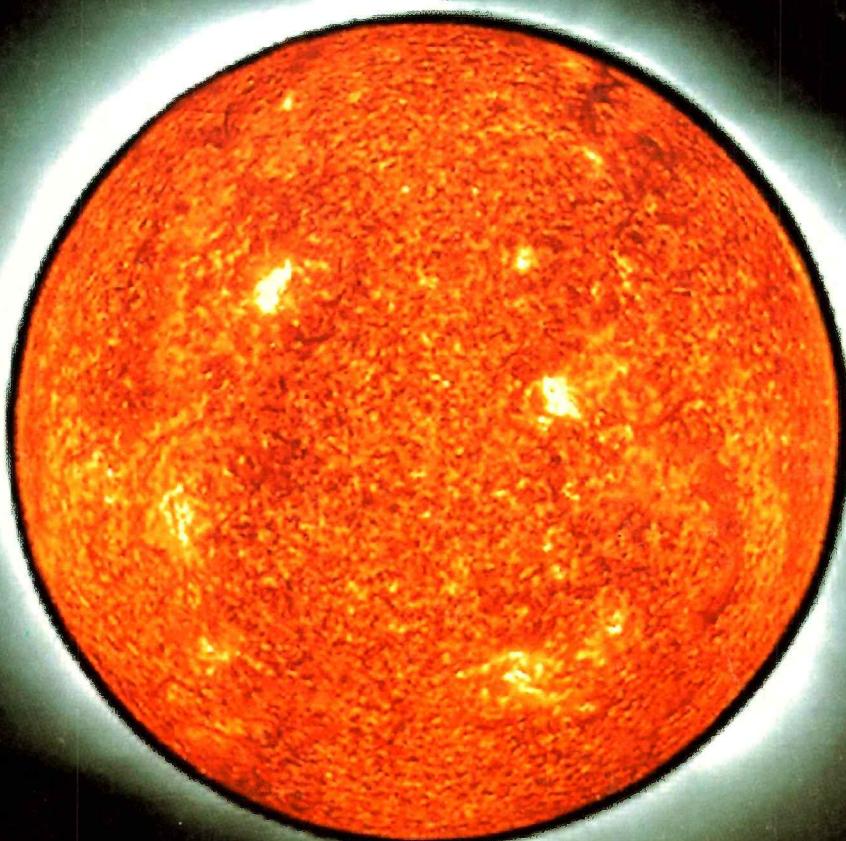


KODAOS

1998
ROČNÍK XXIX.
Sk 25,-

2

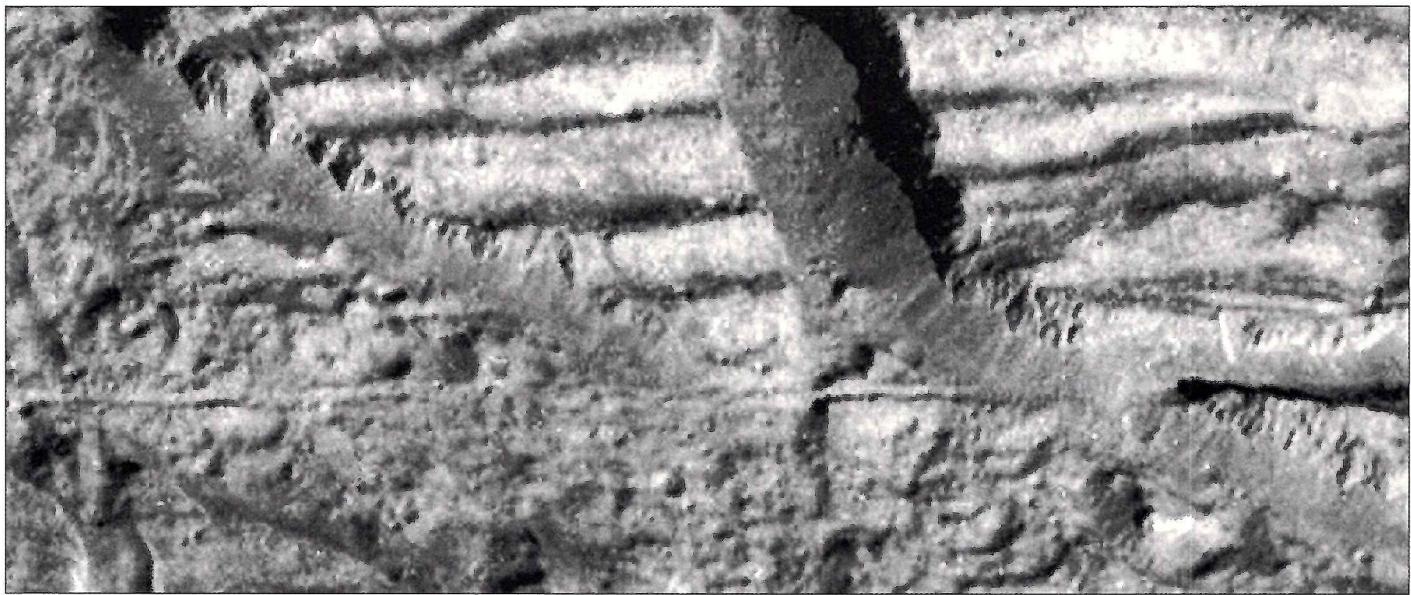
**ZA ÚPLNÝM ZATMENÍM SLNKA
IŠLI DO LATINSKEJ AMERIKY A KARIBIKU
SOLÁRNICI ZO SÚH V HURBANOVE**



MESIAC

- ...Lunar Prospector našiel vodu
- ...Kudrlinky v mesačnom prachu
- ...Obrovské diery na Mesiaci
- ...Ohnivé fontány na planine Aristarchus

ULYSSES
SÚPÚTNIK SLNKA
ŽEŇ OBJEVŮ
1977



Oblasť Canorama Chaos je jednou z tých oblastí na Europe, kde sa najzreteľnejšie prejavuje nielen laterálny, bočný, ale aj krúživý pohyb krýh slapovými silami rozlámanej ľadovej kôry. Na obrázku možno rozoznať viaceré ľadové pahorkov, vysokých až 250 metrov, ktoré vytvorili náhle výrony teplého ľadu z podložia vo chvíli, keď sa ľadové pole roztvorilo. Táto oblasť Europa je vlastne zlepencom veľkého počtu ľadových krýh najrozličnejšej veľkosti, scelených do dočasne kompaktného poľa zamrznutou maltou teplého ľadu. Všimnite si hlboký „ľadový kaňon“, fahajúci sa naprieč snímkou: ide o mohutnú trhlinu, ktorá prefala ľadové platne, ale vzápäť opäť zamrzla. Zobrazená oblasť má plochu 4×7 km a je zobrazená s rozlišením 9 m. Slnko svieti sprava.

GALILEO po najtesnejšom oblete Europa



Distribútori snímkov z Galilea kvôli názornosti porovnali zobrazenú oblasť s rovnako veľkou oblasťou na Zemi. Na spodnom obrázku vidite časť New Yorku, (Manhattan a Brooklyn), ktoré spája, vpravo dole, známy Brooklynský most. Tento most by veľkú trhlinu v oblasti Canorama Chaos na Europe preklenul.

V polovici decembra sa sonda Galileo už po dvanásťkrát priblížila k mesiacu Europa (v rámci rozšírenej misie GEM). Išlo o doteraz najtesnejší oblet, s plánovaným rekordným priblížením až na 240 km od povrchu tohto Jupiterovho Mesiaca. Tím, ktorý snímky spracúva a vyhodnocuje, ich však prezentoval až so značným oneskorením, začiatkom marca. Jednou z príčin oneskoreného prenosu údajov bola konfunkcia sondy so Slnkom, ktoré vyše dva týždne rušilo plynulosť prenosu.

Najväčšie nadšenie odborníkov vyvolali najmä snímky „chaotického terénu“ Conamara Chaos, ktorú vidite na veľkej fotografii. Možno na nej rozoznať rozsiahle ľadové plochy, posiate popresúvanými a poprevracanými blokmi ľadovej kôry. Ľadové dosky a mohutné kryhy sú pootočené a popresúvané pnutím v kôre. Do istej miery to pripomína pohyb kontinentálnych krýh na Zemi, na Europe však kryhy neplávajú na mäkkom plásti, ale podľa všetkého na vode globálneho oceánu.

Mierne zvlnenú ľadovú krajinu pretína ľadový kaňon vysoký vyše 100 metrov, na ktorého úpätí možno rozoznať nahromadenú ľadovú triešť, možno však ide aj o zosunutý materiál, akési ľadové moreny. Terén je pomerne rovný, iba zriedkavo sa nad ľadovými pláňami vypínajú pahorky o niečo vyššie ako 200 metrov. Topograficky nižšie okolie tvorí zmes vody, teplého ľadu a vyplaveného blata z podložia, ktorá vo vyvretí zamrzla.

Oblasť Conamara Chaos, kvôli názornosti, porovnali vedci s rovnako veľkým výsekom časti New Yorku, na ktorom možno rozoznať východnú časť Manhattana a Brooklynu, spojené Brooklynským mostom. Tento most by ľadový kaňon, pretínajúci šikmo ľadové pláne na Europe, dokázal preklenúť.

Snímky, ktoré uvoľnili pre médiá až začiatkom marca, boli naexponované z väčších vzdialenosťí (od 500 do 700 km) a svojím rozlišením pripomínajú snímky zo šiesteho obletu, koncom lanského februára. Snímok z etapy najväčšieho priblíženia, (pod hranicou 300 km) sme sa zatiaľ nedochkali. V súvislosti s tým sa rozšírili fámy, ktoré uverejnili aj seriózne denníky. Podľa

jednej z nich ruskí vedci, ktorí sa tiež podielajú na vyhodnocovaní snímkov z Galilea, vyrúkovali s domienkou, že isté, hrubé potrubia pripomínajúce útvary, môžu byť aj dielom bizarrej civilizácie Europeanov. (Na Slovensku túto správu priniesol denník Národná obroda.) Podobné interpretácie možno považovať iba za bulvárny žart, ale vo svete, ktorý čoraz viac podlieha umne živenej paranoji o sprisahani vedcov a politikov, utájujúcich pred verejnosťou hoci aj stretnutia s mimozemšťanmi, média podobné dohadu vďačne šíria.

Objavy na Európe sú však také zaujímavé, že NASA v rozpočte na rok 1999 požaduje 300 miliónov dolárov, aby mohla v roku 2003 vyslať k začadenému mesiacu Jupitera kozmickú sondu, ktorá by sa o tri roky neskôr stala satelitom Europe a skúmala, najmä radarom, hrúbku ľadovej kôry. Ďalšie prístroje budú mapovať povrch a prejavy slapových sôl. Možnosti existencie života na Europe sa budú skúmať aj na Zemi: cenné výsledky by mohli poskytnúť aj spoločné štúdie R. Hoovera z USA a S. Abyzova z Ruska, ktoré sa začali tohto roku v marci na najmodernejšom elektrónovom mikroskopе v Marshall Space Flight Center. Budú sa analyzovať prvé vzorky, odobrané pri hlbkomom vrte na ruskej antarktickej stanici Vostok, asi 1000 km do Južného pólu, z hĺbok 386, 1249 a 3610 metrov. Už v roku 1996 bolo v Antarktíde, v hlbke 3710 metrov objavené pod stanicou Vostok veľké jazero s plochou ako má jazero Ontario (48×224 km), pričom hrúbka usadení na jeho dne má 50 metrov. Podobnosť s Europou je očividná.

Galileo sa k Europe opäť priblížilo 29. marca tohto roku – na 1690 km. Ďalšie priblíženia v rámci rozšírenej misie sú naplánované na koniec mája, koniec júla, koniec septembra a koniec novembra tohto roku. Poslednýkrát tesný oblet, v rámci živej, zo Zeme sledovanej misie, sa uskutoční 2. februára 1999. Ak prístroje, na ktorých sa už začína prejavovať pôsobenie žiarenia z Jupitera budú ešte fungovať, máme sa na čo tešiť.

Podľa internetovských stránok Galilea spracovali Marcel Grün a Eugen Gindl

TÉMY ČÍSLA

SĽNKO

- 2 Čierne Slnko nad Guadeloupe /**
Eugen Gindl

Seminár o výskume slnečnej koróny
na Guadeloupe / *Ivan Dorotovič*



- 15 Ulysses: súpútnik Slnka /**
Milan Rybanský

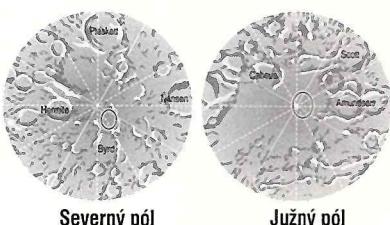
Magnetický diván – ohrievač koróny? (str. 17)

Slnko žiari silnejšie (str. 18)

MESIAC

- 4 Lunar Prospector:**
Voda na Mesiaci / *Marcel Grün*

- 6 Kudrlinky v mesačnom prachu**
/ B. M. Testa



- 10 Obrovské diery na Mesiaci /**
D. Spudis

- 13 Ohnivé fontány na planine Aristarchus /**
/ Graham Rider, Casandra Coombs

- 19 Žeň objevů 1997 (XXXII.)**

1. Sluneční soustava; 1.1. Planety sluneční soustavy; 1.1.1 Země;
1.1.2 Měsíc; 1.1.3 Mars; 1.1.4 Jupiter; 1.1.5 Saturn; 1.1.6 Uran; 1.1.7 Pluto
/ Jiří Grygar

- 22 Problémy s hmotnosťí neutrina /**
Vladimír Wagner

Neutrína (str. 21) / *Josip Kleczek*

- 24–25 HST / COBE / NTT – SOFI**

Beta Pictoris skúšobným kameňom
teórie formovania planét



COBE: Vesmír v infrasvetle

SOFI: Prvé snímky nového
infračerveného detektora

- 33 Dotyčnicový zákryt Aldebarana Mesiacom /**
/ Peter Kušnírák

- 34 Dotyčnicový zákryt Aldebarana na dvakrát /**
/ Pavol Rapavý

GALILEO

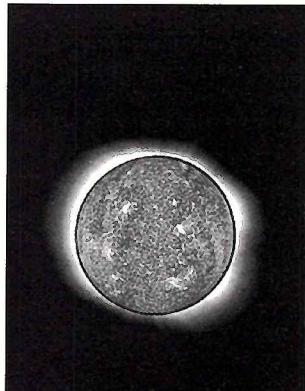
- 2. ob. Galileo po najtesnejšom oblete Europa**
/ Marcel Grün



- 3. ob. MARS GLOBAL SURVEYOR**

obálka

Zatmenie Slnka, ktoré sa konalo 26. februára tohto roku, sledovali okrem pozemských astronómov i špeciálne solárne satelity. Snímka na obálke je kombináciou fotografie bielej koróny, ktorú naexponovali na holandskom ostrove Aruba v Karibiku a po-vrchu Slnka v ultrafialovej oblasti, ktorú získal satelit SOHO.



RUBRIKY

- 26 NAPÍŠTE O SVOJOM**
ĎALEKOHLADE
Newton 203/900 / Marián Mičúch



- 27 SLNEČNÁ AKTIVITA**
December 1997–január 1998 / Milan Rybanský

- 28 POZORUJTE S NAMI**
Obloha v kalendári (apríl-máj) /
/ Pavol Rapavý, Jiří Dušek

- 32 ALBUM POZOROVATEĽA**
Zákryt hviezdy PPM 119 935 planétkou (220) Stephania /
Jaroslav Váňa; Zákryt hviezdy PPM 119 216 planétkou
(1350) Rosselia / Jaroslav Váňa; Dve konjunkcie / Marián
Mičúch; Mesiac krátko po nove / Martin Kavecký; Slovensko
je prvé na svete / Daniela Rapavá

RÔZNE

- 35 NOVÉ KNIHY**

Pavel Gabzdyl: Měsíc v dalekohľade; ASTRO 2001 – Jak vesmír funguje? / František Erben; Astronomický kalendár na rok 1998; Nová publikácia SÚH – Štatistické a grafické prehľady slnečnej činnosti od roku 1610

- 36 SERVIS**

30. Zraz mladých astronómov Slovenska; Inzeráty; JENAM;
Fotozáhada; Ako sme sa vyrovnali analemu
Vatikán postavil v Ariyone observatórium (str. 31)

CONTENTS
Sun eclipse in Guadeloupe

MOON:

Water on Lunar Poles
Swirls, Impact Bassins, Lava Fields

Astronomical Highlights
HST, COBE, ESO/SOFI
Galileo
Lunar Prospector
Sky Almanac

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdařeň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdařeň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Tříkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. • **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčák, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. • **Vychádza:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 25,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozšíruje Poštová novinová služba – volný predaj. Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava – predplatitelia. Podávanie novinových zásielok povolené Českou poštou, s.p. OZSeC Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Zadané do tlače 26. 3. 1998. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

ISSN 0323 – 049X

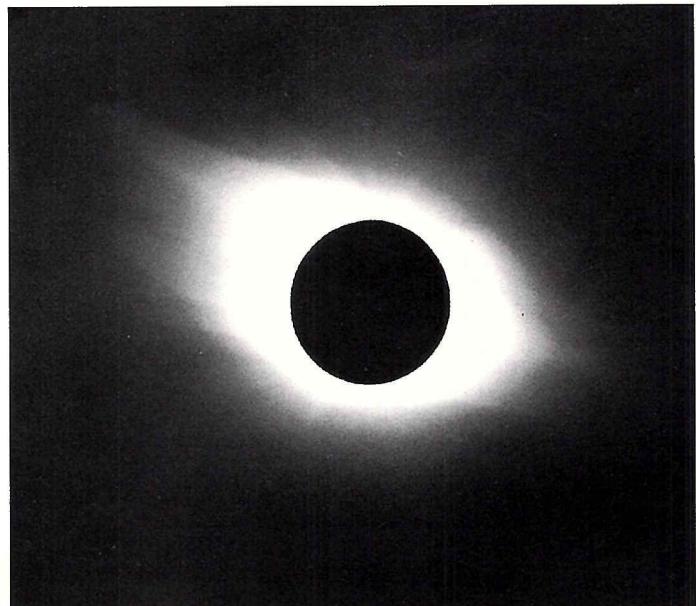
ČIERNE SLNKO nad Guadeloupe

26. februára 1998 o 15,46,45 UT dopadol na južný Pacifik, 3000 km juhozápadne od Havajských ostrovov, tieň Mesiaca. Vo chvíli, keď po 3 hodinách a 26 minutach skončil, 1000 km od brehov Maroka, svoju pozemskú púť a vzniesol sa z Atlantiku späť do vesmíru, prekonal nad dvomi oceánmi, kontinentom Latinskej Ameriky a niektorými z prílahlých ostrovov a súostroví dráhu vyše 14 000 km. Mesačný tieň sa nad Galapágmi pohyboval rýchlosťou 0,592 km, nad ostrovom Guadeloupe v Karibskom mori rýchlosťou 0,9 km sekundu. Na Galapágoch dosiahol pás totality šírku 151 km, nad Karibským morom 136 km. 600 km od pacifického pobrežia, v Kolumbii, dosiahol zatmenie maximum – 4 minúty a 8 sekúnd, nad ostrovom Guadeloupe, kde na čierne Slnko čakali slovenskí hvezdári z expedície SÚH Hurbanovo, AÚ SAV (M. Minarovjech a J. Sýkora) a D. Očenáš z hvezdárne v Banskej Bystrici, trvalo zatmenie v závislosti od polohy pozorovateľov 2,12 až 3,15 minuty.

V posledných desaťročiach čakajú na zatmenie Slnka, bez ohľadu na to, ktoré zemepisné šírky pás totality práve krijuje, stovky astronomických tímov, vyzbrojených čoraz dokonalejšími prístrojmi, ktoré im umožňujú uskutočniť čoraz dômyselnejšie experimenty. Agentúry naznamenali, že 26. februára okrem desiatok miliónov obyčajných smrteľníkov očakávalo zatmenie Slnka v pásse totality 130 oficiálnych vedeckých tímov z celého sveta a nezistiteľný počet amatérov. Vedeckú korisť, ktorú získali, budú študovať celé mesiace a v budúcom roku budú o výsledkoch svojich expe-

rimentov informovať svojich kolegov a konkurentov na vedeckých konferenciach i prostredníctvom odborných časopisov.

