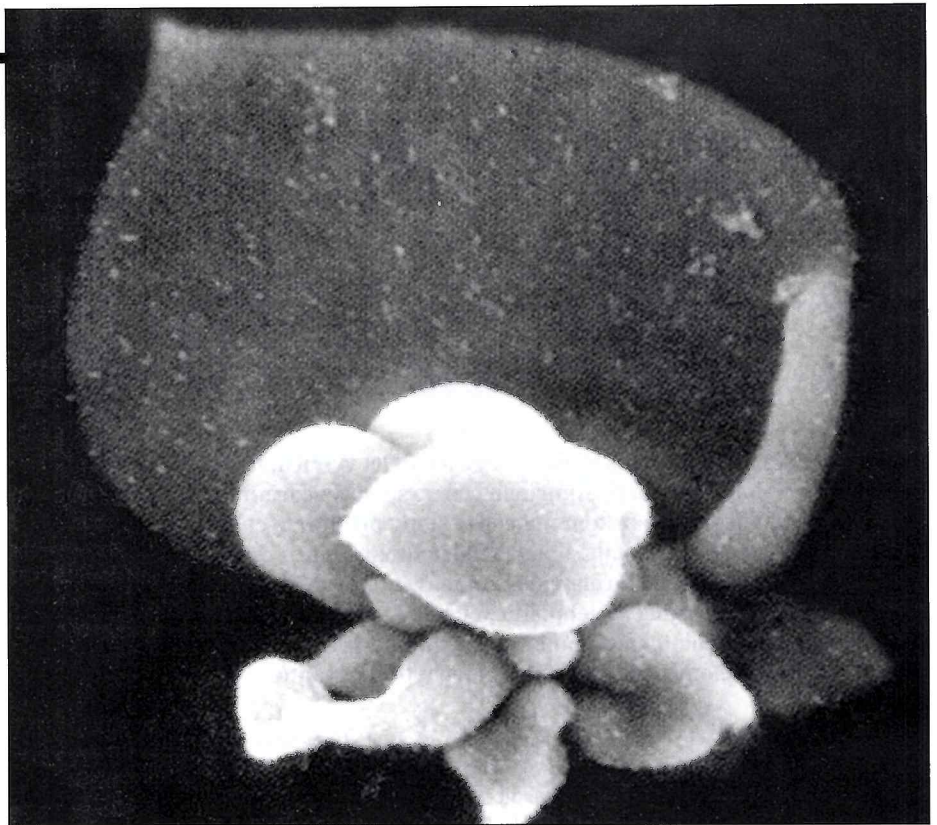
Tieto mikroskopické trsy opálu (v kameni z Južnej Afriky) interpretovali kedysi ako fosilizovanú kolóniu baktérií, ktoré žili na Zemi pred 3,4 miliardami rokov.



titu veľmi blízko seba môže byť stopou živých organizmov, no tieto minerály vznikajú spoločne aj úplne prirodzene na miestach príliš horúcich pre život (ako ho v súčasnosti poznáme).

Na druhej strane, najpresvedčivejším argumentom v prospech života na Marse je prítomnosť maličkých magnetitových zrníčok v uhlíkových globulách ALH 8400. Každá z globúl je lemovaná dvoma vrstvami tmavých pásov a rozptýlených bodiek vytvorených z veľmi malých zrníek magnetitu. Magnetit (tvorený oxidmi železa) je bežný minerál, no tieto zrníčka sú netypické z niekoľkých dôvodov: sú veľmi malé, ich dĺžka leží medzi 0,1 až 0,02 μm (0,1 až 0,02 milióntiny metra). Sú chemicky veľmi čisté a sú to takmer dokonalé kryštály bez štruktúrnych defektov. Niektoré sú jemne zaoblené. Každý je presvedčený o tom, že pochádzajú z Marsu, no jediný známy zdroj takýchto kryštálov v roku 1996 boli niektoré netypické druhy baktérií. Tie produkujú magnetitové kryštály, aby sa mohli orientovať v priestore. Pomocou nich sú citlivé na magnetické pole Zeme a dokážu rozoznať smery hore a dole. Medzitým sa ale zistilo, že len asi štvrtina z magnetitových zrníčok (kratšie ako 0,05 μm) má pôvod, ktorý zatiaľ dokážeme vysvetliť iba pomocou organických procesov. Ostatné sú dlhšie a obsahujú štruktúrne defekty a vznikajú oxidáciou železa pri teplotách okolo 500 °C. Ďalšie sú súdkovité a majú tiež anorganický pôvod. Tá štvrtina má rovnaký tvar, veľkosť a kryštalovú štruktúru ako magnetity produkované baktériami. No táto podobnosť nie je úplným dôkazom mimozemského života. Tieto kryštály mohli vzniknúť anorganickou cestou pri podmienkach, ktoré sme ešte neštudovali. A to, že ALH 84001 prešiel neštandardnými podmienkami nikto nespochybuje.

Uhlíkové globule v ALH 84001 sú pomerne bohaté na polycyklické aromatické hydrokarbónové molekuly (skrátene PAH), z ktorých najznámejšou je naftalén. PAH nie sú produkované alebo používané živými organizmami (na Zemi), no mierne zahriatie môže pretransformovať mŕtve organizmy na PAH (keď zabudnete kurča v rúre, máte obed silne obohatený o PAH). PAH sú všadeprítomné na Zemi a hojne sa vyskytujú aj v iných druhoch meteoritov. V 1996 McKey ukázal, že v ALH 84001 sa PAH koncentrujú viac vo vnútri meteoritu ako pri jeho povrchu, čo je presne naopak, ako by sme očakávali pri kontaminácii meteoritu pozemskými PAH. No ku kontaminácii rozhodne došlo, pretože ALH 84001 ležal na antarktíckom ľade 13 000 rokov. Obsahuje dokonca rovnaký „guláš“ aminokyselín, aký produkuje pozemský život, a väčšina organických látok v ALH 84001 (ak nie všetky) obsahuje rádioaktívny izotop C^{14} s krátkym polčasom rozpadu, ktorý sa tvorí v zemskej atmosfére. Luann Bakerová ukázala, že PAH nachádzajúce sa na antarktíckom ľade sa veľmi podobajú na tie v meteorite a robila pokusy, pri ktorých dokázala, že PAH z rozpušteného ľadu presakujú do ALH 84001. No Simonovi Clemettovi sa nepodarilo jej experimenty opakovať; dokázal, že žiadne iné antarktícké meteority neobsahujú PAH ako ALH 84001, čím naznačil, že PAH sa pravdepodobne nenachádza vo vode z roztopeného ľadu.



Vzhľad môže pomýliť. Táto kalcitová štruktúra sa vytvorila v sterilnom laboratóriu. Ak by ste ju objavili pod mikroskopom, pokladali by ste tieto „mikrohrbiky“ za živé organizmy?

No aj keď PAH pochádzajú z Marsu, nemuseli nevyhnutne vzniknúť z mŕtvych mikroorganizmov. Niektoré molekuly PAH vznikajú reakciou CO a CO_2 s vodíkom, pričom ako katalyzátor vystupuje práve magnetit. A akoby toho nebolo dosť, Jeff Bell prišiel s tvrdením, že PAH z ALH 84001 sú rovnaké ako PAH z mikrometeoritov, a predpokladá, že PAH sa do ALH 84001 dostali na Marse z mikrometeoritov, ktoré aj našu Zem poprašujú nepretržitým jemným dažďom. Niet sa preto čo diviť, že v spore o PAH padlo aj mnoho ostrých slov. Na konečný verdikt si ale budeme musieť počkať, rovnako ako aj pri dôkaze či vyvrátení ostatných tvrdení.

Najvzrušujúcejšou stopou martánskeho života boli určite fotografie fosílií baktérií, ktoré McKeyov tím získal pomocou výkonného elektrónového mikroskopu. Opatrní vedci ich začali označovať BSO (objekty v tvare baktérií). Len veľmi malá skupina vedcov považuje BSO za fosílie martánskych baktérií. Sú veľmi malé, dokonca aj na baktérie, a mohli celkom dobre vzniknúť v pozemských podmienkach. Väčšina známych baktérií je dlhá 1–2 μm . Najmenšie známe baktérie majú dĺžku 0,2 μm . BSO majú rozmery 0,02 až 0,1 μm , čo je podľa odborníkov tak málo, že to nepostačuje na prenos základnej výbavy nevyhnutnej pre život (DNA, RNA a komplex proteínov). Samozrejme, že je to viazané na naše súčasné poznatky o živote a fosílie môžu byť pozostatkom nejakého prechodového štádia medzi baktériou a makromolekulou. McKey uznal, že BSO sú príliš malé, no prišiel s novou myšlienkou, že môže ísť o fragmenty väčších martánskych mikroorganizmov. A vraj sa jeho tímu podarilo nájsť niekoľko BSO veľkých 0,75 μm . Dokonca pripustil, že mnoho z BSO vzniklo pri pripravovaní vzoriek z meteoritu pre elektrónovú mikroskopiu. V súčasnosti je známe množstvo anorganických procesov,

ktoré vedú k vytvoreniu BSO. A ak by sa aj podarilo ukázať, že niektoré BSO sú naozaj fosílie, stále môže ísť o baktérie, ktoré sa do ALH 84001 dostali na Zemi. Mnoho mikroorganizmov žije v kameňoch a nájdené boli aj baktérie a huby žijúce v skalách nehostinnej Antarktídy. Vedcom sa podarilo fosilizovať baktériu aj v laboratórnych podmienkach v priebehu niekoľkých dní. Je preto celkom dobre možné, že počas 13 000 rokov trvajúceho pobytu ALH 84001 na Zemi bol „infikovaný“ baktériami, ktorých fosílie sme teraz našli.

Záver

Záver zostáva stále otvorený. Súdny proces s ALH 84001 trvá už viac ako dva roky a rozsudok je zatiaľ v nedohľadne. Stále viac vedcov sa však stavia skepticky k tvrdeniu, že sme sa stretli so stopami po mimozemskom živote. To však neplatí o skupine okolo McKeya, ktorá je o svojej pravde presvedčenejšia ako kedykoľvek predtým. Veľká väčšina vedcov považuje tento nekritický hurá prístup stáleho pretvárania a upravovania hypotéz za nevedecký a sú rozladení takouto „partizánčinou“, keď žiadny protargument nie je dostatočný.

Ale ako sa ukazuje, aj tu platí staré známe, že všetko zlé je na niečo dobré. Tento problém prišiel práve včas, aby sme si uvedomili, že nie je vôbec jednoduché rozhodnúť, čo je naozaj stopa života a čo nie. V NASA začal pracovať nový Astrobiologický inštitút, ktorý je zameraný na bádanie v tejto oblasti. O niekoľko rokov bude totiž k Marsu vyslaná sonda, ktorá prinesie na rozbor vzorky hornín a vďaka ALH 84001 si vedci v pravý čas uvedomili, aký zložitý a komplexný problém sa pred nimi môže objaviť.

Podľa ST 4/99
spracoval Peter Kluvánek

Io očami HST

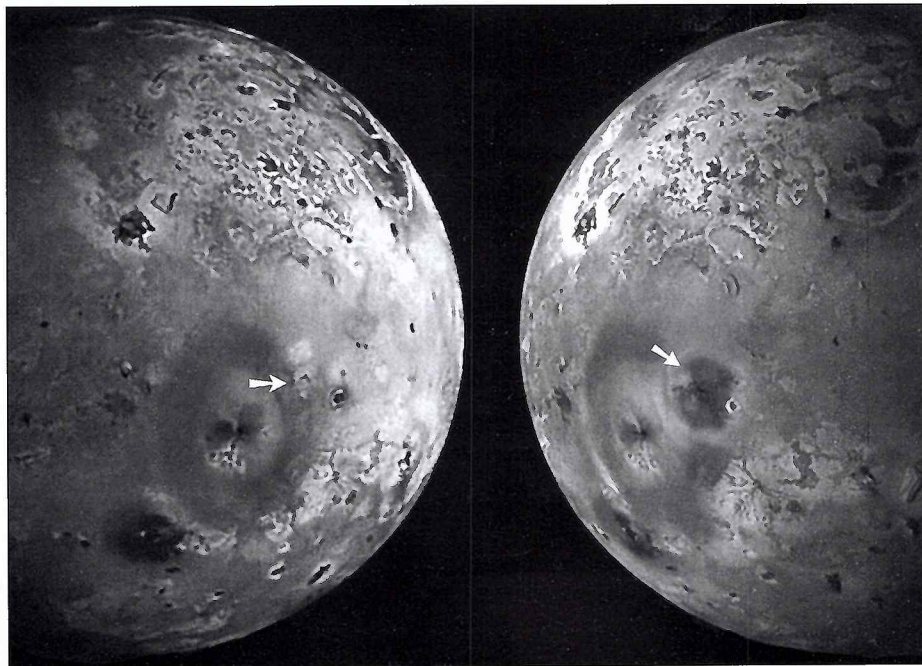
HST exponoval vulkanický mesiac Jupitera vo chvíli, keď sa donedávna ešte „spiaca“ sopka Pillan prebudila. Vulkánom vyvrhnutý oblak bol preskúmaný na troch ultrafialových vlnových dĺžkach; ukázalo sa, že ho tvoria jemné kryštáliky „snehu“ dvojoxidu siričitého. Sopečný oblak je veľmi horúci a pohybuje sa extrémnou rýchlosťou. Údaje získané zo sondy Galileo hovoria, že jeho teplota dosahovala krátko po vyvrhnutí pri najmenšom 1500 kelvinov; počiatočnú rýchlosť vyvrhnutého materiálu odhadli vedci až na 2880 kilometrov za hodinu. Teplota oblaku v medziplanetárnom priestore rýchle klesala, plynny SO_2 sa postupne zmenil na kryštáliky ľadu.

Sondy Voyager a Galileo objavili na povrchu Io už 25 aktívnych sopiek, pričom je nepochybné, že vyše stovky „spiacich vulkánov“, ale i početných „horúcich škvŕn“ sa už v krátkom čase môžu opäť zaktivizovať. Astronómovia objavili explóziu Pillana počas pozorovania podobnej aktivity na neďalekej, dávnejšie známej sopke Pelé, ktorá leží 300 kilometrov od Pillana. Pelé je momentálne v pokoji.

V prípade Io je typické, že počas každého priblíženia je aktívnych 8 až 9 sopiek; prezrádzajú sa mohutnými čepcami vyvrhnutého materiálu, ktorý sa nakrátko mení na drobné, rýchle zamrzajúce kvapôčky.

Posledný a najdôkladnejší prieskum Io sa uskutoční v poslednej tretine tohto roka: 10. októbra bude Galileo snímať povrch Io z výšky 300, 25. novembra z výšky 610 kilometrov. Ak prístroje na palube sondy nepoškodí intenzívna radiácia Jupitera v blízkosti Io, vedci získajú snímky, ktoré budú mať rádovo vyššie rozlíšenie, ako všetky, ktoré doposiaľ získali.

Podľa HST Press Releas –eg–



Niekedy medzi aprílom a septembrom 1997 vybuchla na Io sopka Pillan Patera a pokryla okolie kráteru kuželom vyvrhnutých materiálov s priemerom 400 kilometrov. Tento tmavý príkrov pokryl čiastočne aj tmavý sýrnatý aureol okolo sopky Pele Patera. Sonda Galileo sa vo finále svojej misie sústreďí najmä na Io: v októbri tohto roku sa k Io priblíži na 575 km, v novembri na 300 km, vo februári budúceho roku na 200 km. V tom istom čase preletí Jupiterovým systémom obrovská sonda Cassini, smerujúca k Saturnu. (Sopka Pillan je označená šípkami.)

Objav chlóru pri Io

Sonda Galileo objavila v blízkosti Jupiterovho mesiaca Io chlór, čo naznačuje, že na povrchu mesiaca by sa mohla vyskytovať kuchynská soľ. Vedci z University of Colorado z Boulderu sa nazdávajú, že chlór, jedna zo zložiek chloridu sodného, je vedľajším produktom mohutnej vulkanickej aktivity na povrchu tohto najaktívnejšieho telesa našej Slnecnej sústavy. V atmosfére nijakého iného telesa nášho solárneho systému sa doteraz neobjavilo také veľké množstvo chlóru ako v prípade Io.

Mohutné sopky na Io pripomínajú ozrutné gejzíry, ktoré chrlia materiál do výšky stoviek kilometrov. Emisie chlóru v atmosfére Io, ale i v toruse nabitých častíc, ktorý sa vytvoril okolo Jupitera, objavili pozemskí pozorovatelia na Kitt Peak National Observatory v Arizone. (Torus je mohutné „puzdro“, pripomínajúce vlašský orech.)

Io torus (tak ho pomenovali objavitelia) je päťkrát väčší ako Jupiter; do okolitého priestoru vyžaruje viac energie ako všetky pozemské elektrárne. Ešte pred objavom chlóru identifikovali vedci v spektre získanom z torusu aj emisné čiary síry, kyslíka, sodíka a draslíka.

Najčastejšie sa vyskytujúcimi anorganickými zlúčeninami chlóru sú chlorid sodný (kuchynská soľ) a chlorid vodíka, bezfarebný plyn, unikajúci zo sopiek Io.

– Zatiaľ netušíme, ako sa soľ na Io vytvorila – vraví Nick Schneider, šéf tímu z Boulderu. – Na rozdiel od Zeme na povrchu Io neexistuje oceán, ktorý by sa vyparoval a zanechával na obnaženom dne depozity soli. Nie je však vylúčené, že soľ sa ukladala v podpovrchových rezervoároch vody; mohli ju distribuovať aj podpovrchové toky a rieky. Soľ však môže byť aj produktom

chemických reakcií v atmosfére Io. Chlór do atmosféry mohli napumpovať početné aktívne sopky na povrchu ohnivého mesiaca. Možno je však aj to, že chlór z povrchových hornín Io uvoľňuje husté bombardovanie povrchu nabitými časticami.

Ako je známe, na Zemi aj relatívne malé množstvo chlóru, ktoré produkuje priemysel, rozbiha krehké molekuly ozónu a narušuje pre život takú dôležitú ochrannú ozónovú vrstvu. Objem chlóru v atmosfére Io je však miliardkrát vyšší ako na Zemi.

– Chlóru aj sodíka je v ioanskej atmosfére toľko, že soľ v nej môže vznikáť chemickými reakciami, – vraví Schneider. – Štúdium chlóru v atmosfére Io nám uľahčujú výsledky výskumu ozónovej diery na Zemi. Skúsenosti, ktoré získame na Io, nám uľahčia výskum chlóru na iných planétach.

Podľa NOAO Press Releas –eg–

Život na Europe je nepravdepodobný

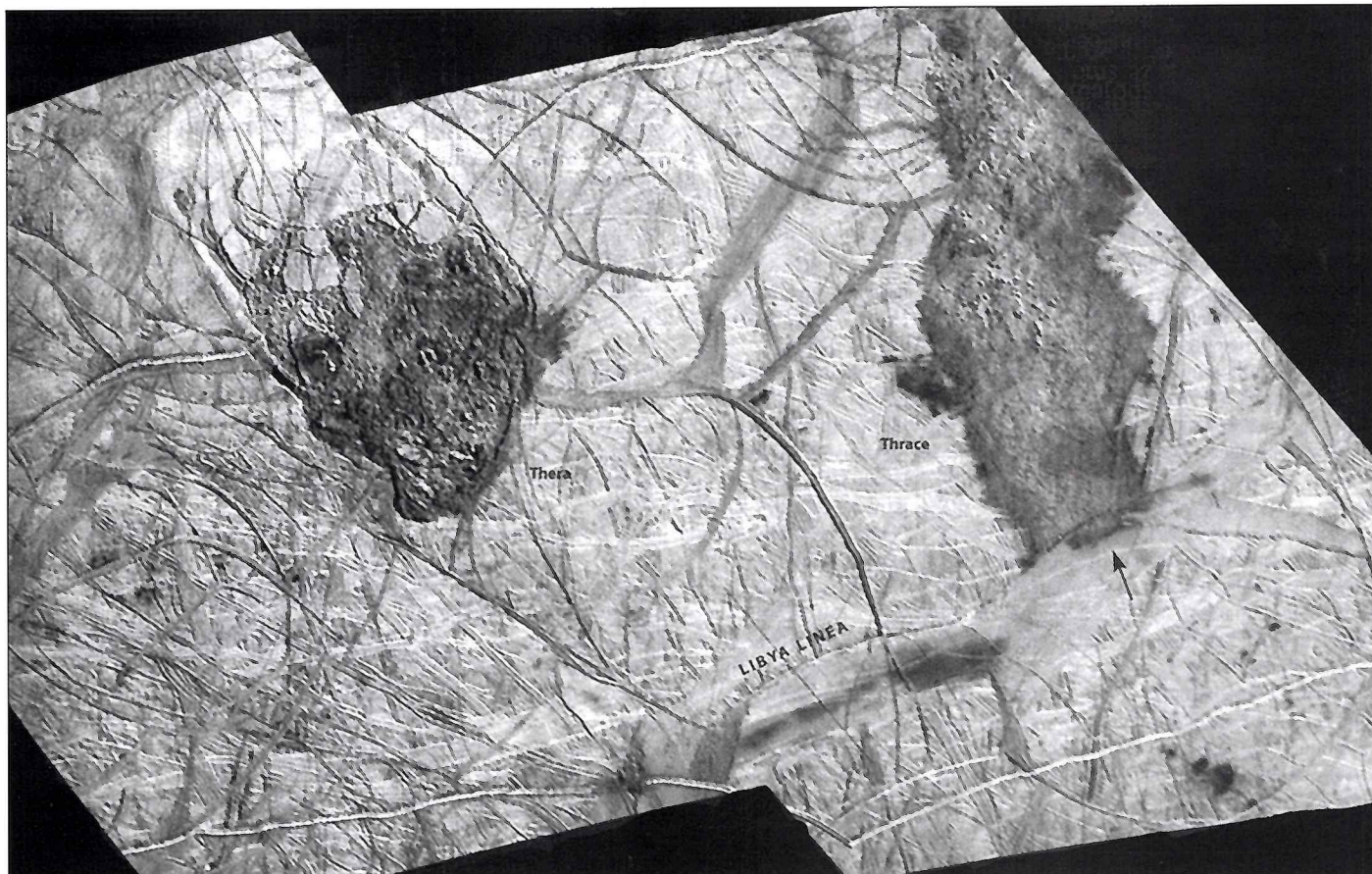
– Budúci prieskumníci zamrznutého oceánu na Jupiterovom mesiaci Europa si nemusia brať na expedíciu rybárske náradie, – upozorňujú (zartom) vedci z California Institute of Technology (Caltech). V oceáne môžu objaviť nanajvyš jednobunecné organizmy.

Geobiológ Eric Gaidos zverejnil začiatkom júna štúdiu, z ktorej vyplýva, že všetky druhy energie, ktoré využívajú pozemské živé organizmy, sú pod hrubou kôrou ľadu na Europe nedostupné. – Pri porovnávaní planetológii musíme byť nanajvyš opatrní, – vyhlásil Gaidos. – Existencia oceánu na Europe ešte zďaleka neznamená, že sa tam vyvinul život.

Na Zemi väčšina chemickej energie vzniká zo slnečného svetla prostredníctvom fotosyntézy, alebo z kyslíka, ktorý je vedľajším produktom tohto chemického procesu. Kyslík potrebujú dokonca aj tie najexotickejšie zo všetkých doteraz objavených pozemských organizmov, žijúce v okolí superhorúcich vulkanických priechodov na dne oceánov, ktoré boli objavené pred dvadsiatimi rokmi. Všetky pozemské organizmy, aj tie, ktoré žijú pod hrubými vrstvami ľadu, obývajú otvorené systémy. Inými slovami: prostredie, v ktorom žijú, prijíma energiu zvonka.

Na rozdiel od Zeme je Europa uzavretým systémom. Cez hrubú vrstvu ľadu slnečné svetlo nedokáže preniknúť; množstvo energie, ktoré do tamojšieho oceánu zvonku prenikne, je v porovnaní s množstvom, ktoré využívajú aj tie najskromnejšie pozemské organizmy, príliš nepatrné. Je skoro vylúčené, že by sa v tamojších podmienkach dokázali vyvinúť mnohobunecné organizmy; málo pravdepodobná je aj existencia jednobunecných organizmov.

Gaidos použil analógiu vodopádu energie: – Chemická energia klesá zhora nadol podobne ako vodopád priťahovaný gravitáciou. Život v tomto prípade predstavuje koleso poháňané energiou padajúcej vody. Bez zdroja chemickej energie sa však koleso života zastaví. Zem má dostatok metabolickej energie potrebnej pre život; ak by však vyhasol jej zdroj, koleso by sa zastavilo.



Na snímke vidíte časť terénu Európy, ktorý vedci pokladajú za najvhodnejšie miesto pristátia pre sondu – lander. Zaujímavé sú najmä obe škvrny – Thera (vľavo) a Thrace (vpravo), ktoré sú mierne zanorené do ľadu. Ide o „jazera“ z podložja vyvretého teplého ľadu, premiešaného s hrdzou, ba možno aj s organickými zlúčeninami. Planetológovia predpokladajú, že práve pod týmito škvrnami je ľadová kôra Európy najtenšia. Šípka označuje miesto, kde teplý ľad zacelil mohutnú trhlinu Libya Linea.

Štúdiá možnosť života na Európe celkom nevyučuje. Vedci upozorňujú, že preskúmali iba možnosť života vznikajúceho a vyvíjajúceho sa báze toho istého zdroja energie, z ktorého čerpajú energiu aj pozemské organizmy: – Vytýčili sme limity, v rámci ktorých je život možný, – hovorí Gaidos. – Komplexnejší život je v podmienkach Európy nepredstaviteľný, ale existujú aj iné alternatívy ku vzniku a vývoju jednoduchých organizmov. Jednou z týchto možností je, že by organizmy na Európe čerpali potrebnú chemickú energiu z oxidovaného železa – hrdze, ktorá môže pod ľadom existovať. Nevylučujeme však ani iné mechanizmy, ktoré by mohli rozkrútiť koleso života. V každom prípade by však išlo iba o jednoduché organizmy.

Podľa Media Relations Caltech –eg–

Drvina po impaktoch v okolí Ganymeda

Medzinárodný tím Jadrového inštitútu Maxa Plancka objavil v okolí najväčšieho z Jupiterových mesiacov oblak prachových zrní. Zrnká sú pozostatkami hmoty, vymrštenej do okolitého priestoru po dopade početných asteroidov. Prítomnosť zrní v okolí Ganymeda zaznamenal prachový detektor na palube sondy Galileo. Ide o prvý prípad objavu impaktom generovaných zrní v okolí preskúmaných mesiacov planéty našej Slnecnej sústavy.

Takýto materiál sa vyskytuje vo veľkých

množstvách v prstencoch obrích planét, ktoré sa vytvorili v rovne ich obežných dráh. Po náraze asteroidu na povrch mesiaca sa časť hornín vyparí; časť rozdrvených hornín však energia impaktu vymršťí takou rýchlosťou, že ich gravitácia mesiaca neudrží a tie preniknú do okolitého priestoru.

Nikdy doteraz sa nepodarilo tento dôležitý mechanizmus produkcie prachu vo vesmíre zmerať, – vraví dr. Harald, vedúci tímu. – Náš prístroj dokáže zmerať smer pohybu, hmotnosť i rýchlosť impaktom vymrštených zrní. Podobné oblaky sme objavili aj pri Jupiterových mesiacoch Callisto a Europa, čo znamená, že aj ony boli významnými dodávateľmi tohto materiálu.

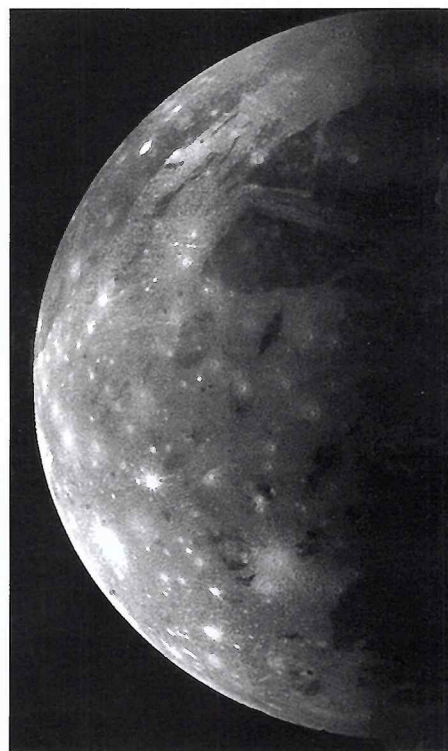
Detektor DDS na palube Galilea objavil oblak prachu počas blízkeho obletu Ganymeda vo vzdialenosti niekoľkých tisícok kilometrov.

Vedci sú presvedčení, že značná časť materiálu uvoľneného impaktmi z mesiacov Jupitera sa stala súčasťou jeho prstenca. Najväčšie mesiace, najmä Ganymedes, však veľa materiálu do prstenca nedodali, pretože majú príliš silné gravitačné pole.

Prachový oblak je riedky, optickými kamerami nerozlíšiteľný. Detektor DDS, vybavený zlatým terčom s plochou 1000 cm² však prachové zrnka dokáže zachytiť, hoci ich koncentrácia v riedkom oblaku sa dá vyjadriť údajom 1 zrnko v 8000 kubických metroch priestoru. Prachový oblak, z vedeckého hľadiska nesmierne zaujímavý, nepredstavuje pre sondu nijaké nebezpečenstvo.

Office of Public Relations, University of Boulder

–eg–



Aj na Ganymede už bola objavená voda. Prístroje Galilea detegovali zamrznuté ložiská vodnej pary unikajúce z tektonických trhlín. Najväčšie množstvá vody sú však skoncentrované vo veľkých tmavých ostrovoch, ktoré vytvára zamrznutá zmes hornín a vodného ľadu.

Astronómovia našli najchladnejších slnečných susedov

Páru ďalekohľadov pracujúcich v blízkej infračervenej oblasti (1,3 m ďalekohľad neďaleko Tucsonu, AZ a ďalekohľad na Cerro Tololo, Chile) sa podarilo detegovať štyroch z doteraz najchladnejších hnedých trpaslíkov. Hnedý trpaslík nie je ani planéta, ani hviezda. Je to objekt, ktorý nikdy nebude dostatočne horúci na to, aby sa v jeho jadre spustili termonukleárne reakcie. Na druhej strane je tento nebeský objekt masívnejší než planéta a neformuje sa v blízkom okolí hviezd, ako napr. planéty v Slnečnej sústave. „Tieto nové objavy zasahujú do záujmov stelárnej aj planetárnej astronómie,“ hovorí Adam Burgasser, doktorand z Caltechu, ktorému sa podarilo nájsť štyroch hnedých trpaslíkov na snímkach zo spomínanej dvojice ďalekohľadov. Ďalekohľady pracujú v rámci projektu prehliadky oblohy na 2 mikrónoch: Two-Micron All Sky Survey (2MASS), ktorý má za úlohu katalogizovať galaxie, hviezdy a telesá v celej našej Galaxii. 2MASS projekt bol založený na University of Massachusetts a JPL/Caltech Infrared Processing and Analysis Center (IPAC) spracúva snímky z 2MASS na použiteľné dáta. „Myslíme si, že títo hnedí trpaslíci sa nachádzajú vo vzdialenosti asi 30 svetelných rokov,“ hovorí Dr. Kirkpatrick z IPAC. „Keďže naše ďalekohľady môžu vidieť iba tých najbližších, znamená to, že Galaxia bude určite plná objektov tohto typu.“ Objavení hnedí trpaslíci sa na chádzajú v súhvezdiach Veľkej medvedice, Leva, Panny a Havrana.

Podľa JPL/NASA press release (ak)

Nový typ polárnej žiary

Nedávno sa vedcom z JPL/NASA podarilo pomocou satelitu Polar, ktorý je súčasťou medzinárodného programu v slnečno-zemskej fyzike, odhaliť „nový“ druh polárnej žiary.

Stará známa polárna žiara vzniká pri interakcii magnetického poľa Zeme so slnečným vetrom. V polárnych oblastiach vnikajú do zemskej magnetosféry energetické častice slnečného vetra, ktoré excitujú atómy a molekuly vzduchu. Tie potom produkujú nádherné farebné predstavenie, ktoré môžeme pozorovať okolo pólnoci vo vysokých zemepisných šírkach, v oblastiach blízko zemských pólův (severná a južná polárna žiara).

Satelit Polar však zamedzil nezvyčajnú polárnu žiaru, ktorú v magnetosfére našej Zeme vyvolali medziplanetárne rázové vlny, ktoré v slnečnom vetre vytvorili rýchlo sa pohybujúce oblaky ionizovanej plazmy vyvrhnuté zo Slnka pri výronoch koronálnej hmoty. Novoobjavené polárne žiary sa vyskytujú v rovna-

kých zemepisných šírkach, ale okolo poľudnia, takže ich kvôli slnečnému svetlu nemôžeme pozorovať. To celkom jasne vysvetľuje, prečo sme ich objavili až teraz. Navyše, sa tieto denné polárne žiary pohybujú oveľa rýchlejšie a opačným smerom ako zvyčajné.

„Satelit Wind/NASA mal sledovať medziplanetárne rázové vlny,“ hovorí Dr. Zhou, ktorý je aj členom vedeckého tímu združeného okolo satelitu Polar. „Chceli sme zistiť, aký vplyv majú medziplanetárne rázové vlny na Zem. Boli sme prekvapení, keď sme zistili, že spôsobujú nezvyčajné, rýchlo sa pohybujúce polárne žiary.“ „Sme strašne zvedaví, ako tieto nové polárne žiary vyzerajú zo Zeme,“ poznamenáva Dr. Tsurutani z JPL/NASA. Pravdepodobne veľa profesionálnych aj amatérskych pozorovateľov zatiaľ vidieť tento fenomén, napríklad z nórskych Spitzbergov, kde je v zime obloha tmavá už na poľudnie.

Podľa JPL/NASA press release (ak)

Slnečná aktivita (apríl – máj 1999)

Aktivita Slnka naďalej vzrastá. Niektorí autori predpovedajú éru maxima slnečnej aktivity už na koniec roku 1999. Iní predpokladajú, že slnečná aktivita dosiahne maximum až niekedy v roku 2001. Tieto rozpory svedčia o tom, že vlastne nepoznáme podstatu predpovedaného javu a použité metódy majú nepriamy charakter.

Za najväčší úspech vo výskume Slnka v poslednom období možno považovať úspech technikov z NASA a ESA, ktorým sa podarilo obnoviť funkciu všetkých prístrojov na observatóriu SOHO. O tejto udalosti sme už písali v čísle 5/1998, kde sú uvedené aj internetové adresy s podrobnejšími informáciami. Nie každý má internet, preto bude užitočné a pre všetkých poučné zopakovať kľúčové momenty akcie. Aby sme precítili jej zložitosť, treba si vopred uvedomiť, že SOHO sa nachádza vo vzdialenosti okolo 1,5 milióna km.

25. júna 1998 sa prerušilo spojenie s observatóriom. Všetky tímy riadenia letu aj jednotlivých prístrojov sa zúčastňovali na hľadaní príčiny aj možnosti nápravy.

23. júla prechádzalo miesto na oblohe, kde sa nachádzalo SOHO nad najväčšou rádiovou parabolou na svete (305 m pevná anténa v kráteri Arecibo na Portoriku). Pomocou tejto antény bol vyslaný radarový signál s výkonom 580 kW a odraz od sondy bol zachytený 70 m anténou v Goldstone (USA). Takto bola sonda sledovaná počas jednej hodiny. Analýza odrazeného signálu ukázala, že sonda rotuje s periódou 53 s, pričom slnečné panely sú natočené hľadou

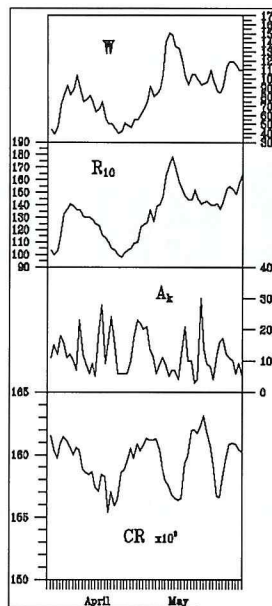
Ďalšie informácie môžu majitelia internetu získať na:

<http://sohowww.estec.esa.nl>

Najnovšie obrázky Slnka z prístroja EIT sú na:

http://unbra.nascom.nasa.gov/eit/eit_full_res.html

Milan Rybanský



k Slnku. Rotačná os však vykonáva precesný pohyb a boli určité obdobia, kedy panely budú v priaznivejšej polohe k Slnku.

Tieto znalosti umožnili 8. augusta nadviazať spojenie so sondou a zistiť, v akom stave sa nachádzajú obslužné aj pozorovacie prístroje. Zistilo sa, že nepracuje ani jeden z dvoch gyroskopov, je zmrznuté hydrazínové palivo do korekčných trysiek a teplota väčšiny prístrojov je mimo pracovného rozsahu.

3. septembra sa podarilo dobiť batérie na sonde a rozmraziť palivo. Obsluha orientácie sondy bola preprogramovaná tak, že sa uskutočňuje povelmi zo Zeme. Sonda bola takto zorientovaná na Slnko a postupne do 24. októbra boli oživené všetky prístroje na sonde. Predpokladá sa, že budú v prevádzke až do roku 2003. Myslíme, že môžeme pográtulovať 160-člennému obslužnému tímu sondy SOHO k vynikajúcemu úspechu.

Rozpad guľových hviezdokôp

Najväčší ďalekohľad na južnej poloruži zaregistroval slapový rozpad guľovej hviezdokopy jadrom našej Mliečnej cesty (presnejšie jej centrálnej výdute, tzv. „bulge“). Je to proces už dávno očakávaný, ale až nedávno bol potvrdený. Unit Telescope 1 (UT 1), prvý z ďalekohľadov spomedzi štyroch, ktoré čoskoro vytvoria v severnom Chile sústavu VLT, je už spolu s druhým (UT 2) v prevádzke. Ako časť vedeckého programu na overenie funkcií ďalekohľadu UT 1 boli nedávno získané snímky guľovej hviezdokopy 8. magnitúdy NGC 6712 v súhvezdí Štít vo viditeľnej oblasti spektra. Táto hviezdokopa je od nás vzdialená asi 23 000 svetel-

ných rokov. Hoci hviezdokopa je viditeľná i väčším triédrom, pohľad ďalekohľadom UT 1 umožnil zaznamenať aj tie najslabšie hviezdy. Tieto snímky ukázali zdanlivú záhadu: vo väčšine guľových hviezdokôp hviezdy s nízkou hmotnosťou prevládajú čo do počtu nad hviezdami s vyššími hmotnosťami. Ale v NGC 6712 vidíme pravý opak. Ako sa získal dôkaz slapového rozpadu? Je už známe, že málo hmotné hviezdy majú tendenciu stráviť väčšinu času v okrajových častiach určitých guľových hviezdokôp, zatiaľ čo hmotnejšie hviezdy klesajú hlbšie k jadrú hviezdokôp. Neobvyklá demografia v NGC 6712 teda podporuje domnienku,

že niečo muselo hviezdy vypudíť z jej okrajových častí. A to je presne to, čo astronómovia očakávajú od vplyvu slapov jadra Mliečnej cesty na guľové hviezdokopy. Predpokladá sa, že NGC 6712 sa na svojej dráhe približuje k jadrú Galaxie, kde sú slapové sily veľmi veľké, na menej než 1000 svetelných rokov

Ako hovorí odborník na guľové hviezdokopy I.R. King (University of California, Berkeley), dôkaz slapového „trhania“ zistený pomocou UT 1 nie je prvým svojho druhu. Pred dvoma rokmi King so spolupracovníkmi zistili pomocou HST menej nápadný podobný príklad v guľovej hviezdokope 6. magnitúdy NGC 6397 v súhvezdí Oltár.

Podľa Sky & Telescope, jún 1999
RNDr. Zdeněk Komárek

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1998 (XXXIII.)

Věnováno památce čestné členky České astronomické společnosti RNDr. Marty Chytilové (1907–1998) z Brna

Elektronická verze těchto přehledů od r. 1995 je přístupná na WWW domovenkách časopisu Kozmos (<http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html>) resp. Instantních astronomických novin (<http://www.ian.cz>).

1.6. Planetární soustava

Řada autorů upozornila na pozoruhodnou **lineární závislost mezi magnetickým momentem** (v jednotkách $A \cdot m^2$) a **momentem hybnosti** pro řadu těles Sluneční soustavy (Merkur, Ganymed, Ío, Země, Uran, Neptun, Saturn a Jupiter). Naproti tomu velmi nízké magnetické momenty mají tak různá tělesa jako Měsíc, Callistó, Europa, Venuše a Mars. Podrobně se vlastními magnetickými poli planet a jejich družic zabýval L. Ksanfomaliti. Nejlépe je přirozeně prozkoumáno magnetické pole Země, jež je nesouměrné, skloněné a vyosené. Indukce magnetického pole dosahuje na rovníku $31 \mu T$, na severním pólu $58 \mu T$, ale na jižním dokonce $68 \mu T$. V zásadě dipólové pole má však i svou kvadrupólovou a oktapólovou složku. Na geograficky severní zemské polokouli se však nalézá jižní magnetický pól v poloze $78,6^\circ$ s.š. a $70,1^\circ$ v.d. a osa magnetického dipólu je skloněna k rotační ose pod úhlem $11,5^\circ$. Poloha magnetického pólu relativně rychle driftuje o $0,4^\circ/10$ let. Vůči středu Země je magnetická osa vyosena o 450 km. Velikost indukce magnetického pole Země v poslední epoše klesá v relativní míře tempem $5.10^{-4}/rok$, tj. asi o 30% za posledních 1600 let. Magnetická osa dále podléhá precesi v periodě 9000 let. V posledních 70 milionech let dochází v průměru 3krát za milion roků k přepólování zemského magnetického dipólu.

V porovnání se Zemí je magnetické pole Merkuru nicotné, neboť dosahuje na pólech indukce jen 700 nT – má však prakticky též sklon magnetické a rotační osy planety 12° . Neměřitelně slabé (< 2 nT) je magnetické pole Venuše, což nejspíše souvisí s její extrémně pomalou rotací. Také magnetická osa Marsu svírá s jeho rotační osou ostrý úhel 15° , avšak orientace magnetických pólů je opačná proti Zemi (na severu je tam i severní magnetický pól). Sonda MGS ujistila, že indukce magnetického pole Marsu dosahuje v průměru 40 nT, ale místy se vyskytují lokální maxima až o řád vyšší. Stejnou orientaci jako u Marsu má i magnetické pole Jupiteru s nejvyššími hodnotami magnetické indukce u severního pólu planety – $1,44$ mT. Magnetická osa je zde skloněna pod úhlem 10° k ose rotační a je vyosena vůči centru planety o plných $70\,000$ km. Jedině Saturn má pole souosé s indukci až $84 \mu T$ u severního pólu planety. Naproti tomu Uran má doslova zkřížené magnetické pole s indukci až $228 \mu T$, jež je vyoseno o plných 8000 km od centra planety a skloněno pod úhlem 59° k rotační ose (ta však – jak známo – svírá úhel 98° s normálou k oběžné rovině). Podobně je na tom i Neptun, kde vyosení magnetického pole dosahuje 55% poloměru planety ($13\,600$ km) a vzájemný sklon os 47° při maximální indukci $13,3 \mu T$. Největší magnetické pole mezi družicemi planet vykazuje Jupiterův Ganymed – $0,75 \mu T$ s vzájemným sklonem os 10° a nejslabší dosud změřené pole má náš Měsíc – do 30 nT. Autor soudí, že potenciální kandidáty na měřitelné magnetické pole jsou ještě Saturnův Titan a Neptunův Triton.

D. Richardson se pokusil o rozsáhlou simulaci vzniku

ku planet sluneční soustavy na superpočítači Cray T3E, kdy sledoval dráhový a srážkový vývoj milionu planetesimál po dobu jednoho milionu let. Zdá se, že tudy vede cesta k pochopení, proč planetární soustava vypadá tak jak vypadá. A. Frank na základě rozsáhlých výpočtů dráhového chaosu soudí, že v průběhu vývoje naší planetární soustavy některé planety už dávno zmizely, a že tento trend ještě neskončil – dalšími kandidáty smrti jsou prý Merkur a Mars. Nicméně příčina chaosu planetárních drah není ani deset let po objevu tohoto fenoménu zřejmá.

J. Frogel a A. Gould se zabývali otázkou, zda v dohledné době vlivem náhodných pohybů se dostane některá sousední hvězda do takové blízkosti ke sluneční soustavě, aby vyvolala dráhové poruchy v Oortově mračnu komet. Využili k tomu přesných údajů o protorových vlastních pohybech hvězd, jak se dají odvodit z přesných měření družice HIPPARCOS, a s potěšením konstatovali, že v nejbližším půl milionu let se žádná hvězda nepřiblíží do vzdálenosti řádu $10\,000$ AU od Slunce, takže případná smrtící kometární přeháňka Země nehrozí po dobu nejméně $700\,000$ let.

Konečně M. Duncan a J. Lissauer studovali efekty výrazné ztráty hmoty Slunce v budoucí fázi červeného obra na stabilitu planetární soustavy. Ukázali, že terestrické planety budou mít pak po dobu další miliardy let dráhy stabilní (pokud přežijí to horko!), a obřích planet se změna hmotnosti Slunce vůbec nedotkne. Na tento vývoj Slunce však doplatí Pluto, jenž se prostě ztratí v hlubinách kosmického prostoru.

D. Hamilton studoval akreci planetesimál v rané epoše vzniku sluneční soustavy a ukázal, že vzájemná přitažlivost planetesimál urychluje tempo akrece a dává vyniknout nehmotnějším planetesimálům. Proto se obří planety Jupiter a Saturn dostavely nejrychleji již během několika milionů let, pokud mají kamenná jádra. Jestliže vznikly převážně jako plynné koule, pak jim k tomu stačilo jen pár set let! Jupiter však vznikl dále od Slunce, než je dnes, a na svou současnou dráhu se přemístil během první stovky milionů let po svém vzniku. V simulaci sledoval autor vývoj 50 protoplanet po dobu sto milionů let a vskutku obdržel realistické rozložení terestrických planet sluneční soustavy, avšak s výstřednostmi a sklony drah k ekliptice až o řád většími, než má dnes Venuše a Země. Je proto dodnes záhadné, proč tyto planety obíhají v podstatě po kruhových drahách s malými sklony. Stejně tak není úplně jasné, proč všechny planety sluneční soustavy obíhají kolem Slunce ve stejném směru.

Tento problém však patrně z větší části vyřešili trojrozměrnými simulacemi vývoje planetární soustavy J. Chambers a G. Wetherill. Původní prach v hlavní rovině souměrnosti protoplanetární mlhoviny se při malých rychlostech slepuje a tak vznikají až 10 km planetesimály. Při tomto rozměru začíná hrát gravitace planetesimály slepovací úlohu a vznikají planetární embrya o průměru až 3000 km. Jelikož největší embrya mají nízké sklony a malé excentricity, jsou nejúčinnějšími lapači dalšího materiálu. Zbylý plyn v prahmlovině přispívá ke zkruhování protáhlých eliptických oběž-

ných drah planetárních embryí. Takto zbytnělá embrya začnou silně rušit dráhy okolních embryí a dochází k obřím impaktům, takže během 300 milionů let po zahájení akrečního procesu jsou terestrické planety na dnešních drahách dostavěny.

2. Hvězdy

2.1. Slunce

Úplné zatmění Slunce 11. srpna 1999, viditelné u našich jižních sousedů, oživuje otázku, kdy se takové úkazy daly v průběhu posledního tisíciletí pozorovat u nás. V Praze byla viditelná úplná sluneční zatmění 7. 6. 1415 a 12. 5. 1706 jakož i prstencové zatmění 1. 10. 1502. Příští úplné zatmění v Praze bude pozorovatelné až 7. října 2135. Průměrný interval mezi úplnými zatměními na daném místě zemského povrchu činí 360 let. Poslední úplné zatmění Slunce v Evropě bylo pozorováno před čtyřiceti lety, a to je asi ten hlavní důvod, proč je v době sepisování tohoto přehledu celý kontinent vzhůru nohama. Při letošním zatmění by při troše štěstí mělo být možné pozorovat očima jednak nějakou Perseidu a jednak i velmi vzdálené hvězdy (Rigel a Deneb) pouhým okem – komu se to kdy povede téměř v pravé poledne!

A. Conway aj. se zabývali možností předpovědi maxima 23. cyklu sluneční činnosti (cykly se počítají od slunečního minima v r. 1755) a ukázali, že dostatečně přesná předpověď na úrovni 10% v určení okamžiku maxima a jeho relativního čísla je dosud nemožná. W. Dziembowski aj. potvrdili, že poslední minimum sluneční činnosti nastalo v čase 1996,8 roku. R. Oliver aj. ukázali, že vysoce energetické sluneční erupce se opakují v periodě 152÷158 dnů, a že plochy skvrn kolísaly v periodě 158 dnů v letech 1874–1993. Efekt byl nejzřetelnější u vysokých cyklů, zejména u rekordního cyklu 19, ale vymizel po 21. cyklu. Podle D. Gougha a M. McIntyra se totiž uvnitř zářivé zóny Slunce vyskytuje silné magnetické pole řádu $0,1$ mT, vázané na homogenní rotaci slunečního nitra. Nad touto zónou se pak nachází přechodová vrstva (tachoklina) a tam začíná diferenciální rotace slunečního tělesa, neboť – jak známo – sluneční povrch rotuje rychleji na rovníku než v okolí pólů.

Souhrnné údaje o měření magnetického pole Slunce jako hvězdy uveřejnili V. Kotov aj. na základě 2457 dnů měření magnetografem na Mt. Wilsonu. Pole má obvykle indukci řádu desítek μT , výjimečně až $300 \mu T$ a kolísá s periodami $26,9 \pm 28,1$ dne.

Naprostě nezastupitelnou roli při výzkumu Slunce sehrála jedinečná družice/sonda SOHO, která odstartovala ze Země v prosinci 1995 a v únoru 1996 se usadila v Lagrangeově bodě L_1 soustavy Slunce–Země, odkud pomocí 11 přístrojů sledovala Slunce nepřetržitě po dobu více než dvou let. Objevy SOHO jsou tak významné a početné, že by stálo za to jim věnovat zvláštní přehled.

Rozhodně však nemohu vynechat zprávu o pozorování A. Kosovičeva a V. Žarkové, kteří pomocí SOHO

poprvé prokázali výskyt **sluncetřesení** v souvislosti se zcela průměrnou erupcí 9. července 1996. Od epicentra erupce se totiž po povrchu Slunce šířily sluncetřesné vlny s amplitudou až 3 km a rychlostí zvyšující se od 10 do 110 km/s, takže jev byl o řád mohutnější, než předvíдалa teorie. Vlny byly sledovány po dobu 70 minut do vzdálenosti 120 000 km od erupce. Na otevřené Richterově stupnici dosáhlo magnitudy sluncetřesení hodnoty 11,3; bylo tedy 40 000krát mohutnější než ničivé zemětřesení v San Franciscu r. 1906.

Většina slunečních observatoří mohla z kosmu i ze Země sledovat jednu z největších slunečních **protuberancí**, jež se objevila 2. června 1998 v časných dopoledních hodinách našeho času a rychlostí 100 km/s stoupala až do rekordní výšky 1 milionu km od Slunce. Teplota plynu v protuberanci dosáhla hodnoty 10 kK a její pohyb byl zřetelně vyvolán přeměnou magnetické energie v kinetickou.

V dubnu 1998 se na polární dráhu dostala levná, avšak velmi výkonná, sluneční družice **TRACE** pro výzkum přechodné oblasti mezi chromosférou a korónou. TRACE na sebe upozornila již počátkem května, když pozorovala proces uvolnění magnetické energie ve vysoké atmosféře Slunce v pásmu EUV. Na filmové animaci je dobře patrné, jak se náhle rozvinuly do sebe dvě navzájem kolmé magnetické smyčky a toto krátké spojení (rekonexe) uvolnilo tak velké množství energie, že vzplanula sluneční **erupce**. Sběrný film ukazuje, jak se úzké pásy sluneční atmosféry dlouhé až 100 000 km ohřívají a zase ochlazují během několika minut. Do konce roku pořídila TRACE již na 700 tisíc snímků s vynikajícím rozlišením. Na snímcích jsou patrné vývoje koronálních smyček i „mechovitý porost“ o tloušťce asi 2000 km, vznášející se nad fotosférou ve výšce asi 3000 km a ohřátý na 1 MK. Tento porost souvisí obvykle s fukulemi v chromosféře, odkud pak směrem nahoru vybíhají spikule chladného plynu.

Podle J. Thomase je tato **jemná struktura** slunečního povrchu vytvářena nelineární reakcí stoupajícího magnetického pole na turbulentní konvekci těsně pod povrchem Slunce. Pole se přenáší od základny konvektivní zóny vztakem a difúzí. Naneštěstí jsou však magnetické trubice tenčí než nynější rozlišení přístrojů (0,2"; tj. 140 km na povrchu Slunce), takže došlo ke kuriózní situaci, kdy teorie jeví v přechodové oblasti na povrchu Slunce předbíhá pozorování. Z teorie vyplývá, že tyto procesy doprovází hlasitý rámus, jelikož při přenosu, proudění a turbulenci vznikají globální akustické oscilace, využívané v helioseismologii.

Podle E. Priesta aj. je právě rekonexe magnetických siločar spolu s turbulentním brzděním v chromosféře hlavní příčinou ohřevu sluneční **koróny** na teplotu až 6 MK. C. Schrijver aj. uvádějí, že magnetické energie aktivních oblastí ve fotosféře a chromosféře je obrovská a pomocí malých bipolárních magnetických struktur, podléhajících rekonexi, se vskutku takřka samoočinně přenáší do koróny.

Ve Spojených státech stále funguje první **neutrinoový detektor** ve zlatém dole Homestake v Jižní Dakotě v hloubce 1478 m pod zemí. Od r. 1978 do konce roku 1997 zde bylo získáno 108 integrálních měření neutrinoového toku ze Slunce, jež dala průměr $(2,6 \pm 0,2)$ SNU, tj. asi třetinu očekávaného množství. P. Sturrock aj. tvrdí, že v datech odhalili nečekaný šířkový efekt, související s měnící se heliografickou šířkou pozorovaného středu slunečního kotouče. Tato šířka kolísá během roku v rozmezí $\pm 7,5^\circ$ a autoři našli variace neutrinoového toku s periodou 12,9 cyklů za rok. Pokud by se tento překvapující výsledek potvrdil, znamenalo by to patrně, že sluneční neutrinoový tok je ovlivňován magnetickým polem v zářivé zóně pod povrchem Slunce.

Podle je zmíněný deficit slunečních neutronů vskutku způsoben **oscilacemi neutronů**, údajně odhalenými v japonském detektoru Superkamiokande, pak by se to mohlo potvrdit v galiových detektorech GALEX

a SAGE, jejichž časové rozlišení je lepší než u chlórového detektoru Homestake, neboť by se zde měla projevovat neustále kolísající vzdálenost Země od Slunce v průběhu kalendářního roku. V Kanadě byl v květnu 1998 uveden do chodu dlouho připravovaný experiment **SNO** s detekcí slunečních neutronů pomocí těžké vody. Zařízení se nachází v niklovém dole Inco Creighton poblíž Sudbury a bylo vybudováno od r. 1990 za 70 milionů dolarů. Průhledná kulová akrylová nádoba obsahuje 1000 t těžké vody v hodnotě 300 milionů dolarů, zapůjčené od kanadské Komise pro atomovou energii. Průlety všech typů neutronů nádrží jsou detekovány 9500 fotonásobiči, přičemž aparatura dokáže rozlišit jednotlivé typy neutronů od sebe.

2.2. Exoplanety a hnědí trpaslíci

Počátkem roku byl uzavřen spor, zda periodické změny radiálních rychlostí hvězdy **51 Pegasi** nejsou náhodou vyvolány pomalými oscilacemi rozměrů hvězdy, jak se domníval D. Gray, což by znamenalo, že kolem hvězdy neobíhá žádná exoplaneta o hmotnosti srovnatelné s Jupiterem. A. Hatzes aj. totiž získali mimořádně kvalitní spektra hvězdy během 18 nocí v létě 1997 a žádné oscilace přitom nenašli. Prakticky současně sám hlavní kritik D. Gray zveřejnil práci, v níž ukázal, že jeho námitka vycházela z nedostatečně přesných spektrálních měření, takže fakticky šlo o pouhý šum.

Totéž prokázali jak pro **51 Peg** tak pro **τ Boo** také T. Brown aj. Tím dostalo objevování exoplanet prostřednictvím přesných měření periodického kolísání radiálních rychlostí definitivní požeňání a objevů exoplanet od té doby utěšeně přibývá.

G. Marcy aj. ohlásili objev dosud nejbližší exoplanety u rekordně lehké hvězdy **Gliese 876** (sp. dM4; $T = 3200$ K) o hmotnosti $0,32 M_{\odot}$, vzdálené od nás pouze 4,7 pc – je to v pořadí 53. nejbližší hvězda ke Slunci. Exoplaneta má hmotnost větší než $1,9 M_{\text{J}}$ a obíhá kolem mateřského červeného trpaslíka ve vzdálenosti 0,2 AU v periodě 61 dnů. X. Delfosse aj. ukázali, že dráha exoplanety je velmi protáhlá s výstředností $e = 0,3$.

D. Queloz a M. Mayor našli exoplanetu u hvězdy **Her 14** (Gliese 614; sp. K), vzdálené od nás 18 pc. Exoplaneta má hmotnost větší než $3,3 M_{\text{J}}$ a obíhá kolem mateřské hvězdy po protáhlé ($e = 0,36$) dráze ve střední vzdálenosti 2,5 AU v periodě 4,4 roky.

D. Trilling a R. Brown objevili infračervený přebytek záření u hvězdy **55 Cnc** (sp. G8), kolem níž obíhá exoplaneta ve vzdálenosti 0,11 AU v periodě 14,65 dne. Přebytek lze vysvětlit jako cirkumstelární prach typu Kuiperova pásu. Pokud tento pás leží v oběžné rovině exoplanety, pak lze určit její hmotnost na $1,9 M_{\text{J}}$.

Podobně J. Greaves aj. odhalili pomocí submilimetrových měření aparaturou SCUBA JCMT prsten prachu kolem známé hvězdy **Eridani** (sp. K2 V; $0,8 M_{\odot}$), vzdálené od nás 3,2 pc a mladší než 1 miliarda let. Prsten o hmotnosti alespoň $0,01 M_{\text{J}}$ má vnitřní hranu ve vzdálenosti 30 AU od hvězdy a vnější v 60 AU, takže opět velmi připomíná náš Kuiperův pás. Podobně jako u Vegy, Fomalhauta a β Pic je vnitřek prstenu jako by prázdný, což sugestivně naznačuje možnost výskytu exoplanet v této oblasti přilehlé k vlastní hvězdě. U ϵ Eri však není naděje na jejich detekci metodou radiálních rychlostí, neboť zmíněný prstenec je skloněn přesně kolmo k zornému paprsku. Dobrý argument o vznikání planetární soustavy poskytla též infračervená měření pomocí Keckova dalekohledu II, vykonaná v březnu 1998 M. Wernerem aj. v okolí hvězdy **HR 4796** v souhvězdí Centaura. Hvězda stará asi 10 milionů let a vzdálená 70 pc je obklopena rotujícím prachovým diskem o poloměru 100 AU, v němž se však vyskytuje centrální díra o poloměru 50 AU – právě v této díře již nejspíše vznikly akumulací prachových zrněk

planety. M. Jura a J. Turner odhalili poněkud záhadný shluk prachu v akrečním disku kolem staré složky dvojhvězdy HD 44179, obklopené mlhovinou Červený obdélník. Zatímco samotná hvězda se v dohledné době nejspíše stane bílým trpaslíkem, shluk prachu o hmotnosti Jupiteru by se mohl gravitačně zhroutit na opravdovou planetu. Do hledání exoplanet metodou periodických změn radiálních rychlostí se od července 1996 vložil Keckův desetimetr se superpřesným spektrografem HIRES.

R. Butler aj. tak sledují 420 hvězd hlavní posloupnosti od pozdních typů F až po spektrální třídu M. Prvním výsledkem přehledky je objev exoplanety u hvězdy **HD 187123**, vzdálené od nás 48 pc, jež je téměř dokonale analógem našeho Slunce, neboť má stejnou hmotnost, spektrální typ G3 V ($T_{\text{ef}} = 5830$ K) a svítivost $1,35 L_{\odot}$ ($M_{\text{bol}} = 4,37$ mag). Podobá se Slunci také rychlostí obvodové rotace, stářím a aktivitou chromosféry. Podle měření zmíněné skupiny kolísá radiální rychlost hvězdy s poloviční amplitudou 72 m/s v periodě 3,1 dne, což je tedy oběžná doba exoplanety s hmotností větší než $0,5 M_{\text{J}}$, obíhající po bezmála kruhové dráze ve vzdálenosti 0,04 AU od mateřské hvězdy. Není divu, že při tak rekordně malé vzdálenosti od hvězdy je povrch exoplanety ohřát na 1400 K. Zatím známe asi 20 substelárních objektů o hmotnostech od 0,45 do 50násobku hmotnosti Jupiteru, jež se nacházejí ve vzdálenostech od 0,04 do 4 AU od mateřské hvězdy a mají povrchové teploty od 200 do 1500 K. V jejich atmosféře nacházíme při teplotách nižších než 1300 K především metan, při teplotách pod 600 K pak čpavek. Zdrojem atmosférické opacity je zde molekulární vodík, dále voda, metan i čpavek. Na rozdíl od hledání substelárních objektů metodou radiálních rychlostí není zatím úplně jasné, zda se může zdařit jejich nalezení z velmi přesné fotometrie, když exoplaneta či hnědý trpaslík periodicky přechází přes disk mateřské hvězdy.

Největší podezření budila dvojhvězda **CM Draconis**, skládající se ze dvou trpaslíků spektrální třídy M4,5, u níž bylo od března 1996 do března 1998 údajně pozorováno 17 poklesů jasnosti o hloubce 0,08 mag. Kontrolní měření však ukázala, že šlo jako již mnohokrát o planý poplach, způsobený nedostatečnou kalibrací citlivých fotometrických měření. Pokud se vůbec v této těsné dvojhvězdě nachází exoplaneta, musí mít poloměr menší než trojnásobek poloměru Země a oběžnou dobu delší než 30 dnů – jinak by už byla z fotometrie odhalena.

Mezitím se však začíná prosazovat zcela odlišná a velmi perspektivní metoda odhalování exoplanet prostřednictvím **efektu gravitačních mikročoček**, jak ukázali K. Griest a N. Safizadeh. Jde vlastně o speciální případ podvojných gravitačních mikročoček, kdy však druhou složkou soustavy není hvězda, nýbrž exoplaneta. Při současné vysoké přesnosti hvězdné fotometrie jde o metodu zdaleka nejcitlivější, neboť dokáže odhalovat exoplanety i na hranicích Galaxie a až do hmotnosti pouhého 10násobku hmotnosti Země. Podmínkou je ovšem příslušné seřazení těles na téměř zorném paprsku, tj. nejprve dojde k seřazení vzdálené hvězdy a čochující hvězdy, čímž se světlo vzdálené hvězdy zesílí, a pak se buď na vzestupné či na sestupné větvi této světelné křivky objeví malý zoubek, trvající pouze několik hodin - a to je příznak přítomnosti exoplanety. Tato předpověď se dramaticky potvrdila v červenci roku 1998, kdy bylo na Mt. Stromlo v Austrálii v rámci projektu hledání gravitačních mikročoček MACHO v galaktické výdutí odhaleno zjasnění hvězdy **MACHO98-BLG-35** a jeho průběh byl podrobně sledován také dalekohledy na Novém Zélandu, v USA a Japonsku. Tak se podařilo I. Bondovi aj. a P. Yockovi na vzestupné větvi klasické světelné křivky pro gravitační mikročochku odhalit několik hodin trvající zoubek (přídavné zjasnění) asi o 10%, které lze interpretovat jako přechod exoplanety, jež kolem mateřské hvězdy

dy (vlastní mikročočky), vzdálené od nás asi 9 kpc a s hmotností asi $0,4 M_{\odot}$, obíhá ve vzdálenosti $1 \div 4$ AU při vlastní hmotnosti v rozmezí $1 \div 10 M_{\oplus}$ (podle S. Rhieho aj. nejpravděpodobněji asi $3 M_{\oplus}$). Zmínění autoři odhadují, že obdobně lze objevit jednu exoplanetu o hmotnosti $10 M_{\oplus}$ a vzdálenosti 1 AU od mateřské hvězdy asi 5krát ročně a planetu o hmotnosti $1 M_{\oplus}$ asi jednou ročně, což jsou velmi příznivé údaje.