Pre obyčajného pozemšľana je zatmenie Slnka „iba“ nádherným prírodným úkazom, pre vedcov – slniečkárov vzácnu príležitosťou pozorovať tajomný útvar, slnečnú korónu, ktorú v plnej kráse možno pozorovať iba počas zatmenia. Nijaký koronograf, kovová okrúhla clona, umiestnená pred optikou pozemských či vesmírnych ďalekohľadov, nedokáže zacloniť Slnko tak ako Mesiac, ktorý obieha Zem v práve takej vzdialosti, že je-



Koróna z 26. februára 1998, čo do štruktúry, zodpovedala koróne krátko po slnečnom minime

ho zdanlivé rozmery sa počas úplného zatmenia „nachlp“ prekrývajú so zdanlivými rozmermi Slnka. Vo chvíli keď sa obe telesá prekryjú, objaví sa slnečná koróna v celej kráse. Niekoľko minút ju možno fotografovať, filmovať, meriať jej teplotu, zloženie, študovať jej štruktúru a skúmať jej rozmanité vlastnosti pomocou najrozmanitejších prístrojov. Pravda, iba vtedy, ak v rozhodujúcej chvíli neprekryje zatmenie mrak či opar, ktorý starostlivo pripravované experimenty celkom prekáži. Nestor slovenských slniečkárov Milan Rastislav Štefánik putoval za čiernym Slnkom mnoho-

krát, ale až na jeden prípad, na ostrove Vavau v súostroví Tonga roku 1911, mu pozorovanie zatmenia zakaždým prekázilo nepriaznivé počasie.

Ostrov Guadeloupe v južnom Karibiku patrí spolu s holandskými ostrovmi Antigua a Montserrat k skupine Leewardových ostrovov. Z výšky pri pomína letiaceho exotického motýľa, ktorého krídla vytvárajú dva ostrovy – Grande-Terre a Basse-Terre. Vo februári má toto zámorské územie Francúzska pomerne spoľahlivé počasie s dvoma tretinami jasných dní. Jeho výhodou pre pozorovateľov slnečnej koróny bolo i to, že 140 km široký pás

Seminár o výskume slnečnej koróny na Guadeloupe

Guadeloupe, francúzsky ostrov v Karibiku, si výbrali organizátori z Institutu d'Astrophysique de Paris – IAP (Parížsky astrofyzikálny inštitút) ako miesto konania seminára „Solar Jets and Coronal Plumes“ (Slnečné výtrysky a koronálne lúče). Vysokú odbornú úroveň seminára garantovali predsedovia vedeckého prípravného výboru S. Koutschmy z IAP v Paríži, P. Martens z centra SOHO/ESA v Greenbelte, USA, a K. Shibata z National Astronomical Observatory v Tokiu. 26. februára sa naskytla jedinečná možnosť spojiť teoretický výskum slnečnej koróny s praktickým pozorovaním úplného zatmenia. V dňoch 22. až 26. februára 1998 sa v areále miestnej Univerzity Antil a Guajany na predmetí hlavného mesta Pointe-a-Pitre zišlo 94 odborníkov v oblasti výskumu slnečnej koróny a pozorovateľov koróny zo 17 krajín sveta. Zo Slovenska nás tam bolo sedem: po Američanoch, Francúzoch, Rusoch a Japoncoch sme boli piatou najpočetnejšou skupinou.

Slnečná atmosféra je plná dynamických javov, napríklad plazmových a koronálnych lúčov. Mnohí teoretiči predpokladajú, že tieto javy môžu zohrávať významnú úlohu pri ohrevaní chromosféry a koróny, pretože disipácia magnetickej energie môže hmotu v koróne a v slnečnom vetre urýchľovať. Doteraz nie je jasné, aký je vzťah medzi týmito plazmovými výtryskami a ohrevaním atmosféry či

urýchľovaním časíc slnečného vetra. Je však isté, že dôležitú rolu zohráva lokálne magnetické pole. Nedávny pokrok v družicovom výskume Slnka posunul aj výskum slnečnej koróny. Prístroje družice Yohkoh objavili nový druh výtryskov. Družica SOHO poskytuje mimoriadne kvalitné údaje s vysokým rozlíšením v obrovskom množstve. Obrázky zo SOHO môžeme v takmer reálnom čase sledovať na internete. Slnečné výtryskové javy môžu byť prototypom kozmických výtryskových javov, napríklad výtryskov, ktoré pozorujeme v rádiom vĺnach žiareni galaxií s aktívnymi jadrami. Koronálne lúče, pozorované doteraz v bielom svetle počas úplných zatmení Slnka, pozorujú v posledných rokoch aj prístroje družíc SOHO, (LASCO, EIT, SUMER). Magnetohydrodynamický výskum je však v porovnaní s výskumom výtryskov iba v začiatkoch.

Tento seminár bol prvým medzinárodným podujatím zameraným špeciálne na slnečné výtrysky a koronálne lúče. Organizátori považovali dobu za zrelú na to, aby sa prezentoval pokrok v tejto oblasti a vytvoril sa ucelený obraz o výskume slnečných a kozmických výtryskových a lúčových javov. Kedže úplné zatmenie Slnka je zriedkavou príležitosťou skúmať malorozmerové koronálne výtrysky a lúče, uskutočnil sa seminár práve v týždni, keď nastalo zatmenie nad Guadeloupe. Počas troch pracovných dní boli

prezentované vedecké práce v siedmich hlavných tematických oblastiach: Spikule, makrospinkule, výtrysky, minierupcie; polárne lúče, prúdy a lúče v X a EUV žiarení i v bielom svetle. Výtrysky EUV, explozívne a turbulentné javy, šírenie vln a rázov v koróne; Výtrysky X/EUV; Netepelné zložky a urýchľovanie energetických časíc; Vzťah medzi ohrevom chromosféry, koróny a slnečným vetrom; Teória a numerické modelovanie slnečných výtryskov. My sme prezentovali slovenský koronálny výskum dvojma referátmi o štruktúre bielej koróny a o pokusoch určiť farbu koróny počas predchádzajúcich úplných zatmení (1994, 1995, 1997). V predpoludňajších hodinách dňa, keď sa konalo zatmenie, bol v prehľadových referátoch podaný ucelený obraz o pokrochoch v teoretickom výskume koróny i v jej pozorovaní. Hned po skončení seminára išli účastníci, ktorí nemali pripravené zložitejšie experimenty, vybavení iba fotoaparátmi a videokamerami, na vybrané pozorovacie stanovisko.

My sme sa nezúčastnili na pozorovaniach úplného zatmenia z tohto miesta, ale v iných častiach ostrova, pretože pre naše pozorovania sme potrebovali elektrický prúd a niekolkodenňú prípravu pozorovania, o čom sa píše v nasledujúcom článku.

RNDr. Ivan Dorotovič
SÚH Hurbanovo

Uskutočnené experimenty hurbanovskej hvezdárne

1. Štruktúra a fotometria bielej koróny (T. Pintér)

Pomocou objektívu s priemerom 110 mm a ohniskom 1500 mm fotografovali fotoaparátom Pentacanon-Six bielu korónu (K+F) s expozičnými časmi 1/1000 sek. do 1 sek. Experiment poslúži fotometrii a štúdiu celkovej štruktúry bielej koróny.

2. Rozloženie intenzity v spektri

K-koróny – farba slnečnej koróny (B. Lukáč)

Cieľom experimentu bolo urobiť niekoľko záznamov pomocou CCD ST-7 kamery, pripojenej na spektrograf s objektívom 50/540, pričom štrbina spektrografova bola orientovaná radiálne aj tangenciálne k disku Slnka. Zároveň sa TV kamerou zaznamenával obraz Slnka spolu so štrbinou spektrografova (M. Vanya).

3. Fotografovanie bleskového spektra chromosféry Slnka (I. Dorotovič)

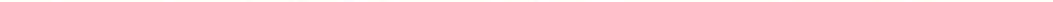
Pomocou difrakčnej rovinnej mriežky 652 vrypov/mm s aktívnu plochou 80×100 mm sa pri druhom kontakte, teda vo chvíli, keď Mesiac celkom prekryje Slnko, urobili s fotografie bleskového spektra chromosféry s expozičiou 1/30 sek.

4. Intenzita a štruktúra koróny v infračervenej oblasti slnečného spektra (I. Dorotovič)

Objektívom 2,8/80, pripojeným na kameru CCD ST-7 s aktívnu ploškou $6,9 \times 4,6$ mm, teda 765 \times 510 pixlov, získajú sa snímky koróny vo vzdialenosťach okolo 5 slnečných polomerov.

5. Záznam priebehu zatmenia (T. Pintér)

Pomocou digitálnej CCD videokamery bude zaznamenaný celý priebeh úplného zatmenia Slnka. Pre uskutočnenie prvého experimentu si výberali severozápadné pobrežie Basse-Terre, v oblasti Sainte Rose, kde úplné zatmenie trvalo bezmála 3 minúty.


Spektrum slnečnej koróny zaznamenané CCD kamerou ST-7 s expozičnou dobou 2,5 s (štvrťina spektrografu orientovaná radiálne na západnom okraji Mesiaca).

totality ho počas svojej púte úplne prekryl, takže si hurbanovskí slniečkári mohli vybrať viaceru pozorovacích stanovišť a zabezpečiť sa tak proti zlomyselnému distribútorovi obláčnosti. 26. februára však táto prezíveravosť bola zbytočná: nad troma stanovišťami bola počas celého zatmenia jasné obloha.

Snímky, ktoré sa podarilo naexpovať, budú v Astronomickom ústave SAV spracované pomocou počítačovo rádiálneho filtra, ktorý vyvinuli pracovníci AÚ Milan Rybanský a Milan Minarovjech; tak sa získajú údaje o štruktúre koróny vo chvíli zatmenia, o jej intenzite a stupni aktivity, vďaka čomu sa dá predpovedať aj jej aktivita v najbližšom období. Porovnaním najaktuálnejších údajov s údajmi získanými počas predošlých pozorovaní možno potom zistíť, do akej miery je koróna v jednotlivých fázach posledného cyklu v zhode s „etalónom“ koróny v predchádzajúcich cykloch. Prípadné odchyly sú významným príznakom zmien slnečnej aktivity, prebiehajúcich vo všetkých vrstvach slnečnej atmosféry, ktoré sú navzájom previazané a manifestujú zmeny procesov i pod povrchom Slnka. Je nepochybné, že všetky tieto zmeny majú bezprostredný vplyv i na procesy prebiehajúce v atmosfére Zeme, čo má zasa priamy vplyv i na pozemskú biosférus.

Expedícia si pre druhý experiment vybrała miesto nedaleko hlavného

mesta Guadeloupe – Pointe-a-Pitre. Pozorovatelia zaznamenali a prostredníctvom spektrografova rozlíšili rozloženie intenzity v spektri K-koróny: dvakrát cez radiálne štrbinu, mapujúcej prierez rovníkovej koróny, a cez jednu tangenciálnu štrbinu, rovnobežnú s polárnu oblasťou. Tak sa podarilo získať relevantný obraz o rozložení modrej a červenej oblasti spektra v koróne v rozsahu 450 až 750 nanometrov. Tento experiment umožňuje zistiť podiel prachu (nasávaného Slnkom z okolitého medziplanetárneho prostredia) v celkovej hmote koróny.

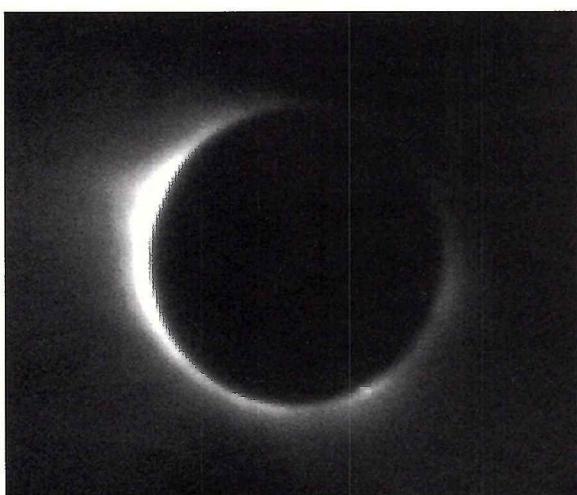
Experimenty zo posledných rokov tečia svedčia o tom, že prachu je koróne oveľa viac, ako sa predpokladalo, čo znamená, že koronálna hmota nie je úplne ionizovaná, čo by mohlo napomôcť pri objasnení procesov jej nahrievania. Štruktúry, pozorované v koróne, protuberancie a koronálne lúče tento predpoklad potvrdzujú. Ďalšie výskumy možno napomôžu odhaliť jeden z generátorov nahrívania koróny na 1 až 2 milióny kelvinov, čo je jednou z najväčších záhad solárnej astronómie.

Tretí experiment, získanie tzv. bleskového spektra, umožňuje zistiť, kolko ionizovaných prvkov sa v atmosfére Slnka nachádza. Tieto merania sa robili súčať v minulom storočí, ale údaje z posledných rokov doterajšie predstavy o výskute a podiele doteraz identifikovaných desiatich prvkov

spochybňujú. Preto aj Hurbanovčania tento experiment do programu expedície zaradili.

Štvrtý experiment vychádzal z predpokladu, že vo vzdialosti piatich polomerov od povrchu Slnka je hranica, kde dochádza k interakcii prachových častíc so slnečným vetrom. Táto hranica, ako sa ukazuje, nie je pre každý druh prachu rovnako ostrá. Pomocou CCD kamery, citlivej v infračervenej oblasti a vybavenej červeným filtrom pred objektívom, podarilo sa urobiť záznam koróny do veľkých vzdialostí, čo by malo predpokladať vlastnosti pulzujúcej, variabilnej hranice slnečnej koróny preukázať.

Výskum Slnka je v posledných rokoch čoraz intenzívnejší, pretože i nepatrné výkyvy v jeho činnosti tak ako v minulosti majú bezprostredný vplyv aj na našu planétu. Naše predstavy o tejto našej, takej pokojnej a spoľahlivej hviezde sa neprestajne vyvíjajú. Vďaka narastajúcemu počtu pozorovaní z povrchu Zeme, ale najmä z paluby satelitov, môže v dohľadnej dobe dôjsť k doslova revolučným objavom aj v tejto oblasti astronómie, ktorú sme ešte donedávna pokladali za stagnujúcu. Svojou troškou do tohto mlyna prispievajú v posledných desaťročiach aj slovenskí astronómovia. V posledných rokoch najmä výsledkami hurbanovských expedícií za čiernym Slnkom.



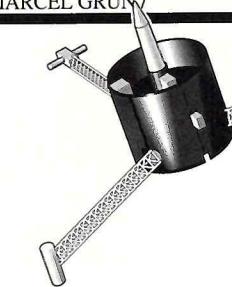
Vnútorná T-koróna zaznamenaná CCD kamerou ST-7 s expozičnou dobou 5 s použitím objektívu 2,8/80 mm a filtra RG 8 ($\lambda > 750$ nm). Kamera je najcitlivejšia pri 850 nm a jej citlivosť siaha do 1100 nm.



Solárny seminár sa konal na Univerzite Antíl a Guayanu, v hlavnom meste Guadeloupe – Pointe-a-Pitre. Medzi 90 účastníkmi boli i hvezdári zo SÚH Hurbanovo a z AÚ SAV.



Snímka krátko pred úplným zatmením: V tomto okamihu sa získava tzv. bleskové spektrum.



Lunar Prospector: VODA NA MESIACI

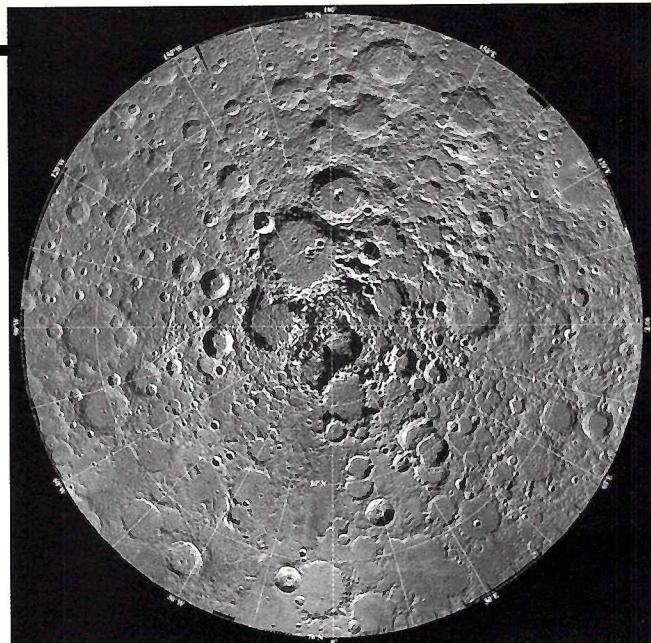
O startu sondy Lunar Prospector informovalo Kozmos už v minulém čísle. Uskutečnil se 7. 1. t.r. v 02.29 UT a po dvou korekčních dráh (7. a 8. 1.) byla 11. 1. v 11.45 UT navedena na počáteční selenocentrickou dráhu. 12. 1. v 10.58 UT se poblíž pericentra dráhy zapojila motorová jednotka, která za 27 min změnila dráhu na 83–1870 km s periodou 210 min. 13. 1. od 11. 27 do 11.54 UT byla provedena třetí změna dráhy s novými parametry sklon 90,1°, 92–153 km, perioda 120 min., přičemž zbylo celých 34 kg pohonného látky na další činnost sondy. Konečně 15. 1. byla provedena poslední korekce dráhy, takže Lunar Prospector se pohyboval ve výšce 99–100 km rychlosť 1,63 km/s (oběžná doba 118 min). Dráha není příliš stabilní, takže po dvou až třech týdnech (vždy po dosazení odchylky kolem 20 km) se uskutečňuje korekce. Dráha byla zvolena tak, že od 22. 1. vždy po 147 d sonda vstupuje na čas do stínu a pak následuje 40 d trvale na Slunci.

Celý projekt patří mezi nejlevnější v historii: jen 63 mil. USD – to je zhruba třetina nákladů na film o vodním světě, o Titanu nemluvě. A pak že je kosmonautika drahá!

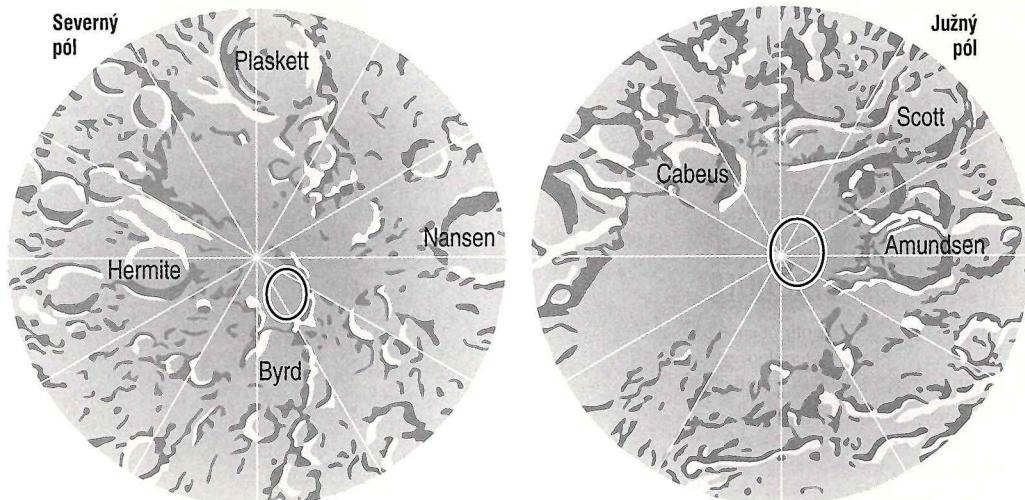
Základní skelet je odvozen od držic pro mobilní telefonní síť Iridium. Sonda má tvar válce o průměru 1,4 m a výšce 1,2 m, z něhož po 120 vyčnívají tři výsuvné nosníky o délce 2,4 m, nesoucí měřící aparaturu. Startovní hmotnost byla 298 kg, z toho 138 kg připadlo na pohonné látky. Elektrickou energii dodávají panely slunečních baterií, rozmístěné na válcové ploše, které poskytují 206 W. Palubní akumulátor NiH má kapacitu 15 Ah a slouží zejména pro napájení sondy ve stínu. Stabilizace je zajistěna rotací podél reorientovatelné podélné osy rychlostí kolem 12 ot./min. Pro navenení na oběžnou dráhu kolem Měsíce a následné korekce je sonda vybavena pohonnou jednotkou na hydrazinu.

Vybavení je maximálně jednoduché. Na palubě není řídící počítač ani paměťový systém, takže veškeré ovládání je prováděno přímo ze Země. Vysílací zařízení tvoří dva vysílače v pásmu S, (2273,00 MHz) s rychlos-

**Malá kosmická sonda
levného programu Discovery
prinesla sensaci,
na jakou jsme dlouho čekali.
Titulek vhodný
až do počátku března pouze
pro sci-fi se nyní objevuje
v odborných publikacích.**



Snímka severného pólu Mesiaca, ktorú urobila sonda Clementine: detektory Clementine vodu v tejto oblasti nezaznamenali. Citlivejšie prístroje na palube Lunar Prospector však zistili, že vody, či presnejšie s ľadom zmiešaného regolitu je v severných polárnych končinách oveľa viac ako v južných.



Nákres lokalit výskytu vody podľa údajov z Lunar Prospektora

tí přenosu dat 3600 bit/s. Informace jsou nepřetržitě předávány jednak v reálném čase, jednak (redundantně) se zpožděním 53 min tak, aby např. při zákrytech za Měsícem nedošlo ke ztrátě dat.

Vědecké vybavení neobsahuje žádná optická zařízení (fotografie musíme očekat) a přístroje nevyžadují speciální zaměřování. Jsou konstruovány co nejjednodušeji s minimální spotřebou, hmotností a skromnými požadavky na přenos informací.

Hlavním přístrojem pro pátrání po vodě je neutronový spektrometr, sloužící k detekci atomů vodíku, uvolňovaných z povrchu Měsíce. Metoda spočívá v zachycení tzv. pomalých neutronů. Jakmile částice kosmického záření narazí do měsíčního povrchu, vyrazí odtamtud neutrony a kvanta záření gamma. Část neutronů (tzv. rychlých) unikne rovnou do prostoru, část se však srazí s okolními atomy, příp. molekulami. Při tom se podstatně sníží jejich rychlosť, zejména při srážce s atomy vodíku. Z množství pomalých neutronů je možné odvodit množství vodíku na povrchu Měsíce s citlivostí 50 ppm.

Populárně řečeno, Prospector je schopen detektovat až 200 gramů vody (tedy šálek) v kubickém metru měsíčního regolitu. Pro zmapování celého povrchu s rozlišením cca 150 km budeme potřebovat 6 měsíců, ovšem pro předběžnou analýzu oblastí kolem pólových stačilo jen několik dní.

Proto bylo možné 5. března svou tiskovou konferenci, na níž dr. Alan Bindner oznámil senzační zjištění: Prospector vyčímal stopy vodního ledu. Dokonce nikoliv jen v okolí jižního polu, kde to nevyloučovaly orientační měření sondy Clementine, nýbrž i u severního, kde je oblast ještě větší.

„Čísla, která máte před sebou, vypadají jako předběžná, ale výsledky jsou správné. Chcete-li, vsadím na to

klidně svůj dům,“ vehementně dokázoval šéf experimentu A. Binder. „Já se jistě, že tam voda skutečně je. Ovšem dosud nevíme, kolik jí tam je.“

Nuže, není to sice žádný oceán, ale ani pouhá kostka ledu. Vyskytuje se v kráterech a dnech pánví na celkové ploše 10 až 50 tisíc km čtverečních poblíž severního polu a asi na polovině této plochy v okolí jižního polu. Do jaké hloubky, to zatím nevíme – Lunar Prospector je schopen proniknout asi půl metru pod povrch, ale může být i hlouběji.

Ovšem nikoliv v podobě souvislé plochy, nýbrž ve formě drobných ledových krystalků, tvořících přímes měsíčního regolitu. Celkové množství vody se odhaduje na 10 až 300 milionů tun! Problémem je, že pouze v malé koncentraci: ve směsi je jí 0,3 až nejvýše 1 %. I tak to znamená snad až několik litrů v metru krychlovém.

Nový objev podstatně doplňuje poznání těles sluneční soustavy. S kacířskou myšlenkou, že by se na Měsíci mohl nacházet led, přišla r. 1961 trojice mladých amerických vědců v čele s Brucem Murraym. Protože Slunce svítí na Měsíci neustále nad rovníkem (s odchylkou asi 1,6°), mohou v okolí asi 30° od obou pólu být krátery, na jejichž dno snad nikdy nepronikl sluneční paprsek. Jsou tedy trvale ve stínu a teplota tam nevystupuje nad -210°C . Počátkem 70. let bylo upozorněno na skutečnost, že po vzniku Měsíce byl jeho povrch bombardován mj. i jádry komet a mohly se tam uložit miliardy tun vody, která v pevné fázi zůstává na Měsíci velmi stabilní.

Avšak objev nabízí i skvělou zásobárnu – pokud budeme umět vodní led pří přepatréně koncentraci z povrchu těžit. Až dosud jsme se domnívali, že vodu budeme muset na Měsíci dovážet, což by dnes i v budoucnosti bylo velmi nákladné.

První výsledky budou brzy následovány měřením dalších přístrojů, která vyžadují delší čas.

V první řadě jde o spektrometr záření gama, mnohem kvalitnější než zařízení, které bylo na služebních sekích některých lodí Apollo. Mapuje rozložení 10 nejvýznamnějších měsíčních prvků – ačkoliv uran, thorium a draslík jsou jen stopové prvky, víme, že se nacházejí koncentrovány do materiálu zvaného KREEP (draslík, vzácné prvky a fosfor). Jeho výzkum snad pomůže zjistit, jak povrch a pláště Měsíce vznikly a jak se vyvíjely. Informace o evoluci Měsíce, Země a celé sluneční soustavy považují mnozí geologové za snad ještě cennější, než poznatky o ledu.

Během dvou měsíců by měly být k dispozici mapy výskytu uranu v množství 0,2–3,6 ppm, thoria v koncentraci 1–14 ppm a draslíku (400–4600 ppm). O měsíc déle trvá zjištění přítomnosti titanu (0–7%). Po půl roce bychom měli znát obsah železa (3–13%) a hliníku (6–13%). Koncem podzimu budou k dispozici měření obsahu kyslíku (41–46%), po roce křemíku (18–23%) a hořčíku (2–6%). Pokud Prospector vydrží půldruhého roku, zmapujeme i přítomnost vápníku (8–13%).

Spektrometr částic alfa, emitovaných radioaktivními plyny, uvolňova-

nými z měsíčního nitra (jako radon nebo produkt jeho rozpadu polonium) je pokročilejší verzi přístrojů z Apolla 15 a 16. Pozorování by mohla odhalit připadné zdroje existence nepatrné lokální měsíční atmosféry – stále si ještě nejsme jisti, co vlastně registroval N. A. Kozyrev v roce 1958 u kráteru Alphonsus... Umožní rovněž charakterizovat průběh lunární tektonické a vulkanické činnosti.

Magnetometr a elektronový reflektometr jsou zaměřeny na mapování magnetického pole. Očekáváte mužeme lepší pochopení vzniku lunárního paleomagnetismu a určení velikosti i složení měsíčního jádra. Společně s NS by měly být studovány korelace mezi magnetickým polem a koncentrací vodíku a helia, implantovaného slunečním větrem.

Dopplerova jevu u radiových signálů sondy se využívá pro tzv. gravitační experiment. Předpokládá se, že bude možné poprvé určit celé měsíční gravitační pole i informace o nitru. Po doplnění o topografická data získají odborníci modely celkové asymetrie kůry, její struktury a stavby pod povrchových pánví.

Za první rok základní části výpravy bude celý povrch kompletně prohlédnut asi 26x. Pokud bude sonda v pořádku, bude poté fungovat ještě dalších 6 měsíců, bude navedena na nízkou dráhu ve výšce 10 km a posléze se srazí s povrchem.

Mezitím v únoru 1999 odstartuje japonská sonda LUNAR-A. Z parkovací dráhy bude převedena na protáhlou geocentrickou dráhu. Po 4,5 oběžích bude gravitačním polem Měsíce urychlena na dráhu s apogeem 118 500 km, při návratu se znova přiblíží k Měsíci a přejde na selenocentrickou dráhu se sklonem 30 a pericythiem 40 km. V něm se od materiérské sondy oddělí tři penetrátory, které dopadnou do rovníkových oblastí Měsíce rychlosť 250–300 m/s a zabiorou se do hloubky 1–3 m. Jeden bude navenek na přivrácenou stranu (mezi místa přistání Apolla 12 a 14), jeden na odvrácenou stranu a třetí do okrajové části. Družicový úsek bude na kruhové mapovací dráze ve výšce asi 250 km a každých 15 dní přečte záznamy penetrátorů.

LUNAR-A má „suchou“ hmotnost 520 kg, je stabilizován rotací, těleso

má tvar válce o průměru 1,2 m a délce 1,1 m. Na jednom konci je manévrovací a motorický systém a antény v pásmech S a UHF. Na jednom ze tří panelů slunečních baterií je zespodu instalována monochromatická mapovací kamera s rozlišením 30 m při terminátoru. Na bocích jsou připevněny penetrátory, podobající se střelám o průměru 0,14 m a délce 0,9 m. Po oddělení od sondy sestoupí z oběžné dráhy zážehem vlastního motoru. Každý penetrátor obsahuje seismometr, teplotní sondu, sklonometr, akcelerometr, radiový vysílač s anténonou, pamět s kapacitou 15 dní záznamu a superlithiovou baterii, která by měla vystačit asi rok. Chybou v konstrukci penetrátorů způsobil na jaře 1997 odklad, avšak prvenství v použití tohoto nového nástroje planetární geologie Japoncům asi neunikne.

Další japonský měsíční program bývá označován jako Lunar Precursor („Předchůdce“ – protože cílem jsou pilotované lety), avšak jeho Achillovou patou je financování. V roce 2004 by měla startovat sonda SELENE-1 (SELENological and ENgineering Explorer) o hmotnosti 2800 kg s 15 přístroji, mj. radarem, laserovým výškoměrem, rentgenovým fluorescenčním spektrometrem a gama spektrometrem pro studium vzniku, vývoje a tektoniky Měsíce z výšky asi 100 km. Po roční činnosti pohonné jednotky sondy o hmotnosti 830 kg sestoupí na povrch a bude tam pracovat ještě dva měsíce. O tři roky později by měla být vypuštěna další sonda této hmotnosti (LUNAR PRECURSOR-2), která na povrch vysadí vozidlo o hmotnosti 500 kg, poháněné sluneční energií. Mělo by rychlosť 1 km/h během roku urazit nejméně tisíc km od okraje Mare Serenitatis ke kráteru Copernikus. Kolem roku 2010 či později se předběžně uvažuje o sondě LUNAR PRECURSOR-3, která by zajistila odvoz vzorků měsíčních hornin na Zemi.

Kuriozní je, že NASA dosud žádne pevné plány nemá! I Evropská kosmická agentura je na tom lépe. V rámci programu Euromoon 2000 jsou připravovány dva lety malých robotů k Měsíci.

V roce 2000 by měla startovat jako sekundární náklad rakety Ariane 5 sonda LunarSat o hmotnosti 100 kg, konstruovaná malou skupinou mladých vědců a techniků. Bude navedena na podobnou oběžnou dráhu kolem Měsíce jako Prospector a pořídí měsíční snímky vhodného místa pro přistání. Následujícího roku pak sonda Euro-Moon Lander přistane v okolí jižního polu poblíž místa věčného stínu. Otevřenou otázkou je financování obou projektů.

K rozhodnému náporu se chystá soukromý sektor. Americká firma Applied Space Resources (Bethpage, New York) oznámila záměr vyslat na povrch Měsíce robot Lunar Receiver v září 2000 u přeležitosti 30. výročí Luny 16. Má přistát v Mare Nectaris a přivezt na Zemi nejméně 10 kg regolitu a kamenů. Náklady na projekt prý nepřevýší 100 mil. USD a vzorky budou volně v prodeji – pro sběratele kuriozit i pro vědce. Určitě to bude skvělý obchod... Další sonda by mohla v roce 2001 zamířit do oblasti výskytu vodního ledu, aby přímým odberem potvrdila závěry Prospektoru.

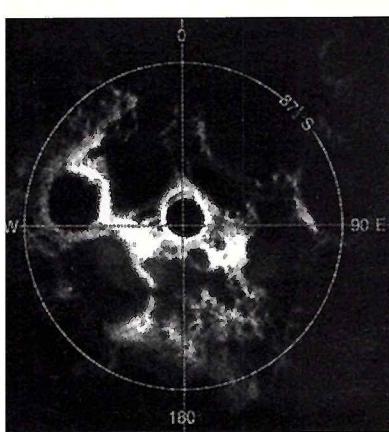
Společnost LunaCorp (Arlington, Virginie) už několik let spolupracuje s Carnegie Mellon University v Pittsburghu na vývoji dvou dálkově ovládaných vozidel, které by po roce 2000 podnikly tisícikilometrovou pouť od místa přistání Apolla 11. Široká veřejnost by mohla oba roboty ovládat ze stanoviště ve speciálních zábavních parcích, kde by byly i atraktivní simulátory apod. Pod vlivem nového objevu uvažuje LunaCorp o pozdější podobné expedici k jižnímu pólu Měsíce.

Jen zdánlivě odtržené od reality vypadají studie společností Lunar Resources Corp. a Artemis Society International na postupné vybudování obydlené stanice na Měsíci pro turistiku, zábavu i praktické aplikace měsíčních zdrojů... Všechny tyto a další soukromé aktivity nepochyběně pozitivně ovlivní i státem podporované úsilí – jak v USA, tak v Japonsku a dalších zemích. Ale to vše může přijít až poté, co Lunar Prospector provede další měření s větší přesností a jistotou.

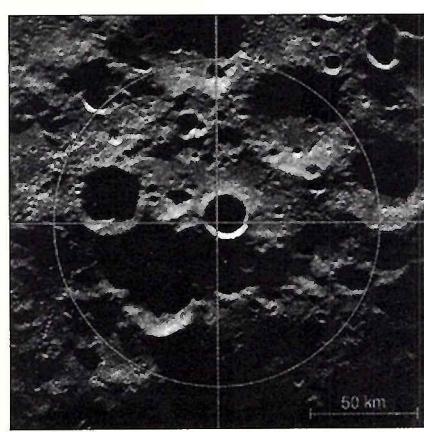
Zásoby vody, které Prospector slije, by měly stačit pro velkou obydlenou měsíční stanici s tisíci obyvateli na celé století, i kdybychom vodu nerecyklovali. Ještě významnější je její využití jako zdroje vodíku a kyslíku pro palivo raketových motorů.

Přesto chvíli je však nejdůležitější psychologický dopad toho, že na Měsíci voda existuje a můžeme ji tedy potenciálně využít. Kdy, jak a zda vůbec to někdy v budoucnosti prakticky uděláme, to už je jiná otázka. Cesty vývoje jsou někdy klikaté a vůbec bych se nedivil, kdyby v příštím století „voda z Měsíce“ patřila mezi nejdražší pozemské nápoje. Kdo ví, třeba bude zisk stačit i na to, abychom užitkovou vodu naopak vozili ze Země na Měsíc...

Ing. Marcel Grün



Oblast južního pólu Mesiaca: na snímku vlevo (z Clementine) vo viditeľnom svetle vidíme, že šikmo dopadajúce lúče na dno hlbokých kráterov v oblasti južného pólu nikdy nedopadnú. Na druhé snímke vidíme rovnakú oblasť zviditeľnenú pozemskými radarmi až po dno niekoľko kilometrov hlbokých kráterov.



Dnes je už isté, že sonda Clementine, ale najmä sonda Lunar Prospector, otvorili novú etapu poznávania Mesiaca. Možno očakávať, že naše vedomosti o tomto telesu sa v najbližších mesiacoch a rokoch rádovo rozšíria. Vzniknú nové mapy, geografické, geologické, mineralogické, mapy magnetických i gravitačných anomalií, ba i dielčie, podrobné mapy najzaujímavejších oblastí. Podistým sa vynoria aj nové teórie o vzniku a evolúcii Mesiaca. Nezaškodí preto zopakovať si aspoň čiastočne, čo nového priniesol výskum Mesiaca v poslednom štvrtstoročí, po skončení lunárneho programu Apollo. Do tohto čísla sme z rozsiahnej ponuky vybrali tri materiály. Veríme, že vás zaujmú.



Tajomné záhyby a silné magnetické pole sú príznačné pre Reiner Gamma, jeden z najzáhadnejších útvarov na povrchu Mesiaca. Leží v oblasti Oceanus Procellarum.

KUDRLINKY v mesačnom prachu

Čosi mysteriozne vytvorilo na povrchu Mesiaca biele a čierne, okrúhlasté i poprekúcané útvary: podľa planetológov ide o miliardy rokov starý magnetický záznam v mesačnom prachu. Vedci iba v posledných rokoch začínajú chápať, o čo vlastne ide.

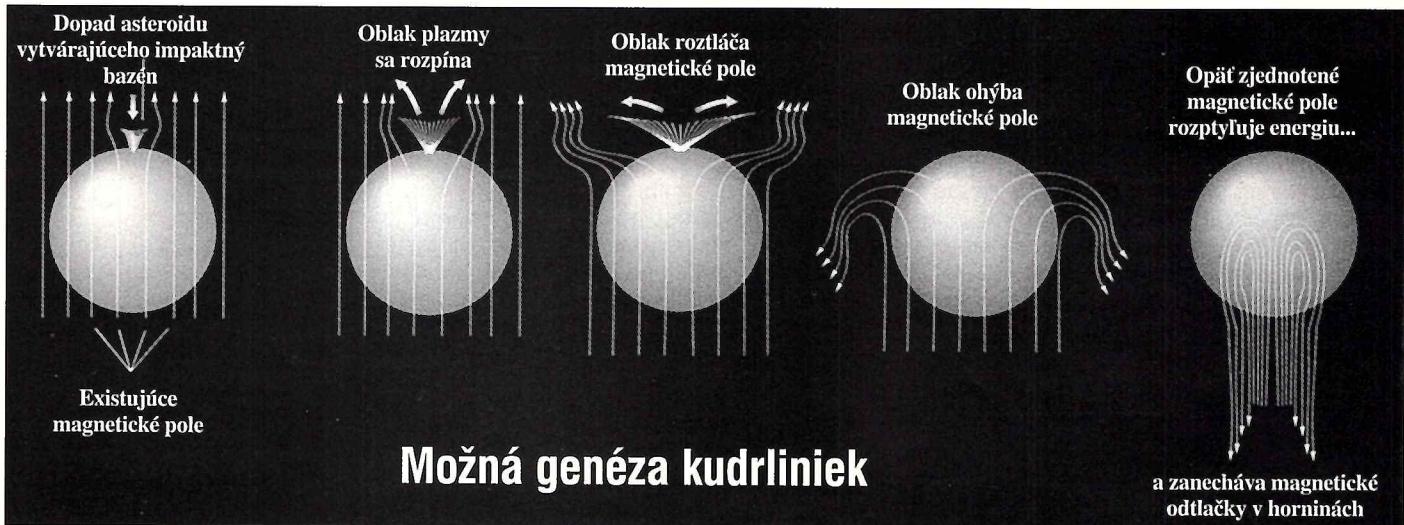
Niektoré z týchto útvarov pripomínajú záveje čerstvého snehu pozdĺž tmavých trhlín a priehlbín. Iné sa podobajú na goliere z osuhle obopínaujúce tmavý terén. Graficky zjednodušené však najviac pripomínajú záhadné znaky neznámeho písma. Tie-to svetlé a tmavé poskrúcané pásiaky objavili astronómiovia iba na niekoľkých miestach mesačného povrchu a dodnes presne nevedia, aké procesy ich

vytvorili. A tak tieto mesačné kudrlinky a brčky patria k najväčším záhadám na Mesiaci.

Ked Apollo 11, ešte v roku 1969, dovezlo na Zem väčšie množstvo vzoriek z mesačných hornín, a šokovaní planetológovia v nich objavili zápis pradávneho magnetizmu, vypukol veľký rozruch, pretože sondy pred Apollom nenašli po globálnom lunárnom magnetizme ani stopy. O dva roky neskôr boli už lode Apollo 15 a 17 vybavené malým subsatelitom, ktorého úlohou bolo zaznamenať jemné štruktúry lunárnych magnetických polí z obežnej dráhy okolo Mesiaca.

Oba subsateliity obiehali Mesiac po rovníkovej dráhe, a preto mohli zmapovať iba malú časť mesačného povrchu. Napriek tomu však objavili niekoľko roztrúsených magnetických polí.

Zem má globálne, celistvé, čo do sily rovnorodé magnetické pole. Sila objavených lunárnych magnetických polí však nebola ani zdáleka rovnaká:



kolísala od tisíciny až po desaťnásobok pozemskej. Ron Hood, dnes fyzik na Arizonskej univerzite, túto magnetickú záhadu celé roky lúštil.