Zpětně byl ostatně takový zoubek na světelné křivce rozpoznán také u mikročočky **MACHO94-BLG-4**, kdy příslušná exoplaneta měla hmotnost kolem $5 M_{\oplus}$. Podle M. Albrowa aj. je mezi dosud pozorovanými 200 případy zjasnění pomocí gravitačních mikročoček asi 10 jevů, které v případě, že jsou reálné, lze vysvětlit jako příspěvek exoplanet. Tím více dle G. Gyuka aj. překvapuje, že při známých přehlídkách mikročoček směrem k Velkému Magellanovu mračnu nebyl dosud odhalen ani jeden hnědý trpaslík, když se ve celku logicky předpokládalo, že jejich výskyt by měl být ještě vyšší než výskyt málo hmotných hvězd.

D. Trilling aj. se s ohledem na těsné resp. výstředné dráhy mnoha obřích exoplanet zabývaly vývojem těchto drah a ukázali, že tzv. **migrace exoplanet** od času jejich vzniku směrem k mateřské hvězdě je naprosto běžná. Pokud by totiž exoplaneta vznikla příliš blízko mateřské hvězdy, nenabírala by dost hmoty na vznik kovového jádra a nestala by se obřím exoplanetou. Naš Jupiter může mít kovové jádro o hmotnosti nanejvýš 10% své úhrnné hmotnosti a autoři soudí, že migroval od doby svého vzniku asi o 0,2 AU směrem ke Slunci. Migrace je doprovázena ztrátou hmoty exoplanety a v případě, že probíhá příliš rychle, může se taková exoplaneta dočista rozplynout. Jak ukázal A. Tutukov, planety mohou vznikat v blízkosti hvězd všech možných typů, včetně bílých trpaslíků, neutronových hvězd i hvězdných černých děr a rovněž v soustavách těsných dvojhvězd. Asi třetina hvězd hlavních posloupností s původní hmotností do $10 M_{\odot}$ má kolem sebe exoplanety.

Dráhové hranice pro vznik exoplanet jsou zevnitř i zvenčí dobře definovány. Vnitřní okraj je dán teplotou, při níž se vypaří meziplanetární prach, zatímco vnější okraj se nachází tam, kde již není efektivní akrece meziplanetární látky akumulací. Podle J. Lia aj. mohou skalnatá jádra terestrických planet úspěšně přežít i rozepnutí mateřské hvězdy z hlavní posloupnosti do fáze červeného obra, takže tato jádra mohou nakonec obíhat i kolem bílých trpaslíků.

V polovině května 1998 uveřejnil A. Boss v britské Nature výpočet **přímého vzniku obřích planet** z gravitačních nestabilit v akrečním disku kolem vznikající prahvězdy, aniž by bylo potřeba nejprve vytvořit zárodečné kamenné jádro obřích planet. Ukázal, že takový vznik je opravdu bleskový, během pouhého století, když prahvězda je stará řádově 10^5 let. Naproti tomu terestrické planety vznikají srážkovou akumulací planetesimál v akrečním disku během nějakých 10^8 let. Také obřích planety mohou vznikat srážkovou akumulací, tj. nejprve se vytvoří kamenné jádro o hmotnosti asi o řád vyšší než je hmotnost Země, a na ně se pak nabalí plynné obaly během řádově 10^7 let.

Právě 14 dnů po publikaci Bossovy práce oznámili S. Terebeyová aj., že pomocí NICMOS HST zobrazili okolí dvojhvězdy **TMR-1A,B** (IRAS 04361+2547) v molekulovém mračnu v Býku, vzdálené od nás 140 pc. Dvojhvězda je stará asi 300 tisíc roků a její úhrnná svítivost činí $3,8 L_{\odot}$. Na snímku nalezi oblokově svítící vlákno, vycházející z dvojhvězdy, jejíž složky jsou od sebe vzdáleny 42 AU, a na jehož opačném konci je patrný slabě svítící bod C. Odtud usoudili, že jde o objekt, vyvržený před 1000 roků z okolí samotné dvojhvězdy jakousi obdobou gravitačního prahu pro kosmické sondy. Objekt C o svítivosti menší než $0,001 L_{\odot}$ a hmotnosti mnohonásobku M_{\oplus} se od mateřské dvojhvězdy vzdaluje rychlostí 10 km/s, takže se nyní nalézá již asi 1400 AU od dvojhvězdy. Povaha

objektu není známa, ale autoři objevu se domnívají, že nejspíše půjde o obřím exoplanetu či hnědého trpaslíka, jenž při svém úprku za sebou nechává kondenzační stopu, která ho nakonec prozradí.

Bossův mechanismus vzniku obřích exoplanet by tak získal překvapivě rychlou pozorovací podporu. Podle Bosse může do této kategorie patřit i **dvojhvězda L1551** v infračerveném katalogu IRS5, kterou pomocí rádiového interferometru VLA studovali na vlnové délce 7 mm L. Rodríguez aj. s lineárním rozlišením 7 AU. Dvojhvězda je vzdálena 150 pc a její složky jsou od sebe 45 AU daleko. Každá složka je obklopena protoplanetárním diskem o průměru asi 20 AU a hmotnosti $0,05 M_{\odot}$ (zárodečný disk sluneční soustavy měl podle všeho pouze $0,01 M_{\odot}$). Boss se domnívá, že i v tomto případě jsou vhodné podmínky pro katapultování obřích exoplanet do mezihvězdného prostoru, obdobně jako u TMC-1.

Naproti tomu se nepotvrdil předložný objev A. Schultze aj. údajného substelárního průvodce nejbližší hvězdy **Proximy Centauri** (=Gliese 551) ze snímku HST. Podle D. Golimowského a D. Schroedera šlo o nějaký záhadný artefakt na snímku. Podrobnou teorií vlastností hnědých trpaslíků a obřích exoplanet předložil A. Burrows.

Modely objektů v rozmezí hmotností $0,00025 \div 0,25 M_{\odot}$ dávají horní mez pro **hnědé trpaslíky** $0,074 M_{\odot}$ za předpokladu, že jejich chemické složení je shodné se slunečním. Horní mez jejich svítivosti pak vychází na $6 \cdot 10^{-5} L_{\odot}$, zatímco spodní mez pro svítivosti hvězd činí $5 \cdot 10^{-4} L_{\odot}$. Pokud však v hnědých trpaslících zcela chybí „kovy“, může jejich hmotnost dosáhnout dokonce $0,092 M_{\odot}$ a svítivost až $1,3 \cdot 10^{-3} L_{\odot}$, zatímco jejich poloměry na chemickém složení ba ani na hmotnosti příliš nezávisleji a pohybují se kolem $0,1 R_{\odot}$. Spodní mez hmotnosti hnědých trpaslíků se odhaduje na $0,075 M_{\odot}$; tj. pod touto mezí hovoříme o obřích exoplanetách. V jádrech hnědých trpaslíků i obřích exoplanet se nacházejí vodík i helium pod velkým tlakem v kapalném či dokonce kovovém stavu při hustotách až 2000násobku hustoty vody a centrální teplotě až 2,7 MK. Pokud je hmotnost hnědého trpaslíka vyšší než $0,013 M_{\odot}$, proběhne v jeho raném mládí za $1-100$ milionů let omezená termonukleární reakce, při níž se spotřebuje veškeré **deutérium**.

Pro hnědé trpaslíky s hmotností přes $0,06 M_{\odot}$ se podobně spotřebuje i lithium. Nitro hnědých trpaslíků je plně konvektivní; pouze ve vnější tenké atmosféře probíhá přenos energie zářením. Pokud je teplota atmosféry hnědého trpaslíka nižší než 2500 K, objevují se v ní zrníčka silikátů. Vodní mračna u exoplanet lze předpokládat při teplotě atmosféry do 400 K a čpavková oblaka při teplotě pod 200 K. Podle C. Tinneyho jsou hnědí trpaslíci vlastně nepovedené hvězdy s hmotností nanejvýš $0,07 M_{\odot}$, jejichž úhrnný počet však nestačí na vysvětlení podstaty skryté hmoty v Galaxii. V jejich atmosférách se pozoruje spojené záření horkého prachu a pásy metanu.

Prototypem hnědých trpaslíků je objekt **Gliese 229B**, objevený H. Nakajimou aj. v r. 1995. Povrchová teplota tohoto objektu činí podle B. Oppenheimera aj. asi 950 K a v jeho atmosféře se nacházejí metan, voda, CsI a oxid uhelnatý, zatímco oxidy titanu a vanadu jakož i hydridy železa a vápníku zcela chybějí. A. Schultze aj. využili STIS HST k přímému zobrazení tohoto nejbližšího a nejchladnějšího známého hnědého trpaslíka, jenž se nalézá 7,5" od mateřské hvězdy Gl 229A. Odvodili odtud jeho hmotnost v rozmezí $0,04 \div 0,055 M_{\odot}$. D. Golimowski aj. prokázali společný pohyb páru Gliese 229 A+B, vzdáleného od nás 5,8 pc, a současně vyloučili možnost, že se v jeho okolí nachází ještě nějaký další průvodce do mezí $I = 24,5$ mag. Hnědý trpaslík má poloměr zhruba stejný jako Jupiter a svítivost pouze $6,4 \cdot 10^{-6} M_{\odot}$. Stáří této soustavy odhadli v rozmezí $1 \div 5$ miliard let. T. Nakajima aj. využili snímku z HST k odvození elementů dráhy hnědé-

ho trpaslíka B vůči složce A. Při vzdálenosti průvodce 32 AU a výstřednosti dráhy větší než $e = 0,25$ činí jeho oběžná doba kolem složky A plyných 236 let. Hnědý trpaslík má hmotnost asi $47 M_{\oplus}$.

Dosud nejobohatším lovištěm hnědých trpaslíků se stala známá mladá (120 milionů let) otevřená hvězdokupa **Plejády** v Býku, vzdálená od nás 116 pc. L. Festin zde ohlásil objev dalších čtyř hnědých trpaslíků, mezi nimiž je i objekt NPL40 o hmotnosti pouhých $0,04 M_{\odot}$. Také E. Martín aj. nalezi další tři hnědé trpaslíky pomocí infračervené fotometrie v pásmu I a ze spektrálního rozboru zjistili, že v jejich atmosférách chybějí pásy molekuly TiO, ale zato se tam vyskytují pásy molekul CaH, CrH a VO.

Rozhodli se proto zavést **novou spektrální třídu L**, charakterizovanou teplotou nižší než 2200 K a hmotností objektů $0,04 M_{\odot}$. Pomocí infračervené družice ISO objevili F. Comerón aj. nejméně 3 jisté a 5 pravděpodobných hnědých trpaslíků v molekulovém mračnu kolem hvězdy ρ Oph, jež je od nás vzdáleno necelých 140 pc. Hmotnosti těchto hnědých trpaslíků jsou vesměs vyšší než $0,02 M_{\odot}$ a jejich povrchové teploty dosahují minimálně 2500 K. Tyto objekty nejsou starší než 3 miliony let.

A. Maggazzú aj. našli prvního kandidáta na hnědého trpaslíka v otevřené hvězdokupě **Praesepe** v souhvězdí Raka, vzdálené od nás 180 pc. Objekt RP1 má $I = 21,0$ mag a barevný index $I-K = 4,6$ a jeho hmotnost leží v rozmezí $0,06 \div 0,08 M_{\odot}$.

2.3. Prahvězdy

I. Contopoulos a D. Kazanas upozornili, že v závěrečné fázi **smršťování prahvězdy** na hvězdu hlavní posloupnosti se uplatní Poyntingův-Robertsonův brzdný efekt v akrečním proudění kolem centrálního hroučícího se jádra. Vznikají tak silné azimutální elektrické proudy, jejichž indukci vzniká i mocné magnetické pole. E. Churchwell zjistil, že bipolární proudy molekulového plynu, vytékající z velmi hmotných prahvězd, obsahují více hmoty než samotná prahvězda, řádově až $100 M_{\oplus}$! Je téměř nepochopitelné, jak lze tak velké hmoty urychlovat na supersonické výtokové rychlosti, aniž by se látka příliš ohřívala a molekuly rozpadly. Zdá se, že proudy vznikají následkem přítoku kosmické látky, padající na prahvězdu, což nakonec vyvolává pozorované bipolární výtoky v kuželu o vrcholovém úhlu řádu desítek úhlových stupňů, přičemž ročně tak prahvězda ztrácí molekulární plyn o hmotnosti řádově $10^{-3} M_{\odot}$.

L. Greenhill aj. studovali **molekulární výtoky** z velmi hmotných prahvězd v obřím molekulovém mračnu v Orionu OMC-1. Nalezli tak velké množství právě vznikajících prahvězd nebo extrémně mladých hvězd. Z měření v silikátových pásmech vyplývá, že prahvězdy jsou zdrojem bipolárních kuželovitých výtoků, měřitelných až do 60 AU od prahvězdy. Rychlost výtoku zde dosahuje až 100 km/s. Naproti tomu v rovníkové rovině prahvězdy probíhá výtok rychlostí jen 18 km/s, ale zato jej lze pozorovat až do vzdálenosti 1000 AU.

K. Malfait aj. popsali infračervené spektrum **velmi mladé hvězdy HD 100546**, pořízené družicí ISO v r. 1996. V disku, obklopujícím hvězdu, objevili emisní čáry C a O, vydávané zrníčky silikátů, ne nepodobné spektru komety komety Hale-Bopp. Jde o velmi ranou Herbigovu hvězdu třídy Ae/Be nepatrně starší než 10 milionů let, vzdálenou od nás 103 pc. Autoři soudí, že hvězda je zcela jistě obklopena družinou obřích exoplanet a obdobou Oortova oblaku komet z naší sluneční soustavy. E. van Dishoeck a G. Blake se zabývali chemickým vývojem oblastí, v nichž vznikají hvězdy. Ukázali, že podnětem ke vzniku hvězd je **gravitační hroučení molekulového mračna**, přičemž se kolem zárodku hvězdy vytváří akreční disk ve vzdálenosti

100 ÷ 10000 AU od centra prahvězdy, tvořený převážně ledovými planetesimálními. Jakmile se prahvězda změní díky termonukleární reakci na hvězdu, ohřeje se její okolí jednak rázovými vlnami a jednak samotným zářením. To vede k vypařování ledů a organických molekul. V disku se pak pozorují emise SiO, OH a H₂O.

Podobně V. Mannings studoval infračervené spektrum hvězdy **HR 4794A**, staré asi 10 milionů let a nalezl kolem ní prachový disk, zcela obdobný diskům kolem Fomalhauta nebo Vegy. Disk se rozprostírá ve vzdálenosti od 35 AU do 130 AU, přičemž jeho teplota klesá od 250 do 100 K. Blíže ke hvězdě se patrně nacházejí exoplanety, obdobně jako u Fomalhauta, kde stopy disku mizí ve vzdálenosti menší než 30 AU od hvězdy.

E. Vitričenko zkoumal proměnné hvězdy **BM Ori** a **V1016 Orionis**, patřící do známého Trapezu a ukázal, že jejich sekundární složky jsou obklopeny prachovými zrníčky grafitu nebo oxidu křemičitého. Jelikož bod tání křemene činí 2100 K, je pravděpodobnější, že jde o silikátová zrníčka v prachových obalech s teplotami 1320 a 1600 K. A. Whitworth aj. ukázali, že hvězdy v Trapezu vznikají v hustých hvězdokopách se vzájemnou vzdáleností hvězdných zárodků menší než 10⁴ AU a ponejvíce jako dvojhvězdy s typickou vzdáleností složek 10 ÷ 100 AU. Složky dvojhvězd kolem sebe obíhají většinou po velmi výstředných drahách a v nejrannějších fázích jejich vývoje proto dochází k jejich silnému vzájemnému ovlivňování. Akreční disky si uchovávají vysokou hmotnost po dobu asi 30 tisíc let od vzniku soustav.

Tak lze mj. objasnit složitou strukturu již dříve zmíněné dvojhvězdy **TMR-1** v Býku. Tento systém zkoumali D. Brown a C. Chandler pomocí pásů CO na vlnové délce 2,7 mm. Obě složky dvojhvězdy jsou obklopeny cirkumstelárními obálkami s poloměry asi 1000 AU, které obsahují hmotu 0,3 resp. 0,5 M_☉. Horní mez akrece hmoty složek z příslušných obálek činí 4.10⁻⁷ M_☉.

2.4. Hvězdná astrofyzika

R. Neuhauser a W. Brandner určovali parametry 21 mladých hvězd, původně objevených družicí ROSAT, pomocí astrometrické družice HIPPARCOS. Prokázali tak, že jde o hvězdy staré jen 1÷15 milionů let, nacházející se ještě před hlavní posloupností. V jejich atmosférách objevili silně zastoupené **lithium**, což je zřetelný doklad časného mládí hvězd, jelikož lithium se rychle ničí v hlubších konvektivních vrstvách hvězd.

A. Gómez aj. odvodili z měření družice HIPPARCOS **průběh H-R diagramu** pro 1000 pekulárních hvězd tříd Bp a Ap. Ukázali, že jde o hvězdy mladší než 1 miliardu let, spadající vesměs do diskové populace Galaxie. Pokud jsou některé hvězdy zachyceny daleko od galaktické roviny, pak se vesměs vyznačují vysokými prostorovými rychlostmi. J. Kirpatrick aj. zavedli už zmiňovanou novou spektrální třídu L na základě dvoumikronové přehlídky hvězdných spekter. Objekty této přechodné třídy (hnědí trpaslíci) vykazují ve spektru pásy molekul FeH a CrH.

Letos uplynulo 60 let od epochální práce H. Betheho, jenž ukázal, že zdrojem energie hvězd hlavní posloupnosti je **cyklus CNO** v jejich nitru. Až po skončení druhé světové války, když už byla k dispozici vodíková puma, prokázali E. Fermi a I. Turkevich, že v raném vesmíru nelze vytvořit uhlík, jelikož neexistují stabilní atomová jádra s 8 nukleony v jádře. Nicméně lehčí jádra, tj. helium až bór, lze v raném vesmíru vytvořit, jak ukázali r. 1964 J. Doroševič a I. Novikov a R. Dicke aj. o rok později. Dnes víme, že jádra těžší než uhlík byla ve vesmíru zastoupena již pro hvězdné soustavy s kosmologickým červeným posuvem $z = 4,5$; tedy sotva miliardu let po velkém třesku.

Tím kuriózněji vynívá práce, kterou loni publiko-

vani známí **kritici teorie velkého třesku** G. Burbidge a F. Hoyle, vycházející ze známého faktu, že celková energie obsažená v jádrech ⁴He je srovnatelná s energií reliktního záření ve vesmíru. Autoři proto vysvětlují vznik reliktního záření jako průvodní jev přeměny vodíku v helium až ve hvězdách – nikoliv v raném vesmíru – a dokonce prohlašují, že právě z toho důvodu musí mít reliktní záření pozorovanou teplotu 2,76 K! Současně prý ve hvězdách vznikají z vodíku i další lehká jádra: ²D, ³He, ⁶Li, ⁷Li, ⁹Be, ¹⁰B a ¹¹B. Deuterium údajně vzniká v trpasličích hvězdách třídy M a stáří vesmíru pak musí být přirozeně nikoliv miliardy, nýbrž biliony let! Obávám se, že kdyby autoři práce nebyli koryfeové soudobé astrofyziky, stěží by ji recenzenti doporučili k otištění v nejprestižnějším astrofyzikálním časopise The Astrophysical Journal (Letters).

2.5. Osamělé hvězdy

D. Figer aj. pořídili optická a infračervená spektra extrémně svítivé tzv. **Pistolové hvězdy** (objekt 1743-2848) pomocí Hubblova a Keckova teleskopu. Za předpokladu, že hvězda se nachází v centru Galaxie, odvodili její povrchovou teplotu 14 ÷ 21 kK a bolometrickou svítivost 4 ÷ 16 M_☉, což hvězdu řadí k nejzářivějším vůbec. Přesto však autoři soudí, že v blízkosti Pistolové hvězdy musí být skryta ještě jedna o něco teplejší a svítivější hvězda, neboť jedině tak lze vysvětlit excitaci rozsáhlé cirkumstelární mlhoviny ve tvaru pistole. Extinkce v této oblasti dosahuje totiž plných 3,2 mag. Samotná Pistolová hvězda měla při svém vzniku před cca 2 miliony let hmotnost nejméně 200 M_☉ a patří zcela určitě k vzácné třídě svítivých modrých proměnných (LBV).

M. Smith aj. objevili pomocí HST a rentgenové družice RXTE extrémně horké erupce na povrchu jasné hvězdy **γ Cas**, jejichž teplota dosahuje nevídané hodnoty 100 MK.

S. Rinehart aj. zobrazili pomocí nové infračervené kamery pro pásmo 11,7 a 17,9 μm oblast o poloměru 5" kolem červeného veleobra **Betelgeuze**, nacházejícího se 130 pc od nás. Odhalili tak prachový obal o teplotě pouhých 460 K, sahající nejméně do vzdálenosti 650 AU od hvězdy.

Neuvěřitelný husarský kousek se zdařil J. Monnierovi aj., když použili adaptivní optiky u 3,5 m teleskopu ESO a metody neredundantního aperturního maskování u Keckova teleskopu I k zobrazení nejbližšího okolí červeného veleobra **VY CMa** (sp. M5elbp) o bolometrické svítivosti 400 kL_☉, vzdáleného od nás 1,5 kpc. Maskování spočívá paradoxně v zakrytí 10 m zrcadla neprůhlednou maskou, do níž je zejména po obvodu vyvrtáno celkem 21 otvorů o průměru 0,35 m. Skládáním velmi krátkých (60 ÷ 150 ms) expozic tímto „interferometrem“ se pak zdařilo docílit v infračerveném pásmu 1,65 μm rozlišení 0,03" a ještě v pásmu 2,26 μm 0,04" – obě hodnoty jsou např. zcela nedosažitelné HST i v krátkovlnnějších optickém oboru spektra. Výsledkem měření je pak rozlišení vnitřní prachové obálky veleobra, která sahá do vzdálenosti pouhé 0,1", tj. 15tinasobku poloměru hvězdy. Podle M. Witkowského aj. má obálka oválný tvar s geometrickými rozměry 100×125 AU v optickém pásmu a 207×308 AU v pásmu infračerveném. Kolem prachové obálky je pozorovatelná mnohem rozsáhlejší (8"×12") optická mlhovina, v níž pozorujeme maserové čáry vody, hydroxylu a SiO.

2.6. Dvojhvězdy

N. Šatskij a A. Tokovinin porovnávali **paralaxy vizuálních dvojhvězd**, odvozené jednak klasickou metodou dynamických paralax a jednak z nejnovějších trigonometrických měření v katalogu HIPPARCOS. Srovnáním výsledků pro 141 vizuálních dvojhvězd s trigonometrickou paralaxou menší než 0,0025" zjisti-

li, že oba typy paralax dobře souhlasí pro vzdálené systémy s trigonometrickou paralaxou menší než 0,0150". Poněkud paradoxně se souhlas zřetelně zhoršuje pro paralaxy větší, neboť tehdy vstupují do hry nezanedbatelné oběžné pohyby složek dvojhvězdy. Pro paralaxy menší než 0,0170" dosahují dynamické paralaxy přesnosti 0,001", takže jsou dobře srovnatelné s paralaxami trigonometrickými. Rovněž S. Söderhjelm upozornil na nutnost zlepšit dráhové elementy pro vizuální dvojhvězdy, abychom tak mohli využít značného potenciálu při určování jejich vzdáleností díky přesným měřením družice HIPPARCOS. Toto volání vyslyšeli astronomové, kteří k měření drah vizuálních dvojhvězd začali používat pointer HST, vynikající jedinečnou rozlišovací schopností.

O. Franz aj. tak hned na první pokus obdrželi vůbec nejlepší dráhu pro vizuální dvojhvězdu, když studovali systém **Wolf 1062** (= Gliese 748), jehož hlavní složkou je červený trpaslík 11 mag a jehož oběžná perioda činí 2,45 dne. Úhlový poloměr vizuální dráhy dosahuje pouze 0,147", a přesto se podařilo spočítat vynikající dráhové elementy, z nichž vyplývají hmotnosti složek 0,37 a 0,17 M_☉. Podobně J. Hershey a I. Taff dostali hmotnosti trpasličích složek **dvojhvězdy L722-22**, a to 0,18 a 0,11 M_☉.

Konečně E. Martín aj. odhalili pomocí NICMOS HST vizuální dvojhvězdu **CFHT-P1-18** s úhlovou separací složek 0,33", což při vzdálenosti 125 pc dává minimální velikost dráhové poloosy 42 AU. Odtud pak odvodili nízké hmotnosti složek 0,045 a 0,035 M_☉ – patrně jde o první podvojnou soustavu hnědých trpaslíků! Nicméně i tyto skvělé výkony překonává palomarský interferometr, pracující v blízké infračervené oblasti spektra.

C. Koresko aj. totiž dokázali částečně rozlišit těsnou dvojhvězdu **TZ Tri**, náležející k typu RS CVn, přestože obě složky dvojhvězdy jsou od sebe úhlově vzdáleny pouze 0,002". Tak se podařilo ověřit vlastnosti spektroskopické dvojhvězdy, pokud jde o rozměry vyvinuté primární složky, zatímco sekundární složka je o něco menší, než vyplývalo ze spektroskopie.

Možná nepozoruhodnější dvojhvězdou posledních let se dle A. Damineliho aj. stala η **Carinae**, která z emisní spektroskopie čar infračervené Paschenovy série vykazuje zřetelné oběžný pohyb složek v periodě 5,52 roku při velké poloose dráhy 8,8 AU. Pár velmi hmotných hvězd (66 a 68 M_☉) obíhá kolem společného těžiště po velmi výstředných drahách (e = 0,63) a naposledy prošel periastrum koncem r. 1997, kdy vzájemná vzdálenost složek klesla na 3,25 AU. V té době se dvojhvězda začala zřetelně zjasňovat v rentgenovém oboru spektra a dosáhla maxima počátkem května 1998. Také optické spektrum soustavy se v prosinci 1997 nápadně změnilo a zůstalo anomální až do března 1998.

Dvojhvězda je obklopena rozsáhlou mlhovinou, nazvanou L. Gaviolou r. 1950 podle charakteristického vzhledu **Homunculus**. Mlhovina vznikla při mocném výbuchu r. 1843 – tehdy byla η Car jedním z nejjasnějších objektů na obloze vůbec. Kinetická energie tehdejšího výbuchu se dle N. Smitha aj. odhaduje na 10⁴² J. Při vzdálenosti objektu necelé 3 kpc od nás dosahuje systém v současné době svítivosti 5.10⁶ L_☉, takže patří do třídy svítivých modrých proměnných LBV. Spektroskopie HST prokázala, že složky mají spektrální třídy B2 Ia a B8 Ia, takže efektivní teploty povrchů dosahují 22,5 resp. 12,5 kK. Rentgenová měření naznačují, že srážející se intenzivní hvězdný vítr obou složek je ohřát až na nevídanou teplotu 60 MK. Z infračervených měření pak vyplývá, že bipolární laloky kolem systému obsahují asi 2 M_☉, zatímco rovníková obruba jen 0,5 M_☉. Dvojhvězda je stará 2,6 milionu let a složky měly původně hmotnosti 114 a 88 M_☉, takže již mnoho hmoty poztráceli. Během posledních 7 tisíc let klesla teplota primární složky o více než 10 kK, zatímco zdrojem energie hvězdy se stalo hoření helia v jádře. (Pokračování v příštím čísle)

Úplná a prstencová zatmění Slunce u nás od doby Samovy říše

Jak se blíží 11. srpen 1999, jsou na našich hvězdárnách stále častější otázky, kdy na určitém místě bylo naposledy pozorovatelné úplné zatmění Slunce. Připojený soubor map umožňuje takovou otázku zodpovědět téměř pro každé místo v České i Slovenské republice. Zobrazuje všechna úplná a prstencová zatmění viditelná v této podobě na nějaké části území poválečného Československa po roce 622 n.l. Prodloužili jsme jej do budoucnosti až do 7. X. 2135, k prvnímu příštímu úplnému zatmění viditelnému z našich krajů, a doplnili data našich nejbližších částečných zatmění. Volně místo na stránce s mapami jsme vyplnili mírně zahraničním úplným zatměním z 9. VIII. 1887.

Soubor minulých zatmění čítá 14 úplných a 14 prstencových zatmění. Je málo pravděpodobné, že ve sledované době nastalo nějaké další, které bychom opomněli. Některá současníkům unikla kvůli špatnému počasí (např. 12. V. 1706), jiná jsou v dobových zprávách hojně zmiňována. Úplné zatmění Slunce ze 7. VI. 1415, zvané Husovo, dokonce zřejmě do jisté míry ovlivnilo české dějiny. Exkurze do historie však musíme odložit na pozdější dobu, protože na ně vedle map v tomto čísle již není místo. Z téhož důvodu jsme také vyřadili mapy pro několik zatmění, která nastala v naší těsné blízkosti, např. pro prstencová zatmění 26. X. 1147 a 9. X. 1847.

Popisky na mapkách vyžadují jen málo vysvětlivek. Písmeno vedle data značí typ: T = úplné (total), A = prstencové (annular), AT = zatmění měnicí typ během pohybu stínu po Zemi. Typ zatmění je také vyjádřen odstínem šedi ve zobrazení centrálního pásu, přičemž u zatmění AT tento odstín odpovídá lokální situaci v daném bodě pásu. (Zatmění 24. I. 1544 u nás tedy bylo úplné, kdežto zatmění 7. VII. 1339 pouze prstencové.) Čas v minutách a sekundách udává maximální trvání úplné nebo prstencové fáze v nejpříznivějším bodě na zeměkouli. (Tento bod často leží i mimo Evropu.) Pro Prahu, Brno a Košice je dále uveden okamžik maximální fáze, příslušná výška Slunce nad obzorem, velikost zatmění a pokud v daném místě nastala úplná nebo prstencová fáze, tedy i její trvání v sekundách.