– Potom, ako sme hodnoty viacerých magnetických polí vyhodnotili, – spomína Hood, – zistili sme, že dva z nich sú oveľa silnejšie ako ostatné: oba sa nachádzajú presne na opačnej strane veľkých bazénov Imbrium a Orientale. Ďalšie mapovanie zviditeľnilo ďalší pár magnetických polí oproti bazénom Serenitatis a Crisium. Všetky štyri impaktné bazény majú spoločného menovateľa: sú to najmladšie bazény svojho druhu na celom Mesiace.

Kým si vedci lámali hlavy nad touto záhadou, objavilo sa ďalšie mysterium: jedna z objavených magnetických anomalií súvisí, ako sa ukázalo, s dobre známym, ale neveľmi vysvetleným zvláštnym útvaram v západnej časti Oceanus Procellarum. Útvor Reiner Gamma s priemerom 30–60 km, vytvára predlžená škvRNA, či presnejšie ostrovček, okolo ktorého sa vyskytuje veľa tajomných kudrlinkiek. Reiner Gamma leží 400 km na západ od kráteru Kepler a aj menšími teleskopmi ho môžeme poľahky rozlíšiť. Je to výrazný útvor na prívratnej strane Mesiaca.

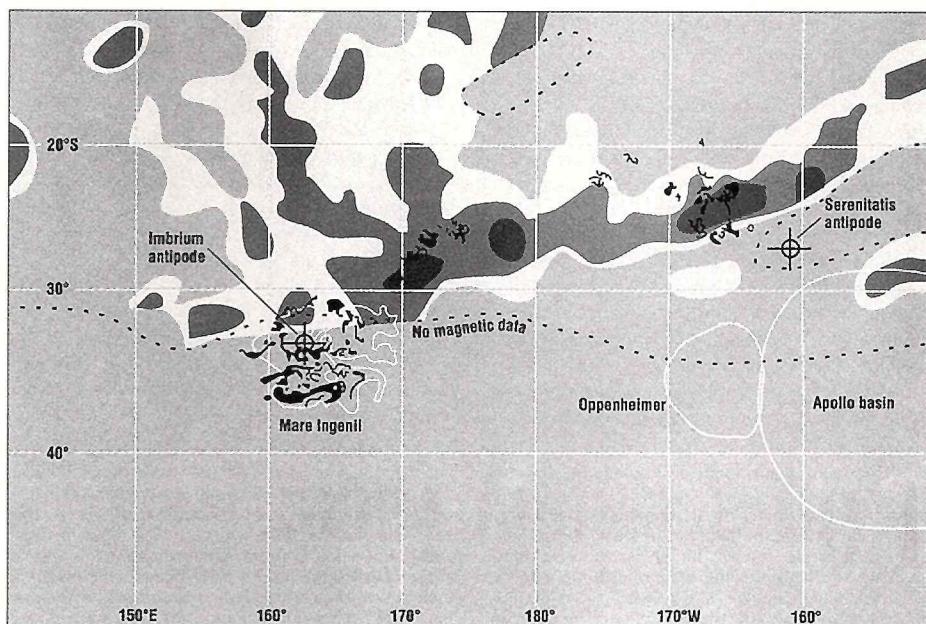
– Objavili sme magnetickú anomáliu, ktorá priamo súvisí s Reiner Gamma, – vráví Hood, – až pohľad na tieto kudrlinky, ktorými je táto oblasť posiate, nám vnukol myšlienku, že môže ísť o úkaz vytvorený magnetickým polom.

Hood, ale aj ďalší astronómovia, začali hľadať kudrlinky aj v iných oblastiach so silným magnetickým polom – v oblastiach, ktoré ležia antipodálne k štyrom vyššie spomenutým veľkým bazénom. Našli stovky kudrlinkiek, brčiek i iných klykľákov, ale nezmúdrili. Nerozumeli najmä tomu, ako môžu kudrlinky, magnetické polia a antipódy veľkých impaktných bazénov navzájom súvisieť.

Podľa Hooda dopad mohutných impaktov pred 3,6 až 4,0 miliardami rokov ponúka najprajateľnejšie vysvetlenie: vedcom napadli hned dva mechanizmy, ktoré mohli antipodálne magnetické polia vytvoriť.

Ako je známe, zdrojom lunárnego magnetizmu je v prevažnej mierе železo. Hood sa nazdáva, že náraz veľkých telies na povrch Mesiaca uvoľnil, skoncentroval a asymetricky premiestnil balík kovového železa vo vnútri Mesiaca, ktorý dodnes na antipodálnej strane generuje magnetizmus.

Vedci však predpokladajú, že železný hýbatel by sám osebe nastačil. Zdá sa, že mesačný prach a nehomogénne horniny vo vrchnej časti mesačnej kôry museli na pôdoryse magnetickej štruktúry zviditeľniť do podoby kudrlinkiek iba seismické vlny po mohut-



Mapa, vyhotovená z údajov subsatelia dvoch lodí misie Apollo zviditeľňuje, že najväčšie nahustenie tajomých kudrlinkiek je v blízkosti krížikmi označených antipódov dvoch impaktných bazénov (Imbrium a Serenitatis) na opačnej strane Mesiaca.

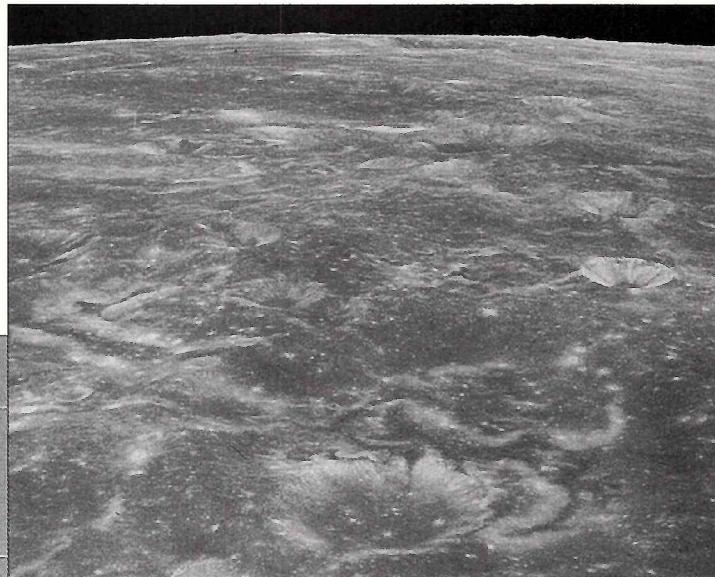
nom otрасie: do podoby terča či byvolieho oka mohlo sypké horniny sformovať iba mohutné lunotrasenie po dopade ozrutného impaktu.

A skutočne: na povrchu antipodálnych oblastí objavil Hood seismicky modifikovaný terén, ktorý je náramne zvláštny. Vyzerá tak, ako by ho popretriadal mohutný vibrátor. Časti tohto „popretriadaného“ terénu vyzerajú dokonca tak, ako by bol vo chvíli geologického šoku, prinajmenšom dočasne, kvapalný! Takýto podpis môžu mať iba mohutné seismické vlny.

Antipodálne magnetické polia však môžu byť aj po-zostatkami väčších magnetických polí, ktoré existovali na povrchu Mesiaca už pred dopodom impaktov. Mechanizmus ich vzniku je jednoduchý: každý veľký impakt spôsobuje okrem seismických porúch aj výpar enormného množstva hornín, ktoré vzápäť po impak-

te vytvoria veľký oblak čiastočne ionizovaného plynu. Keď sa tento elektricky vodivý plyn rozšíril okolo celého Mesiaca, mohlo sa stať, že strhol so sebou aj časť existujúceho magnetického poľa a premiestnil ho po častiach na opačnú, antipodálnu stranu.

– V skutočnosti to vyzerala tak, – vráví Hood, – že sa na opačnej strane premiestnili celé sústrovia strhnutého a výbuchom rozparcelovaného magnetického poľa, pravdaže na nosiči, ktorým bol ionizovaný plyn. Preto dnes na antipodálnej strane vel-



Na tejto mapke, ktorú počítače vytvorili na základe údajov získaných zo subsatelia dvoch lodí misie Apollo, vidíte oblasť východne od kráteru Fleming. Čierne kudrlinky sú najviac nahostené v blízkosti kríža, ktorý je antipódom bazéna Orientale. Krížom prekrytý kruh označuje miesto, ktoré leží oproti stredu bazénu Orientale na opačnej strane Mesiaca.

kých impaktných bazénov nachádzame koncentrované súostrovia magnetických polí.

Čo však generovalo pôvodné magnetické polia? Možno to boli koncentrované depozity železnych zrín. Hoodovi sa však viac pozdáva iná možnosť: čo ak nejaká doteraz neznáma sila dokáže zväčšiť silu slabučkého magnetického poľa, ktoré generuje slnečný vektor obtekajúci Mesiac a postupne ho kondenzuje v niektorých oblastiach? Iným zdrojom by mohli byť aj dočasné magnetické polia vyvolané samotným impaktom: ich účinky sa už podarilo pomerne presne namodelovať v rámci laboratórnych experimentov, napodobňujúcich vedľajšie účinky mimoriadne veľkých impaktov.

Vylúčiť však nemožno ani model dynama, ktorým môže byť v tomto prípade tekuté kovové jadro Mesiacu: práve ono by mohlo vytvárať globálny systém čiar magnetického poľa prostredníctvom veľkoškálových pohybov a výkyvov plastického jadra.

Čo však vytvorilo záhadné kudrlinky? Podľa Hooða magnetické polia, generované impaktmi, môžu vytvárať kudrlinky aj nepriamo.

– Nazdávam sa, že ak na Mesiaci existuje oblasť, ktorá má dosťažne silné magnetické pole, môže tok slnečného vetra vychýliť a strhnúť k povrchu Mesiacu, – vysvetluje Hood. – Slnečný vektor je sýtený solárnym vodíkom, ktorý začierňuje povrch Mesiacu chemickou redukcíou oxidov železa na voľné železo. Ak je slnečný vektor vychýľaný magnetickými polami, potom by väčšina mesačného povrchu nestmavila. Bola by jasné, taká jasné ako svetlé rebrá záhadných kudrlniek a hadíkov. Kde sa však berú rebrá tmavé, ktorých je rovnako veľa ako tých bielych?

Hood vraví: – Získali sme viaceré údajov, ktoré naznačujú, že magnetické polia slnečný vektor koncentrujú a distribuujú, či presnejšie ukladajú jeho čiastočky na terén podľa konfigurácie toho-ktorého magnetického poľa. Ak napríklad dva zmagnetizované pásy susedia s nezmagnetizovaným pásmom medzi nimi, potom ten zmagnetizovaný terén odpuď slnečný vektor do nezmagnetizovaného terénu, pretože je opačne nabity. Tento proces sa po miliónoch rokov prejavuje svetlými a tmavými rebrami lunárnych hieroglyfov. Svetlé kudrlinky sú teda akýmisi magnetickými závejmi, tie tmavé zasa obnaženým, odkyličeným terénom.

Slnečným vetrom dotmava tetovaný terén a bazénové impakty ponúkajú iba jedno z viacerých vysvetlení kudrlniek. Iné teórie ho však stavajú na hlavu: Peter Schultz, planetológ z Brownovej univerzity v Providence, na Rhode Islande tvrdí, že kudrlinky sa nevyskytujú iba antipodálne k bazénom, ale že sú nepriamo spojené aj so susednými magnetickými polami. Klúčom k pochopeniu magnetického archipelágu je vek týchto útvarov.

– Najčudnejší na týchto kudrlinkách je fakt, – vraví Schultz, – že sú také neuveriteľne mladé. Majú takých 20 000, najviac 50 000 rokov. Ak vznikli ako vedľajší produkt impaktov, mali by mať rovnaký vek ako impaktné bazény, teda 3,6 až 4,0 miliárd rokov. Schultz je presvedčený, že kudrlinky nemôžu byť staršie najmä preto, lebo počas takého dlhého času by ich dásť mikrometeoritov, ale najmä dopad väčších impaktov popretriasali a zničili.

Schultz spomienie príklad: – Nedaleko miesta, kde pristalo Apollo 16, sú dva krátery: North Ray a South Ray. Jeden z nich má približne 25 miliónov rokov, ale tie roky už stihli potemniť všetky ke-

dys svetlé časti jeho dna. Ten druhý má iba 2 milióny rokov a jeho dno je svetlé.

Porovnanie oboch spomenutých kráterov mi dáva za pravdu v tom, že svetlý povrch na Mesiaci relativne rýchlo potemnie, prípadne ho postupne dotmava preorú impakty najrozličnejšieho kalibru. Preto si myslím, že kudrlinky musia byť mladé. Tie-to záhadné útvary jednoducho nemôžu byť zvyškom pradávnych procesov, pretože keby takými boli, nedokázali by si udržať svoju svetlosť.

Čo mohlo kudrlinky vytvoriť v nedávnej minulosti? Schultz: – Myslím, že asi pred 20 miliónmi rokov dopadla na Mesiac kométa. Ako každá prirodna kométa v blízkosti Slnka musela mať pekné vyvinutú kómu, ktorú, ako vieme, tvoria plyny a čiastočky prachu uvoľnené slnečnými lúčmi z ľadov a zamrznutých hornín na povrchu kométy. Kométa však produkuje aj ionizované plyny, ktoré strhli i slnečný vektor. Tým, že sa tento zmagnetizovaný náklad dostal na Mesiac, vytvorilo sa na ňom magnetické pole. Vo chvíli, keď sa kométa priblížila k Mesiacu, čiastočky prachu i molekuly plynu mali extrémnu rýchlosť, dopadali na jeho povrch tak prudko, že ho svojou energiou dobiela vyšmiglovali a vylešteli. – Schultz je presvedčený, že svetlé ramená kudrlniek vznikli takýmto kozmickým tetovaním.

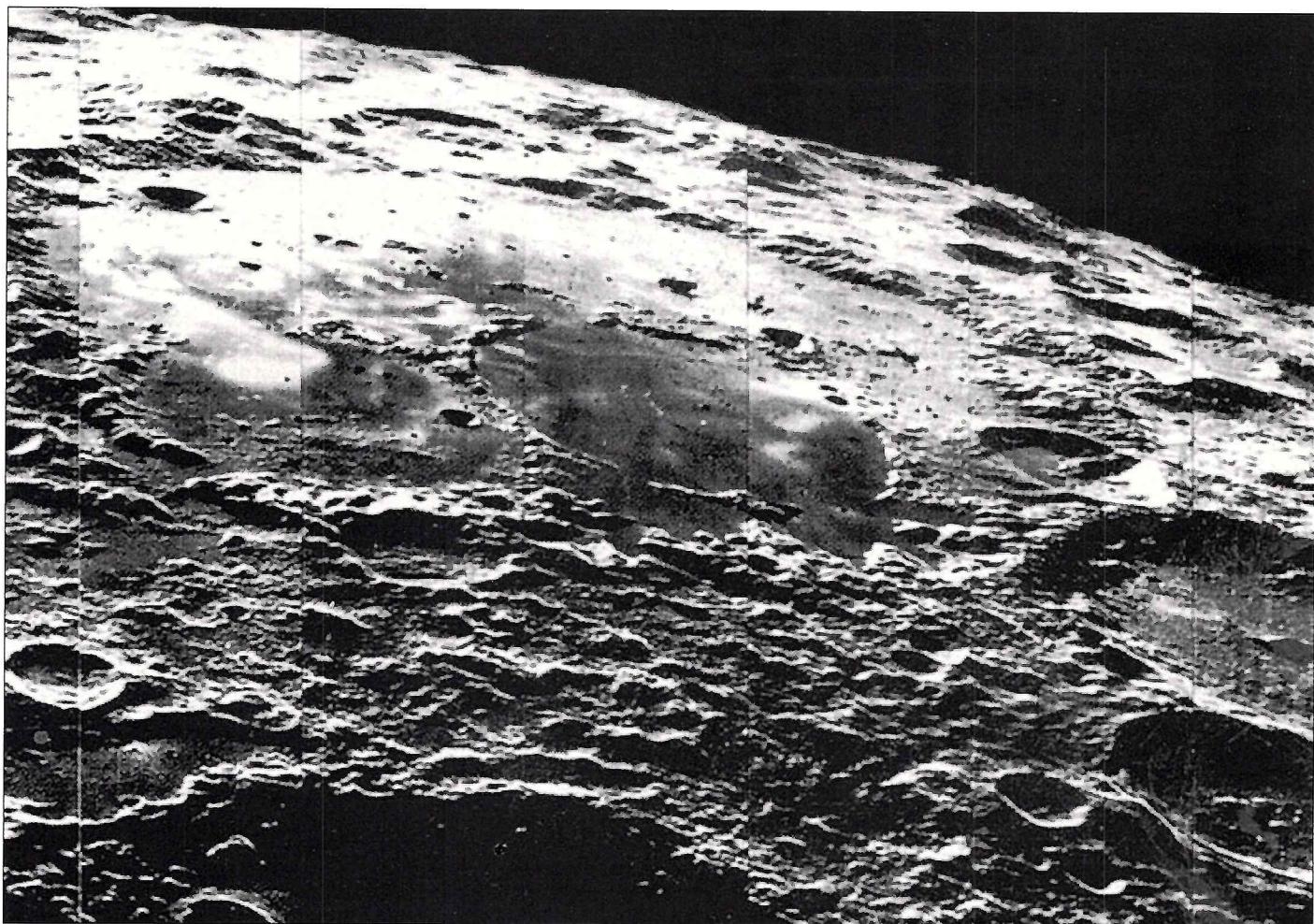
Dohady vedcov potvrdili štúdie mesačného povrchu po návrate lunárnych modulov na materské lode misie Apollo: plyny, tryskajúce z raketových motorov počas pristávania i počas štartu, vyšmiglovali terén v dosahu tryskajúcich kužeľov spalín dosvetla. Po každej lodi Apollo ostali na Mesiaci malé svetlé kruhy vylešteného terénu. Kometárna hypotéza je teda sugestívna, najmä keď sa potvrdilo, že kométa mohla priviesť k kozmu aj magnetické pole: kométa, či presnejšie, kométy sa po dopade na mesačný povrch vyparili, magnetické ostrovy sa však na povrchu Mesiacu udržali.

– Ked' kométa dopadla na povrch Mesiacu, dovezené magnetické pole i materiál z kómy narazili na povrch veľkou rýchlosťou. Po dopade sa magnetické pole začalo zmršťovať, zhusťovať, čím jeho intenzita prudko narastla. Pri dopade impaktu júceho telesa sa časť mesačného povrchu roztafila. Schultz zistil, že všade tam, kde možno pozorovať príznaky tavenia, vyskytujú sa zlepence čiastočiek železa. Tieto vodivé čiastočky prevzali magnetické pole kométy, čo sa dodnes prejavuje magnetickou anomáliou v tejto oblasti. Magnetické ostrovy a súostrovia však vznikli iba tam, kde mesačný povrch obsahoval dostatočné množstvo železa.

Hoodove a Schultzove hypotézy sú však v istom



Kudrlinkami je priam posiaty terén nedaleko krátera Lobačevskij.
Všetky sa nachádzajú v bezprostrednej blízkosti antipód bazéna Crisium.



Kudrlinky v Mare Ingenii (uprostred) ležia priamo oproti bazénu Imbrium, ale vedci zatiaľ nevedia, čo ich vytvorilo.

rozpore s preukázateľne oveľa starším magnetizmom, ktorého stopy detegovali vedci v horninách dovezených z Mesiaca. Schultzova kométa, ktorá dopadla na Mesiac iba „nedávno“, tažko mohla dovieť magnetizmus, starý niekoľko miliárd rokov. Hoodove impaktné bazény vznikli pred 3,6 miliardami rokov, no iba tažko mohli svoj magnetizmus prepožičať mladším štruktúram. Paul Spudis, vedec z Lunar and Planetary Institute v Houston, Texas, nedávno vyhlásil, že lunárne vzorky hornín obsahujú náramne rôznorodý magnetizmus: niektoré ho majú taký slabý, že sa dá sotva namerat, v iných zasa namerali neuveriteľne vysoké hodnoty. Najvyššie hodnoty mávajú horniny staré 3,0 až 3,6 miliárd rokov, hoci ani to neplatí v každom prípade. Zarázajúcejšie je však to, že veľké impaktné bazény, ktoré by ich mohli generovať, vznikli už vtedy, keď vytváranie najsilnejších magnetických polí iba začína. Spudis: – Magnetická história Mesiaca, aspoň tá, ktorú sme ju odčítali zo vzoriek lodí Apollo, nie je jednoznačná. V ranej histórii Mesiaca sme zatiaľ dôkazy magnetizmu nenašli: zdá sa skôr, že najsilnejšie magnetické polia sa vytvorili vtedy, keď mohutné výlevy lávy zaplavovali mesačné moria, teda asi pred 3,0 miliardami rokov. Sme takmer presvedčení, že ani v najnovšej histórii, teda po spomenutom rozhraní, nijaké nové magnetické polia nevznikali.