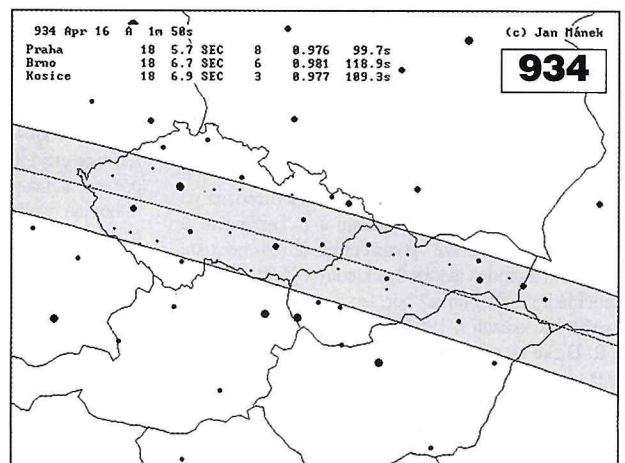
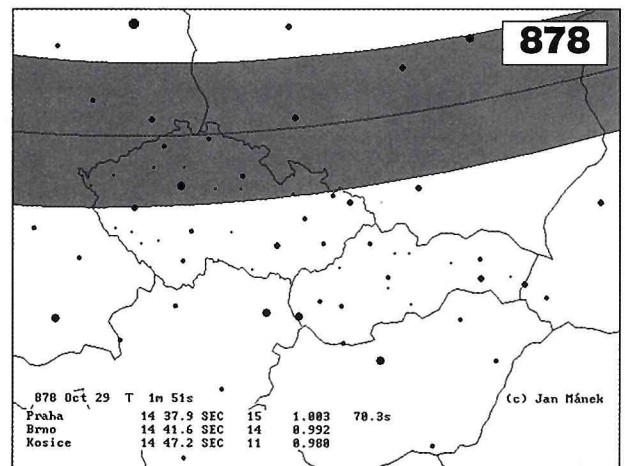
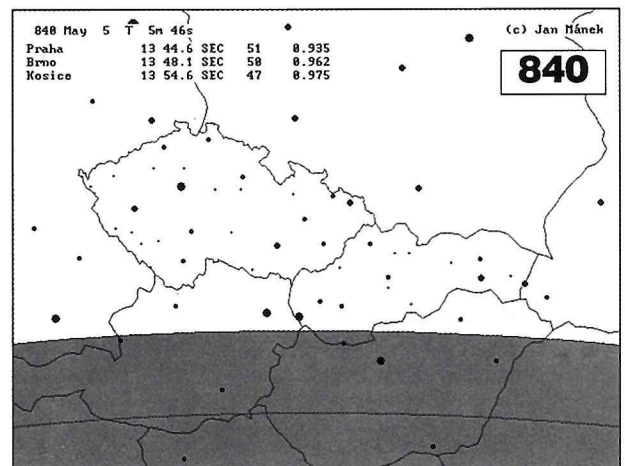
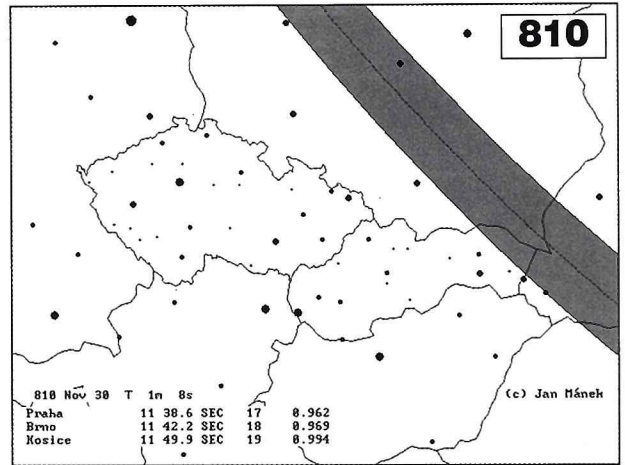
Pro snazší orientaci v mapkách uvádíme seznam měst, která jsou na nich kreslena, seřazený podle rostoucí zeměpisné délky:

Norimberk, Mnichov, Magdeburk, Řezno, Aš, Cheb, Lipsko, Karlovy Vary, Domažlice, Salzbuk, Klatovy, Berlín, Plzeň, Sušice, Drážďany, Louny, Strakonice, Ústí n.Labem, Linec, Praha, Lublaň, České Budějovice, Mělník, Tábor, Liberec, Kolín, Štýrský Hradec, Jihlava, Pardubice, Hradec Králové, Znojmo, Zagreb, Vídeň, Brno, Poznaň, Šumperk, Vratislav, Bratislava, Olomouc, Tmava, Zlín, Opava, Trenčín, Nitra, Komárno, Ostrava, Žilina, Budapešť, Zvolen, Banská Bystrica, Ružomberok, Lodž, Liptovský Mikuláš, Lučenec, Kra-

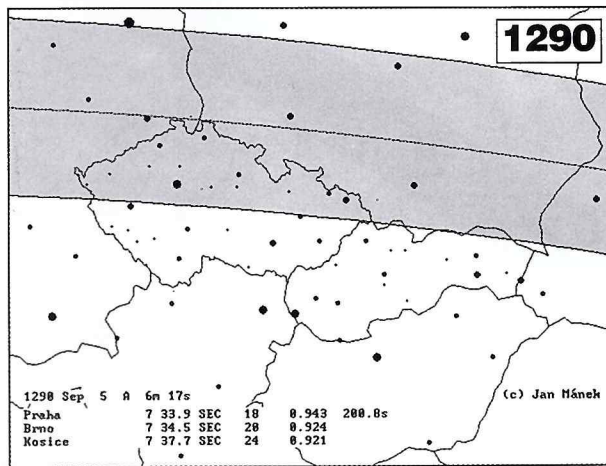
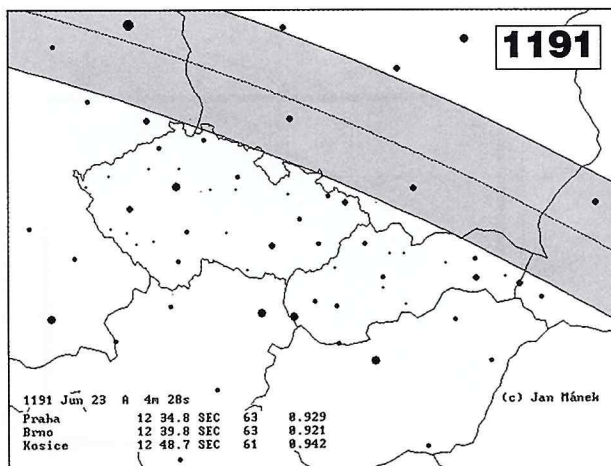
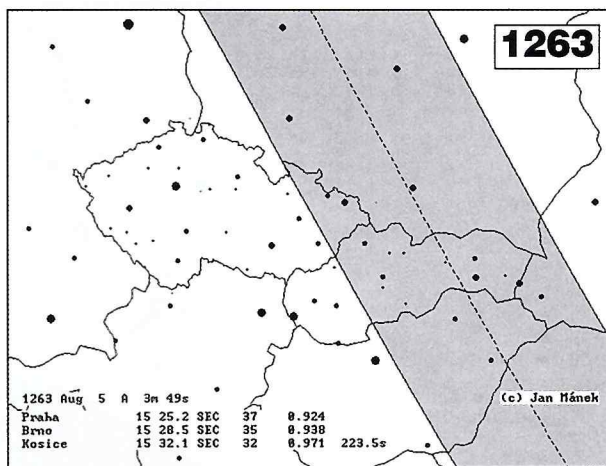
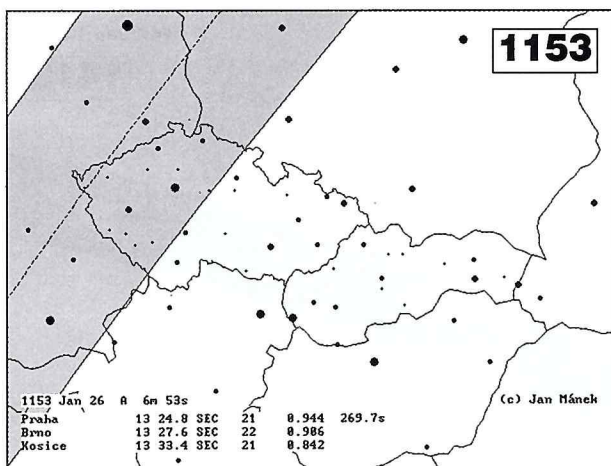
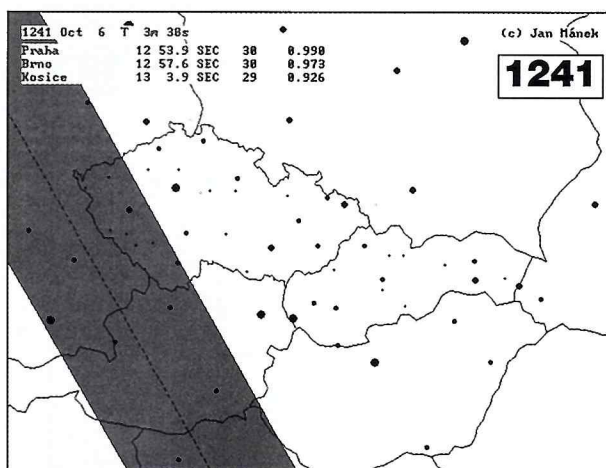
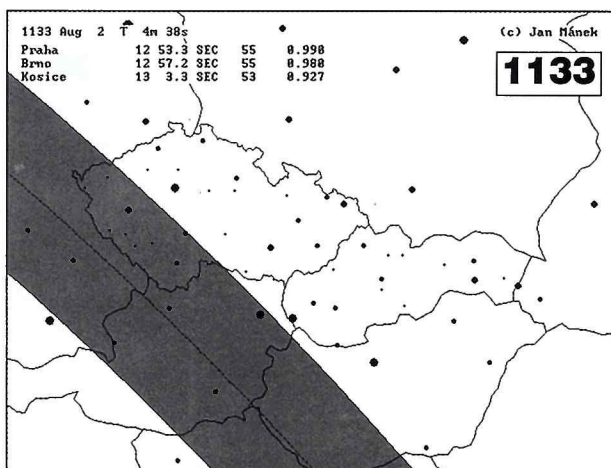
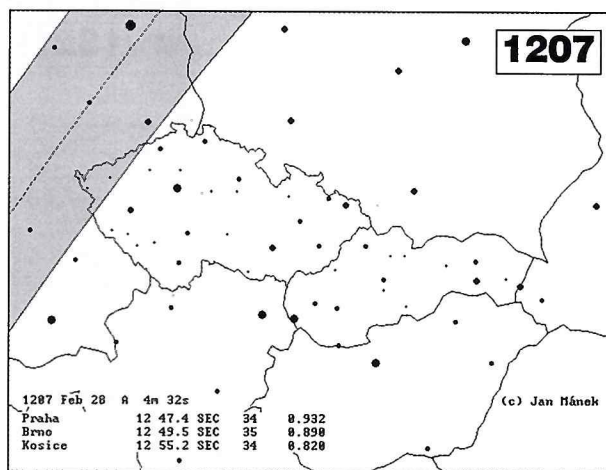
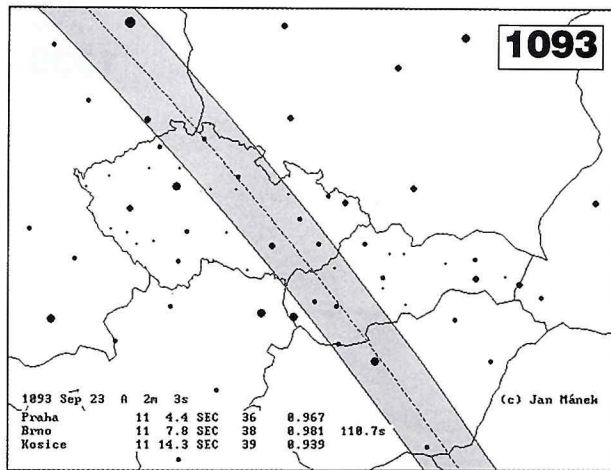
kov, Segedín, Spišská Nová Ves, Miškovec, Varšava, Prešov, Košice, Debrecín, Michalovce, Užhorod, Mukačevo, Lvov.

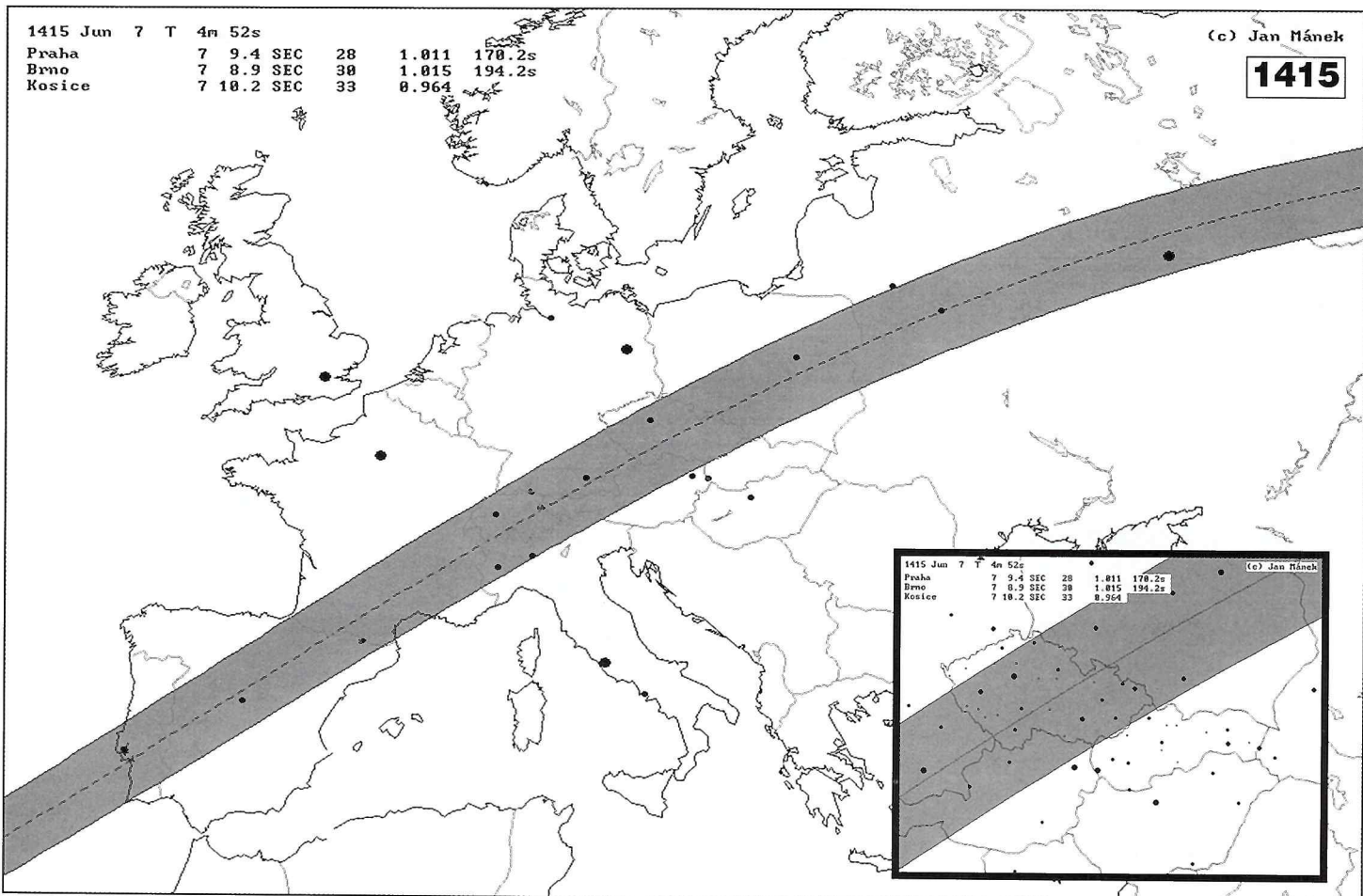
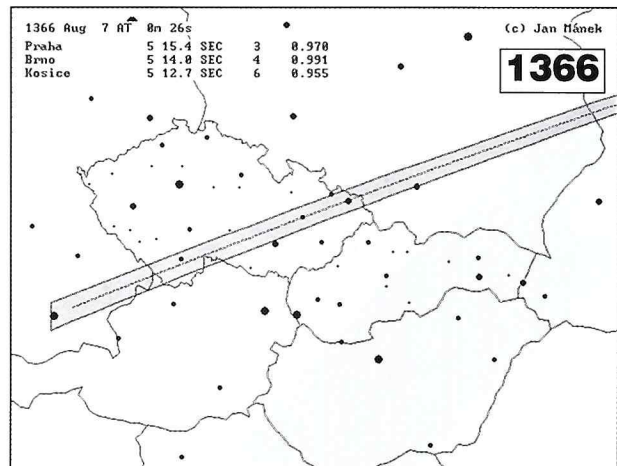
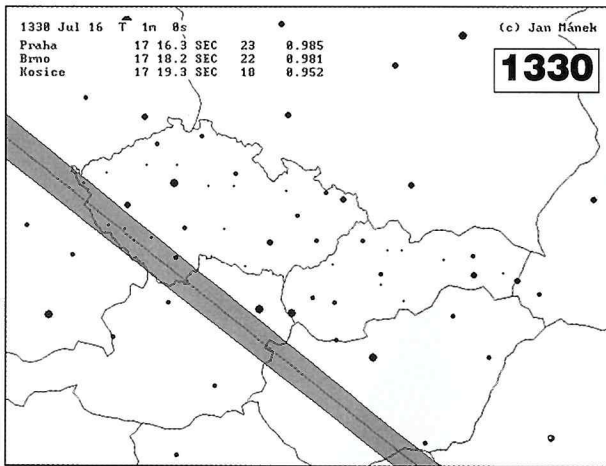
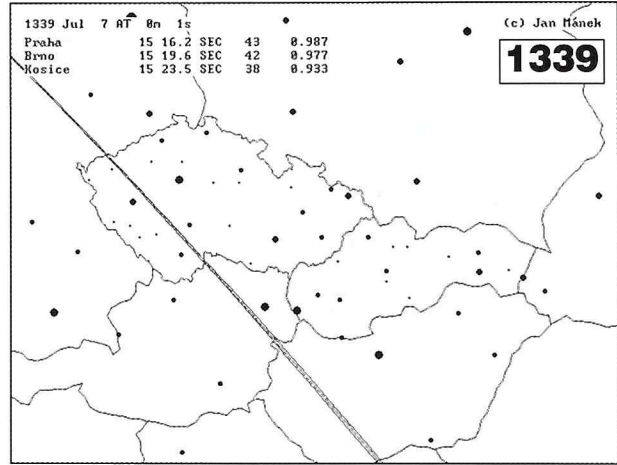
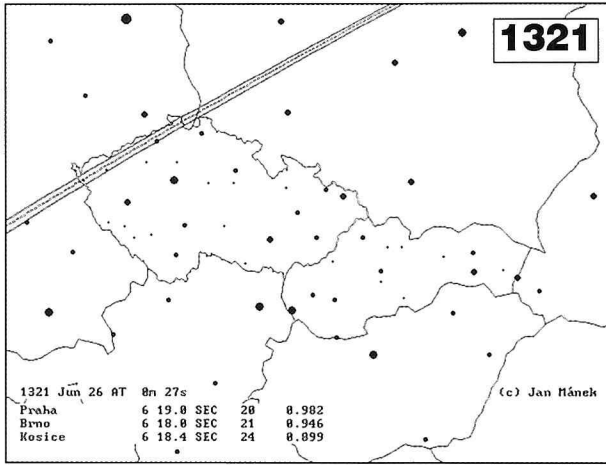
Klíčovou otázkou samozřejmě je přesnost předkládaných map. Při výpočtu byly pro pohyb Měsíce použity Besselovy elementy založené na Brownově – Eckertově teorii pohybu Měsíce, pro pohyb Slunce Newcombova teorie. Tvůrci velkých eferid používají jiné postupy, odlišnosti mohou být i v upotřebených údajích o zemském elipsoidu, o nadmořských výškách nebo o tvaru a velikosti Měsíce. Porovnání výsledků pro letošní zatmění ukazuje, že takto mohou vzniknout v předpovědích jen zcela nepodstatné rozdíly řádu stovek metrů. Mnohem významnější je vliv nerovnoměrnosti zemské rotace. Protože se otáčení Země vlivem měsíčních slapů sekulárně zpomaluje, jsou tímto efektem nejvíce ovlivněny naše výroky o nejstarších zatměních. V 8. století činil rozdíl téměř 1 hodinu a kdybychom jej při výpočtech zanedbali, vyšla by nám pro všechna zatmění poloha asi o 1000 km západnější než kde ve skutečnosti nastala. Proto byly při výpočtech uplatněny nejčerstvější poznatky o vývoji veličiny ΔT (tak je zvykem označovat rozdíl mezi rovnoměrně plynoucím terestrickým časem TT a rotačním světovým časem UT1). Nutno ovšem mít na paměti, že původ údajů o ΔT je empirický a že jedním z nejpřesnějších pramenů k jejich odvození jsou ve starších obdobích právě dochované zprávy o úplných zatměních Slunce. Autoři odhadují, že polohy pásů na mapách zatmění z počátku středověku mohou být chybné až o 20 km, kdežto u zatmění z posledních století nepředpokládáme chyby větší než několik kilometrů.

Za povšimnutí stojí, že se zatměními v české historii zabýval už před první světovou válkou Karel Steinich. V té době již bylo zpomalování zemské rotace nepřímo známo, a to v podobě empirických korekcí, které Steinich pro některé výpočty používal. Jeho korekce však odpovídaly poněkud menšímu zpomalování, než jsou hodnoty přijímané dnes. Dokládají to systematické rozdíly mezi jeho údaji a předkládanými mapami – pásy mnoha starších zatmění kreslí o 50 až 100 kilometrů západněji nežli my.



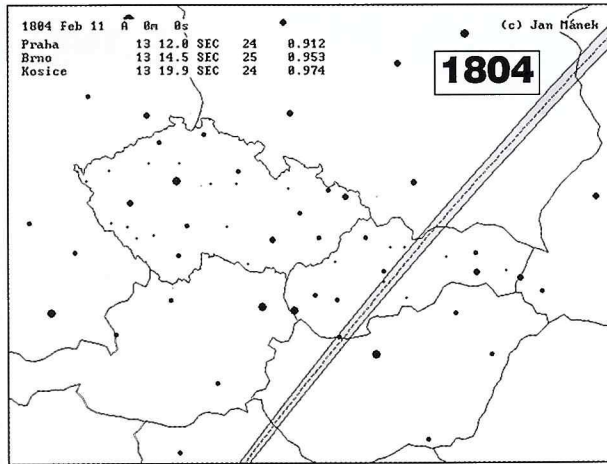
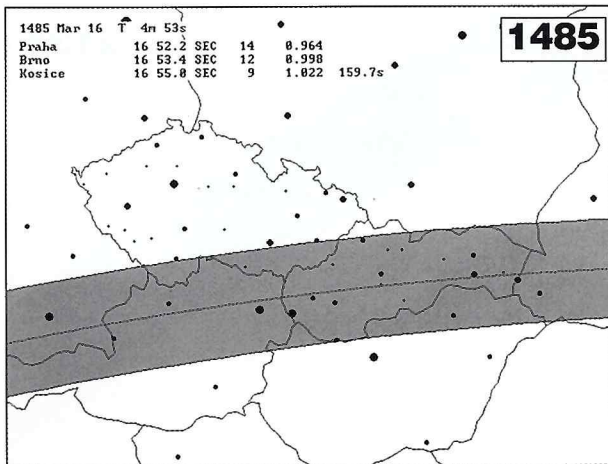
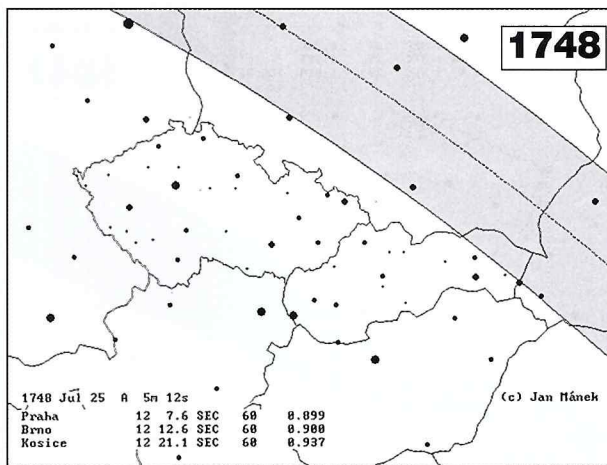
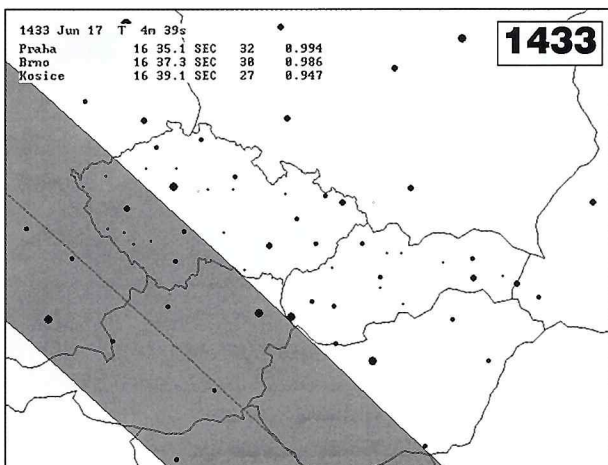
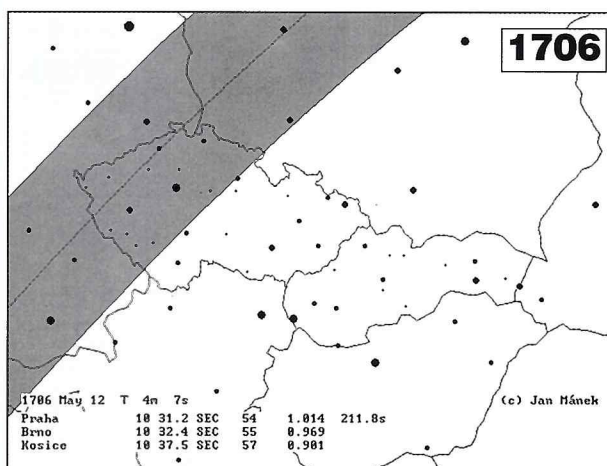
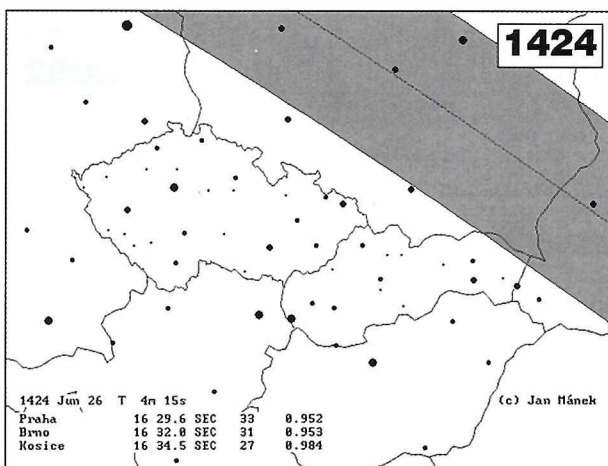
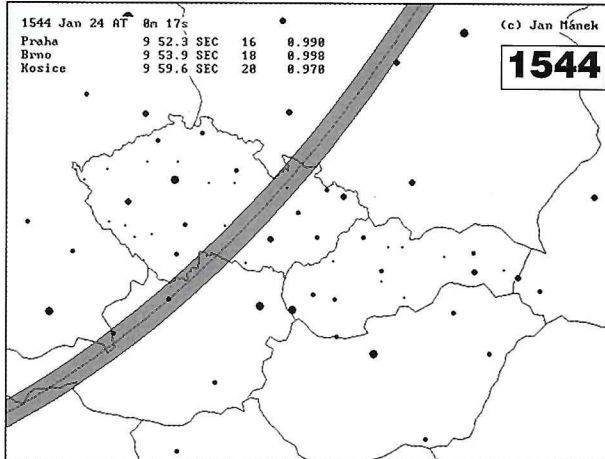
Mapy všech centrálních (tj. úplných a prstencových) zatmění Slunce z rozmezí let 622–2135, jejichž centrální fáze byla (bude) pozorovatelná z některého bodu uvnitř státních hranic Česka nebo Slovenska.





Částečná zatmění Slunce viditelná v Bratislavě do roku 2010

datum	typ	začátek SEČ h m	střed SEČ h m	konec SEČ h m	maximál. velikost %
2003 31. V.	prsten.	—	4 20	5 18	82.4
2005 3. X.	prsten.	9 03	10 18	11 37	54.4
2006 29. III.	úplné	10 44	11 49	12 55	55.7
2008 1. VIII.	úplné	9 59	10 46	11 34	20.0
2010 15. I.	prsten.	—	—	7 50	(9.9)



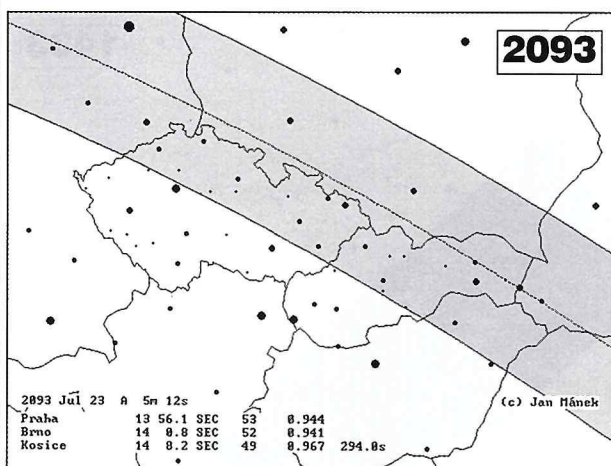
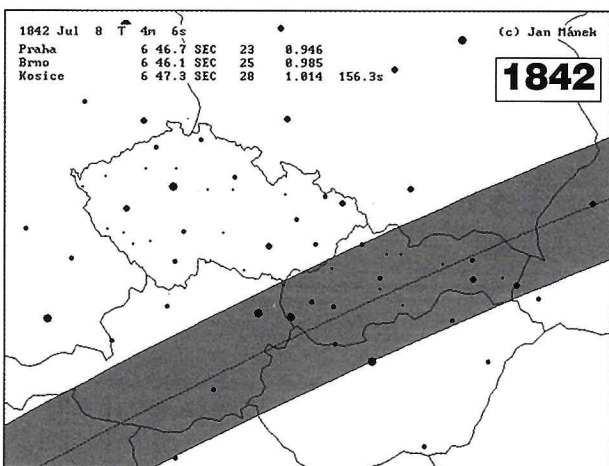
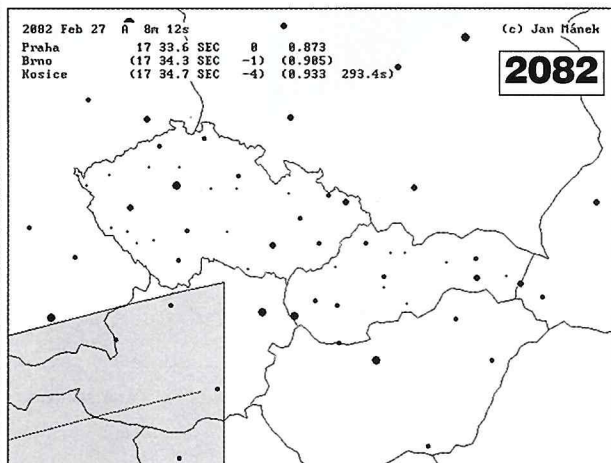
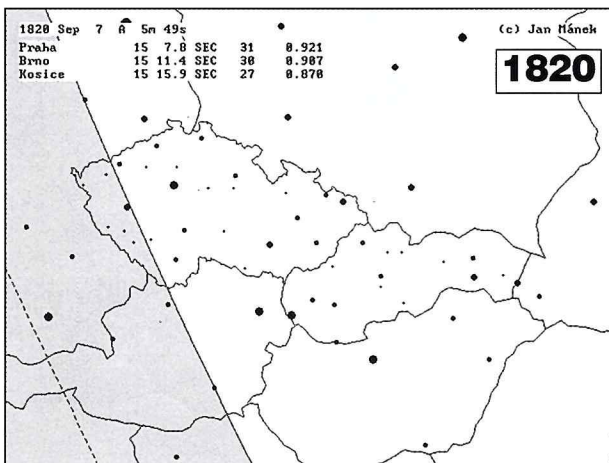
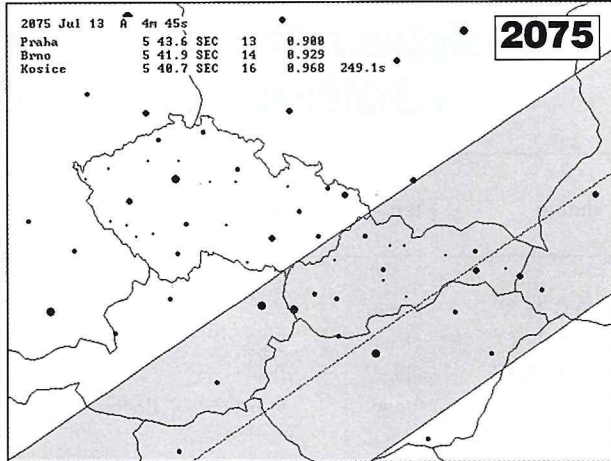
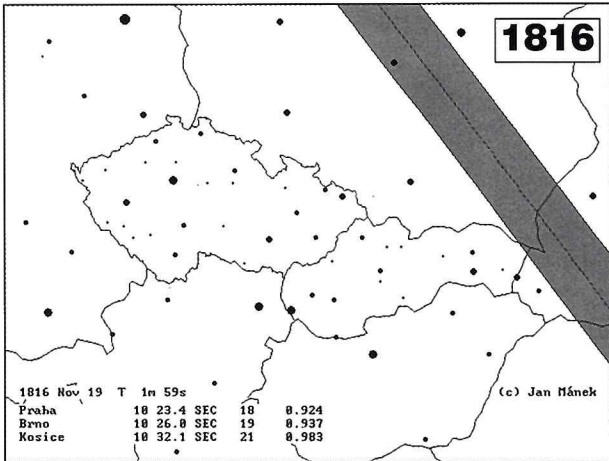
Tabulka také obsahuje obě zatmění, která budou v prvním desetiletí nadcházejícího tisíciletí viditelná v Evropě jako úplná. Z geografického hlediska půjde ovšem v Evropě o události okrajové. Zatmění 2006 bude úplné v Předkavkazsku poblíž Zelenčukské observatoře a v ústí Volhy, stín zatmění 2008 přetne Novou Zemi a potom se cestou do údolí Obu dotkne nejzazšího evropského severovýchodu.

Literatura:

Steinich Karel, asi 1910: Historická zatmění Slunce, zaznamenaná v českých letopisech od r. 813 do 1574. Praha, Beseda učitecká

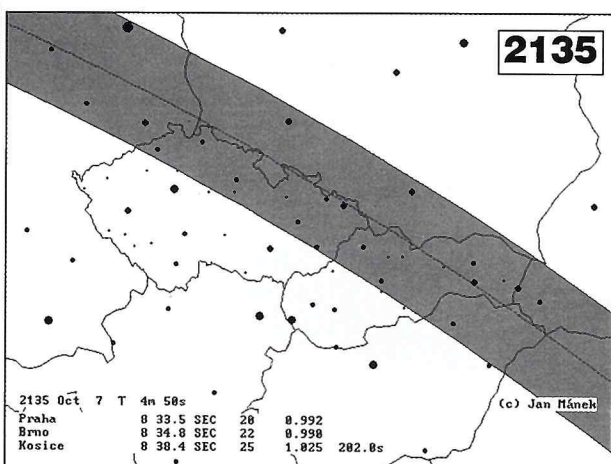
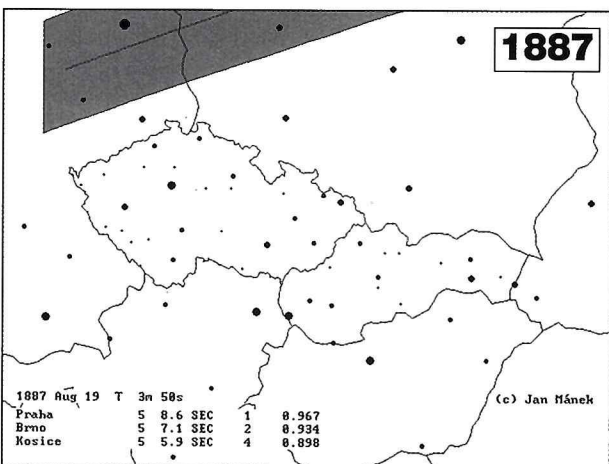
Steinich Karel, 1913: Úplná a kruhová zatmění Slunce v zemích českých od roku 878 do 1842. Věstník české akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění XXII, 9, 433–458

Přejeme všem čtenářům, aby dopoledne 11. srpna 1999 strávili co nejlépe centrální linií, a aby v místě jejich pobytu panovalo jasné počasí.



Jindřich Šilhán,
Hvězdárna
a planetárium
Mikuláše
Koperníka

Jediným autorem výpočtů i mapek je Jan Mánek z pražské Štefánikovy hvězdárny. Při jejich přípravě shromáždil mnohem více informací, než se do nich dalo uložit. Další informace může svým programem získat. Pokud mu jeho omezené časové možnosti astronoma amatéra dovolí, rád zodpoví případné další dotazy na adrese <jmanek@mbox.vol.cz>.



Konštrukcia ďalekohľadu Ritchey-Chrétien pre náročného amatéra-astronóma

V nadväznosti na uverejnený prehľad teleskopov pre astro-amatérov prinášame popis konštrukcie výkonného astronomického ďalekohľadu vyššej kategórie, známeho odbornej verejnosti ako Ritchey-Chrétien. Nepatrí medzi bežné ďalekohľady, lebo využíva hyperbolické zrkadlá, ktoré sa obtiažne vyrábajú aj kontrolujú. Predmetnú optiku dodal pán Kudzej (Humenné) z výroby v Odese. Na dokreslenie kvality treba spomenúť, že aj známy Hubble Space Telescope na obežnej dráhe Zeme je tohoto typu.

Na rozdiel od jednoduchého, ale pritom veľmi dobrého ďalekohľadu typu Newton dnes prinášame konštrukciu špičkových vlastností z dielne amatéra. Stručne: Tento typ optiky nevykazuje žiadne bežné chyby, s akými zápasí väčšina iných druhov ďalekohľadov. Ako nedostatky prináša iba únosné menšie geometrické skreslenie poľa a stredný astigmatizmus.

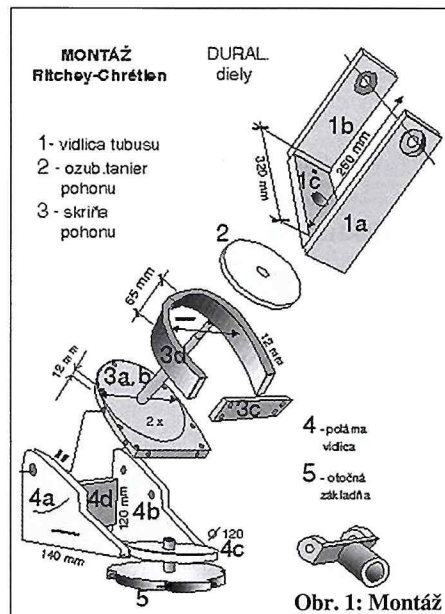
Celková konštrukcia aj s montážou (obr. 1 a 3)

Ideový návrh montáže vychádza z profesionálnych konštrukcií v časopise Sky Telescope. Väčšina dielov konštrukcie je z duralu, prípadne ľahkých syntetických materiálov. Cieľom bolo dosiahnuť maximálnu mobilnosť ďalekohľadu pri používaní v teréne mimo mestského osvetlenia. Dural sa síce ťažko zaobstaráva, ale možno ho nájsť v starých zásobách podnikov.

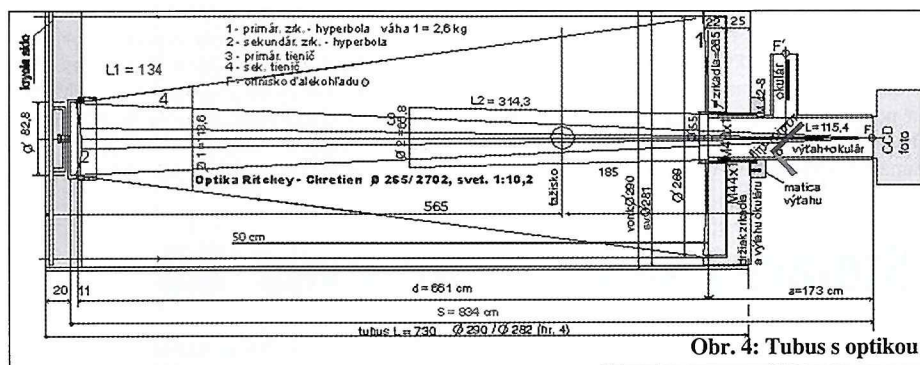
Ľahký tubus je z produkcie Gumon Bratislava. Srdcom motorového pohonu je motorček SMZ 375, ktorý sa bežne používal napríklad v starších gramofónových pohonoch. Miniatúrna prevodovka je z laboratórnych zvyškov.

Ako aj z obrázku 3 vidno, statív ako prvá časť súpravy (diel č. 5) je ukončený hore plošinkou, na

ktorú sa otočne priskrutkuje druhá časť – skriňa pohonu (diel č. 3), naklopená na polárku pomocou jednoduchej nastaviteľnej vidlice (diel č. 4). Na skrutku vyčnievajúcu zo skrine pohonu sa nasúva tretia časť teleskopu – nosná vidlica kompletného tubusu optiky (diel č. 1). Trojnožka statívu je tiež z duralových trubiek, takže pri transporte celého systému sa prenášajú tri montážne diely, t.j. tubus s vidlicou, skriňu pohonu a statív, čo všetko spolu váži necelých 32 kg.



Obr. 1: Montáž



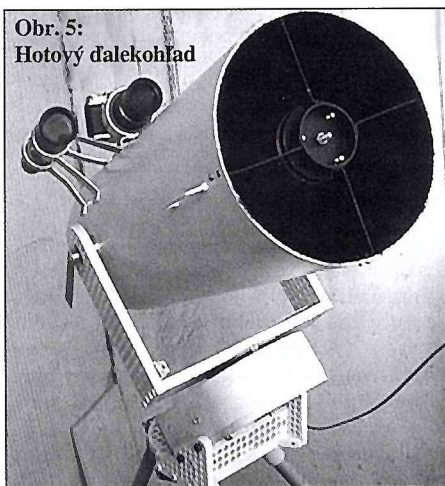
Obr. 4: Tubus s optikou

Jemný pohyb v deklinácii (od horizontu po zenit) sa deje pákou na vnútornej stene vidlice tubusu. Brzda je na vonkajšej stene. Brzda a uvoľnenie pohybu v rektascenzii (okolo polárky) je na spodku v strede vidlice.

Konštrukcia s optikou v tubuse (obr. 4 a 2)

Optika pochádza z Odesy a dodáva ju firma Astromarket Humenné (pán Kudzej). Parametre sú uvedené v tabuľke a cena je okolo 300 US dolárov. Treba zachovať miery, ktoré dodáva výrobca spolu s optikou, a dôležité je ešte zabezpečiť súosť držiakov zrkadiel, aby sa umožnilo nastavenie optickej sústavy. Výrobca z Odesy uľahčuje nastavovanie tým, že vo vypuklom sekundárnom zrkadielku je v pasívnej oblasti v strede zahĺbené ďalšie pomocné parabolické zrkadielko, ktoré veľmi uľahčuje konečné nastavovanie súososti optiky. Bez tejto plošky by bolo nastavovanie optiky problémom.

Držiak primárneho zrkadla môže byť buď z duralu, alebo iného ľahkého, ale dostatočne pevného materiálu (silon, textit a pod.). Uchytenie zrkadla je v šiestich bodoch, pričom chrbát zrkadla sa opiera o šesť filcových podložiek. Držiak sekundárneho zrkadielka je vyrobený z dvoch duralových tanierikov, chrbátmi spojených nastavovacou skrutkou. Jeden tanierik nesie vlastné zrkadielko a druhý tanierik je tromi ev. štyrmi tangenciálnymi páskami spojený s tubusom a stabilizuje optiku voči tubusu. Ďalším dôležitým a pritom technicky náročnejším detailom je výťah okuláru. Tento diel by mal byť vyrobený čo najpresnejšie s čo najmenšou vôľou, aby pri zaostrovaní nedochádzalo ku kmitaniu obrazu. Na obrázku je vidieť špeciálnejšie riešenie výťahu, ktoré umožňuje najprv vybrať a pozorovať objekt, a nadväzne fotografovať v ohnisku ďalekohľadu, pričom stačí páčkou preklápať pomocné rovinné zrkadielko, takže obraz máme buď v okulári, alebo v klasickom fotoaparáte, alebo na čipe CCD kamery. Je to tzv. „flip-mirror“. Trošku námahy dá vyrobiť tieničku na primárne a sekundárne zrkadielko, ktoré eliminujú parazitné svetlo. Možno ich zvinúť do kužela z tenkého duralového plechu alebo textitu, prípadne vyrobiť zo sklolaminátu. Keďže optické plochy sú veľmi citlivé na dotyk, je vhodné mať pri skladaní systému obe zrkadlá zakryté jemnou fóliou, ktorá sa odstráni až tesne pred zladovaním optiky. Po zložení systému zistíme presné ťažisko váhy tubusu (počítať s prídavnými zariadeniami ako okulár, fotoaparát a pod.) a sem prídru úchyty deklinačných ložísk. Všetky mechanické úpravy (vrtanie, brúsenie, uchytenie hľadáča a teleobjektívu, vloženie dek-



Obr. 5: Hotový ďalekohľad

Prehľad váhových pomerov dielov kompletného systému

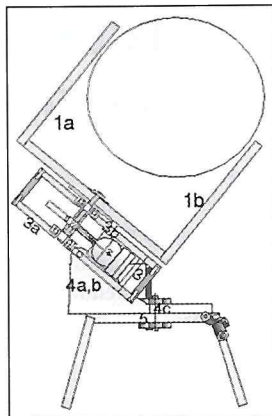
Diel systému	Váha (kg)	Poznámka.
Tubus komplet (dĺžka 73 cm)	13,0	(s hľadáčikom a okulárom)
Montáž s trojnožkou statívu komplet	13,6	(vrátane skrine.pohonu)
Primárne zrkadlo 265×24,5 mm	2,6	265, F=2700
Sekundárne zrkadlo 82,8	0,15	
CCD Kamera Meade Pictor 208 XT	0,5	
Teleobjektív Pentacon 4×200	0,68	
1. Foto EXA 1B	0,68	(Klasický)
2. Foto RICOH RDC-2)	0,4	(Digitálny 720×720 DPI)
Transportná váha spolu	31,61	

linačných čapov a konečné začiernenie zvnútra tubusu čiernou matnou farbou, napr. školskou tabuľovou farbou) na povrchu a vnútri tubusu treba urobiť samozrejme ešte pred vložením optiky. Takto začiernené musia byť zvnútra všetky optické trubky (napr. aj výťah).

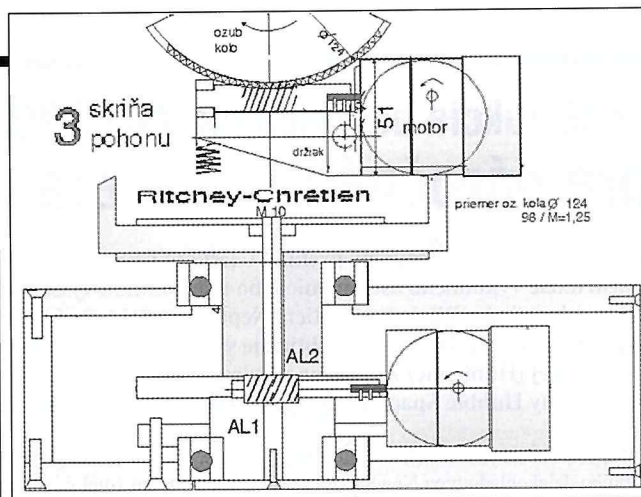
Konštrukcia skrine s elektrickým pohonom (obr. 3)

Duralová montáž s vidlicou tubusu sa opiera o skriňu pohonu cez masívne ložiská. Pohon sa deje cez bronzové ozubené slimákové koleso, na ktoré prtláča silná pružina duralový držiak pastorka slimáka s prevodovkou a motorčekom. Pohon synchrónnym motorčekom prináša výhodu presných otáčok, ale aj nevýhody, ako problematická zmena rýchlosti otáčania (zrýchlenie, spomalenie, prípadne reverzia otáčania) a závislosť na elektrickej sieti. Ideálnym riešením by bol pohon krokovým motorčekom, ovládaným elektricky, a navyše s využitím počítača. To však je už riešenie finančne značne náročné. Zatiaľ čo pohon s SMZ 375 vyjde cca na tisícpäťsto Sk, pohon krokovým motorčekom a počítačom by stál niekoľko desiatíc. (cca 2000 DM). Navyše, pri počítačovom riadení treba rozšíriť elektrický pohon aj na deklináciu.

Samozrejme, okrem ďalekohľadu na pozorovanie potrebujeme ešte nevyhnutné príslušenstvo ako niekoľko okulárov, fotopríslušenstvo, ev. videokameru či sadu výbavy CCD kamery.



Obr. 2: Bočný pohľad



Obr. 3: Skriňa pohonu

Ako hľadáčiik môžeme použiť vhodný ďalekohľad monookulár cca 8x50 a dá sa zakúpiť napr. v SÚH Hurbanovo.

Pre nedostatok miesta nemôžeme v čísle uviesť všetky detaily, avšak prípadný záujemca získa podrobné výkresy cez redakciu.

Ako pomoc pri zorientovaní sa v objektoch na oblohe, ako aj v problematike astronómie má amatér-astronóm k dispozícii okrem máp oblohy, katalógov a ročníek aj množstvo počítačových programov. Spomeniem niekoľko, orientovaných tak na planéty – „Jupiter“, „Luna“, „Moon“, ako aj na ostatné objekty vo vesmíre, napr. „Obloha“, „PC

COSMOS“, „Sky“, „Sky Map“, „Sky view“, „Sky Globe“ a na CD nosičoch – pedagogicko – náučné programy „Báječný vesmír“ 1. a 2. diel, „Red Shift“, niekoľko astronomických encyklopédií a ďalšie. Aj na internete nájdeme pomocné programy a množstvo JPEG a BMP obrázkov planét, hviezd, hmlovín, galaxií a hviezdokôp, fotografovaných za optimálnych podmienok v krásnych farbách rôznymi ďalekohľadmi, aj cez Hubblov Space Telescope a z vesmírnych sond.

František Závodský
Rovníkova 14
821 02 Bratislava

Stelárny seminár Bezovec '99

Opäť sa rok s rokom zišiel a tak ako vždy sa v máji stretli priaznivci stelárnej astronómie v krásnom prostredí Karpát v rekreačnom stredisku Slovakoľfary Hlohovec. Tento rok to bolo o čosi neskôr, až v posledných májových dňoch: 28.–30. mája. Organizátorom bola už tradične hviezdáreň a planetárium v Hlohovci v spolupráci so Stelárnou sekciou Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Približne 50 účastníkov – vedúcich krúžkov, študentov, pracovníkov hviezdární, univerzít a astronomických ústavov – si prišlo na Bezovec vypočuť prednášky z rôznych oblastí stelárnej astronómie. Medzi účastníkmi opäť nechýbali hostia zo susednej ČR.

Seminár sa začal v podvečer v piatok 28. 5. Po privítaní účastníkov otvoril program seminára K. Petřík (Trnavská univerzita) prednáškou o pozorovaní premenných hviezd na Hvezdárni v Hlohovci pomocou 60 cm reflektora s fotoelektrickým fotometrom. Z. Komárek (Hviezdáreň v Michalovciach) prezentoval jeden zo „šlágrov“ súčasnej astrofyziky s názvom „Zábleskové zdroje žiarenia gama – najenergetickejšie premenné hviezdy“. Program prvého dňa uzavrel L. Šmelcer (Hviezdárna Valašské Meziříčie) prehľadom o dlhoperiodických premenných hviezdach typu Mira Ceti, ich pozorovaní a o zmenách periódy niektorých z nich, ktoré by sa mohli u nich pozorovať vplyvom evolúcie – tzv. héliový záblesk. V sobotu ráno 29. 5. začal program prednáškou ďalšieho zahraničného hosta: M. Vetešník (Masarykova univerzita, Brno) predniesol prehľadový referát o tom, ako to vyzeralo z astronómie na konci 20. storočia, a zhrnul stručne aj všetky kongresy IAU od prvého až po 24. kongres, ktorý sa ešte len bude konať v r. 2000 v Manchestri. Po ňom J. Pa-

louš (AsÚ AV ČR, Praha) rozprával o vývoji galaxií, a hlavne tej našej od najstarších dôb po dnešok, kde v minulosti najdôležitejšiu rolu hrali vzájomné zrážky galaxií, najmä pri vzniku hviezd. V. Šimon (AsÚ AV ČR, Ondřejov) prednášal o akrečných procesoch vo dvojhviezdach s kompaktnou zložkou, teda s bielym trpaslíkom, neutrónovou hviezdou alebo čiernou dierou. Vo svojom druhom príspevku M. Vetešník hovoril o skrytej hmote vo vesmíre, ktorá môže byť vo forme baryonickej (napr. protóny, neutróny) a nebaryonickej – neutróna a „exotické častice“ (WIMP, axióny, supersymetrické častice). J. Janík (Masarykova univerzita, Brno) prednášal o problémoch prenosu hmoty v dvojhviezdach. L. Hric (AsÚ SAV, Tatranská Lomnica) sa venoval rezonanciám v astrofyzike a ich dôsledkom pre dvojhviezdy. R. Gális taktiež z AsÚ SAV rozprával o fotometrickom výskume premenných hviezd KW Per a UV Leo a ďalší pracovník z Tatier R. Komžík predstavil objekt svojho výskumu – dvojhviezdu TX UMa a jej O-C diagram. V. Šimon vo svojom druhom vystúpení informoval o dlhodobej aktivite trpasličej novy CH UMa.

Počas jeho prednášky sa postupne odoberali slovenskí účastníci seminára s voličskými preukazmi do susednej miestnosti, kam už prišla volebná komisia, a odovzdali svoj hlas v druhom kole prezidentských volieb. Takto sa teda prvý raz v histórii seminárov volilo na Bezovci.

J. Šafář (Hviezdárna a planetárium M. Koperníka, Brno) poukázal na praktických pokusoch s CCD kamerou na vplyv presnosti pohonu ďalekohľadu na výsledky získané pri takýchto pozorovaniach. Z. Stuchlík (Slezská univerzita, Opava) prispel ako vždy prednáškou týkajúcou sa relati-

vistickej astrofyziky, tentoraz na tému „Čierne diery a nahé singularity v časopriestoroch s nenulovou kozmologickou konštantou“.

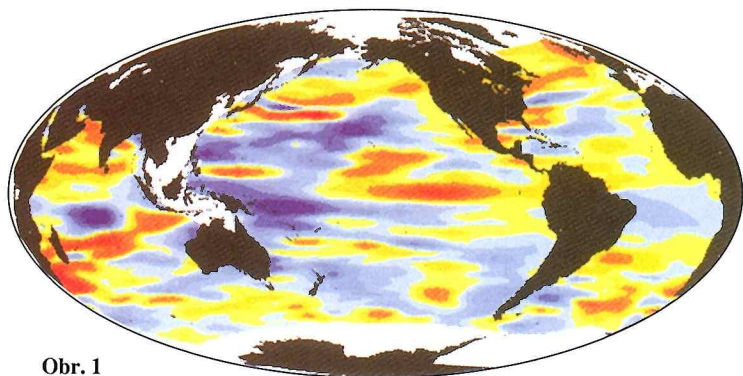
Večerný – spoločenský – program doplnil príspevok s diapositívmi od L. Lenžu (Hviezdárna Valašské Meziříčie) o jeho ceste do USA a prednáška E. Ferencovej (LF UK, Bratislava) o univerzitnom observatóriu v Trnave, ktoré bolo založené v 18. storočí.

V nedeľu dopoludnia boli posledné prednášky. Začal S. Hledík (Slezská univerzita, Opava) ďalším „relativistickým“ príspevkom o Schwarzschildovej čiernej diere vlozenej do vesmíru s homogénnym magnetickým polom. M. Zejda (Hviezdárna a planetárium M. Koperníka, Brno) informoval o pozorovaní premenných hviezd pomocou CCD kamery a o objave novej premennej hviezdy, ktorý sa podaril pri pozorovaní inej premennej – V 706 Cyg. D. Hanžl (Masarykova univerzita, Brno) rozprával o problémoch so svetelnými krivkami supernov, ale aj o iných fotometrických problémoch pri pozorovaní so CCD kamerami. J. Juráň (Slezská univerzita, Opava) sa venuje vo svojej diplomovej práci tiež relativistickej astrofyzike a preto jeho práca má názov „Volný pád nabitých častíc v poli Kerr-Newmannových čiernych diera nahých singularít“. Posledný krátky príspevok mal P. Dubovský (Kultúrne centrum Orava) o pozorovaní premenných hviezd na Orave a vyzval aj ďalších záujemcov o spoluprácu v oblasti pozorovania kataklizmickej premenných hviezd, prevažne trpasličích nov.

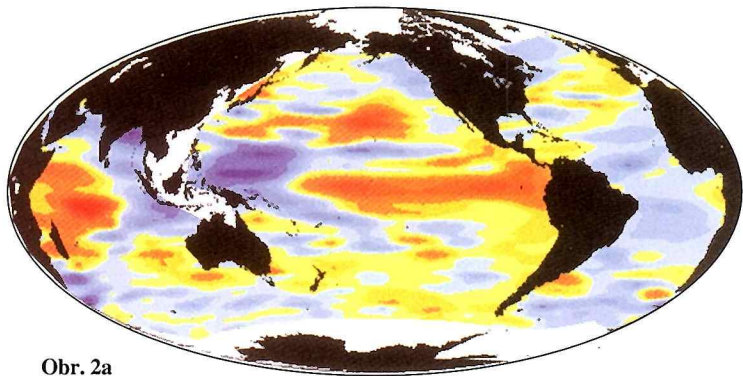
Seminár uzavrel riaditeľ Hviezdárne a planetária v Hlohovci J. Krištofovič, ktorý zhodnotil seminár a poďakoval za účasť. A my, tradiční účastníci „Bezovcov“, by sme chceli poďakovať organizátorom za to, že sa im opäť podarilo zorganizovať túto tradičnú a hodnotnú akciu a dúfame, že sa v naslednom roku tohoto tisícročia opäť v máji stretneme na Bezovci.

RNDr. Zdeněk Komárek
Hviezdáreň v Michalovciach

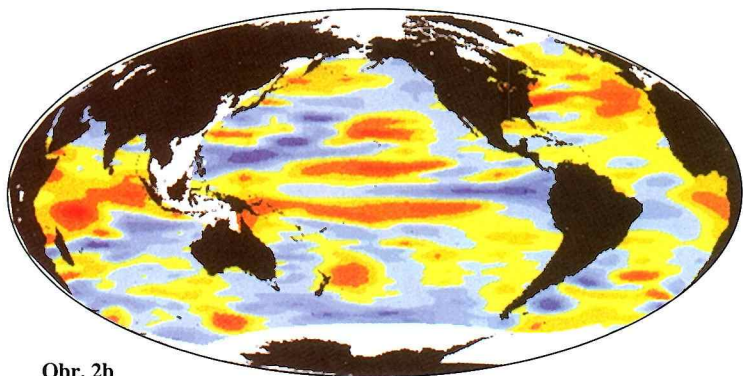
El Niño '97-'98 skončilo. Ať žije La Niña '98-'99!



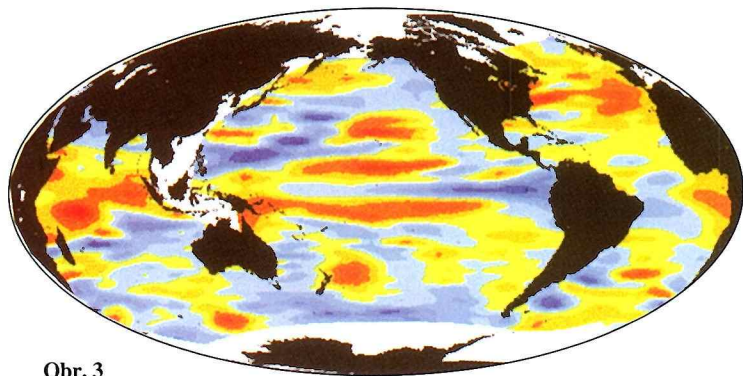
Obr. 1
Rok bez El Niña.



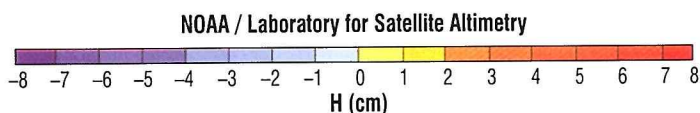
Obr. 2a
Slabší El Niño 1994–1995, na jaře 1995 jev ustal.



Obr. 2b
Jaro 1995, návrat k normálu.



Obr. 3
Typický rok El Niña – 1997.



Bude někdy pokoj od extrémů počasí? Nebude! El Niño, jeden z viniků, je přírodní jev vyplývající z odlišných vlastností atmosféry a oceánu. El Niño „žije“ s lidstvem jako bakterie a viry od pradávna a pokoj nedá nikdy. Na rozdíl od předchozích generací „do něj“ trochu vidíme, jsme již schopni jej průběžně sledovat a předpovědět a učíme se jeho následky přechkat.

Normální stav

Větry vanoucí přes rovníkovou oblast Tichého oceánu od severu Jižní Ameriky k Austrálii (od východu na západ, tzv. pasáty (anglicky „trade winds“) nesou spoustu vláhy, kterou odevzdají v podobě monzunových dešťů v jihovýchodní Asii. Podél západního pobřeží Jižní Ameriky od jihu na sever proudí studený oceánský Humboldtův proud.

Umělá družice Země vybavená radiolokačním výškoměrem („radar altimeter“) a dalšími přístroji změří nepatrné nesystematické odchylky topografie moří (což je povrch oceánu vyhlazený od vln a slapových vlnů) od dlouhodobého průměru. Takovou situaci ukazuje obr. 1: je na něm průběh topografie oceánů v zimě 1992–1993. Kladné odchylky topografie jsou vyznačeny červeně, záporné modře. Barevná stupnice je v centimetrech. Žádný zvláštní extrém (velké kladné nebo záporné odchylky) nejsou vidět. K tomu, abychom mohli odlišit tak jemné efekty ve vertikálním směru, musíme v tomto směru znát přesně dráhu altimetrické družice (obr. s textem na následující straně).