Záhada mesačného magnetického archipelágu nezápadá teda predbežne do žiadneho zo známych geofyzikálnych modelov. Najlepší geofyzikálny model planetárneho magnetického poľa je nepochybne model dynamika. Lunárne dynamo, ak pravda

fungovalo, by väčšinu zo spomenutých záhad vysvetilo. Geológovia si však zatiaľ nevedia predstaviť, ako vôbec mohlo vzniknúť a fungovať. Podľa Spudisa je jadro Mesiaca s priemerom 400 km príliš malé na to, aby dokázalo generovať ten druh velkoškálových pohybov plastickej kvapaliny, ktoré ako dynamo fungujú. Ak teda dynamo dnes na Mesiaci nefunguje, potom sa muselo zastaviť najmenej pred 3,5 miliardami rokov, teda oveľa skôr, ako vznikal magnetický archipelág.

Záhadné kudrlinky by však nevysvetlilo ani fungujúce dynamo. Sú naozaj všetky kudrlinky čo do pôvodu rovnaké, alebo iba tak vyzerajú? Boli vytvorené z lokálneho materiálu, alebo ide o exotické depozity, ktoré sem premiestnili nejaké katastrofy? A napokon: prekrývajú tieto útvary magnetické polia precízne, alebo ich kopírujú iba ledabolo?

Výsledky z misie Clementine aspoň čiastočne všetky tieto problémy osvetili. Citlivý spektrometer rozlišoval, či materiál kudrlinkiek je lokálny, alebo sa zložením líši od okolitého terénu, čo by mohlo znamenať, že jeho zdrojom je nejaké cudzie teleso. Ak by sa ukázalo, že kudrlinky tvorí lokálny materiál, znamenalo by to, že všetky vznikli rovnako – ako dôsledok jednoduchých, navzájom podmienených procesov: napríklad že ich vytvorilo lunotrasenie, seismické pretriasanie najvrchnejších, podľa všetkého sypkých materiálov mesačnej kôry. Ani údaje z Clementine však nedokázali odhaliť hlavné tajomstvo kudrlinkiek.

To dokážu až ďalšie sondy s ešte citlivejšími prístrojmi alebo misie – landery, najlepšie s ľudskou posádkou: až potom sa možno dozvieme, aké staré

sú tieto kudrlinky, ale i to, do akej miery sa na ich vzniku podieľa okolitý terén, a to v každom jednotlivom prípade, pričom porovnanie výsledkov zo všetkých vytípovaných oblastí magnetického archipelágu ponúkne vedcom neoceniteľný materiál.

Získanie týchto údajov však bude mimoriadne nákladné. Najlacnejšou možnosťou je preto vyslanie lunárnej sondy, ktorá bude obiehať Mesiac po polárnej dráhe. Touto sondou je od januára tohto roku Lunar Prospector, na ktorého palube sa okrem iných prístrojov nachádza aj citlivý magnetometer a prístroj na meranie odrazivosti elektrónov (electron reflectance), podobné, aké niesli subsatelia dvou lodí misie Apollo.

Alan Binder, planetológ, pracujúci pre Lockheed Engineering and Sciences Company v Houston, celé roky misiu Lunar Prospector pripravoval. Práve on presadil, že výšku obežnej dráhy, stanovenú spôsobom na 100 km, bude možné počas niektorých experimentov korigovať. Na presné zmapovanie magnetických anomálií je totiž výhodnejšia nižšia obežná dráha, 30 až 70 km nad povrchom Mesiaca. Pripomeňme si, že Lunar Prospector bude okrem mesačného magnetizmu mapovať aj zloženie mesačného povrchu, hladaf v mesačnej drvine depozity vody, merat v mesačnej pôde podiel vodíka implantovaného zo slnečného vetra, hladaf stopy oxidu uhličitého, oxidu uhoľnatého, dusíka, a napokon zaznamená aj kolísanie sily gravitačného poľa nášho súputníka.

B. M. Testa

Obrovské diery na Mesiaci

Prastaré bazény po impaktoch, ktoré s doteraz nebyvalým rozlišením zviditeľnila na Mesiaci americká vojenská sonda Clementine, otvorili sekenlógom okno do vnútra mesačnej kôry, a tým aj do najranejšieho obdobia jeho vývoja.

Ked' Galileo Galilei roku 1609 po prvýkrát pozoroval svojím ďalekohľadom mesačný povrch, zdalo sa mu, že je deravý ako prekrojený ementál. Pre vtedajších astronómov to bolo nepríjemné prekvapenie. Väčšina z nich sa nazdávala, že Mesiac i ostatné nebeské telesá sú hladké, dokonalé gule. Galileo však pozoroval dorájaný, zjazvený svet, videl vysoké pohoria, ktoré obopínali oblé, hladké pláne.

Roku 1994 sonda Clementine na exponovala z obežnej dráhy okolo Mesiaca vyše 2 milióny fotografií jeho povrchu, čo umožnilo planetológom hlbšie pochopiť pôvod a evolúciu najväčších útvarov, takzvaných multiprstencových impaktných bazénov. Na základe týchto údajov vznikli aj globálne mineralogické mapy Mesiaca a zviditeľnili sa viaceré, doteraz neznáme útvary. Až po misii Clementine

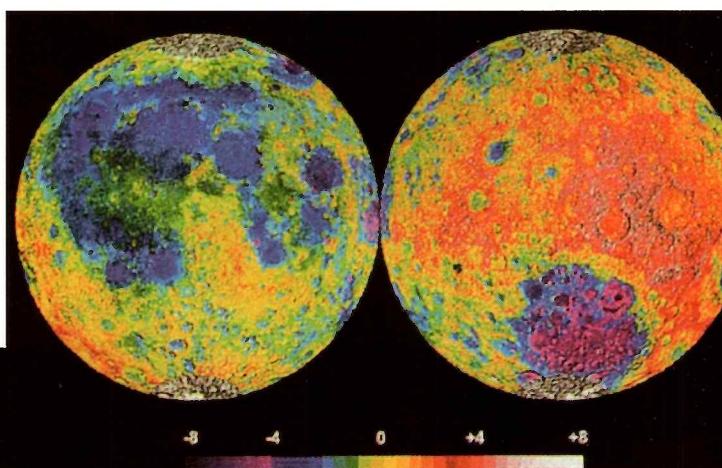
ne sme získali presnejšie informácie o mohutných výronoch lávy na mladom Mesiaci, ktoré na viacerých miestach prikryli pôvodné horniny hrubým kobercom. Vedci sa zo snímkov dozvedeli i to, že najväčšie impakty pomerne tenkú mesačnú kôru prerazili a obnažili tak aj horniny vonkajšieho plášťa. Clementine objavila i doteraz najväčší impaktom spôsobený bazén v celej slnečnej sústave.

Multiprstencové impaktné bazény sú vlastne veľké impaktné krátery s priemerom väčším ako 300 km: v týchto ozrútných miestach pozorujeme okrúhle, prstencovité sa vinúce pohoria, ktoré sú pre tieto superimpakty oveľa typičejšie ako centrálné výdute, také častej uprostred menších a malých kráterov. Multiprstencové impakty, ktoré považujeme za najstaršie lunárne štruktúry, sú rozosiate po celom povrchu Mesiaca. Vznikli krátko po vzniku slnečnej sústavy, v čase, keď všetky telesá boli bombardované asteroidmi.

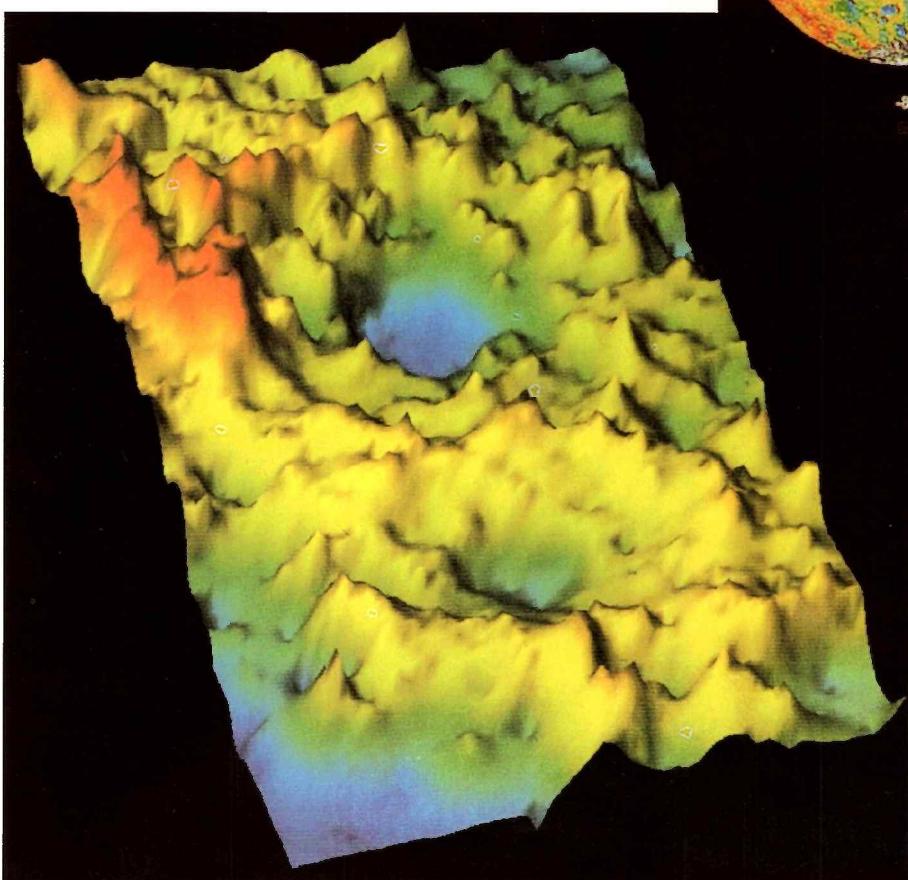
V každom prípade sa impaktné krátery podstatou mierou podielali na utváraní povrchu mladého Mesiaca:



Bazén Orientale uprostred výrazných kruhov terasovito poklesnutého terénu, pripomína terč. V slangu planetológov sa takáto konfigurácia terénu po impakte nazýva „bullseye“, byvolie oko.



Topografická mapa privŕatenej a odvrátenej strany Mesiaca, získaná sondou Clementine. Falošné farby znázorňujú topografiu terénu v rozmedzí od mínus 8 po plus 8 km od nulovej hodnoty, ktorú označuje žltá farba. Najhlbšie miesta sú tmavomodré, najvyššie červené. Na ľavej snímke, znázorňujúcej privŕatenu stranu Mesiaca, si všimnite veľké impaktné bazény Imbrium, Crisium a Nektaris, všetky, prinajmenšom sčasti vyplnené príkrovom bazaltických lág. Pri porovnaní privŕatenej a odvrátenej strany Mesiaca je zrejmé, že tá privŕatá má menej členitý terén, je plochšia.



Údaje výškomeru na palube Clementine umožnili vytvoriť trojdimenziornú podobu najzaujímavejších oblastí Mesiaca: na snímke vidíte veľké impaktné krátery Orientale (hora) a Mendel-Rydberg. Väčšia hĺbka i menej zerodované svahy okolo bazéna Orientale svedčia o tom, že ide o podstatne mladší útvar.

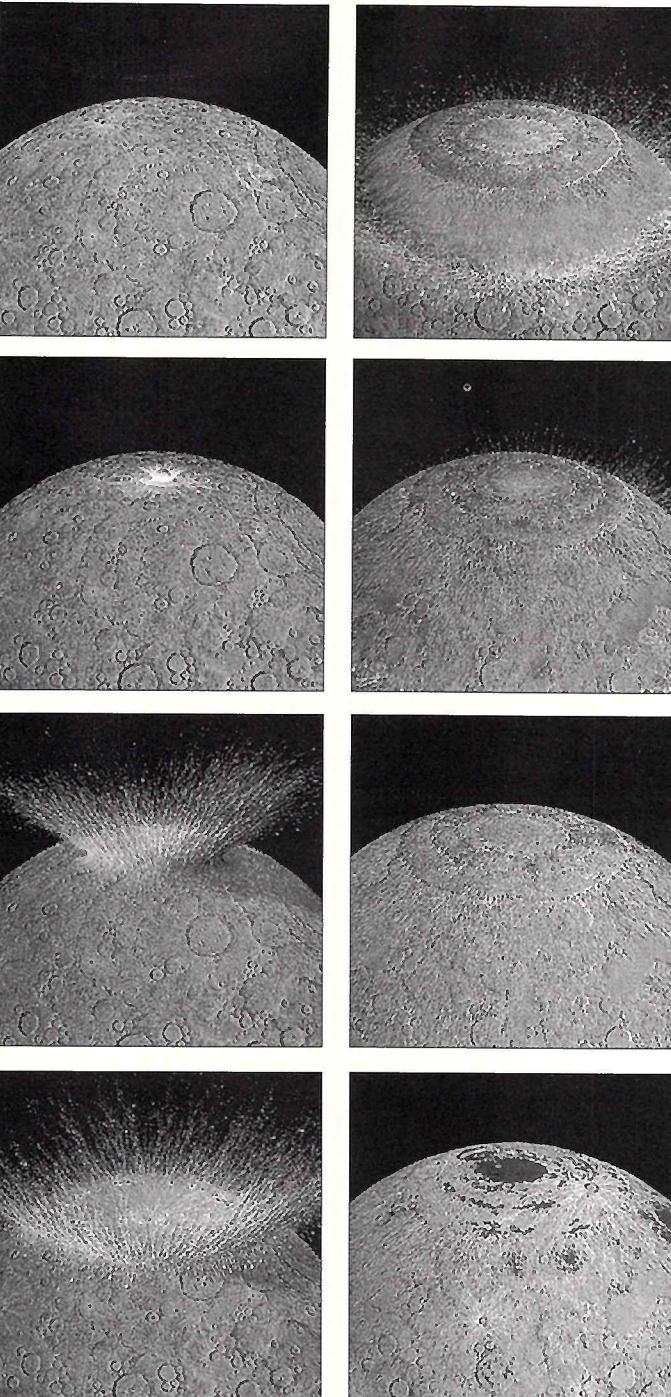
dopady mohutných asteroidov i komét dokázali vymrštiť a premiestniť z miesta zásahu milióny kubických kilometrov materiálu až do vzdialenosť niekoľkých stoviek kilometrov. Zabárali sa desiatky kilometrov do ēste krehkej mesačnej kôry a obnažili tak horniny, ktoré by sa nikdy nedostali na slnečné svetlo. Prastaré bazény sú zároveň aj geologickými depozitmi: v regionálnych depresiach týchto ozrnutých lavórov sú naukladané vrstvy stuhnutých lávotokov z prevýšenejšieho okolia, ale aj horniny premiestnené z neskorších, blízkych i vzdialenejších impaktov.

Niekteré bazény vyplňa tmavá lava, iné sú prázdne. To je príznačné najmä pre impaktné krátery na odvrátenej strane Mesiaca, v ktorých Clementine detegovala lávu iba zriedka, aj to iba v nepríliš hrubých vrstvách. Pred misiou Clementine mali lunárni geológovia k dispozícii iba neúplné mapy malých pohorí, krivolakých rýh a hrebeňov, ktoré staré impaktné bazény prehrádzali. Clementine však zviditeľnila a podrobne zmapovala vyše 40 týchto útvarov, niektoré už dôvodno známe, iné nenápadné aj pri snímaní zblízka.

Fascinujúca členitosť

Vari najväčšie prekvapenie pripravil vedcom laserový výškomer na palube Clementine, ktorý podrobne zmeral globálny tvor Mesiaca. Laserové výškometre mali na palube aj posádky všetkých lodí Apollo, ale tie podrobnejšie zmapovali iba oblasti okolo mesačného rovnika. Laser na Clementine ohmatával povrch Mesiaca pulzmi koncentrovaného svetla v rytme jeden pulz za sekundu. Čas, ktorý potrebuje svetelný lúč na to, aby „fukol“ do mesačného povrchu a vrátil sa späť k sonda, sa dá poľahky vypočítať: z výšky 400 km nad povrhom Mesiaca môžu vedci namodelovať jeho profil s presnosťou 50 metrov, pri jednej chybe na 10 000 pulzov. Polohu sondy kontrolovali vedci pomocou rádia, takže v každom okamihu vedeli, kde sa práve nachádza. Keď počítajte výhodnotil všetky tieto údaje, nakreslil profil terénu, topografiu mesačného povrchu.

Vďaka výškomeru sa selenológom podarilo okrem spresnenia globálneho tvaru Mesiaca spresniť i predstavy o impaktných bazénoch. Mendel-Rydbergov bazén objavil planetológ William K. Hartmann roku 1962. Na snímkach, získaných pozemskými teleskopmi či z paluby sondy Lunar Orbiter, ohraničuje tento tmavý impakt nevelmi pravidelná kruhovitá štruktúra, pričom terén vo vnútri kruhu vyzerať byť hladký. Pred portrétom z Clementine pokladali pozorovatelia tento kráter za fádny, pretože zopár chudobných topografických údajov nedokázalo vzrušiť ich predstavivosť.



Pred 3,9 miliardami rokov dopadol na povrch Mesiaca asteroid s priemerom 100 kilometrov: tak vznikol impaktný bazén Mare Imbrium (1200 km) s typickými prstencami terasovito poklesnutého terénu. Vnútro bazéna postupne ochladlo a naplnili ho (medzi 3,8–3,0 mld. rokov) čadičové lávy. Na obrázkoch vidíte vytvorenie a postupné premeny Mare Imbrium v priebehu necelých miliardy rokov.

Ked však autor tohto článku po prvýkrát dostał topografické údaje z Clementine, kráter Mendel-Rydberg ho doslova nadchol. Zistil, že fádny kráter má priemer 600 km a je prinajmenšom taký hlboký ako jeho sused, výrazný a mladý bazén Orientale, ktorý má v priemere 930 km a je hlboký vyše 7 km. Kontrast medzi čerstvým kráterom Orientale a starým, sotva viditeľným Mendel-Rydbergom bol pri podobných parametroch enormný.

Impakt Mendel-Rydberg bol pr-

vým zo série tmavých, starých, vďaka Clementine zviditeľnených bazénov. Clementine trpeživo, počas každého obehu, zbierała údaje, až kým ich pozemské počítače nescelili do definítivného obrazu: napríklad Sarton-Coulombov bazén je taký nezretelný, že pred snímkami Clementine sa iba tažko dali rozlíšiť jeho prstence, ba pochybovalo sa i o tom, či ide naozaj o impaktný kráter. Clementine jeho existenciou potvrdila: tento kráter má priemer 500 km a je 6 km hlboký.

Rovnako hlboký ako najmladší, najčerstvnejší bazén tejto veľkosti na Mesiaci.

Prekvapujúca hlbka týchto tma-vých kráterov spolu s údajmi o gravi-tačnom poli Mesiaca poskytuje klúč k neznámej histórii nášho súputníka. Impaktné krátery a bazény totiž obnažujú mesačnú kôru v rozličných hlb-kach. Malé krátery s priemerom niekoľko kilometrov nebývajú hlbšie ako niekoľko stoviek metrov. Väčšie krátery, také ako Tycho, s priemerom 85 km, obnažujú horniny do hĺbky niekoľkých kilometrov, takže vedci v nich môžu preskúmať nielen naj-vrchnejšie, ale aj prostredné vrstvy mesačnej kôry. V najväčších kráte-roch môžeme preskúmať zloženie a vlastnosti aj najhlbších vrstiev me-sačnej kôry. V najvúnutejších kru-hoch týchto bazénov (totožných s mies-tom zásahu kozmických projektív) sú obnažené dokonca horniny, ktoré neboli energiou dopadu prepracované či premenené: lunárni geológovia môžu na týchto miestach študovať pô-vodnú štruktúru impaktom nedotknutej kôry. Selenológovia dúfajú, že v tých najhlbších bazénoch objavia a preskúmajú i horniny mesačného plášta.