El Niño, teplá fáze

Občas pasáty zeslábnou a vláhu a energii nedonesou tam, kam mají, ale ta z větší části bez užitku spadne do oceánu. Část je nasměrována do vyšších zeměpisných šířek, kde může zcela narušit normální stav počasí. Od západu na východ (t.j. ve směru rotace Země) v rovníkové oblasti Tichého oceánu se začne hromadit teplejší voda a kladná odchylka topografie oceánu, jak ukazuje obr. 2a – stav v zimě 1994–1995. Teplá voda na východě oceánu při pobřeží Jižní Ameriky zatlačí Humboldtův proud a zcela změní poměry na moři i na pevnině v Peru a Chile. K tomu dochází kolem Vánoc – odtud ten název El Niño (španělsky Dítě, Jezulátko). Pokud se na jaře příštího roku situace vrátí k normálu (obr. 2b), nic se neděje. Přechkali jsme menší El Niño, je narušen rybolov, na pevnině hojně přšelo, může být dobrá úroda, ale

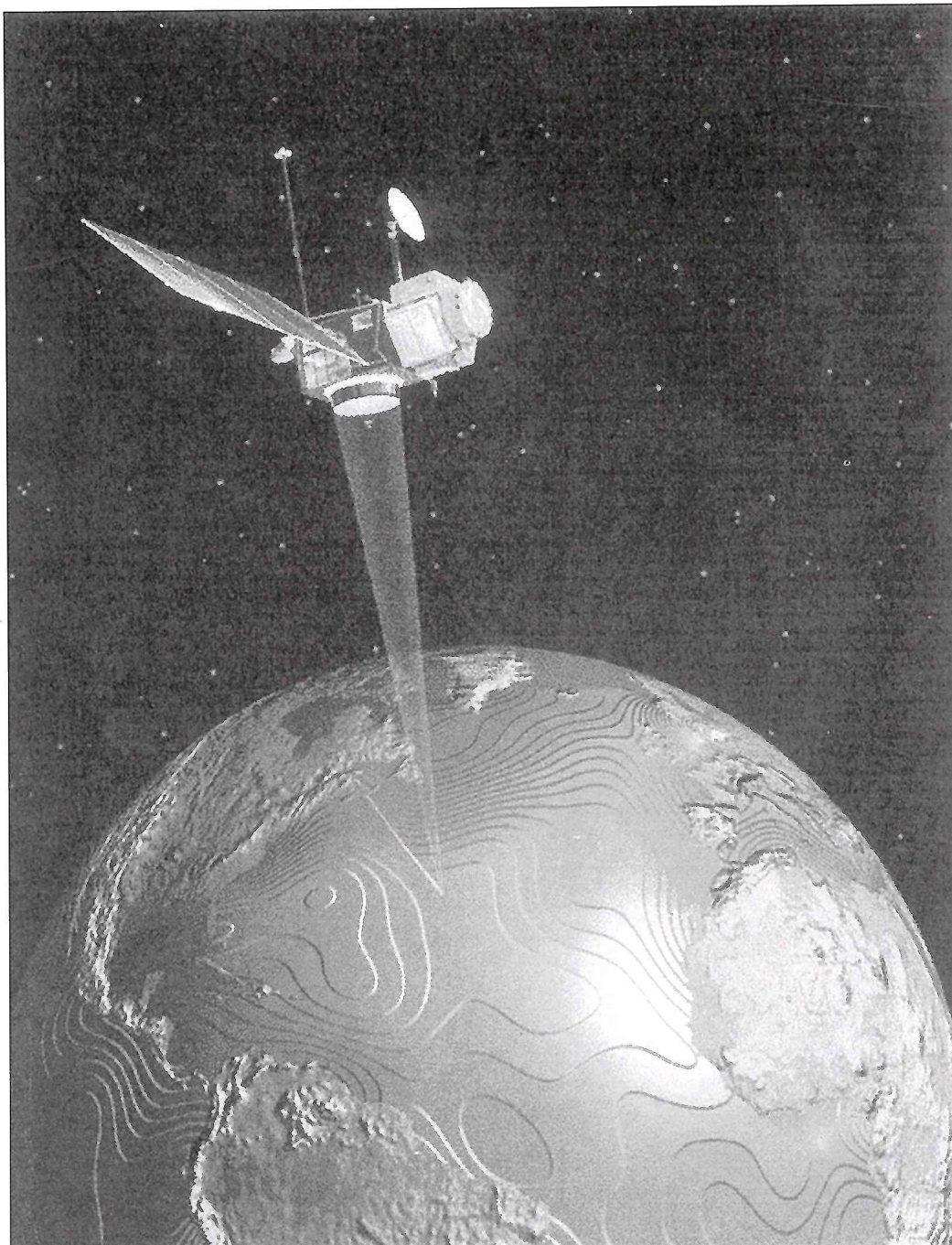
mohly být i povodně. Dosah jevu nemusel být globální.

Pokud pasáty oslábnu zvláště výrazně a obrátí směr svého proudění, můžeme očekávat Jezulátko s katastrofálními následky. Ohromné množství teplé vody se přesune ze západu na východ Pacifiku na pobřeží Peru a Chile. To se v tomto století stalo přinejmenším v letech 1925–6, 1982–3 a 1997–8. První jmenovaná epizoda byla údajně nejvýraznější za poslední čtyři století. El Niño 1982–3 zanechalo škody ve výši 10 procent hrubého národního produktu Peru. Ovlivnilo hospodářství a politický vývoj v zemi. Nejinak tomu mohlo být i v dávné minulosti. Jsou doklady o obrovských záplavách v severním Peru s nánosy bahna přes 10 metrů vysokými ze 16. století (před španělskou genocidou) a z 11. století (dynastie Chimú, Chan Chan).

Typické silné El Niño ukazuje obr. 3: kladná odchylka topografie oceánu je nahromaděna u Jižní Ameriky, záporná vznikne na západě oceánu. Rozdíl výšek mořské hladiny mezi Austrálií a Jižní Amerikou, posuzováno vůči dlouhodobému průměru, je až 20 centimetrů. Rozdíl teplot povrchových vrstev vody je až několik stupňů Celsia. Důležité je i anomální rozložení teploty vody pod povrchem. Je zatím konec léta nebo počátek podzimu. Knoflík na spoušti katastrof, které Jezulátko odstartuje, byl již zmáčknut: efekt se však dostaví v prosinci až v lednu.

La Niña, studená fáze

Někdy Jezulátko „vyhasne“, aniž by se zhouplo do opačného extrému. Loni se stal pravý opak: El Niño bylo vystřídáno La Niňou (španělsky Dívka, Dívka, El Viejo, také se používá název anti-El Niño). Nevíme proč se tak stalo, možná jako důsledek silného extrému „teplé fáze“ z předchozího roku. La Niña 98–99 následuje po extrémně silném El Niňu 97–98, podobně jako tomu bylo v roce 93–94, kdy bezprostředně následovala silné El Niño 92–93. V současné době (jaro 1999) La Niña slábne a vše se asi v nejbližších měsících vrátí na čas



Francouzsko-americká oceánografická altimetrická družice TOPEX/Poseidon (TOPOgraphy EXperiment, zkráceně T/P) je hlavním „hrdinou“ při sledování Jezulátka a Dívky, kromě řady lidí kolem ní. U nás v Ondřejově máme tu čest se mezi ně počítat (z hlediska dráhové dynamiky družic). Družice nese (mimo jiné) radiolokační výškoměr (radarový altimetr), který měří výšku letu nad oceánem s přesností 2–5 cm (podle stavu vln na moři). Jelikož předmětem studia jsou variace výšek (změny průběhu hladiny moří), je nutné znát též polohu družice vůči hmotnému středu Země (tj dráhu družice) v radiálním směru (nahoru dolů) přinejmenším s toutéž přesností. K určení dráhy Topexu slouží dopplerovský systém DORIS, koutové odražeče pro sledování laserovými družicovými dálkoměry na Zemi, anténa pro spojení s družicemi systému GPS (metoda sledování družice z družice) a vlastní výškoměrná měření. Výpočet dráhy s několikacentimetrovou nepřesností je špičkovým výkonem astronomie a geodézie, přesněji řečeno jejich mezního oboru, který se nazývá dráhová dynamika umělých družic Země.

ROKY EL NIÑA

1902–1903	1905–1906	1911–1912	1914–1915
1918–1919	1923–1924	1925–1926	1930–1931
1932–1933	1939–1940	1941–1942	1951–1952
1953–1954	1957–1958	1965–1966	1969–1970
1972–1973	1976–1977	1982–1983	1986–1987
1991–1992	1994–1995	1997–1998	

UKÁZKY WEBOVSKÝCH ADRES:

[http:// www.jpl.nasa.gov/el_nino](http://www.jpl.nasa.gov/el_nino)
ibis.grdl.noaa.gov/SAT
www.ogp.noaa.gov/enso
meteora.ucsd.edu/paclim/
www.dir.ucar.edu/esig/lanina
www.el_nino.noaa.gov
 ...a mnoho dalších míst.

Animace:

Například

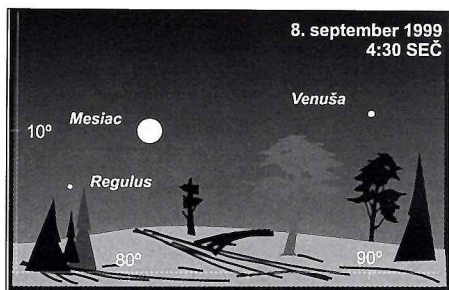
www.cdc.noaa.gov/~map/maproom/text/climate_pages/sst_olr/el_nino_anim.shtml

k normálu (tak jak to ukazuje *obr. 1*, ale pro jiný čas), aby za pár let anomálie propukla znovu. Jezulátka se dostávají nepravidelně jednou za 2 až 10 let. Neplatí však, že každé El Niño je následováno La Niňou. Následky El Niña a La Niňy mohou být dlouhodobé a mohou zasahovat i mimorovníkové oblasti. Zatímco chod extrémů v rovníkové oblasti průběžně sledujeme z altimetrických družic, můžeme jej předpovědět asi na půl roku dopředu a včas varovat ohrožené, efekty ve vyšších zeměpisných šířkách se dostávají zprostředkovaně a komplikovaně a ještě se v nich moc nevyznáme. Důsledky La Niňy nejsou zrcadlovým obrazem dopadů El Niña, ačkoli La Niña sama je zrcadlovým obrazem El Niña.

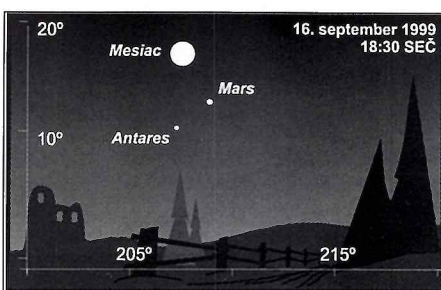
El Niño a La Niña 1997–1999

Obr. 4 až 9 (na zadné straně obálky) zachycují průběh změn topografie moří během nejnovější epizody El Niña a La Niňy. Už v dubnu 1997 (*obr. 4*) měření z družice TOPEX signalizují pás kladné odchylky topografie centrální části Pacifiku. Extrém se postupně kumuloval, až koncem června 1997 bylo jasné, že nás El Niño na rozmezí r. 1997 a 1998 nemine. *Obr. 5* ukazuje plně rozvinutý extrém: kladnou odchylku od centrální části Pacifiku až k pobřeží Jižní Ameriky. Červená barva odpovídá 10 cm odchylce nad průměrem (ten je zobrazen zeleně), bílá kladnému extrému nad 20 cm, fialová u Austrálie –20 cm a více pod normálem. Na jaře 1998 začalo El Niño slábnout a od západu k Jižní Americe začla pronikat záporná anomálie topografie moří (*obr. 6*), která brzy ovládla celou rovníkovou oblast (*obr. 7 a 8*). Teprve v lednu 1999 slábne i La Niña (*obr. 9*), ovšem jen ve smyslu odchylek topografie oceánu. Její důsledky se teprve projeví v nejbližším půlroce. Před družicemi bychom Jezulátka zaznamenali až okolo Vánoc a jeho následky by nás překvapily. O Jezulátku 1997–8 se vědělo, jak také vyplývá z našich obrázků, půl roku dopředu, a tak americká vláda varovala vlády jihoamerických zemí, aby mohla být učiněna některá preventivní opatření. Totéž už platí pro studenou fázi, pro La Niña. Předpokládá se, že v brzké budoucnosti bude možné varování až na rok dopředu. Jezulátka a Dívenky se sice nezabavíme, ale pochopením zákonitostí jejich výskytu a průběhu se s nimi naučíme žít tak, aby nám působily co nejmenší ztráty.

Jaroslav Klokočník
Astronomický ústav AV ČR,
Ondřejov



Kresby - J. Slíž



Obloha v kalendári august - september 1999

Pripravili: PAVOL RAPA VÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

3.8.	0:34	24.8.	22:43	7.9.	4:23	20.9.	0:07
5.8.	2:12	26.8.	4:30	8.9.	0:14	20.9.	19:58
7.8.	3:50	27.8.	0:21	10.9.	1:52	22.9.	1:45
10.8.	1:20	29.8.	2:00	10.9.	21:44	22.9.	21:36
12.8.	2:58	29.8.	21:51	12.9.	3:30	24.9.	3:22
12.8.	22:50	31.8.	3:38	12.9.	23:22	24.9.	23:14
15.8.	0:28	31.8.	23:29	15.9.	0:59	26.9.	5:00
17.8.	2:06	3.9.	1:07	15.9.	20:51	27.9.	0:52
19.8.	3:44	3.9.	20:58	17.9.	2:37	27.9.	20:43
22.8.	1:14	5.9.	2:45	17.9.	22:29	29.9.	2:29
24.8.	2:52	5.9.	22:36	19.9.	4:15	29.9.	22:21

Končiaci sa prázdniny budú u mnohých znamenať aj menej času na obdivovanie krás hviezdnej oblohy. Teplé počasie a predlžujúce sa noci však vytvárajú predpoklady na podrobnejšiu prehliadku letnej i jesennej oblohy a poteší nás aj relatívne jasná kométa.

Udalosťou číslo jeden bude, nepochybne, úplné zatmenie Slnka, no v zápale príprav a čakania na vytúžený deň však nezabudnime, že existuje aj obloha nočná a s ňou napríklad krásne Slzy svätého Vavrinca, ako sa ľudovo hovorí Perzeidám. Pripravených je aj niekoľko konjunkcií či zákrytov, a tak sa určite nudiť nebudete. Ak sa vám čosi pekné podarí, nezabudnite to poslať aj do nášho časopisu.

Pre tých, čo na pozorovanie veľmi nie sú je tu zase niekoľko pekných a významných výročí.

Planéty

Merkúr je začiatkom mesiaca nepozorovateľný, no postupne sa uhlovo od Slnka vzdaluje a do najväčšej západnej elongácie (18°) sa dostane 14. 8. 10. 8. ráno bude v krásnej konjunkcii s tenkým kosáčikom Mesiaca a 19.8. prejde kúsok pod Jasičkami. 23.8. bude v perihéliu a koncom prvej dekády septembra dosiahne svoju maximálnu jasnosť (-1.7 mag). Koncom mesiaca sa definitívne stratí v rannom súmraku a blíží sa k hornej konjunkcii so Slnkom, ktorá nastane 8. 9.

Venuša sa v ranných zorách začne objavovať až koncom augusta pretože 20. 8. je v dolnej konjunkcii so Slnkom. Uhlová vzdialenosť, od Slnka sa rýchle zväčšuje a stane sa dominantným objektom rannej oblohy. 9. 9. je v zastávke a elegantným oblúkom sa vracia k Slnku. 26. 9. dosiahne maximálnu jasnosť -4.7 mag a na večernej oblohe ostane až do polovice marca.

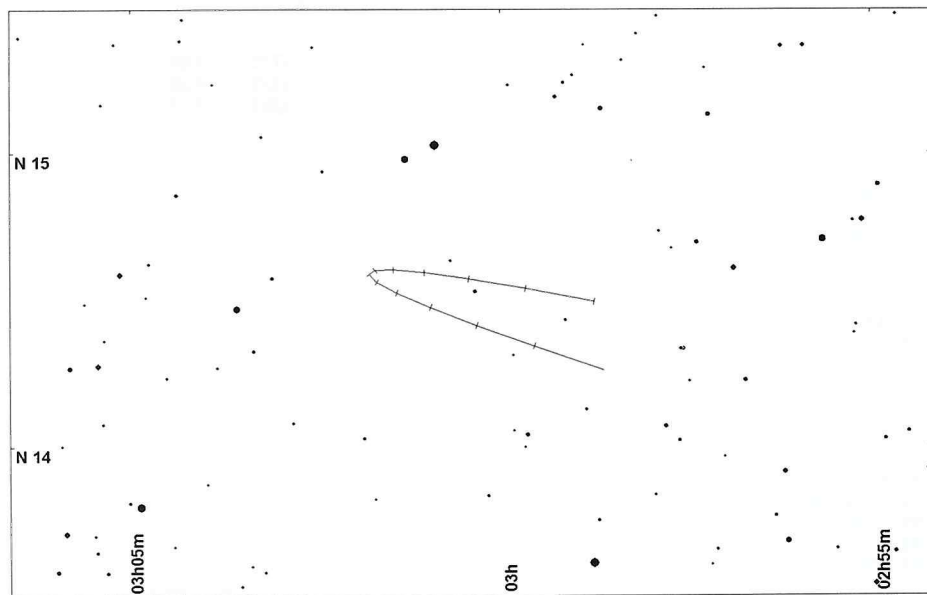
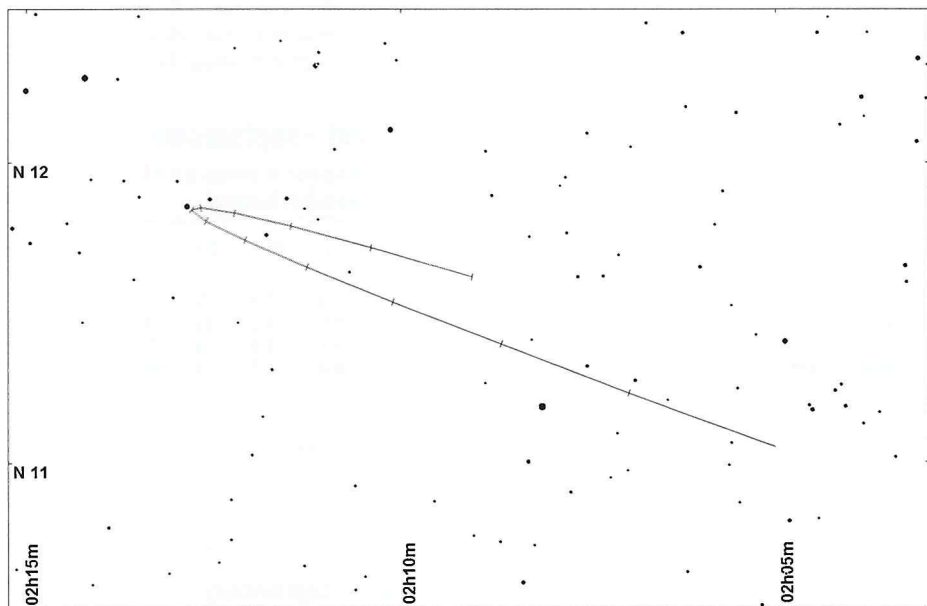
Mars začiatkom augusta zapadá o 22. hodine, koncom septembra ešte o dve hodiny skôr a tak ho po západe Slnka uvidíme ako načervenalý objekt pomerne nízko nad juhozápadným obzorom. Jeho

jasnosť v priebehu dvoch mesiacov poklesne z 0.1 na 0.4 mag. Priamym pohybom sa 2. 9. presunie z Váh do Škorpióna a odtiaľ 15. 9. do Hadonosa.

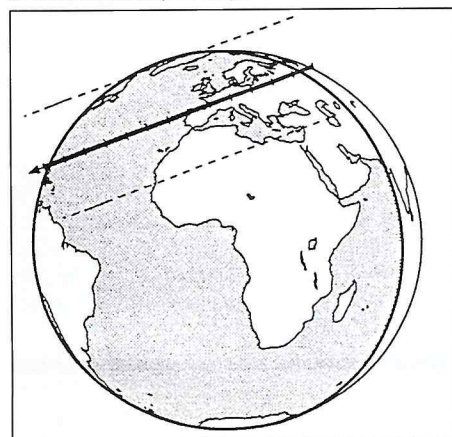
Jupiter je viditeľný v noci stále dlhšie, koncom septembra vychádza už za nautického súmraku ako objekt -2.9 mag. Je po oboch mesiacoch v Baranovi a po zastávke 25. 8. sa začne pohybovať späť. Koncom septembra vrholí už hodinu po polnoci a tak je možné pri dostatočne kludnej atmosfére sledovať jeho povrchové útvary, ktoré stoja za to, aby sme si ich nakreslili.

Saturn vychádza o niečo neskôr ako Jupiter, a tak podmienky jeho viditeľnosti sú podobné. Pohybuje sa v Baranovi, kde urobí slučku, pretože 30. 8. je stacionárny. Koncom septembra vrcholí dve hodiny po polnoci a znova si môžeme vychutnať jeho široké prstence. Bez ďalekohľadu je na oblohe ako žltkastý objekt nultej hviezdnej veľkosti. 5. 8. po jeho východe bude v konjunkcii s Mesiacom po poslednej štvrti za asistencie Jupitera.

Hore Jupiter, dole Saturn – slučky planét počas dvoch mesiacov.

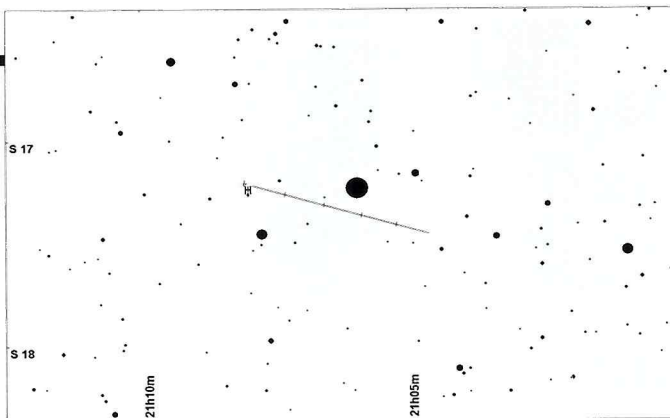


Priebeh zákrytu hviezdy PPM 701090 planétkou (162) Laurentia podľa predpovede J. Schwaenena (EAON).



Urán je v Kozorožcovi (5.7 mag), kde sa pohybuje retrográdne. Napriek pomerne nízkej deklinácii sú podmienky pozorovateľnosti dobré, nakoľko 7. 8. je v opozícii a teda pozorovateľný po celú noc. Na prelome mesiacov je možné jeho vlastný pohyb sledovať na hviezdnom pozadí, pretože bude v okolí hviezdy θ Cap (4.1 mag), a tak sa pokúsme spozorovať ho aj bez ďalekohľadu. 21. 9. nastane zákryt planéty Mesiacom, pričom náš súputník bude Urán pri vstupe postupne zakrývať 16 sekúnd. Nakoľko Mesiac bude 4 dni pred splnom, vstup bude nastávať za jeho neosvetlenú časť a pri dostatočne veľkom zväčšení to bude pohľad skutočne nádherný. Vstup pre Rimavskú Sobotu začne o 21:15:57 SEČ a výstup o 50 minút. Ten však už bude pozorovateľný ťažšie.

Neptún (7.8 mag) je v Kozorožcovi a pohybuje sa tiež retrográdne. 20. 9. nastane jeho zákryt Mesiacom, ktorý však bude pozorovateľný len nízko nad obzorom. Vstup (23:47:38 SEČ) pri zákryte bude trvať 5 sekúnd, výstup nastane až po západe Mesiaca.



Urán v okolí hviezdy θ Cap od 20. 8. do 14. 9. Pohyb planéty v tomto období je možné zaznamenať aj voľným okom v priebehu niekoľkých dní.

Pluto (13.8 mag) je 21. 8. v zastávke a začne sa pohybovať v Hadonosovi v priamom smere.

12. 8. nastane dotyčnicový zákryt Regulusa Mesiacom pozorovateľný od našich severných susedov. Hranica tieňa prechádza blízko observatória v Krakove a tak je aj napriek malej elongácii od Slnka (len 11) akási šanca na úspech. U nás nastane len tesná konjunkcia (34'). Regulus síce vidieť môžeme, no Mesiac bude natoľko tenučký, že sme bez šance, pretože bude osvetlených menej ako 1 % jeho disku.

Pozorovateľný denný zákryt Regulusa Mesiacom bude 8. 9. veľmi nízko nad západným obzorom. Podobne, ako u predchádzajúceho úkazu, však ko-

sáčik Mesiaca viditeľný nebude (elongácia 16°, osvetlené 2 %).

Z ďalších úkazov súvisiacich s Mesiacom stojí najviac za povšimnutie zákryt Aldebarana Mesiacom 2. 9. Z nášho územia bude pozorovateľný len výstup a najlepšie na tom budú pozorovatelia na východnom Slovensku. Na západnom Slovensku po východe Mesiaca bude možné sledovať len vzdalovanie sa Mesiaca od tejto najjasnejšej hviezdy, akú môže Mesiac zakryť.

30. 9. nastane pred východom Slnka znova tesná konjunkcia oboch telies, Aldebaran bude len 14' južne od rohu Mesiaca pred poslednou štvrtou.

Určite všetci s napätím očakávame tohtoročnú Zuzanu. 11. augusta nastane dlhočakávaný deň „D“, keď budeme mať možnosť pozorovať úplné zatmenie Slnka v strednej Európe. Tí, ktorí ostnú doma sa potešia aspoň jeho dostatočne veľkou (až 99 %) fázou. Ak ste nestihli počas splnu expozičné skúšky, istú šancu ešte máte. Pri skúške však nezabudnime na rozdielnu výšku Mesiaca a Slnka, aby sme výsledkom neboli sklamaní. Pri fotografovaní postupky na jedno poličko filmu si musíme zabezpečiť dostatočne tmavý, najlepšie neutrálny filter. Exponujeme v intervale 5 minút a expozíciu počas jednotlivých fáz zatmenia nemenníme.

Planétky

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

16 Psyche	(3.8. – 9.4 mag),
737 Arequipa	(11.8. – 10.9 mag),
219 Thusnelda	(14.8. – 11.0 mag),
128 Nemesis	(24.8. – 10.8 mag),
141 Lumen	(26.8. – 10.6 mag),
198 Ampella	(3.9. – 10.2 mag),
747 Winchester	(3.9. – 10.7 mag),
346 Hermentaria	(13.9. – 10.6 mag),
57 Mnemosyne	(23.9. – 11.0 mag).

Najjasnejšia z nich Psyche sa v septembri bude pohybovať v blízkosti jasných hviezd ρ a π Kozorožca. 30. septembra sa priblíži na necelú uhlovú minútu k peknej dvojhviezde o Cap, ktorej zložky s jasnosťami 5.9 a 6.7 mag sú od seba vzdialené 19".

Zákryty hviezd planétkami (august – september)

za podmienok, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda nad obzorom minimálne 10 stupňov (pre polohu Rimavskej Soboty)

dátum	pozorovací interval UT	planétka	priemer km	hviezda	mag	dm	dur	h*	el	%
Jun 5	23 ^h 06 ^m 23 ^h 26 ^m	261 Prymno	52	P 269500	7.5	5.4	8	15	43	63-
Aug 21	20 ^h 00 ^m 20 ^h 20 ^m	116 Sirona	74	P 268805	9.5	3.3	24	14	13	75+
Sep 07	01 ^h 18 ^m 01 ^h 38 ^m	709 Fringilla	100	G 2925 1556	9.7	5.0	4	45	40	10-
Sep 08	01 ^h 01 ^m 01 ^h 31 ^m	162 Laurentia	105	P 701090	10.3	3.8	9	40		

hviezda – označenie hviezdy v katalógu PPM

mag – jasnosť hviezdy; dm – pokles jasnosti; dur – trvanie zákrytu v sekundách;

h* – výška hviezdy nad obzorom

el – uhlová vzdialenosť Mesiaca

% – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

Zákryty hviezd Mesiacom (august – september)

(J. Gerboš)

Dátum	UT	D/R	Mg	PA	CA	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
	h m s			o	o						
99/ 8/ 3	1 54 58	R	69	220	60S	41	0.71	1775	-1.02	1.78	
99/ 8/ 4	23 53 57	R	62	285	58N	19	0.77	3972	-0.50	1.19	
99/ 8/ 7	0 18 9	R	57	223	51S	10	0.84	6351	0.37	1.94	
99/ 8/1819	6 44 D 77	152 42S	17	0.24	21249	-1.18 -2.46					
99/ 8/2219	45 3 D	64 78 80N	20	0.38	25807	-1.79 0.01					
99/ 8/2321	3 41 D	79 95 78S	20	0.41	27367	-1.77 -0.53					
99/ 8/30	2 30 58	R	62	305	37N	40	0.62	1439	-2.58	-3.05	
99/ 9/ 221	29 52	R	8	270	82N	3	0.75	5912	0.29	1.20	
99/ 9/ 4	0 39 29	R	67	288	70N	25	0.79	7423	-0.54	1.02	
99/ 9/ 4	1 19 16	R	69	194	16S	31	0.79	7512	0.54	4.10	
99/ 9/ 815	54 44	D	13	157	-47S	6	0.95	15260	0.37	-2.27	11
99/ 9/ 816	29 13	R	13	239	35S	1	0.95	15260	0.13	-0.76	6
99/ 9/1619	2 13	D	72	84	78N	10	0.22	22561	-1.02	-1.29	
99/ 9/1819	29 20	D	79	82	84N	15	0.29	43966	-1.37	-0.90	
99/ 9/1919	17 26	D	74	113	60S	19	0.32	26706	-1.88	-1.10	
99/ 9/2122	20 52	D	60	82	81S	16	0.39	29318	-1.18	-0.95	
99/ 9/2222	48 57	D	78	81	76S	21	0.43	30292	-1.28	-0.78	
99/ 9/2317	49 9	D	67	51	80N	15	0.46	30975	-0.90	1.93	
99/ 9/2721	16 4	D	43	65	-75N	31	0.60	3322	-0.70	1.73	
99/ 9/2722	22 6	R	43	246	77S	40	0.60	3322	-1.04	1.54	
99/ 9/2821	50 0	R	62	249	79S	31	0.63	4405	-0.61	1.70	
99/ 9/2823	10 37	R	62	206	35S	43	0.63	4465	-0.45	2.63	
99/ 9/2920	16 24	R	39	196	22S	10	0.66	5596	0.58	2.61	
99/ 9/30	0 29 32	R	53	219	45S	49	0.67	5767	-0.76	2.38	

Efemerida planétky (16) Psyche

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
4. 9.	20 ^h 32.2m	-17°51.2'	10.0
9. 9.	20 ^h 30.4m	-18°04.7'	10.1
14. 9.	20 ^h 29.1m	-18°15.7'	10.2
19. 9.	20 ^h 28.6m	-18°24.2'	10.3
24. 9.	20 ^h 28.7m	-18°30.2'	10.4
29. 9.	20 ^h 29.4m	-18°33.5'	10.5
4.10.	20 ^h 30.9m	-18°34.3'	10.5

Predpovedané sú len 3 zákryty hviezd planétkami aj to sú pomerne slabé hviezdy, teda opäť len šanca pre tých, ktorí disponujú väčšími priemermi objektívov.

Kométy

Ozdobou oblohy bude od polovice augusta kométa C/1999 H1 Lee aj napriek tomu, že jej jasnosť postupne slabne. Uvidíme ju už triédrom, je cirkumpolárna, no vyššie nad obzorom bude až v ranných hodinách. Po dlhšom čase to je dostatočne jasná kométa aj pre menšie ďalekohľady a tak by si túto príležitosť nemali nechať ujsť ani majitelia teleobjektívov či fotokomôr.

Ďalšia, pomerne jasná, kométa 10P/Tempel 2 nám však už veľa radosti neurobí, pretože sa pohybuje v južných deklináciách. Najlepšie podmienky na jej pozorovanie budú v okolí augustového novu, kedy pri kulminácii sa dostane 20° nad obzor.

Nočná obloha 4/1999

S koncom léta se nám otvoril pohľad na Mléčnou dráhu, a tedy i rozsáhlá molekulová mračna najväčší gravitačne väzane útvary v Galaxii. Jejich hmotnosť sa pohybuje medzi sto tisíci a jedným miliónom Sluncí, veľkosť medzi šesdesiatimi a tristo parseky a veľkosť zpravidla nepresahuje sto miliónov let...

O molekuloých mračnech se kupodivu v astronomických učebniciach príliš nemluví, väčší zájem si však zaslouží po právu. Už jenom proto, že v sobě soustřeďují kolem padesáti procent mezihvězdné látky. Najdete je pouze v galaktické rovině a navíc jen poblíž spirálních ramen. Jejich hlavní složkou je molekulární vodík, do níž je vmíchán neutrální vodík, helium a další prvky pocházející z termonukleárních reaktorů zaniklých hvězd, spojené občas do složitých molekul. Obsahují také drobná zrníčka mezihvězdného prachu, jež intenzivním vyzařováním chladí celý oblak na teplotu několika kelvinů.

V průměru najdete v jednom krychlovém kilometru čtverečním vesmírného prostoru 125 zrníček velikostí srovnatelné s částicami cigaretového kouře a 1015 atomů převážně vodíku. V rozsáhlých oblacích pak naměříte až tisíckrát větší hodnoty.

Každopádně jsou uhlíkové a křemíkové šupinky docela vzácným kořením (poměr hmotnosti prachu k plynu je 1:100), ale jak už to tak bývá, bez něj by to asi nešlo: právě prach chladí mračna a zviditelňuje nám jejich chimérickou krásu.

Rádi byste nějaké molekulové mračno uviděli? Není nic snazšího. Stačí si vzpomenout, že nám tyto největší souvislé útvary v Galaxii brání ve výhledu na vzdálené slálice – existence plynoprachových mračen je tak hlavním důvodem skvmitosti Mléčné dráhy. Jedním z nejkřiklavějších případů je známá Velká trhlina v souhvězdí Labutě a Orla. Jedná se o celý komplex prachových oblaků. Jeho jižní konec je k nám blíže než severní, proto je v Hadonoši tak široký a naopak v Labuti užší a s ostrými hranicemi. Současně je mírně skloněn k rovině Galaxie, a tak je Mléčná dráha nejjasnější v Labuti na severozápadě od Trhliny, zatímco v Orlu na jihovýchodě.

S menšími či většími tzv. temnými mlhovinami se však setkáme prakticky všude. Úhlově menší, ale téměř učebnicová a vhodná i pro začátečníky, je například dvojice Barnard 142 a 143, pojmenovaná počátkem našeho století podle katalogu amerického astronoma Edwarda Emersona Barnarda. Na bezměsíčné, průzračné obloze se Sometem Binarem 25×100 podívejte asi půl stupně západně od gamy Aquilae (nad Altaiem). Na světlém pozadí Mléčné dráhy tu po chvíli rozeznáte tmavý ovál s osou

orientovanou směrem na severovýchod, který vám při pečlivém prohlížení může svoji strukturou připomenout tiskací písmeno E či U. Celkový průměr soustavy je asi jeden stupeň.

Jinou výraznou mlhovinu Barnard 133 najdete dva stupně jižně od lambda Aquilae. (V Atlasu Coeli je zakreslena necelý stupeň pod planetární mlhovinou NGC 6751.) Vzhledem k tomu, že má velikost 9'×5', bude vhodnější, když se na ni podíváte nějakým větším dalekohledem. O tom, jak je tenhle asi 1300 světelných let vzdálený oblak hustý, svědčí snímek kdysi pořízený na Wilsonově hoře stopalovým reflektorem. Po čtyřhodinové expozici zde astronomové nenalezli jedinou prosvítající hvězdu! Jeho skutečný průměr se odhaduje na necelé dva světelné roky – je tak příkladem tzv. Bokovy globule, skutečného lůna až několika exemplářů nových hvězd. Hmotnost mračna se pohybuje kolem devadesáti Sluncí a někteří odvážní futuristé předpokládají, že se v průběhu dvou až čtyř milionů let rozdrobí na jednotlivé slálice.

Mezhvězdný materiál však nemusí jenom stínit. Pokud se poblíž molekulového mračna nachází dostatečně jasná slálice, může její záření dát za vznik reflexní nebo emisní mlhovině. Jedním z nejhezčích a zcela jistě nejjasnějších emisních mlhovin je Laguna ve Střelci (M8). Tahle drobná skvrnka je za průměrných podmínek viditelná bez dalekohledu, mnohem pohlednější je ale v Sometu binaru 25×100. Jak vás přesvědčí pohled do atlasu či katalogu, skládá se z hvězdokupy NGC 6530, kolem které se rozkládá jemná mlhovina NGC 6523. Skupinu asi dvaceti slálic o průměru deset úhlových minut poprvé popsal Angličan John Flamsteed: „*mlhovina předcházející Střelciv luk*“. Světlé glorioly si pak všiml Francouz Jean Baptiste Le Gentil, asistent Jacques Cassiniho na Pařížské observatoři: „...*leží mezi levou patou Hadonoše a lukem Střelce, západně od hvězdokupy, která byla nalezena v této části nebe a která je podobná skupině v Rakovi. Tato mlhovina má tvar mírně protáhlého rovnoramenného trojúhelníku s jedním vrcholem směrem na jihozápad. Sledoval jsem ji s dalekohledem 18 až 20 stop [dlouhým] a vždy se jevila mlhavá a transparentní: její základny se dotýká vcelku nápadná hvězda, která je jasnější než slálice hvězdokupy.*“

Stáří Laguny se odhaduje na dva miliony roků. Obsahuje natolik masivní a zářivé hvězdy, že je velmi slušně viditelná i na vzdálenost 5200 světelných let. Její faktický průměr se pohybuje kolem 120 světelných let a rozkládá se na okraji molekulového oblaku, do kterého se postupně prohlodává. V první vlně se před třemi až sedmi miliony roky

Efemerida kométy C/1999 H1 (Lee)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
10.8.	07 ^h 15.4 ^m	+40°15.9	7.6
15.8.	07 ^h 06.5 ^m	+42°14.8	7.8
20.8.	06 ^h 56.0 ^m	+44°23.0	7.9
25.8.	06 ^h 43.0 ^m	+46°43.2	8.1
30.8.	06 ^h 26.4 ^m	+49°17.4	8.2
4.9.	06 ^h 04.2 ^m	+52°04.8	8.3
9.9.	05 ^h 33.5 ^m	+54°58.2	8.3
14.9.	04 ^h 50.3 ^m	+57°36.3	8.4
19.9.	03 ^h 51.6 ^m	+59°13.6	8.5
24.9.	02 ^h 40.6 ^m	+58°43.7	8.6
29.9.	01 ^h 30.1 ^m	+55°21.1	8.7
4.10.	00 ^h 32.5 ^m	+49°30.1	8.9

Efemerida kométy 10P/Tempel 2

31.7.	17 ^h 04.3 ^m	-17°40.5'	8.8
5.8.	17 ^h 08.3 ^m	-19°20.4'	8.8
10.8.	17 ^h 13.6 ^m	-20°58.7'	8.7
15.8.	17 ^h 20.3 ^m	-22°33.9'	8.7
20.8.	17 ^h 28.3 ^m	-24°04.7'	8.7
25.8.	17 ^h 37.5 ^m	-25°29.9'	8.7
30.8.	17 ^h 47.9 ^m	-26°48.4'	8.8
4.9.	17 ^h 59.3 ^m	-27°59.1'	8.8
9.9.	18 ^h 11.8 ^m	-29°01.3'	8.9
14.9.	18 ^h 25.2 ^m	-29°54.0'	9.0
19.9.	18 ^h 39.3 ^m	-30°36.7'	9.1
24.9.	18 ^h 54.1 ^m	-31°09.0'	9.2
29.9.	19 ^h 09.4 ^m	-31°30.6'	9.3
4.10.	19 ^h 25.0 ^m	-31°41.3'	9.4

Meteory

Južné i Akvaridy (SIA) začínajú svoju činnosť už koncom júla a končia v polovici augusta, no ich frekvencia v maxime (4. 8.) je len 2 meteory za hodinu, len výnimočne aj viac (v roku 1982 to bolo 9).

Severné i Akvaridy (NIA) majú maximum okolo 20. augusta a sú len o málo aktívnejšie (ZHR 3). Odlišenie oboch týchto rojov je obťažné, vhodné pre skúsenejších pozorovateľov s doporučením zakresov do gnomonických máp.

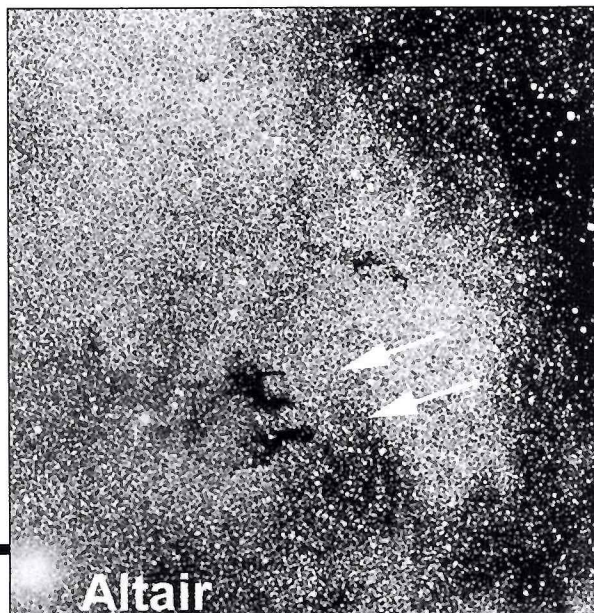
Perzeidy (PER) sú najaktívnejším prázdninovým rojom a s tým súvisí aj fakt, že o tomto roji je každoročne napozorovaných najviac údajov, ktoré zhromažďuje databáza IMO. V činnosti sú od 17. 7. do 24. 8. Tradičné maximum nastane 13. augusta ráno, nové už 12. 8. večer. Frekvencia v maxime je okolo 100 meteorov za hodinu. Mnohí meteorári budú tento roj pozorovať na svojich expedíciách za zatmením Slnka a počas úplnej fázy, ak budú mať šťastie, možno tiež nejakú tú Perzeidu uvidia.

κ Cygnidy (KCG) sú v činnosti od 3. do 25. augusta s maximom 18. 8. Meteory sú charakteristické svojou malou rýchlosťou, čo môže byť vodítkom pri ich odlišení od sporadického pozadia, pretože ich frekvencia býva len 3 meteory za hodinu.

α Aurigidy (AUR) majú trvanie 10 dní s maximum 1. 9. Meteory tohto roja sú rýchle a frekvencia v pomerne ostrom maxime dosahuje až 10 meteorov za hodinu, no je veľmi premenlivá.

δ Aurigidy (DAU) sú v činnosti od 5. 9. do 10. 10. s maximom (ZHR 6) 9.9. Maximum týchto rýchlych meteorov je nevyrazné s možnosťou niekoľkých podružných maxim.

Piscidy (SPI) sú v činnosti celý september s málo výrazným (ZHR 3) maximum 20.9.



Časť snímku pořízeného objektivem o průměru 12,5 centimetru v červenci 1931 na Mt. Wilsonu. Expozice trvala čtyři hodiny. U levého dolního okraje najdete Altair, šipkou je vyznačena poloha dvojice temných mlhovin Barnard 142 (spodní) a 143 (horní). Od nich doprava nahoru najdete další soustavu Barnard 334, 336 a 337. Snímek má úhlové rozměry 7×7 stupňů a obsahuje hvězdy do asi 16,5 magnitudy.

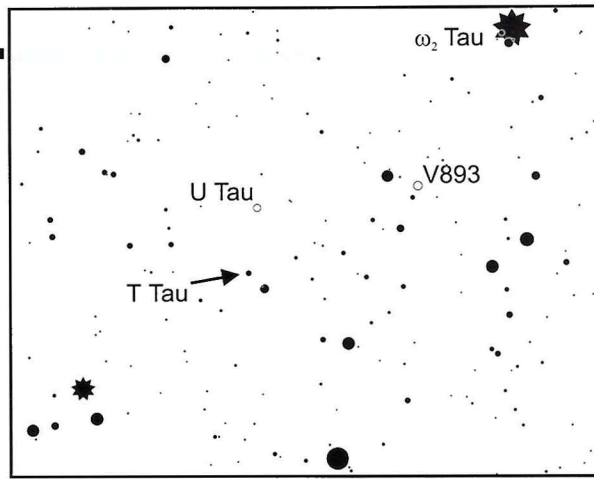
narodila kupa NGC 6530, jež se dnes nachází před mlhovinou. K nové generaci patří hvězdička 9 Sagittarii, o které mluví i Le Gentil. Její výkon se odhaduje až na jeden milion Sluncí, patří tedy mezi nejsvětější známé stálice! Právě jí vděčí valná část mlhoviny za svoji zář.

Ponoříme se ale do Laguny ještě hlouběji. Ve velkém dalekohledu, řekněme nad dvacet centimetrů v průměru, se podívejte západně od 9 Sgr. Právě tady je samotné srdce M 8 – její nejjasnější část. Vypadá jako ovál o velikosti 8"×30" a nazývá se Přesýpací hodiny. Na jejím okraji zahlédnete stálice asi desáté velikosti označovanou Herschel 36, jednu z nejmladších, kterou můžete spatřit na vlastní oči. Odhaduje se, že vodík ve svém nitru začala spalovat teprve před několika desítkami tisíc roků. Vězte, že právě ona je jedním z hlavních zdrojů pronikavého ultrafialového záření, který nutí svítit okolní vodík. Supermasivní budulínka spektrální třídy O7 ohřívá plyn na neobyčejně vysokou teplotu. Obdobně jako u pozemských tornád, pak velký rozdíl teplot mezi horkou a studenou částí mračna, spolu s gradientem tlaku záření, dává za vznik silnému proudu – Přesýpacím hodinám. Herschel 36 se tak dostává do pozice novorozeně, jehož údělem je zavraždit svou matku – mlhovinu, z níž se zrodilo.

Chcete se podívat na ještě mladší hvězdy? Tak mladé, že v jejich nitru dosud neprobíhají jaderné reakce? Pak se musíte vydat na ranní oblohu...

Období, kdy hvězda září pouze na úkor své potenciální energie uvolňované během pozvolného smršťování, se počítá na několik desítek milionů let od okamžiku, kdy se vyloupla z molekulového mračna. Je tedy pravděpodobné, že nějaký takový případ můžeme občas přistihnout „in flagranti“ – hvězdáři jich přitom ve své kolektivní sbírce mají už celou řádku, ukřívají se totiž za proměnnými typu T Tauri, FU Ori či YY Ori. Tyhle zárodky svými rozměry stonásobně převyšují Slunce a mají i o několik řádů větší zářivý výkon.

Z povrchu protohvězd vane divoká vichřice hvězdného větru, takže ztrácejí veliké množství lát-



V okolí protohvězdy T Tauri lze ve velmi velkých dalekohledech (jeden metr a více!) zahlédnout slabou mlhovinu NGC 1554. K prohlídce samotného novorozeněte vám ale postačí běžný přístroj. Její jasnost se totiž stabilně pohybuje mezi 9,5 a 10,5 magnitudy. V hledací mapce (sever nahoře, západ vpravo) jsou hvězdy do 12 mag a na výšku má dva stupně.

ky. Většinou u nich najdeme ještě zbytky zárodečné mlhoviny, pozorovány jsou výtrysky ve směru rotační osy, zbytky akrečního disku, jejich jasnost poskakuje sem a tam... Plápolání proměnných T Tauri však není výsledkem evolučních změn, ale pouze nestabilitou akrečního disku, pádem okolohvězdného materiálu na povrch novorozeněte a dalších jevů. Většinou se tyto nepravidelné změny pohybují v rozmezí několika desetin magnitudy, občas však dojde k mnohem dramatictější události. Například před šedesáti lety se naprosto tuctová hvězdička v souhvězdí Oriona, dnes označovaná FU Orionis, v průběhu jednoho roku zjasnila o šest magnitud. Od té doby má pořád desátou velikost. Něco podobného provedla i V1057 Cygni v roce 1970, ona se však od té doby pozvolna zeslabuje. Zatímco v době své největší slávy měla 9,8 magnitudy, dnes je pod třináctkou. Zjasnění protohvězd je vzácná záležitost, nicméně je pravděpodobné, že alespoň jednu takovou událost během svého života ještě zahlédnete.

Zajímavá je i samotná T Tauri: Hvězdičku obklopenou mlhovinou zahlédl v říjnu 1852 J. R. Hind. Tehdy měla průměr třicet úhlových vteřin a na jejím okraji ležela stálice desáté velikosti. Na základě dostupných map přitom usoudil, že musí být proměnná. Hindova mlhovina byla sledována několik ná-

sledujících let, až se roku 1861 zjistilo, že zřetelně slabne. Zcela zmizela o sedm let později. Znovu ji našel E. E. Barnard a S. W. Burnham 36palcovým teleskopem Lickovy observatoře v roce 1890. O pět let později se zase schovala, nicméně změny jejího vzhledu a jasnosti potvrdila fotografie, kterou začali hvězdáři vzápětí používat.

A jen tak mimochodem, žhavinkou je objev celé protohvězdné kupy. Po skupině Velký vůz, Hyády a Vlasy Bereniky je dokonce čtvrtou nejbližší známou hvězdokupou. Nachází se 315 světelných let daleko a třináct dosud identifikovaných členů v prostoru zabírá necelé tři světelné roky. Při pohledu ze Země má průměr půl stupně a co je ještě zajímavější – tři členové η Cha, RS Cha a HD 75505 jsou pohodlně viditelní i malým dalekohledem. Bohužel, tento unikátní kousek leží jedenáct stupňů od jižního nebeského pólu... Každopádně dny této skupinky, která se vytvořila někdy před čtyřmi až dvánácti miliony roky, jsou sečtené. Její gravitační soudržnost je natolik malá, že z ní jednotlivé stálice bez odporu unikají. Časem z ní zbudou pouze osamocené hvězdy plující prázdným vesmírem.

(Noční obloha vzniká ve spolupráci s Amatérskou prohlídkou oblohy)

Kalendář úkazov august – september (v SEČ) a výročí

3.8.	planétka 16 Psyche v opozícii (9.4 mag)	21.8.	Pluto v zastávke	8.9.	16	Merkúr v hornej konjunkcii					
4.8.	18.4	Mesiac v poslednej štvrti	21.8.	21.2	zákrýt hviezdy PPM 268805 (9.5 mag)	8.9.	17.2	denná konjunkcia Regulusa Mesiacom – zákrýt			
4.8.		maximum meteorického roja južné i Akvaridy (ZHR 3)	23.8.		Merkúr v perihéliu	9.9.		21.0	výročie narodenia (1789) W.Bonda		
5.8.	1.7	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 3.7° severne)	24.8.		planétka 128 Nemesis v opozícii (10.8 mag)	9.9.	20.9	Venuša v zastávke	9.9.	20.9	maximum meteorického roja δ Aurigidy (ZHR 4)
5.8.	19.3	Merkúr stacionárny	25.8.		13 Jupiter v zastávke	9.9.	23.0	Mesiac v nove	12.9.		40.výročie (1959) Luny 2
5.8.	30.	výročie (1969) Marineru 7	25.8.		10.výročie (1989) preletu Voyagera 2 okolo Neptúna	13.9.		planétka 346 Hermentaria v opozícii (10.6 mag)	16.9.	19.7	Mesiac v odzemí
5.-11.8.	18.	Európske zákrýtové sympóziu, Stuttgart	26.8.		planétka 141 Lumen v opozícii (10.6 mag)	17.9.	23.1	Mars v konjunkcii s Antaresom	17.9.	21.1	Mesiac v prvej štvrti
7.8.	19.6	Urán v opozícii	27.8.	0.8	Mesiac v splne	17.9.	235.	výročie narodenia (1764) J.Goodricka	20.9.	23.8	zákrýt Neptúna Mesiacom
8.8.	0.6	Mesiac v prízemí	28.8.		210. výročí (1789) objavenia Saturnovho mesiaca Enceladus (Herschel)	20.9.		maximum meteorického roja Piscidy (ZHR 3)	21.9.	21.3	zákrýt Urána Mesiaca
10.8.	2.7	konjunkcia Merkúra s Mesiacom	30.8.	18	Saturn v zastávke	23.9.	12.5	jesenná rovnodennosť, Slnko vstupuje do znamenia Váh	23.9.		planétka 57 Mnemosyne v opozícii (11.0 mag)
11.8.	12.1	Mesiac v nove – úplné zatmenie Slnka planétka 737 Arequipa v opozícii (10.9 mag)	1.9.		20.výročie (1979) preletu Pioneeru 11 okolo Saturna	25.9.	11.8	Mesiac v splne	26.9.		Venuša v maximálnej jasnosti (-4.7 mag)
12.8.	6.4	tesná (34°) denná konjunkcia Regulusa s Mesiacom	1.9.		maximum meteorického roja α Aurigidy (ZHR 10 var)	27.9.	15.9	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4.4° severne)	28.9.	14.3	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3.3° severne)
13.8.		maximum meteorického roja Perzeidy (ZHR 100)	2.9.	19.1	Mesiac v prízemí	28.9.	17.7	Mesiac v prízemí	30.9.	5.1	tesná konjunkcia Aldebarana s Mesiacom (Aldebaran 14° južne od rohu)
14.8.	15	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (18°)	2.9.	22.1	konjunkcia Aldebarana s Mesiacom – zákrýt						
14.8.		planétka 219 Thusnelda v opozícii (11.0 mag)	2.9.	23.3	Mesiac v poslednej štvrti						
18.8.		maximum meteorického roja κ Cygnidy (ZHR 3)	3.9.		planétka 198 Ampella v opozícii (10.2 mag)						
19.8.	2.8	Mesiac v prvej štvrti	3.9.		planétka 747 Winchester v opozícii (10.7 mag)						
20.8.	0.5	Mesiac v odzemí	7.9.	2.5	zákrýt hviezdy GSC 2925 1556 (9.7 mag) planétkou 709 Fringilla						
20.8.	13	Venuša v dolnej konjunkcii	8.9.	2.3	zákrýt hviezdy PPM 701090 (10.3 mag) planétkou 162 Laurentia						
20.8.		maximum meteorického roja severné i Akvaridy (ZHR 3)									

Stránka pre začínajúcich astronómov (3)

Pokračujeme v našom seriáli o základoch astronómie. Dnes to bude dokončenie témy z minulého čísla, výpočet miestneho hviezdneho času a kalendár.

Miery času, deň, rok

Všetkým časom, o ktorých sme hovorili, treba ešte dať prívlastok *miestny* (MČ). Týkajú sa iba určitej zemepisnej dĺžky. Ak je u nás pravé poludnie, t.j. Slnko je presne na juhu, na miestnom poludníku, miesta na východ od nás už poludnie mali a miesta na západ od nás poludnie ešte len budú mať.

Aby aspoň určité územné celky mali jednotný čas, čo je dôležité v dopravě a bežnom každodennom behu života, bol zavedený čas *pásmový*. Pásmový čas okolo nultého poludníka je čas *svetový* (UT, alebo SČ). Na našom území máme čas *stredo európsky* (SEČ): SEČ = UT - 1 h. Na letnú sezónu (od marca do októbra) sa v mnohých štátoch zavádza tzv. *letný čas* (LSEČ): LSEČ = UT - 2 h. Miestny čas sa líši od svetového presne o zemepisnú dĺžku daného miesta vyjadrenú v časovej miere: MČ = UT + lambda (v hod).

Tento vzťah využívame na určenie zem. dĺžky (lambda). Ak napr. Slnko v danom mieste prechádza cez poludník 19. 9. 1999 o 12h 35m LSEČ a podľa ročenky na nultom poludníku to má byť o 11 h 54m UT, potom:

$$\lambda = 11 \text{ h } 54 \text{ m} - (12 \text{ h } 35 \text{ m} - 2 \text{ h}) = 1 \text{ h } 19 \text{ m} = 19^{\circ} 45'$$

V našej ročenke je uvedený čas pravého poludnia pre Bratislavu ($\lambda = 17^{\circ} 1' 08 \text{ m}$): 12 h 46 m LSEČ. Rozdiel dĺžok je 11 m, t. j. $2^{\circ} 45'$) a dostaneme ten istý výsledok.

Medzi stredným snečným a hviezdny časom platí jednoduchý vzťah: $I_h = k \cdot I_s$, kde $k = 366,2422/365,2422 = 1,0027379093$.

I_h je časový interval meraný v hviezdnom čase,

I_s je časový interval meraný v strednom snečnom čase.

V koeficiente k je skrytá skutočnosť, že za rok vykoná Zem voči hviezdám presne o jednu otočku viac. Predstavme si, že Slnko a nejaká hviezda prechádzajú v danom dni súčasne cez miestny poludník. Hviezdny deň je interval medzi týmto časom a časom prechodu tej istej hviezdy cez poludník na budúci deň. Slnko je však v čase prechodu hviezdy na druhý deň približne 1° východne, lebo o toľko sa za deň pohla Zem pri svojom obehu okolo Slnka. Pretože $1^{\circ} = 4 \text{ m}$, o toľko je snečný deň dlhší ako hviezdny (presnejšie 3 m 56,55 s). Za rok tento rozdiel tvorí presne 1 deň.

Pre výpočet miestneho hviezdneho času pre daný UT (resp. SEČ, alebo LSEČ) potrebujeme ešte vedieť hviezdny čas o 0 h UT. Tento je uvádzaný v ročenkách. Ak napr. chceme vedieť, aký je hviezdny čas o 22 h LSEČ v mieste, kde $\lambda = 20^{\circ} \text{ E}$, 10. 8. 1999 nájdeme v ročenke pre tento dátum údaj 21 h 12 m 08 s pre 0 h UT. Miestny hviezdny čas (theta) je potom:

$$\theta = 21,20222 + k \cdot (22 - 2) + \lambda \text{ (v hodinách)} = 21,20222 + 20,05476 + 1,33333 = 42,59031 \text{ h.}$$

Ak výsledok je väčší, ako 24 h, odpočítame 24:

$$\theta = 18,59031 = 18 \text{ h } 35 \text{ m } 25 \text{ s.}$$

Znalosť hviezdneho času nám umožní rýchlu orientáciu na oblohe. Ako uvidíme ďalej, v kapitole o súradniciach na oblohe, je to súradnica α (rektascencia) hviezd, ktoré sú práve v poludníku. Z pohľadu do hviezdnej mapy zistíme, že takúto súradnicu majú hviezdy súhvezdia Strelca alebo Lýry. Rovnaký výsledok dostaneme aj použitím otáčavej mapky hviezdnej oblohy. Ak sa uspokojíme s presnosťou $\pm 1 \text{ s}$, môžeme na PC zostaviť nasledujúci program (v jazyku qbasic, ktorý je súčasťou DOS):

```
DEFDBL A-Z
jd0 = 2450814.5: th0 = 6.696275
INPUT "RRRR, m,d ", y, m, d
INPUT "UT h,m,s ", uth,utm,uts:ut=uth+utm/60+uts/3600
INPUT "ZEM. DLZKA st.,min.,s (kladna na E) ",las,lam,lass
la=(las+lam/60+lass/3600)/15
IF m = 1 OR m = 2 THEN y = y - 1: m = m + 12
a = INT(y / 100): b = 2 - a + INT(a / 4)
c = INT(365.25 * y): vd = INT(30.6001 * (m + 1))
```

```
jd = 1720994.5# + b + c + vd + d:PRINT "JD "; jd
th00 = th0 + (jd - jd0) * 236.5544 / 3600
th=th00+1.0027379093*ut+la
nav:
IF th > 24 THEN th = th - 24: GOTO nav
IF th < 0 THEN th = th + 24: GOTO nav
thh = INT(th): thm = INT(60 * (th - thh))
ths = 3600 * (th - thh) - 60 * thm:a$="theta"
PRINT USING "& ## ## ## " ;a$; thh; thm; ths
END
```

Program určí aj tzv. *juliánsky dátum*. Je to vlastne počet dní, ktoré uplynuli od 1.1. 4713 pred našim letopočtom o 12 h UT. V astronómii sa používa napr. na určenie dĺžky intervalu v dňoch medzi dvoma dátumami: kolko dní uplynulo medzi 15. 2. 1939 a 30. 11. 1988? $JD(2) - JD(1) = 2447495,5 - 2429309,5 = 18186$ dní.

Zvieratníkové súhvezdia a znamenia, kalendár

Ako vieme z pozorovania, počas roka má Slnko pri prechode poludníkom rôznu výšku, čo spôsobuje striedanie ročných období. Je zapríčinené sklonom rotačnej osi Zeme k normále roviny, v ktorej obieha okolo Slnka (ekliptika) o $23^{\circ} 26'$ (*pozri obr.*). Pri svojom obehu sa Slnko premieta do rôznych súhvezdí. Už v starovekom Babylone rozdelili ročný beh Slnka medzi hviezdami do 12 *zvieratníkových* súhvezdí: Baran, Býk, Blíženci, Rak, Lev, Panna, Váhy, Škorpión, Strelce, Kozorožec, Vodnár a Ryby. Ich znaky sú uvedené na obrázku. Tieto súhvezdia prevzala do svojej výzbroje astrológia, podľa ktorej je pre človeka určujúca pre jeho osud poloha Slnka medzi hviezdami pri jeho narodení.

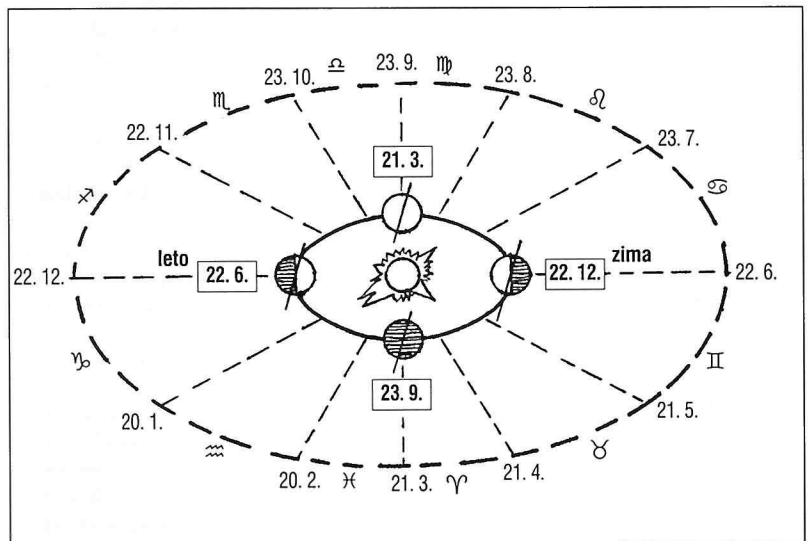
Dnes už následkom *precesie* nie sú totožné zvieratníkové znamenia a súhvezdia. Precesným pohybom sa mení poloha zemskej osi v priestore. Posúva sa po povrchu kužela a jeden beh trvá 25750 rokov. Pre astrológiu je daný dátum spojený s polohou Slnka v nejakom znamení, pre astronómiu v nejakom súhvezdí. V antike boli obidva pojmy totožné, dnes sa líšia následkom precesie cca o 30° . 21. marca Slnko vstupuje do znamenia Barana, zatiaľ čo v tom čase sa nachádza v súhvezdí Rýb.

Podobným problémom je problém kalendára. Snahou je, aby napr. slnovrat pripadal na rovnaký dátum. Ako sme už uviedli v minulom čísle, čas medzi dvomi prechodmi Slnka cez jarný bod – tropický rok trvá 365,24220 stredných sln. dní.

Náš kalendár je odvodený z kalendára, ktorý zaviedok Caesar r. 45 pred n.l.: 3 za sebou idúce roky mali 365 dní, štvrtý, priestupný, 366 dní. Stredná dĺžka juliánskeho roku je 365,25 dní. Rozdiel oproti tropickému roku činí 0,0078 dňa, čo spôsobí, že za 128 rokov sa čas slnovratov posunie o 1 deň.

V roku 1582 bol tento rozdiel už 10 dní. Pápež Gregor XIII. nariadil, aby po 4. októbri 1582 nasledoval 15. október a v budúcnosti z celých storočí iba tie boli prestupné, ktorých počet storočí je deliteľný štyrmi. Teda roky 1700, 1800, 1900 nie sú prestupné, roky 1600 a 2000 áno. Stredná dĺžka gregoriánskeho roku je 365,2425 dňa, t.j. rozdiel je 0,0003 dňa. Na 1 deň narastie až za 3000 rokov.

Milan Rybanský



12 hrdinských činov. Zeus svojho milovaného syna za všetky útrapy prežité na zemi premenil na súhvezdie Herkula. Vzhľadom na rozsah tohto článku nie je možné podrobnejšie opísať celú báň. Niektoré z hrdinských činov Herkula sú spomínané v mýtoch súvisiacich s inými súhvezdiami.

Vráťme sa však bližšie k ekliptike. Východne od súhvezdia Hadonosa nájdeme súhvezdie **Orol** (Aquila, Aql). Toto súhvezdie v mytológii súvisí s výraznou skupinkou hviezd ležiacich v Mliečnej ceste severne od Orla. Je to súhvezdie **Šíp** (Sagitta, Sge). Mytológia spája súhvezdie Orla a Šípa s postavou titana Prometea, veľkého ochrancu ľudí, ktorý im daroval oheň. Naučil ich variť, obrábať pluhom zem, dobývať rudu, pretvárať ju na železo a robíť z neho rôzne náradie. Prometheus skrotil divé ovce a kozy a ukázal ľuďom, ako majú využívať mlieko a mäso. Naučil ich liečiť choroby. Za pomáhanie ľuďom Zeus potrestal Prometea tak, že ho dal prikovať ku skale na ďalekom Kaukaze, kde mu orol každý deň vyzobával pečeň, ktorá cez noc dorastala, aby mal orol na druhý deň čo žrať. Keďže Prometheus vedel tajomstvo o Diovej moci, Zeus ho mučil, aby to tajomstvo prezradil. Napriek mukám, ktoré podstúpil, nikdy to nezlomilo jeho ducha. Prometheus oslobodil Herkules, ktorý zabil orla svojim šípmo a rozbil okovy, ktorými bol pripútaný ku skale. Cez letné noci vidíme na oblohe Herkula, pozerajúceho sa na krvilačného orla, nad ktorým je šíp. Nie je tu súhvezdie Prometea, na ktorého však ľudia nikdy nezabudli, lebo im daroval oheň.