Clementine umožní vedcom na-hliadnuť i pod povrch Mesiaca. Keď veľké teleso narazí na povrch planéty a vyhlíbi do jej povrchu ozrutný kráter, vyvrhnutý materiál spôsobí na tomto mieste deficit hmotnosti. Ten sa preja-vuje zníženou gravitáciou. Vedci sa spočiatku nazdávali, že všetky impaktné bazény budú mať negatívnu gravi-táciu. Aké však bolo ich prekvapenie, keď sa od Clementine dozvedeli, že mnohé, hoci nie všetky takéto bazény sa ako gravitačné anomálie neprejavujú: pri niekoľkých zistili prístroje dokonca plusovú gravitáciu. Inými slovami: horniny pod ozrutou dierou boli hmotnejšie ako okolitý, oveľa me-nej poznamenaný terén. Tak boli objavené pozitívne gravitačné anomálie.

Vedci vdaka tomu zistili, ako reagoval Mesiac na náraz obrovských impaktov. Keď napríklad veľký aste-roid narazi na povrch Mesiaca, vyníbil dojč centrálnu dieru a spôsobil i terasovitý pokles okolitého terénu, hustý materiál sa bezprostredne po náraze vzniesol do veľkej výšky. Milióny ku-bických kilometrov hornín sa roztrú-silo široko-daleko po okolitom teréne v závislosti od rýchlosťi a uhlu dopadu príslušného asteroidu či kométy: iba nepatrú časť vyvrhnutého materiálu gravitácia Mesiaca neudržala, takže unikol do medziplanetárneho priestoru. (Impakujúce telesá i časť hornín v cieľovej oblasti sa po kozmickom karambole vyparili.) Gravitačné anomálie však svedčia o jednom: mladý Mesiac bol oveľa teplejší, plastickejší ako dnes. Impaktom vyhlbené diery dokázali okolité, pružné, plastické,

obrovskou energiou dopadu ešte do dotočne nahriate horniny zacelit. Bol to proces, aký môžeme pozorovať vo flaší plnej medu, z ktorej vyberieme za lyžičku na ochutenie čaju. Hladina medu sa po niekoľkých minutách obnoví. Koľko trvalo zaceľovanie ozrnutých kráterov, to vedci zatiaľ nevedia, no sú presvedčení, že mladý Mesiac bol mäkký, plastický, pričom teplotu jeho kôry neudržovalo iba teplo zvnútra, ale podla niektorých aj riedka atmosféra! V každom prípade, ne skoršie, keď bol Mesiac chladnejší, zaceľovanie impaktných kráterov už bolo iba čiastočné a neúplné. Ak by podobne veľký impakt dopadol na Mesiac dnes, k nijakému zaceľovaniu by nedošlo, lebo mesačná kôra po 4,5 miliarde rokov už stihla po riadne vychladnúť. Najmladšie krátery, pravdaže v závislosti od veľkosti a sily impaktu, sú preto takmer neporušené, ak odhliadneme od zosuvov hornín z ich strmých stien: okrem lunotrasení ich mohli spôsobiť dopady ďalších blízkych impaktoў, ale aj jemná erózia, vyvolávaná slnečným vetrom a kozmickým žiareniom.

Clementine nedodala iba ostrejšie podobizne starých známych kráterov, ale objavila aj zopár nových: kráter Crüger, východne od bazénu Orientale, ležiaci na 17 stupňi severnej šírky a 68 stupňi východnej dĺžky, sa rozprestiera uprostred veľkej depresie, ktorú Clementine dôkladne zmapovala: obrovský lavór má priemer 400 km a je 3–4 km hlboký. Crüger je dopoly naplnený lávou typu mare, ktorá sa vyliala na povrch najskôr z dna pôvodného krátera. Prečo sa vo veľkých bazénoch tak často vyskytujú mohutné koberce stuhutej lávy, vedci zatiaľ spôsobilivo nevysvetlili. Nazdávajú sa však, že najpríjemnejším vysvetlením je možnosť, že impakt kôru Mesiaca stenil, ba možno aj rozobil, a vzniknutými puklinami mohla láva vytýknuť na povrch.

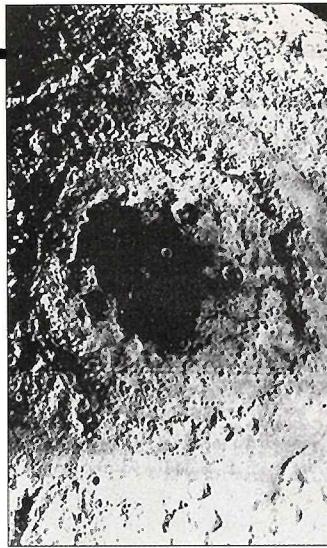
Zaujímavá je i kruhovitá depresia na východnom okraji Mare Frigoris s priemerom 500 km, hlboká asi 2 km. V tejto oblasti pozorujeme do terénu ponorené moria, ale i ploské vysokočiny, obkolesené quasiokrúhlymi štruktúrami, ktoré náramne pripomínajú útvary vo veľkých impaktných bazénoch. Lunární geológovia už štvrtý rok študujú topografické údaje z Clementine a objavujú stále nové depresie spôsobené ozrnutými impaktm. Čo nevidieť uverejnia vzrušujúcu história postupne slabnúceho, ale stovky miliónov rokov sporadickej a krátkej doby obnovovaného bombardovania mesačného povrchu. Tak sa vela dozvedia nielen o pohybe medziplanetárnej hmoty v ranom štádiu slnečnej sústavy, ale aj o podiele tohto bombardovania na našu Zem, kde mali impakty, aspoň podľa názoru viacerých renomovaných vedcov, nie ne podstatný vplyv na evolúciu života.

Jedným z najspektakulárnejších objavov Clementine bolo dodanie údajov o najväčšom impakte v celej slnečnej sústave. Lunární geológovia vedeli o dvojkráteri South Pole-Aitken už pred misiou Clementine. Ked' William Hartman roku 1962 zo Zeme mapoval južné polárne končiny Mesiaca, objavil reťaz mohutného pohoria. Kedže vedel, že mesačné pohoria sa nachádzajú vždy v susedstve impaktných bazénov, existencia vysokého pohoria preprádzala veľký kráter, ktorého prevažná časť sa skrýval na odvrátenej strane Mesiaca. Jeho predpoveď potvrdila roku 1968 sovietska sonda Zond, ktorá dodala na Zem niekoľko pomerne ostrých stereofotografií južných polárnich končín na odvrátenej strane. Podrobnej geologická analýza potvrdila existenciu vysokých hôr tiahajúcich sa z privŕtanej na odvrátenej strane Mesiaca, a zároveň aj veľké jazero lávy na jednej z vysocín. To všetko nasvedčovalo tomu, že sa horami sa rozprestiera mohutný, starý impaktný bazén s priemerom 2000 km.

Jednou z úloh Clementine bolo tento čiastočne hypotetický útvor overiť. Bazén South Pole-Aitken je pomenovaný podľa dvoch geografických útvarov, ktoré ho tvoria: oba krátery majú v priemere 130 km. Bazén, či presnejšie depresia, ktorú dopady dvoch veľkých impaktoў vytvorili, má však priemer vyše 2500 km a jej hĺbka od okrajov až po dno prevyšuje 13 km! To je viac než dvakrát väčšia hĺbka, než ak sa predpokladalo.

Lunární geológovia, bez ohľadu na čerstvé údaje o rozmeroch, už dávnejšie vedeli, že dvojbazén South Pole-Aitken je všeličím zaujímavý, najmä čo sa týka zloženia hornín mesačného povrchu. Už posádka lode Apollo 15 detegovala vo vnútri okrajov impaktu zvýšené množstvo železa a rádioaktívneho thória. Roku 1990 vesmírna sonda Galileo (ktorá na ceste k Jupiteru po návšteve Venuše obetela aj Mesiac), nasnímala aj terén vo vnútri bazénu South Pole-Aitken: na snímkach sme videli na Mesiace nezvykle tmavé vysokočiny. No a napokon prístroje na palube Clementine zistili, že horniny týchto tmavých plánov obahujú mimoriadne vela železa a titánu. (O zatiaľ neoverenom objave vody na samom dne tohto dvojkrátera, hoci v podobe s ľadom premiešaného regolitu, píšeme na inom mieste.) Dnes vieme, že odvrátenú stranu Mesiaca tvoria dva typy terénu: terén v bazéne South Pole-Aitken a terén na zvyšku mesačnej pologule.

Obrovské rozmery bazéna South Pole-Aitken selenológov inšpirujú. Celé tímy špekujú o tom, ako vznikol. Kedže vieme, že mesačná kôra je v priemere hrubá asi 70 km, náraz obrovského impaktu musel vyhlbiť kráter až po hranice plášta, pričom vy-



Fotografia mesačného Mare Orientale, zhotovená mesačnou družicou Lunar Orbiter v máji 1967.

mrštený materiál, okrem značnej časti, ktorá sa vrátila do krátera, dopadal postupne na celý povrch Mesiaca. Geológov však zaujíma najmä plášť, či presnejšie jeho zloženie. V krátere South Pole-Aitken budú mať k nemu najbližšie, pričom dôfajú, že v drvine na dne bazéna nájdú i horniny, ktoré pred impaktom plášť tvorili. Ako ich rozlíšiť?

Lunární geológovia na základe vzoriek, ktoré nazbierali posádky lodí Apollo, sa nazdávajú, že mesačný plášť tvoria najmä horniny bohaté na magnézium a železo, pričom môžu obsahovať aj nevelké množstvá plagioglasu, svetlého minerálu, ktorý sa dnes vyskytuje v horninách tvoriciach kôru, ktorého štruktúru však veľký tlak mohol zmeniť.

Vedci predpokladajú, že South Pole-Aitken nemusí byť jediným gigantickým bazénom na povrchu Mesiaca. Pred niekoľkými rokmi vyslovil geochemik Peter Cadogan domnieku, že aj na odvrátenej strane Mesiaca je gigantický impaktný bazén s priemerom 3000 km. Nazval ho Gargantuov bazén. Aj astronóm Ewen Whitaker celé roky starostlivo mapoval stovky podozrivých útvarov a štruktúr na odvrátenej strane, až kým neohlásil objav obrovského bazéna, ktorý podľa rovnomenného mora nazval Procellarum basín. Jeho priemer odhadol na 3200 km. Okraj tohto útvaru je takmer identický so západným pobrežím Oceanus Procellarum s príľahlými hrebeňmi Gassendi, Piatus, Sacrobosco a východným pobrežím Mare Tranquillitatis, nad ktorým sa vypínajú svahy Atlasu a Macrobria, ale i so severným pobrežím Mare Frigoris.

Bazén Procellarum sa vôbec zdá byť geologickej etalonom, pomocou ktorého sa vysvetľuje vela lunárnych záhad, či už ide o vysvetlenie toho, prečo je väčšina morí na odvrátenej strane Mesiaca, prečo sú tak výrazne separované horniny na vysokočinách, alebo objasnenie mechanizmu vola-

kedajšej lunárnej tektoniky. Údaje z Clementine odhalili skutočnú podstatu bazénu Procellarum.

V oblasti Procellarum objavili vedci regionálnu depresiu, pričom západné pobrežie Oceanus Procellarum má zjavne kruhovitý tvar. Vo východnej a južnej časti však bazén nie je dostačne vyvinutý. Zistilo sa i to, že centrálny „pupok“, vyvýšenina, ktorá sa tak dnes vyskytuje v centre mnohých impaktoў, je vyššia ako okraje bazéna. Oproti väčšine impaktných bazénov, pre ktoré je typické, že majú dno hlboko pod okrajmi, neleží dno útvaru Procellarum až tak hlboko pod okolitým terénom. Navyše: časti vnútornej oblasti nie sú ploché. Pripomínajú skôr nevýraznú pahorkatinu. To všetko svedčí o tom, že Procellarum nie je impaktným bazénom.

Vedci dospeli k názoru, že Procellarum je najskôr zlepencom niekoľkých menších bazénov. Ide o štruktúru viacerých navzájom prekrytých bazénov, veľkých ako známy bazén Imbrrium. Zmät geologickej štruktúr však sugeruje, že sfornovanie terénu v oblasti Procellarum možno vysvetliť aj horúcimi procesmi v období, keď bol Mesiac ešte mladým, plastickým telesom. Na povrchu horúcich rotujúcich telies sa môžu vytvárať depresie pripomínajúce na prvý pohľad impaktné bazény.

Veľkým úspechom misie Clementine je zásadné spresnenie topografie Mesiaca: po globálnom vyhodnotení údajov z laserového altimetra sa zistilo, že rozdiel medzi najhlbším a najvyšším miestom Mesiaca presahuje 16 km! To je dvojnásobne vyššia hodnota, ako sa predpokladalo pred misiou. Pripomeňme si, že naša Zem, ktorá je oveľa väčšia a geologickej významnejšia telesom, má iba o málo členitejšiu topografiu. Mesačný relief však nesformovali geologicke horútové procesy, ale výhradne iba vonkajšie bombardovanie asteroidmi a kométami.

Dnes, po vyhodnotení väčšej časti údajov z Clementine, vieme viac aj o impaktných bazénoch: vieme viac o tom, ako sa sfornovali, aké sú hlboké, vieme viac i o štruktúre lunárnej kôry. A celkom určite sa vďaka Clementine i jej nasledovníkovi sonde Lunar Prospector dozvime viac aj o našej Zemi, ktorá väčšinu veľkých impaktných bazénov vďaka svojej geologickej a biologickej vitalite už dávno zamaskovala. Možno sa nám raz podať zrekonštruovať i to, ako sa veľké impakty na vývoji Zeme a jej jednotlivých sfér, vrátane biosféry, podieľali.

Paul D. Spudis je geológom na Lunar and Planetary Institute v Houston. Bol vedúcim vedeckého tímu Clementine. Zameriava sa najmä na výskum impaktoў a planetárny vulkanizmus.

D. Spudis

OHNIVÉ FONTÁNY

na planine Aristarchus

Prieskum Mesiaca koncom 60. a začiatkom 70. rokov, najmä prostredníctvom misií Apollo, ale i mimoriadne produktívne výsledky misií Galileo a Clementine poskytol planetológom dostaok údajov aj o dávnom lunárnom vulkanizme. Dnes o živej sopečnej činnosti v istej període evolúcie Mesiaca nikto nepochybuje. Vulkanológov najviac fascinuje planina Aristarchus v Mare Imbrium, ktorú pred miliardami rokov celkom zmenili mohutné sopečné erupcie, spojené s výlevom obrovského množstva lávy.

V severozápadnej oblasti Mare Imbrium sa rozprestiera planina Aristarchus, lunárna oblasť, ktorá nemá na povrchu Mesiaca páru. Práve tu, pred viac ako 3 miliardami rokov, vychrli početné sopúchy obrovské množstvo lávy, ktorá zaliaľa teritórium väčšie ako Slovensko. Ďalším produkтом vulkanizmu boli aj drobné gulôčky sopečného skla, ktoré zasypali stáťice štvorcových kilometrov. Prípadnému pozorovateľovi by sa naskytlo naozaj pekelné divadlo: videl by ohnivé, pulzujúce fontány, zalievajúce okolitú krajinu žltým a oranžovým svetlom. Táto vulkanická show trvala niekoľko desiatok miliónov rokov.

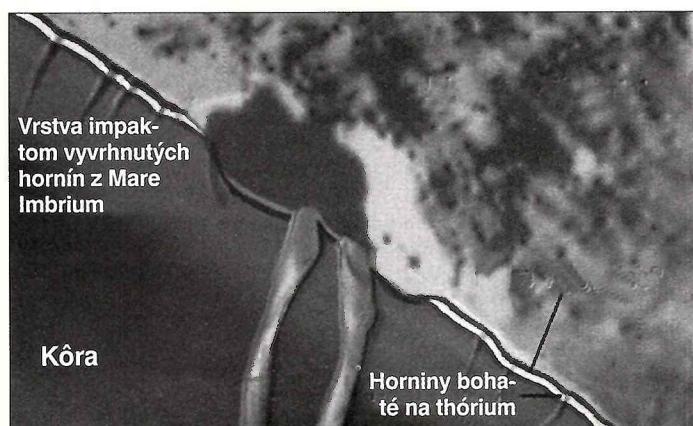
V porovnaní so spomínanými erupciami majú pozemské vulkanické výbuchy v historickej dobe doslova trpasličie rozmary. V súčasnej dobe sú najaktívnejšie havajské sopky, ale tie-to erupcie trvajú nanajvýš niekoľko

dňí, pričom do atmosféry vyvrhnutá láva dosiahne výšku sotva niekoľko stoviek stôp. Aktivita na Aristarchu bola čo do trvania i rozsahu taká extrémna, že ju vedci nedokážu priejatne vysvetliť. Aký mechanizmus spôsobil, že taká malá oblasť na takom malom telese ako Mesiac mohla byť až taká aktívna?

O oblasti Aristarchus dávno vieme, že je zvláštna. Už pred tridsiatimi rokmi mala byť preskúmaná sondou Surveyor a neskôr tam mala pristáť i jedna z lodí Apollo. Kvôli skráteniu programu Apollo i problémom so sondou k zamýšľanému prieskumu nedošlo. Až nedávny prieskum sondy Clementine vedcov utvrdil v tom, že ide o oveľa komplexnejšiu a zaujímavejšiu oblasť, ako si myslí. Dôsledok: v priebehu najbližšieho desaťročia sa uskutoční mimoriadne podrobnej geologický o geochemický prieskum, ktorý uskutočnia sondy krúžiaci okolo Mesiaca (prvú z nich je Lunar Prospector), ale i sondy landery, vybavené robotickými prieskumníkmi.

Pozemskí astronómovia študujú túto oblasť už dávno: napríklad kráter Aristarchus s priemerom 40 km, hlboký vyše 3 km, je jedným z najjasnejších, a teda aj jedným z najmladších

Na ilustrácii vidíte prierez horninami pod Kobrou hlavou, do ktorej by mali ústít aspoň dva vulkanické sopúchy. Výlevy lávy z tohto zdroja vyplňili časť Schröterovo údolia, ktorým stekala rieka riedkej magmy do nížin Oceanus Procellarum.



Schröterovo údolie je podľa všetkého obrovským zlomom na rozhraní planiny Aristarchus a okolitých mesačných morí. Podľa geológov vzniklo vtedy, keď blok mesačnej kôry bol po dopade mohutného impaktu vahadlovito vyzdvihnutý nad okolitý terén.



Túto i ďalšie snímky planiny Aristarchus urobila ešte posádka lode Apollo 15 z obežnej dráhy okolo Mesiaca.

mesačných kráterov: má sotva 450 miliónov rokov. Keď vznikol, žil na Zemi práve vystúpil z oceánov a začal sa prispôsobovať podmienkam na súši. Neobyčajná jasnosť Aristarcha je však náramne záhadná. Aristarchus je viditeľný zo Zeme pred lunárnym východom Slnka, pričom jeho neobyčajná jasnosť pomynila už Williama Herschela, ktorý bol počas jedného pozorovania presvedčený, že bol svedkom sopečného výbuchu. Najmä kvôli tejto vlastnosti sa Aristarchus stal najvhľadávanejším objektom na Mesiaci mnohých pozorovateľov, ktorí vydávali správy o dočasných úkazoch, pozorovaných na Aristarchu – o emisiach plynu, tajomných žiarach či zábleskoch, z ktorých sa ani jedna nepotvrdila.

Napriek tomuto nepohasňajúcemu záujmu nie je planina Aristarchus dobre preskúmaná. Vytvára ju rozľahlý ostrov v prikrovoch lávy medzi Mare Imbrium a Oceanus Procellarum. Zatiaľ čo je kráter Aristarchus neobyčajne jasný, planina patrí medzi najtmavšie útvary na celom Mesiaci. Jej zvláštnosť zaznamenal už roku 647 Johannes Hevelius, ktorý správne konštatoval, že je červenšia ako zvyšok Mesiaca. Roku 1912 zistil astronóm R. W. Wood, že planina má naj-

nižšiu reflektanciu v ultrafialovej oblasti na celej prívratnej časti. Od začiatkov kozmického veku fotografovali planinu Aristarchus sondy z misie Lunar Orbiter, jej chemické zloženie preskúmali prístroje a kamery na palube lode Apollo 15, prehmatávali ju aj načítlivejšie pozemské radarové systémy a rádioteleskopy a najdôkladnejšie ju zmapovali multispektrálne kamery na Clementine.

Lunárni geológovia sa nazdávajú, že planina vznikla tak, že náraz mohutného impaktu, ktorý dopadol na Mare Imbrium, vyzdvihol veľký blok mesačnej kôry, čo sa odohralo pred 3,85 miliardami rokov. Planina priomí ozrnutý diamant s hranami dlhými 160 km. Výškomy na Clementine zistili, že planina sa dvíha 1,6 km nad dnom Oceanus Procellarum pozdĺž jeho južného okraja. Toto rozhranie tvorí podľa všetkého hlboká trhlina, ktorá sa klukatí ďalej na severozápad. Povrch planiny je husto pokrytý blokmi blízkymi impaktmi vyvrhnutých hornín, najmä z oblasti Imbrium, ale aj stuhnutými plástami lávy z neskorších vulkanických erupcií, ktoré prekrývajú detaily pôvodnej formy tejto stolovej hory.

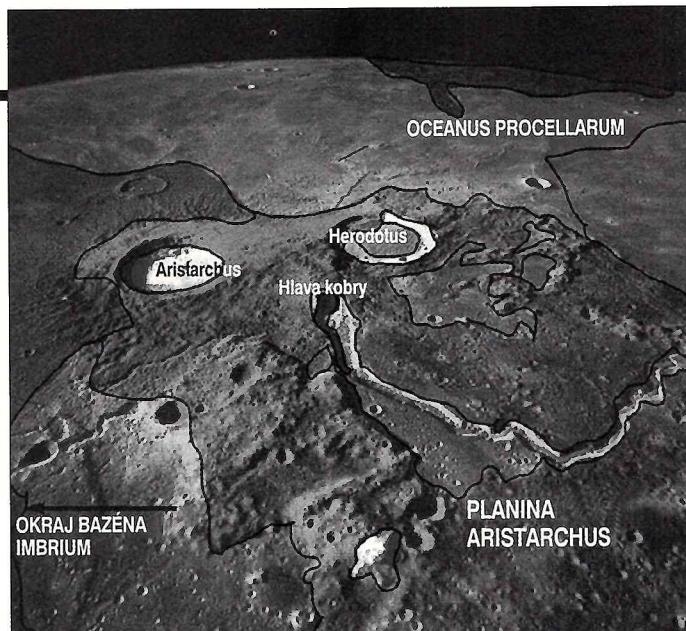
V snahe pochopiť, aké sily sformovali oblasť Aristarchus, geológovia sa zamerali na najkomplexnejšie útvary, najmä však na tie, ktoré vznikli vulkanickou činnosťou. Najzaujímavejším útvaram na planine je známe Schröterovo údolie. Pozorovať ho môžeme aj malými ďalekohľadmi, pretože ide o najväčšiu sínusoidnú brázdu, či presnejšie zlom na povrchu Mesiaca. Tahá sa z hlbokej jamy, ktorú pomenovali Hlava kobry, s priemerom asi 10 km: klesá zvažujúcim sa terénom, až kým nezanikne na planine Oceanus Procellarum o 4 km nižšie. Táto brázda dosahuje miestami hĺbkou až 1000 metrov a jej šírka kolísae od 5 po 6 km. Táto brázda je taká mohutná, že ju

nedokázali vyplniť ani hojné a milióny rokov trvajúce výlevy lávy. Ba zdá sa, že Schrötnerova dolina slúžila neraz ako koryto, dovádzajúce lávu na nižšie položený terén. Nepríamym dôkazom tohto dohadu je ovela užšia a extrémne krivolaká brázda na dne ozrutej doliny. Čo do rozmerov, práve táto brázdička pripomína to, čo poznáme ako lávové kanály. Podobných brázdičiek, každá z nich má vlastnú „hlavu kobry“, je v oblasti Aristarchus niekoľko. Geológovia sú presvedčení, že lávy, ktoré vyhliobili do povrchu Mesiaca tieto brázdy, boli mimoriadne riedke a bohaté na železo. Väčšina týchto lávových kanálov odvádzala riedku lávu do okolitých zníženín mesačných morí, kde láva postupne vychladla do podoby typických čadičov, ktoré z dna viacerých morí získali posádky lodí Apollo, ale i landery z misií Luna.

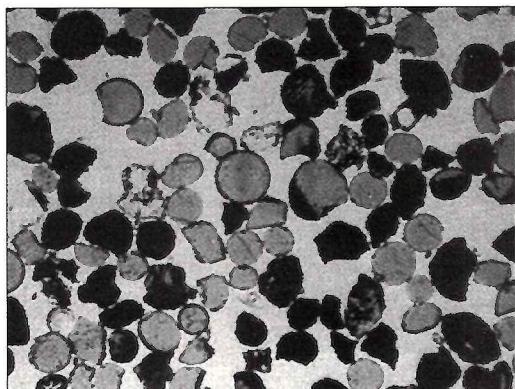
Bol to teda vulkanizmus, ktorý sfarbil do tmava a do červena povrch planín. Z rozličných štúdií starších fotografií, ale i z čerstvých snímok Clementine geológovia došli k názoru, že dno planín pokrýva tenká vrstva erupciou rozmetaných hornín, hrubá niekoľko desiatok metrov, pripomínajúca hrubé plátno pokryté nerovnakým náterom základnej farby. Vulkanické výmetky pokryli podstítný aj širšie okolie, ale neskôr výrony lávy ich pod sebou pochovali. Radarové a spektroskopické údaje sugerujú, že tmavý povrch planín tvoria veľmi hladké, akoby vyžehlené depozity, obsahujúce tenké vrstvy na železo bohatého mesačného skla: údaje z Clementine tieto sklenené polia potvrdili. Geológovia sú presvedčení, že ide o vulkanické sklo, ktoré poznajú z pozemských i na Mesiaci získaných vzoriek. Astronauти z misie Apollo nazbierali niekoľko druhov mesačného skla: oranžové sklo z kolekcie Apollo 17 je zo všetkých najznamenitejšie. Z laboratórnych testov týchto vzoriek vyplynulo, že sú prínažmenšom podobné tým, čo sa nachádzajú na planine Aristarchus.

Tvar planiny, jej hladkosť a výskyt skla sú príznačné pre tie terény, ktoré boli v dosahu sopkami vyvrhovaného, dnes tmavo sfarbeného materiálu.

Enormný rozsah vulkanického príkrovu v rozsahu stoviek štvorcových kilometrov prehrázda, že fontány, čo sopečný materiál dokázali takto rozptýliť, museli byť naozaj obrovské. Energia týchto ohnivých fontán vplyvíva zo zvláštneho mechanizmu. Na Zemi dochádza k erupcii vtedy, keď sa hlbokou zanorené lávové komory dostanú pod tlak magmy, stúpajúcej z väčších hlbok. Premiestnená magma môže explodovať ako fontána prchavého materiálu, napríklad vodnej pary z vody, ktorú magma obsahuje: tá vo chvíli, keď magma vyvrie na povrch, okamžite uniká a strháva aj okolitý, pevnnejší materiál.



Spektrálnou analýzou rozlíšili vedci na zobrazenom povrchu osem najväčších, geologicky rôznorodých oblastí. Oblast vpravo, pod kráterom Herodotus, okrem ohrazených ostrovčekov, tvoria pôvodné horniny, staré 3,7 až 3,85 mld. rokov, ktoré sú spolu s horninami v ľavom rohu snímky (ale aj v kráteri Aristarchus, kde impakt pôvodné horniny obnažil) najstaršími horninami v tejto oblasti. Najmladší terén, ktorý obopína kráter Aristarchus, má asi 2 mld. rokov. Výrazný, kľukatý útvár, zanorený do terénu, je Schrötnerovo údolie. Oblasti severne od kráterov pokrývajú mladšie lávové príkrovky, staré 2,5 až 3,5 mld. rokov.



Planina Aristarchus i jej okolie je pokryté mocnými vrstvami mesačného skla, podobného kúskom zo vzorky tzv. oranžovej pôdy, ktorú priviezla posádka Apolla 17.

Na Mesiaci však ohnivé fontány produkuje iný mechanizmus. Predovšetkým, prchavé materiály tu ani zdaleka nehrájú takú dôležitosť úlohu – lunárne lávy obsahujú veľmi málo prchavých látok, po vode v nich nie je (a nebolo) ani stopy. Mesačná lava vyráža na povrch z hlbky niekoľkých stoviek kilometrov. Vo chvíli, keď vystúpi k otvoru na povrchu, dosahuje jej rýchlosť asi 320 km za hodinu. Keď roztažený materiál vytvyskne do voľného priestoru, v ktorom sa pohybujú iba molekuly exotických plynov, okamžite sa rozpadá na kvapôčky, ktoré rýchle tuhnú, premenia sa na sklo, a to sa potom pomaly znáša na povrch.

Dôkazy o existencii ohnivých fontán sú roztrúsené po celej planine Aristarchus, lenže kolko erupcií sa tu odohralo a kolko sopúchov sa na nich pdeľalo, to vedci zatiaľ nevedia. Geológovia túzia aspoň po menších vzorkách z tejto oblasti, aby mohli určiť ich zloženie. Zo vzoriek by mohli odčítať aj to, kolko lávy vytvysklo na povrch počas jednej erupcie. V každom prípade sklo z lávových polí, ktoré

nazbierali posádky Apolla, nebude mať to isté chemické zloženie ako vzorky z lávových polí.

Kým vzorky z Aristarcha nedostanú, vulkanológovia budú špekulaovať, aký mechanizmus ohnivé fontány počíhal a prečo k takýmto erupciám vôbec došlo. Pohyblivý lunochod by mal na planine Aristarchus plno práce. Musel by mať pravdaže spoloahlivo „oči“, aby mohol vzorky spoloahlivo nájsť, rozlíšiť a analyzovať. Prístroje na palube lunochodu budú merať chemické a mineralogické vlastnosti hornín, podobne ako to robil Sojourner v Ares Vallis na Marse.

Bez dôkladných chemických analýz záhadu planiny Aristarchus nerozlušíme. Keď sa hornina rozrápa, niektoré prvky sa ochotnejšie pridružujú k tavenine ako iné prvky. Dobrým príkladom takého procesu je zmes ľadu a vody: pri zamrznutí ostáva skoro všetka soľ vo vode. Prvkom, ktorý sa ľahko zlúčuje s inými, pričom ho možno i ľahko detegovať, je rádioaktívne thórium. Ukázalo sa, že v krátere Aristarchus namerali najväčšie hod-

noty thória na Mesiaci. Lávy pokrývajúce planinu majú tiež vysoký obsah thória, pričom menšie hodnoty thória sa namerali aj v čadičových príkrovoch, ktoré pokryli planinu oveľa skôr, ako vzniklo po dopade obrovského impaktu Mare Imbrium. Čo sa týka vzoriek, ktoré dovezlo šesť lodí misie Apollo, sa najväčšie hodnoty thória namerali vo vzorkach z vysokín. Už dnes vieme, že aj vrstvy sypkých hornín, navŕšených sopečnou činnosťou na planine Aristarchus, obsahujú thórium: namerané hodnoty však podľa všetkého znižuje príkrov čadičových lág z neskoršieho obdobia. Po získaní presnejších údajov však vedci vďaka thóriu vulkanizmus v tejto oblasti dokážu spoľahlivo zrekonštruovať.

Samotný kráter Aristarchus však vedcov predveďe viac mäťe ako im pomáha. Vytvoril ho dopad asteroidu alebo kométy na rozhranie medzi planinou a Oceanus Procellarum. Impaktom vymrštené a roztrúsené horniny pokrývajú starý vulkanický terén, čo neobyčajne sfážuje chemickú a geochemickú analýzu. Na druhej strane však vulkanológovia práve v kráteri budú môcť študovať sendvič sopečného skla a lávových príkrovov a utvoriť si tak obraz o mesačnej kôre na planine.

Okolo krátera možno pozorovať aj celý rad veľmi zaujímavých detailov. Golier impaktom roztrúsených hornín, obklupujúci Aristarchus je asymetrický čo sa týka tvaru i chemického zloženia. Sporadicke ostrovčeky najdalej vyvrhnutých hornín sa premiestnili až do vzdialenosťi vyše 300 km. Mohutnejšie laloky vyvrhnutého materiálu severne a západne od krátera sa vŕšia až do vzdialenosťi 80 km. Z opačnej strany krátera tvorí horniny zmes materiálu z planiny i mora. Malý centrálny pahorok uprostred Aristarcha, taký typický pre impaktné krátery, môže byť pozostatkom pradávnej, pôvodnej kôry. Steny krátera tvoria čo do zloženia rôznorodé materiály kôry. Údaje z Clementine, pomocou ktorých sa vedci dozvediaj aj o podloži tejto oblasti Mesiaca, neboli zatiaľ ešte do podrobnej vyhodnotené.

Štúdie o planine Aristarchus naše vedomosti o vývoji Mesiaca nesmierne rozšírili. Vyhodnotenie údajov z Clementine i záplava ďalších údajov zo sondy Lunar Prospector, ktorá od januára obieha Mesiac po polárnej dráhe, umožní geológom ešte v tomto storčí dozvedieť sa o Mesiaci viac, ako sa ich predchodecovia dozvedeli o našom súpútiku od samého prvopociatku serióznej lunárnej astronómie.

Graham Ryder
a Casandra Coombs

Mesačný blok pripravil
Eugen Gindl

ULYSSES: súpútnik Slnka

Medziplanetárny priestor si často predstavujeme ako obrovskú, pokojnú prázdnosť, skoro dokonalé vákuum, ktoré z času na čas poruší prechod miniatúrnej prachovej časticie. Nič však nie je dalej od pravdy.

Naše Slnko, srdce planetárnej sústavy, zapĺňa obrovské dutiny v miestnom medzihviezdom priestore na všetky strany prúdiacou, či skôr rozprínačujúcou sa plazmou – slnečným vetrom. Jeho pôvod treba hľadať vo vonkajšej atmosfére Slnka, v koróne, kde teplota dosahujúca milióny kelvinov ionizuje a vybudí plyn tak, že prekoná slnečnú gravitáciu a prúdi rýchlosťou od 300 do 1000 km/s. Podobne ako vektor na Zemi, aj slnečný vektor je veľmi premenlivý: občas víchor, občas vánok, ale aj obdoba relativného bezvetria. Fotografie urobené pri slnečných zatmeniach odhalujú výraznú asymetriu v štruktúre koróny a priamo nás privádzajú k záveru, že slnečný vektor musí tiež závisieť od heliografickej šírky a dĺžky.

Avšak takmer všetky naše znalosti o slnečnom vetre pochádzajú z meraní na sondách, ktoré sa pohybujú veľmi blízko pri ekliptike, v okolí Zeme. A pretože slnečný rovník je takmer totožný s ekliptikou, je z tejto polohy nemožné merať vlastnosti slnečného vetra v šírke väčšej ako 7° k severu alebo k juhu. Už roku 1959 kozmickí fyzici zdôrazňovali dôležitosť rozšíriť nás pohľad na heliosférę vyslaním sondy mimo dvojrozmerného sveta ekliptiky.

Viac ako 35 rokov trvalo, kým sa tento sen uskutočnil. Počas 18 mesiacov (jún 1994 – október 1995) malá sonda Ulysses úspešne preskúmala priestor nad obidvoma slnečnými pólmami. Misia Ulysses je spoločným podujatím korporácií ESA a NASA. Sonda bola postavená v Európe a vypustená v októbri 1990 pomocou raketoplánu Discovery. Spočiatku sonda nesmerovala k Slnku, ale k Jupiteru, aby využila gravitačné pôsobenie tejto gigantickej planéty. Vo februári 1992 nameroval Jupiter sondu na jej konečnú dráhu, s veľkým sklonom k ekliptike. (Nasmerovala sonda priamo na polárnu dráhu by nedokázali ani najvýkonnejšie raketky, ktoré máme dnes k dispozícii).

Sonda je na heliocentrickej dráhe a má vzhľadom k slnečnému rovníku sklon 80°. Sonda bola odklonená južne od ekliptiky tak, aby doba, ktorú neskôr strávi nad slnečnými pólmami,

bola maximálna pri čo najväčšom sklonke.

26. júna 1994, 28 mesiacov po opustení Jupitera, Ulysses dosiahol heliografickú šírku -70°, a tak oficiálne začal svoj prechod nad južnou polárnu oblasťou Slnka. Prechod trval 132 dní, čo sa rovná piatim slnečným rotáciám, s vyvřolením 13. septembra pri južnej šírke 80,2°, 344 miliónov km (2,3 astronomickej jednotky – AU) od Slnka. Ďalej Ulysses putoval po eliptickej dráhe rýchlo k severu. Rovinu ekliptiky pretkal v polovici marca 1995, 1,34 AU od Slnka a ďalej stúpal k severnej šírke 80,2°, ktorú dosiahol 31. júla 1995.

Prehľad vedeckých výsledkov, ktorý nasleduje, si nerobí nárok na úplnosť, ale ilustruje bohatstvo a rozmanitosť znalostí, ktoré nám sonda doteďa sprostredkovala. Takmer bez výnimky, najvýznamnejšie výsledky sme získali interpretáciou kombinácie dát z rôznych prístrojov sondy. Taký bol zámer tímu, ktorý navrhol a vyvinul prístrojové vybavenie sondy.

Nespútaný slnečný vektor

Prechod sondy nad vysokými šírkami Slnka prebiehal blízko minima cyklu slnečnej aktivity, keď dominojúcou štruktúrou v koróne nad pôlmi sú rozsiahle polárne koronálne diery s nižšou teplotou a s relatívne malým počtom porúch. Občas sa tiež koronálne diery rozšíria až k slnečnému rovníku, a vtedy rýchlosť slnečného vetra v rovine ekliptiky prudko stúpne. Na základe tohto faktu a iných pozorovaní, ktoré boli vykonané za dlhé roky z povrchu Zeme, sme očakávali, že Ulysses bude nad slnečnými pólmami registrovať rýchle prúdy slnečného vetra. Boli

sme šťastní, keď sa naše predpovede splnili.

Od júla 1992 až do apríla 1993, v dobe, keď sa Ulysses priblížoval k cieľu, v slnečnom vetre, ktorý okolo sondy prúdil, sa vyskytoval iba jediný vysokorýchlosťny prúd počas jednej otoky Slnka uprostred pomalých prúdov tak, ako to znázorňuje obr. 2 (celkom spodná krivka). John L. Phillips s kolegami z Los Alamos National Laboratory využili dátu z projektu SWOOPS, ktorého úlohou bolo študovať plazmu slnečného vetra, rekonštruovali dráhu vysokorýchlosťného prúdu a zistili, že vychádza z južnej polárnej koronálnej diery. Pomalší slnečný vektor pochádzal z tzv. koronálnych strímerov (prúdnikov), ktoré sú zakotvené po oboch stranach slnečnejho magnetického rovnika.

Počnúc májom 1993 sa tento rekurentný obrázok zmenil. Dominantný vysokorýchlosťny prúd sa nemenil, ale rýchlosť pomalých prúdení sa občas zvyšovala. Pretože Ulysses postupne stúpal do vyšších šírok, tím z Los Alamos vysvetľuje spomínané javy prechodom sondy cez hranicu medzi pásmom strímerov a polárnu koronálnou dierou.

Dáta zo SWOOPS ukazujú, že od 40° heliografickej šírky za Ulysses vnoril do prúdu slnečného vetra z koronálnej diery so strednou rýchlosťou 750 km/s viac ako dva krát väčšou ako v rovine ekliptiky. (Jeden náraz v novembri 1992 mal rýchlosť 990 km/s!) Takéto podmienky trvali až do začiatku februára 1995, kedy južná šírka sondy poklesla na 22° a prístroje zazáčali znova detegovať pomalší slnečný vektor z pásu strímerov.

Počas dvoch rokoch sa pás strímerov zmenil. Zúžil sa na rozsah 45°, so stredom trocha nižšie pod rovníkom. Röntgenové obrázky Slnka, ktoré urobil v tom čase japonský satelit Yohkoh, ukazujú, že polárne koronálne diery neboli bližšie k rovníku ako 60°. Takže pás strímerov v blízkosti Slnka bol oveľa širší, zhruba 120° v šírke. Dve sady pozorovaní iba znova potvrdili, že slnečný vektor v blízkosti Slnka podlieha silnej expanzii v smere, ktorý nie je čisto radiálny.

Už od začiatku apríla 1995 sa Ulysses opäť vnoril do vysokorýchlosťného prúdu slnečného vetra, tentoraz v severnej polárnej oblasti. Nikoho neprekvapilo, že charakter prúdenia bol ve-

mi podobný tomu, ktorý sme pozorovali na juhu.