Iná povesť o súhvezdí Šíp hovorí, že je to šíp boha Apolóna, ktorým zabil strašného draka Pýtóna.

V okolí súhvezdia Orol nájdeme ďalšie tri

malé súhvezdia. Najvýraznejšie z nich je súhvezdie Delfín, ležiace severovýchodne od súhvezdia Šíp. Východným smerom sa nachádza súhvezdie Koník. Západne od súhvezdia Orol, medzi Orlom a Hadonosom, nájdeme súhvezdie Štít.

Delfín (Delphinus, Del) na oblohe vytvára zoskupenie hviezd v tvare detského šarkana. Bájka hovorí o bohovi mora Poseidonovi, ktorému sa zapáčila Amfitrita, dcéra morského boha Nerea. Ona sa ale pred ním ukryla do jaskyne pri titanovi Atlantovi. Poseidon dlho nemohol nájsť jej skrýšu, pomohol mu delfín, ktorého za túto službu premenil na súhvezdie a umiestnil na oblohu.

Koník (Equuleus, Equ) je najmenšie súhvezdie oblohy. Koník predstavuje mladšieho brata Pegasa. Kastorovi, ktorý mal rád kone, ho daroval boh Hermes.

Štít (Scutum, Sct) je pravdepodobne najmenej známe súhvezdie našej oblohy. Toto súhvezdie nemá súvis s mytológiou, zaviedol ho J. Hevelius na počesť poľského kráľa Jána Sobieskeho. Pôvodne sa súhvezdie volalo Štít Sobieskeho a štyri jasnejšie hviezdy predstavovali jeho štyroch synov.

Smerom na sever od súhvezdia Orol nájdeme ďalšie nevýrazné a málo známe súhvezdie. Je ním **Líštička** (Vulpecula, Vul). Toto súhvezdie zaviedol na oblohu J. Hevelius r. 1687. V gréckej mytológii je líška spájaná s postavou Kefala, ktorý oslobodil Téby od divej teumeskej líšky, pretože Tébania jej museli každý mesiac obetovať jedného chlapca.

Ak sa pohľadom presunieme ďalej na sever, narazíme na výrazné zoskupenie hviezd v Mliečnej ceste v tvare kríža, ktoré predstavuje súhvezdie **Labuť** (Cygnus, Cyg). Západne od nej určite neprehliadneme skupinku slabších

hviezd s jednou z najjasnejších hviezd oblohy – Vegou. Je to súhvezdie **Lýra** (Lyra, Lyr).

Súhvezdia Lýra a Labuť sú spojené bájkou o legendárnom spevákovi Orfeovi. Orfeus, syn riečného boha Oiagra a múzy Kalliope, mal výnimočný vzťah k hudbe. Matka ho dala k učiteľovi – múdre mu kentaurovi Cheirónovi, ktorý vedel, že sa stane veľkým spevákom, a preto ho učil spievať a hrať na lýre. Ešte krajšie spieval a hral po svadbe s Eurydikou, no ich šťastie netrvalo dlho. Eurydiku uštipla do nohy zmija a zomrela. Orfeus sa vo veľkom žiali vybral do kráľovstva mŕtvych duší, aby mu Hádes vrátil jeho ženu. Vzal si lýru a zahral na nej tak pekne, že obmäkčil srdce Háda, ktorý mu sľúbil, že si môže ženu odviesť, ale nesmie sa obzrieť za seba, kým nevyjde na svetlo. Orfeus však nevydržal, obzrel sa a tieň jeho ženy sa rozplynul. Odvtedy akoby prestal žiť, no ostal verný svojej žene. Zabili ho trácke ženy, lebo ho považovali za čudáka. Bohovia premenili veľkého speváka na snehobielu labuť a preniesli ho na oblohu. Zlatú lýru Orfea bohovia tiež preniesli na nebo ako súhvezdie Lýra.

Na letnú oblohu zasahuje dosť veľkou časťou aj súhvezdie Vodnár, ktoré však zaradujeme medzi jesenné súhvezdia. Nad obzor sa počas leta u nás ešte dostávajú aj súhvezdia Mikroskop a Južný kríž. Spomenieme ich v časti o súhvezdiach južnej oblohy.

Výrazným obrazcom letnej oblohy je tzv. letný trojuholník, ktorý je tvorený trojicou najjasnejších hviezd zo súhvezdia Labuť, Lýra a Orol, teda Deneb, Vega a Altair.

Súhvezdia letnej oblohy pozorujeme menej ako súhvezdia iných ročných období, pretože ich pozorovanie časovo obmedzujú krátke letné noci.

Beata Zimnikovalová
Peter Zimnikoval

Letná škola v Nórsku

Leto sa ešte ani poriadne nezačalo a jedna vynikajúca letná škola sa už skončila. Mala som to šťastie, že som sa na nej mohla zúčastniť. Už sám názov *Prenos žiarenia a žiarivá hydrodynamika* prezrádza, že nešlo o žiadne „leháro“! Škola sa konala v dňoch 1. 6. – 11. 6. 1999 priamo v hlavnom meste Nórskeho kráľovstva, v Osle. Usporiadal ju Inštitút teoretickej astrofyziky Univerzity v Osle (UIO) v spolupráci s European Solar Magnetometry Network.

V pondelok 31. mája 1999 sa v Inštitúte teoretickej astrofyziky UIO začali schádzať študenti takmer z celého sveta, aby hneď v utorok ráno od 8.30 mohli začať nasávať vedomosti z oblasti prenosu žiarenia v hviezdnych atmosférach. Z východnej Európy nás bolo päť a z toho štyri dievčatá. Začali sme úvodom do teórie prenosu žiarenia, prednášal Rob Rutten z Univerzity v Utrechte. Rozdali nám pomerne hrubé skriptá s učivom a tenučké skriptá s cvičeniami a po prednáškach a obedňajšej prestávke, hor sa k pracovným staniciam na blok praktických cvi-

čení. Tu sa vyskytol menší problém, predpokladalo sa totiž, že všetci študenti majú IDL v malíčku...

Na druhý deň Rob pokračoval v aplikáciách prenosu žiarenia a po obede sa pokračovalo prezentáciou študentov. Vo štvrtok ráno nás privítal Mats Carlsson z Inštitútu teoretickej astrofyziky UIO, s úsmevom na tvári a ďalšími dvoma tiež nie najtenšími skriptami. Reč sa teraz zvrtila na numerické metódy v prenose žiarenia a po obede opäť dostali slovo študenti. (Našlo sa aj zopár komediánov, takže z triedy sa občas ozýval hlasný smiech.) V piatok ráno nás čakali novučičké skriptá z diagnostiky a spolu s nimi prednášajúci Philip Judge z High Altitude Observatory v Boulderi. Hoci víkend už klopil na dvere, všetci sme poobedňajšie „cviká“ z numerických metód brali poctivo.

V sobotu a v nedeľu sme sa (v skupinkách aj jednotlivo) rozbehli do centra Osla. Myslím, že nikto nevynechal obrovské Frammuseet, v ktorom je návštevníkom sprístupnená Amundsenova loď Fram (Vpred) a nádherna expozícia z jej polárnych výprav. Neobišli sme ani Vikingshipshuset, múzeum, v ktorom sú vystavené štyri vikingské lode. Najväčší dojem na mňa však urobilo múzeum nórskeho ľudového umenia, Norsk Folkemuseum. Bol to obrovský skanzen, v ktorom boli vystavené nórske chalúpk

a domy od stredoveku až po začiatok nášho storočia. Mnohé z nich boli dobovo zariadené a kde-tu sme stretli aj sprievodkyne či sprievodcov v tradičných krojoch. Veľkým prevapením pre mňa však bolo, keď som v tomto múzeu zistila, že jedným zo starých nórskeho jedál sú lokše! Na rozdiel od nášich jedí suché a bez pečenej husi či kačice.

A po víkende zasa do školy. Pondelok sme strávili ešte nad diagnostikou slnečnej plazmy, ale už od utorka sme sa začali venovať žiarivej hydrodynamike v podaní Johna Castora z Lawrence Livermore Laboratories. Dva týždne ubehli ako voda a nadišiel čas rozlúčky. V piatok poobede (cvičenia boli výnimočne skrátené na polovicu!) sme sa zišli v triede, aby sme poďakovali vyučujúcim a rozlúčili sa. Všetci študenti dostali diplom, ktorý potvrdil, že sme úspešne absolvovali túto školu.

Letná škola mala naozaj vysokú úroveň, len škoda, že učiva bolo tak veľa a času tak málo. Niekedy som mala pocit, že fólie na meotare sa menia rýchlosťou svetla. Ešteže mi ostalo tých päť kíl výborných skript... Zistila som, že takéto letné školy sú najmä pre našich študentov vynikajúcou možnosťou, ako získať nové kontakty a skúsenosti, ktoré im niekedy naše pracoviská (nie ich vinou) bohužiaľ, nemôžu poskytnúť.

Alena Kulínová

Testovanie teleskopov MEADE v Sobotišti

Po návšteve akcií „ZMAS – Modrová 97“, a MARS Partizánske 98 som bol zvedavý na pozorovateľňu v Sobotišti, o ktorej som dosiaľ iba počul a čítal. Keďže máme k dispozícii na vyskúšanie výboru 8" teleskop Schmidt-Cassegrain Meade LX 10 a 3,5" Maksutov-Cassegrain ETX, taktiež od výrobcu Meade, dohodli sme sa s pánom Štefečkom o spoločnom pozorovaní v Sobotišti 19. júna.

Ochádzali sme z Bratislavy za slnečného polojasného dňa s nádejami vidieť (aspoň chvíľami) peknú tmavú, mestským svetlom značky Siemens neprejasenú nočnú oblohu nad Sobotišťom. Žiaľ, priatelia meteorológovia nám „nezabezpečili“ jasnú oblohu. Tmavá obloha síce bola – ale od mrakov.

Tak sme smutní poskladali a rozložili teleskopy v spoločenskej miestnosti pozorovateľne tak, aby sme aspoň „nasucho“ cez okno ešte za dňa porovnali ostrosť obrazu teleskopov Meade. Pri Super-Plössl 31,8 mm širokouhlých okulároch teleskopov LX 10 a ETX sa striedali predseda SZAA pán Štefeček, finančník klubu pán Potúček a ďalších asi 16 prítomných nadšencov pozorovateľov. Účastníci stretnutia mali možnosť aspoň v ruke držať (keď nie vyskúšať) také špeciality, ako „off-axis guider“, úzkopásmový hmlový filter O-III a H na oblasť 460 až 525 nm, štvorfarebné filtre, mesačný neutrálny filter, fokálnu redukciu a ďalšie špeciálne príslušenstvo Meade.

Bonbónikom stretnutia mohlo byť praktické skúšanie kvality CCD kamery Meade Pictor 208 XT v spojení s 8" Schmidt Cassegrainom na deep-sky objektov nočnej oblohy v Sobotišti. Počasie nás však donútilo obmedziť testovanie CCD kamery iba na cca 1,5 km vzdialenom stožiarí vysokého napätia. Napriek tomuto handicapu však účastníkov zaujali ukážky spolupráce Pictora LX 208 s notebookom, spôsob operácií s CCD kamerou ako postup chladenia čipu CCD, kalibrácia, histogram, zaostrovanie, „flat-field a dark-frame“ snímky, protokol o snímku a ďalšie zvláštnosti.

Škodou večera zostala zamračená obloha, ktorá znemožnila vidieť hviezdy nad Sobotišťom. Hádám opäť nabudúce v Sobotišti, ale dúfajme, že bude počasie viac priat' týmto skúškam teleskopov Meade na MARSe v Partizánskom medzi 12. a 18. júnom tohto roku.

František Závodský

CO z Hale-Bopp odhaľuje pôvod komét

Keď sa kométa Hale-Bopp priblížila k Slnku na vzdialenosť asi 1 AU, jej emisia CO sa vyrovnala množstvu CO, ktoré za deň vyprodukuje 5,5 miliardy áut.

Výsledky spektroskopických meraní CO z NASA pomôžu astronómom zistiť, kde sa Hale-Bopp, ale aj iné kométy sformovali. Ak porovnáme množstvo vodného ľadu a CO v kométe, nedávne pozorovania nasvedčujú tomu, že sa vytvorila v oblasti medzi Jupiterom a Neptúnom.

„Kométy sú pre nás veľmi dôležité, pretože sú zamrznutými pozostatkami z čias formovania sa našej slnečnej sústavy a ich štúdiom sa môžeme dozvedieť veľa o tom, ako sme sa sem dostali,“ hovorí Dr. DiSanti z Catholic University a Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md. „Pozorovania Hale-Bopp naznačujú, že kométy nachádzajúce sa v Oortovom oblaku boli pôvodne časťou dávneho proto-planetárneho disku slnečnej sústavy. Dlhú dobu sa uvažovalo, že kométy pravdepodobne vznikali v chladnom, hustom mraku plynu a prachu, ktorý existoval ešte predtým, ako sa sformoval proto-planetárny disk. Ak by bolo tak, pozorovali by sme oveľa väčšiu emisiu oxidu uhľatého z Hale-Bopp. 12 % koncentrácia CO ľadu voči vodnému ľadu, svedčí o tom, že tieto kométy vznikali niekde medzi dráhami Jupitera a Neptúna. Dúfame, že výskum tejto kométy nám pomôže odhaliť aj čo sa dialo, keď sa formovali obrbie planéty.“

Tieto nové výsledky ohlásil tím astronómov z Goddardu, Catholic University of America, Rowan University, Iona College a Notre Dame University. Vedci použili infračervený spektrometer na trojmetrovom ďalekohľade observatória na Mauna Kea na Havajských ostrovoch – NASA Infrared Telescope Facility.

Kométy sú hrudy ľadu a prachu s priemerom niekoľko kilometrov až niekoľko desiatok kilometrov. Proto-planetárny disk bol vďaka žiareniu rodiaceho sa Slnka teplejší ako oblak, z ktorého sa vyvinul. Vedci preto veria, že kométy, ktoré vznikli v proto-planetárnom disku, budú obsahovať viac vodného ľadu ako zamrznutého CO, pretože voda zamrzá pri vyšších teplotách ako CO. Potom, čo sa tieto kométy sformovali, gravitačné sily obrbích planét na periférii našej slnečnej sú-

stavy ich vypudili von, do chladných oblastí nachádzajúcich sa bilión kilometrov od Slnka, kde vytvorili takmer sférický oblak, nazývaný Oortov oblak. Z času na čas gravitačné poruchy od okolitých hviezd pošlú kométu z tohto oblaku, ako posla z našej minulosti, späť do slnečnej sústavy.

Keď sa kométa priblíži k Slnku, vplyvom slnečného žiarenia (tepla) sa z jej povrchu začne uvoľňovať materiál (vznikne koma); neskôr, vďaka tlaku slnečného žiarenia a vetra, sa vytvorí dobre známy chvost kométy. Molekuly plynu v kome kométy absorbujú slnečné žiarenie, a potom ho opäť vyžiaria. V dôsledku charakteristických spektrier rôznych molekúl môžeme zistiť prítomnosť a množstvo oxidu uhoľnatého v kome. Keď sa kométa ešte viac priblíži k Slnku, slnečné žiarenie začne rozbiť rôzne chemické zlúčeniny jej v kome. Takto vznikne ďalší, sekundárny zdroj CO (tzv. distributed source), ktorý zťažuje určovanie pôvodného CO ľadu prítomného v jadre kométy. Dr. Dello Russo z Catholic University a Goddardu hovorí: „Hale-Bopp bola taká jasná, že sme ju mohli pozorovať ešte dostatočne ďaleko od Slnka, kým sa neaktivoval sekundárny zdroj CO. Boli sme tak schopní merať emisiu CO priamo z jadra kométy a mohli sme určiť pomer CO k vode. Neskôr, keď sa kométa priblížila a boli aktivované oba zdroje, naše merania odhalili charakteristický priestorový podpis sekundárneho zdroja CO.“

„Je tu však ešte jedna skupina komét, ktoré by sa, čo do zloženia, mohli viac podobáť chladnému, hustému mraku, z ktorého sa vyvinul disk slnečnej sústavy. Objekty Kuiperovho pásu ležia ďaleko za dráhou Pluta a pravdepodobne sú to pozostatky okrajových oblastí proto-planetárneho disku. Kuiperov pás sa považuje za zásobáreň komét s krátkymi orbitálnymi periódami a nízkymi sklonmi dráh k rovine ekliptiky. Leží ďaleko od Slnka, čiže táto časť disku bola určite menej ovplyvnená žiarením mladého Slnka a ľady v objektoch Kuiperovho pásu sa asi viac podobajú tým z pôvodného mraku, z ktorého sa potom sformovala slnečná sústava,“ hovorí Dr. Mumma z Goddardu. „Ďalšie merania môžu tento rozdiel odhaliť.“

Podľa NASA News –ak-

PREDÁM astronomický super teleskop Ritchey-Chretien 265/2700 v optickom, sklom uzavretom tubuse dĺžky 73 cm, na duralovej paralaktickej montáži s elektr. hodinový pohonom (bronz. slímák). Duralový výťah so sklápacím flip-mirror zrkadielkom pre pohotovú fotografiu. Hľadáčik 8 x 50. Váha 30 kg. Cena 29 500 Sk, tel.: 07//434 22 320.

KÚPIM ďalekohľad Somet binar 25x100. fero1@pobox.sk, tel.: 07-444 50 902.

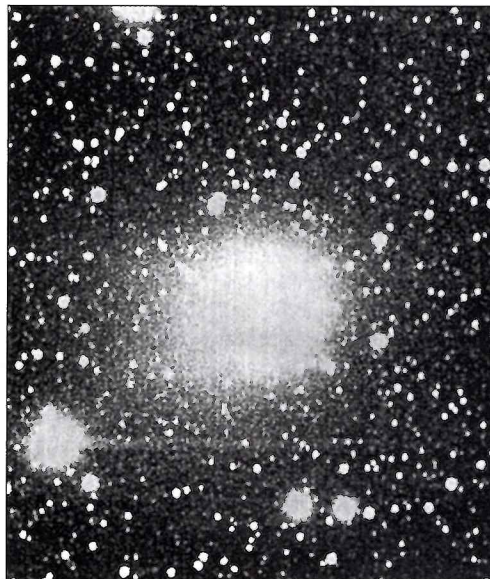
PREDÁM vojenský triéder s vláknovým krížom. Cena 700 Sk. Martin Mančuška, Žerotínova bašta 17, 940 56 Nové Zámky, tel.: 0817/400 137.

KÚPIM Encyklopédiu astronómie a časopisy Kozmos – ročníky 1994 až 1997 a Ríše hviezd – ročníky 1994 až 1998. Cena dohodou. Tomáš Vozár, Horovce č. 10, 020 62. Tel.: 0825/469 81 61, volať po 19. hodine.

KÚPIM Encyklopédiu astronómie. Cena nerozhoduje. Peter Fidler, Lefantovce 199, 951 45.

PRODÁM Schmidt-Cassegrain Meade LX 10, s doplnujúcou výbavou – deklinačný motor, hľadáčik 8x50, polárny hľadáčik, Magellan I (naváděcí systém), rosnice, 1 rok starý, malo používaný za 45 000 Kč. Pouze jako celek. Aleš Waksmundsky, U Zahradkárské kolonie 809/2, 142 00, Praha 4-Libuš, E-mail: aw@iol.cz.

PREDÁM: Kvalitný Newton 150/1200, šnekový prevod polárnu os s otvorom, montáž na menší typ ďalekohľadu do 150 mm, el. pohon – vidlicový systém – kvalitný motorový prevod, masívnu prevodovku a rôznu mechaniku. Optika: 2 ks objektívu Poloker 210/415. Ceny dohodou. Cyril Hodas, Rosina 174, 013 22 Žilina.



Snímka kométy Hale-Bopp je „sumou“ troch expozícií, ktoré boli pôvodne podkladom pre farebný obrázok. Umelým zvýšením kontrastu sa na nej podarilo odhaliť skutočne veľkú komu, ktorá má priemer nad 3 oblúkové minúty. Vlavo dole je jasná hviezda a jej odraz, ktorý sa pri spracovaní zvýraznil. Zdroj ESO. (Pozri 3. str. ob.)



Kométa Hale-Bopp: ešte vždy obrovská

Ešte i dnes, dva roky potom, ako kométa Hale-Bopp preletela blízko Zeme a po oblete Slnka sa čoraz rýchlejšie vzdaluje k aféliu, je táto obryňa medzi kométami pozorovateľná pozemskými prístrojmi. 3,5 metrový New Technology Telescope (NTT) na La Silla (ESO) získal v polovici júna tri snímky tejto kométy zo vzdialenosti 1295 miliónov kilometrov (8,66 AJ), teda neďaleko obežnej dráhy Saturna. Jasnosť vzdalujúcej sa kométy odhadli vedci na 12,5 magnitúdy, čo je 400-krát nižšia hodnota, ako tá, ktorú ešte môžeme rozlíšiť voľným okom.

Na fotografii, poskladané z troch snímok, naexponovaných cez tri rozličné filtre, vidíte, vzhľadom na vzdialenosť od Slnka, neobyčajne veľkú komu kométy Hale-Bopp. Priemer viditeľnej časti komy dosahuje 1,1 milióna kilometrov, je teda desaťkrát väčšia ako Saturn! Nikdy doteraz neobola objavená kométa, ktorá by mala v takej veľkej vzdialenosti takú obrovskú komu.

Pozorovatelia dokázali rozlíšiť na kome dokonca aj malé štruktúry; nepodarilo sa však zaznamenať ani jediný výtrysk. Komu tvorí zväčša prach, uvoľnený z jadra kométy počas týždňov najväčšieho priblíženia k Slnku. Vedci predpokladajú, že prach sa z jadra tejto obrovskej kométy (priemer sa

odhaduje na 40 až 70 km) ešte vždy uvoľňuje, pričom do okolitého priestoru ho vynáša energia tryskajúcich plynov, na ktoré sa menia obnažené, aj pod slabnúcimi lúčmi Slnka ešte vždy rozmrzajúce ľady plynov, najmä CO a CO₂. Objem materiálu, dodávaného do komy však postupne klesá.

Najväčší priemer dosiahla koma kométy Hale-Bopp začiatkom roka 1997, v blízkosti Slnka: vtedy ho odhadli na 2 až 3 milióny kilometrov. Komy iných komét iba zriedka mávajú priemer väčší ako niekoľko stotisíc kilometrov. Vedci zatiaľ nevedia, či mimoriadne veľká koma Hale-Bopp súvisí s mimoriadnou veľkosťou jej jadra. Veľkosť jadra väčšiny komét nepresahuje priemer niekoľkých kilometrov. Časť vedcov sa prikláňa k názoru, že väčší objem uvoľneného materiálu súvisí s nepomerne väčšou plochou povrchu jadra; iní upozorňujú aj na možnosť, že by nezvyklá aktivita jadra mohla byť podmienená aj väčším objemom exotických ľadov v obnažovanom povrchu.

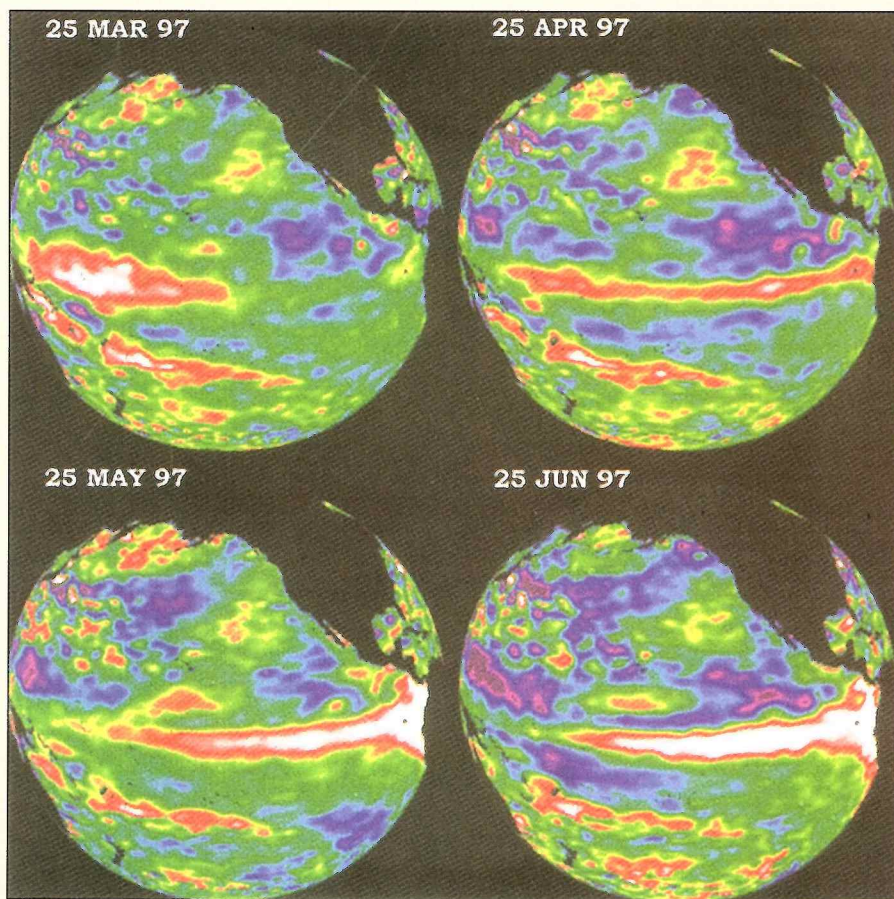
O niekoľko rokov však jadro nadobro zamrzne, pretože slabučké svetlo Slnka nedokáže „prebudiť“ ani ľady s najnižšou teplotou topenia. Vtedy veľké pozemské teleskopy, NTT a VLT po prvýkrát nasnímajú aj komu nezahalené jadro kométy Hale-Bopp.

Teleskopy ESO sledujú Hale-Bopp už niekoľko rokov, od chvíle jej objavu, až po dnes. V auguste 1998 sa podarilo detegovať metanol a kyanid vodíka v rekordnej vzdialenosti. Emisie molekúl týchto látok sú však momentálne príliš slabé na to, aby sa dali detegovať. Ďalšie pozorovania sú však v plnom prúde.

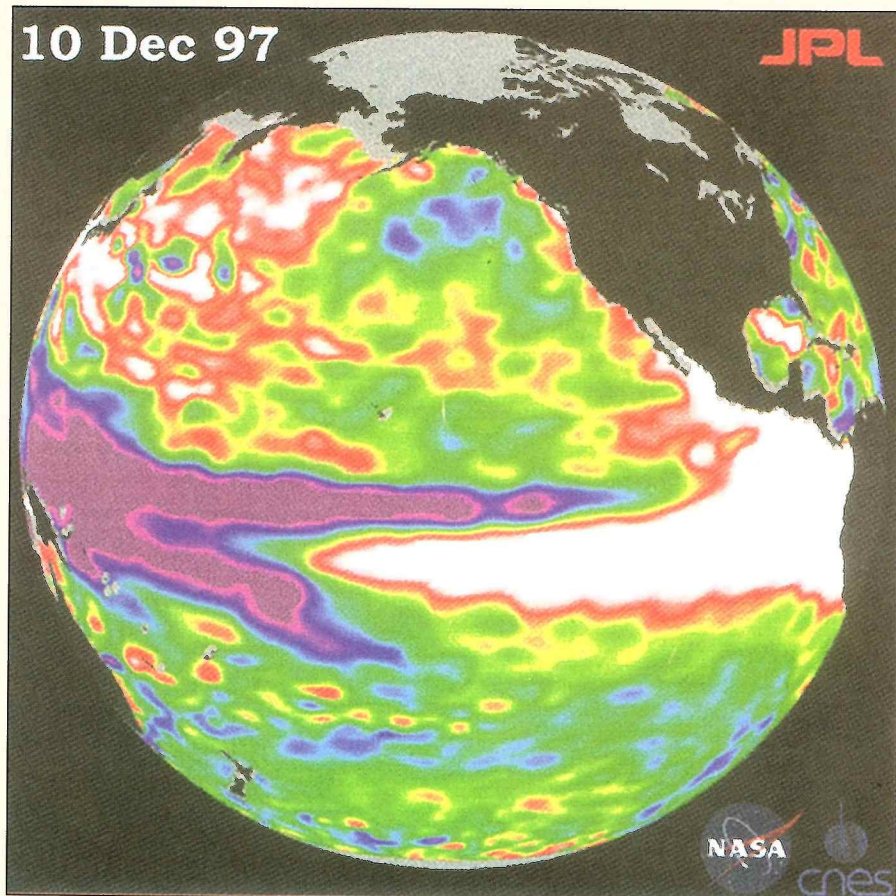
Podľa ESO Press Release –eg–

Obrázky k článku o fenoméne El Niño

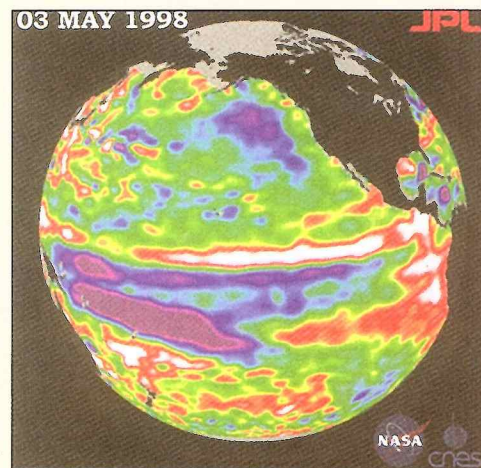
(strany 27–28)



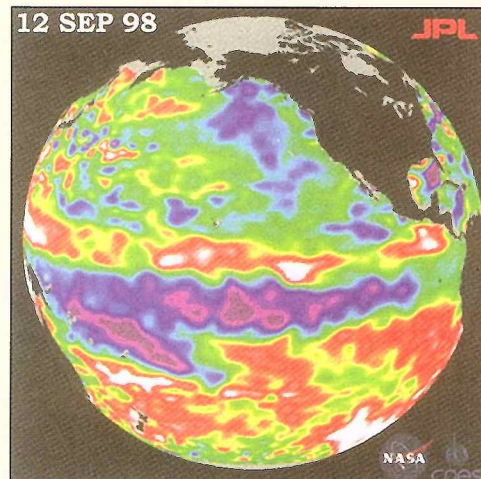
Obr.4



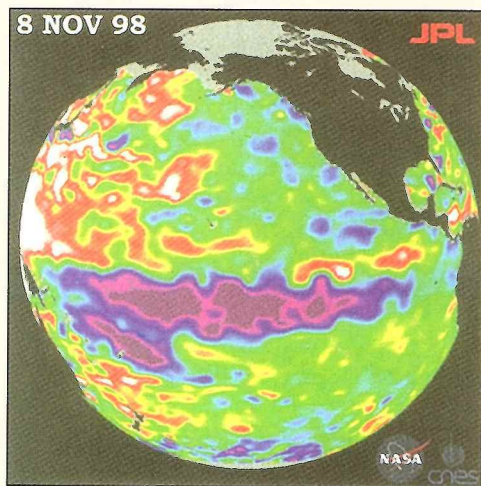
Obr.5



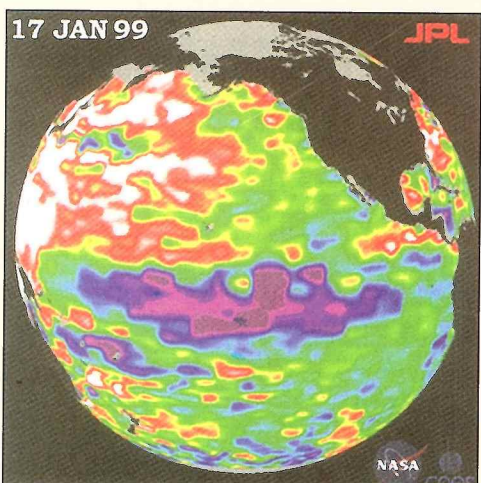
Obr.6



Obr.7



Obr.8



Obr.9