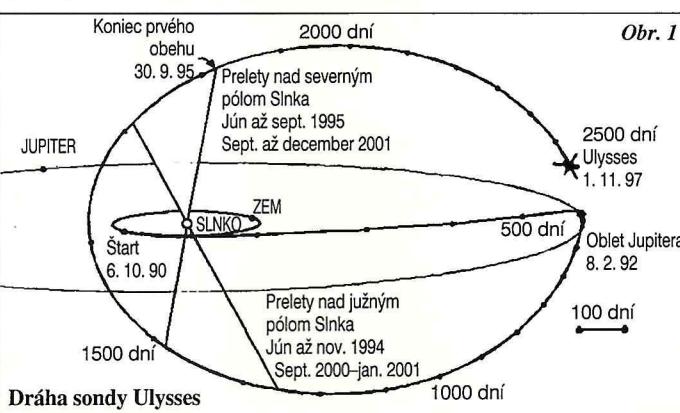
Mnohomesačné merania vysokorýchlosťných prúdov slnečného vetra umožnili jasne pochopíť rozdiel medzi výtokom rýchlej a pomalej zložky. Použitím hmotového spektrometra SWICS (Solar-Wind Ion Composition Spectrometer) zistili J. Geiss, G. Gloeckler a ich kolegovia, že rýchly polárny vektor vzniká v oblastiach slnečnej koróny, kde je táto o niekoľko 100 000 K chladnejšia, ako zdroj pomalého vetra na rovníku, kde má koróna teplotu okolo 1,8 mil. K.

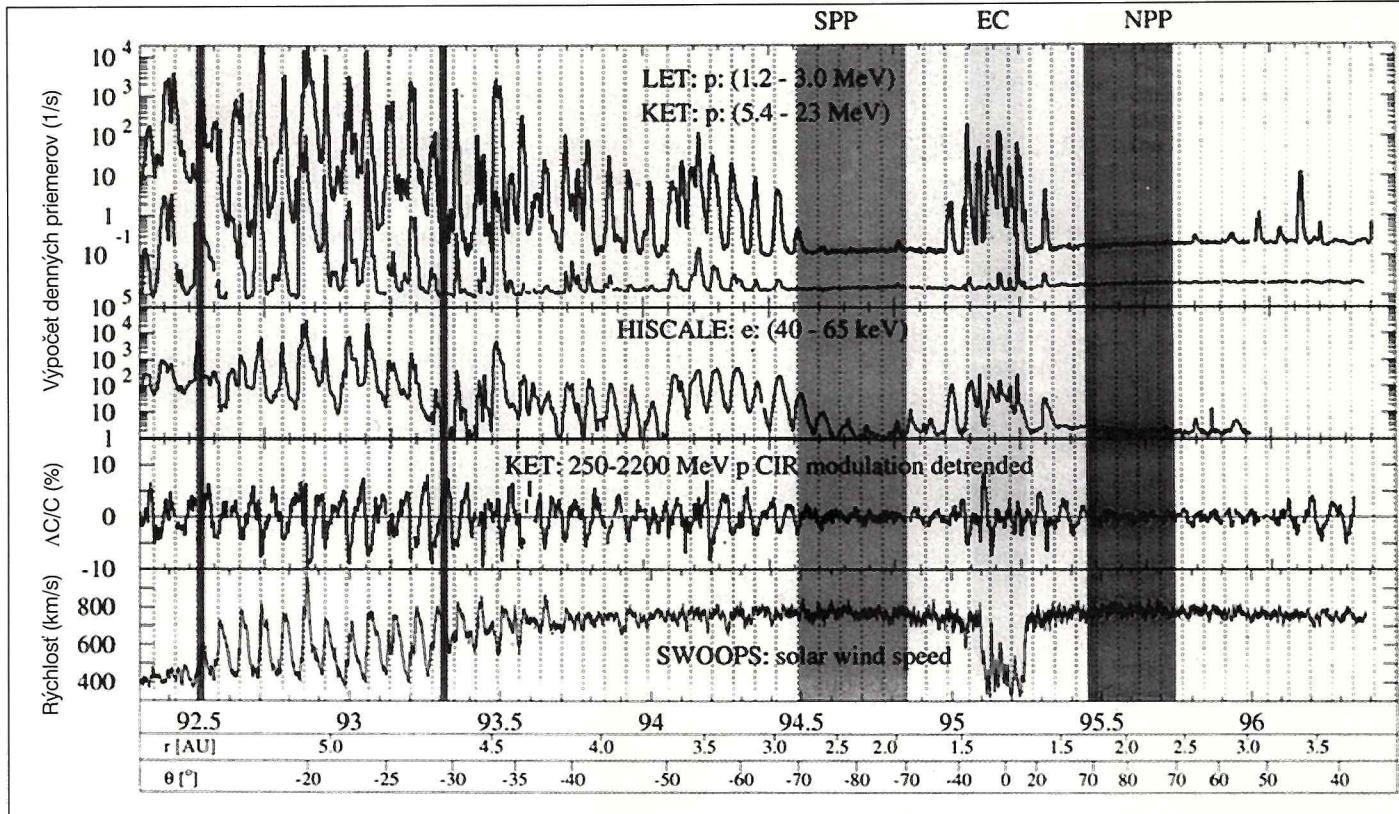
Toto zistenie odporejue našej intuícii. Očakávali sme, že vysokorýchlosťné prúdy sa budú formovať skôr v horúcich oblastiach koróny. Kde teda vzniká dodatočný impulz? Jedna možnosť riešenia je v chemickom zložení. V porovnaní s pomalými prúdmi sú vysokorýchlosťné prúdy bohatšie na prvky, podobne magnéziu, ktoré sa dajú relatívne ľahko ionizovať. Podľa výskumníkov spojených s projektom SWICS spočíva tento rozdiel v chromofóre (tenká vrstva medzi viditeľným povrchom Slnka a korónou), alebo v procesoch, ktoré prebiehajú pod koronálnymi dierami.

Ukazuje sa, že časový priebeh rýchlosťi slnečného vetra sa dá použiť ako „cestovný poriadok“ sondy Ulysses v rôznych heliografických šírkach. Mnohé úkazy, pozorované počas prechodu sondy z juhu na sever, sa dajú zaradiť k určitým režimom, ktoré možno vydedukovať z rôznych dát o slnečnom vetre.

Príkladom môžu byť magnetometrické dátá. Merania sondy dovolujú usudzovať, že heliosférické magnetické pole v polárnych oblastiach je v priemere také, ako ho predpovedal „otec“ slnečného vetra E.N. Parker pred viac ako tridsiatimi rokmi. V Parkerovom modeli je tvar poľa určený výtokom slnečného vetra, ktorý so sebou niesie siločiary, a rotáciu Slnka, do ktorého sú siločiary zakotvené. Výsledkom sú špirálovato zatočené siločiary s väčšou krivostou nad rovníkom (kde Slnko rotuje rýchlejšie).

Napriek tomu tím, ktorý mal na starosti magnetometer, vedený A. Baloghom zistil v mnohých prípadoch značné a aj neočakávané fluktuácie počas celej doby merania. Napríklad, smer poľa sa niekedy dramaticky mení počas niekolkých hodín. Baloghov tím zistil, že celý súbor variácií nápadne pripomína tie, ktoré boli z času na čas pozorované na sônde Helios v rovine ekliptiky, ale oveľa bližšie pri Slnku (0,3 AU). Dáta z obidvoch sond ukázali, že vlastnosti koronálnej plazmy sa takmer nemenia. Prekvapením však je, že to platí aj v polárnom vektori najmenej až do vzdialenosťí 4 AU. Pozorovania takiež ukázali, že vysokorýchlosťné prúdy v rovine ekliptiky majú svoj pôvod vo vyšších





Obr. 2. Meranie kozmického žiarenia a energetických častíc na sonda Ulysses ukazujú rekurentný obrazec (s 26-dennou periódou) vzrastu intenzity pre nízku energiu a poklesu intenzity pre vyššiu energiu, ktorý možno pozorovať do vysokých šírok. V rýchlosťi slnečného vetra môžeme periodický efekt pozorovať iba do šírok cca 35°.

VEDECKÉ PRÍSTROJE SONDY ULYSSES

(Uvedené v poradí: Ciel výskumu – vedúci tímu – meranie)

Kozmický prach

E. Grün, Heidelberg, Max Planck Institute

Priame meranie častic s hmotou 10^{-7} až 10^{-16} gramov.

Kozmické žiarenie, častic zo Slnka

J. A. Simpson, Univerzita Chicago,

Kozmické žiarenie a nabité časticie zo Slnka s energiami od 0,3 do 600 MeV na nukleón, elektróny od 4 do 2000 MeV.

Chémické zloženie energetických častíc a medzihviezdznej hmoty

E. Keppler, Lindau, Max Planck Institute

Chémické zloženie interplanetárnych iónov 80 keV–15 MeV na nukleón, vlastnosti medzihviezdzneho neutrálneho hélia.

Nízkoenergetické ióny a elektróny

L. J. Lanzerotti, Bell Lab.

Ióny s energiami od 50 keV do 5 MeV, elektróny od 30 keV do 300 keV.

Magnetické polia

A. Balogh, Imperial College, Londýn

Intenzita a smer pola v heliosfére, 0,01–44000 nT.

Zloženie slnečného vetra

J. Geiss, Univ. Bern a G. Gloeckler, Univ. Maryland

Chemické zloženie a ionizácia, teplota a rýchlosť slnečného vetra od 145 km/s (pre Hill) do 1350 km/s (pre FeI).

Plazma slnečného vetra

J. L. Phillips, Los Alamos

Ióny od 257 eV do 35 keV na náboj, elektróny od 1 do 860 eV.

Röntgenové a gama žiarenie

K. Hurley, Berkeley a M. Sommer, Garching

Energetický rozsah od 5 do 150 keV

Rádirové a plazmové vlny

R. J. MacDowall, NASA-Goddard

Plazmové vlny (0 – 60 kHz), hustota elektrónov, diaľkový prieskum driftujúcich rádiowych vyzplanutí od 1 do 940 kHz.

Dva ďalšie programy využívajú iba komunikačný systém sondy. Experiment „Slnečná koróna“, ktorý vedie M. Bird z Bonnskej univerzity, využíva premennú úroveň rádiových signálov sondy na štúdium teploty, hustoty, rýchlosťi a turbulencie koronálnej plazmy. Experiment „Gravitačné vlny“ pod vedením B. Bertottiho z Univ. Pavia využíva Dopplerov posun na hľadanie nízkofrekvenčných rádiových vln prechádzajúcich cez slnečnú sústavu.

šírkach. Svedčí to o tom, že pri zrážení dochádza aj k zmene smeru prúdenia.

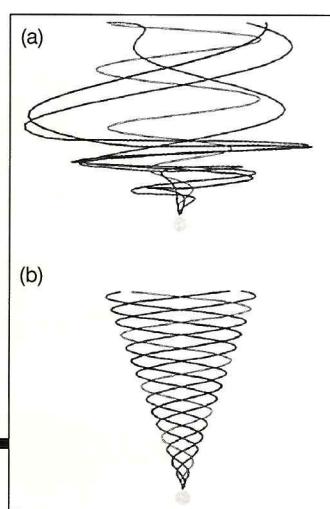
Ďalšie prekvapenie pripravilo meranie magnetického poľa nad slnečnými pólmami. Všeobecne sa očakávalo, že pole bude dipólové (podobné poľu tyčového magnetu) a vo vysokých šírkach sústredené, s jasnom koncentráciou magnetického toku, ktorá by preprázdala prítomnosť magnetických pólov. Toto očakávanie sa zakladalo na extrapolácii fotosférického magnetického poľa, ktoré sa štandardne meria zo zemského povrchu pri využití spektroskopickej techniky. Orientácia poľa v okolí slnečného minima sa nápadne podobá dipólovemu poľu s osou sklonenou niekedy 10° až 20° k rotačnej osi. Je pravdepodobné, že odtiaľ pochádza aj predstava o dipólovom poli.

Namiesto toho však E. I. Smith ne-našiel koncentrovaný magnetický tok v okolí pólov. Spolu so svojimi kolegami predpokladá, že magnetické sily pôsobiace bližšie pri slnečnom povrchu ovplyvňujú zmeny orientácie poľa tak, že prevažuje rovníkový smer. Ukazuje sa, že zdrojom výtoku slnečného vetra sú hlavne polárne koronálne diery.

Kozmické žiarenie a príbuzné javy

Kozmické žiarenie (jadra s vysokou energiou, ktoré vznikajú pri explóziach supernov) je dôležitým členom rodiny častíc, ktoré tvoria heliosféru. Sú jedinou vzorkou hmoty, ktorá k nám prichádza zo vzdialených hviezd. Už dávno pred uskutočnením tejto trojrozmernej medziplanetárnej misie, uvažovali kozmickí fyzici o možnosti detegovať mälo modulované kozmické žiarenie nad slnečnými pólmami.

Pričinou tohto záujmu je skutočnosť, že podľa ich predstav sú magnetické silociáry zakotvené na póloch oveľa menej porušené slnečnou rotáciou ako tie, ktoré sú zakotvené v ob-



Obr. 3.

Meranie magnetického poľa na sonda Ulysses spôsobilo, že teoretici museli revidovať model heliosférického magnetického poľa.

(a) nameraná konfigurácia,
(b) model podľa E. Parkera

Magnetický diván – ohrievač koróny?

Astronómovia objavili doteraz neznáme javy na povrchu Slnka. Záhadné explózie a „magnetický diván“ sú možno klúčom k vysvetleniu problému, o ktorom vieme už 55 rokov: prečo je atmosféra našej hviezdy mnohonásobne horúcejšia ako jej povrch.

O Slnku už vieme veľa, ale zdôake nie všetko. Vieme však, že väčšina jeho energie sa generuje v jeho jadre, kde v teplote asi 14 miliónov kelvinov, dochádza k jadrovým reakciám, ktoré astrofyzici doteraz nedokázali vyjadriť presnými rovnicami. Nejednoznačné sú i teórie a hypotézy o tom, ako vlastne jadro hviezdy vyzerá: je duté, alebo naopak superhusté, skrýva s v ním malá čierna diera? Tak alebo onak: pôvodná energia z jadra sa postupne zo stredu Slnka dostáva na jeho povrch, fotosfér, ktorá je v porovnaní s jadrom relatívne chladná: jej teplota dosahuje asi 6000 K. Fotosféra je akýmsi tepelným predelom a zároveň aj inverziou, pretože nad ňou, v slnečnej atmosfére teplota opäť stúpa, až kým v koróne nedosiahne na hodnoty 1 až 2 milióny K. Tento paradox astronómov – solárnikov zamestnáva už od jeho objavu, a preto je koróna, pozorovateľná najmä počas úplného zatmenia Slnka, mimoriadne dôkladne študovaným prejavom slnečnej aktivity. Solárniči študujú vlastnosti tejto podivuhodnej, premenlivej štruktúry z bezpočtu snímkov, získaných počas zatmení pomocou pozemských koronografov ale v posledných rokoch najmä vďaka solárnym satelitom.

Doteraz sa vedcom nepodarilo objaviť mechanizmus nahrievania koróny. Nijaké známe procesy, či už žiarenie, konvekcia, alebo rázové vlny, nedokážu napompať do koróny takú obrovskú energiu.

Podrobnejšia analýza snímkov zo špecializovaných satelitov monitorujúcich Slnko však v posledných rokoch prináša aj v tejto oblasti istý pokrok: najúspešnejším zo solárnych satelitov je SOHO, vypustený v roku 1995.

Povrch Slnka na snímkach satelitov vypomína vriacu vodu. Slnečný povrch, plný jasných i tmavých škvŕn, doslova buble. Tento úkaz spôsobujú obrovské bublinky horúceho plynu, vynárajúce sa z horúceho vnútra, ktoré sa po ochladení vo fotosféri opäť ponárajú do hlbky slnečnej gule.

Britskí astronómovia z Rutherford Appleton Laboratory v Oxfordshire si všimli, že na povrchu Slnka sa často objavujú aj neveľké vzplanutia, stopy po explóziách plynových bublín ešte pod povrchom. Tieto záblesky sú miniatúrnymi bratmi veľkých vzplanutí, ktoré sú už dávnejšie známe a vieme o nich, že spôsobujú polárne žiare, magnetické búrk'y i poruchy rádiového spojenia na Zemi. Malé vzplanutia majú priemer Zeme, trvajú iba niekoľko minút a sú neobyčajne časte.

– V každej chvíli povrch rotujúceho Slnka pokrýva vyše 3000 takýchto explózií, prejavujúcich sa jasnými škvŕnami, – vraví Peter Bond z Britskej kráľovskej astronomickej spoločnosti.

Astronómovia sa nazdávajú, že tieto škvŕny sú vlastne dierami, cez ktoré unikajú do okolitého priestoru elektricky nabité časticie. Ich prúd vytvára slnečný vietor, ktorého tok satelity monitorujú. Briti sú presvedčení, že práve tento premenlivý a neutíchajúci mechanizmus pumpuje energiu nad povrch Slnka a nahrieva korónu. Samotnený výbuch by vela energie neuvoľnil, ale počet vzplanutí je podľa najnovších výpočtov dostačujúci na to, aby vysvetliť efekt ohrievania koróny i slnečného vietora.

Vedci sa zatiaľ nezjednotili v tom, čo vyvoláva tieto vzplanutia. Nazdávajú sa, že možným mechanizmom by mohli byť magnetické víry pod povrchom hviezdy. Slnko je obrovským magnetom, ktorého činnosť zatiaľ nechápeme.

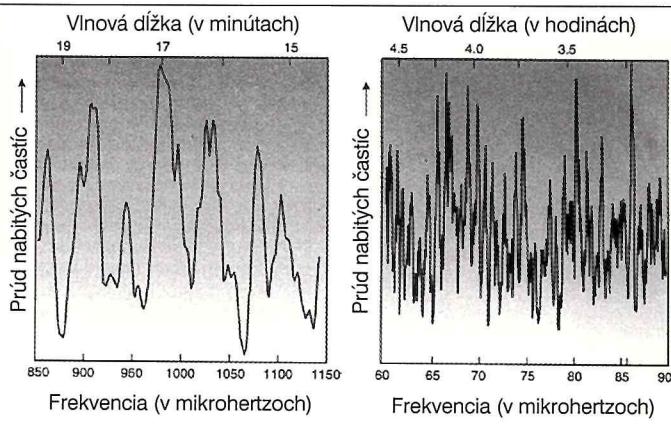
Na povrchu hviezdy sa neustále tvoria zhustenia magnetickej energie, ktoré vytvárajú tisíce magnetických siločiar, navzájom poprepletaných ako „špagety v hrnci“. V zámotkoch poprepletaných magnetických klobiek je uväznená slnečná plazma. V magnetických klobákach sa poprepletané magnetické vlákna o seba trú, čo vyvoláva množinu nerovnako nabitych elektrických potenciálov, ktoré navzájom komunikujú krátkymi, ale nesmerne silnými výbojmi. Takmer s určitosťou možno povedať, že ide o jeden z mechanizmov, ktoré nahrievajú korónu.

Tieto magnetické tkaniny nazvali vedci „magnetickým divákom“. Vedci zo Stanford-Lockheed Institute for Space Research v kalifornskom Palo Alto poskladali nedávno z množstva satelitných snímkov film, na ktorom sa tento „diván“ neustále hybe, vlní, nadskakuje.

– Typické magnetické vlákno vzniká, delí sa a zaniká v priebehu 40 hodín, – vraví Alan Title zo spomínaného tímu. – Je nabité takou ozrnutou energiou, ktorú by najväčšia pozemská elektráreň dokázala vyprodukovať za milión rokov.

Objav tajomných explózií a „selestiaceho magnetického diváka“ na povrchu Slnka objasnili jeden z možných mechanizmov nahrievania slnečnej koróny. Objav však nastolil nové problémy: tento mechanizmus prezrádza doteraz neznámy proces, ktorý sa odohráva kdeši pod povrchom Slnka.

Science



Obrazec 4. Počet registrovaných nabitych častic na sonde Ulysses počas roka 1994 periodicky kolísal s periódami od niekoľkých minút po mnoho hodín. Je to pravdepodobne prenos oscilácií, pozorovaných v chromosfére (vľavo) a v jadre Slnka (vpravo).

lasti slnečného rovníka (obr. 3). A tak sú časticie kozmického žiarenia, ktoré sú elektricky nabité, nútene sledovať smer magnetických siločiar, a preto ľahšie prenikajú k povrchu Slnka v oblasti pólov. Model pohybu časticie kozmického žiarenia v heliosférikom magnetickom poli predpovedá existenciu dodatočného driftu časticie od pólu k rovníku následkom zakrivenia siločiar. Existencia takého vysokoširkového „lievika“ pre kozmické žiarenie dovoľuje časticiam dosiahnuť Ulysses bez veľkých strát energie. Takže môžeme študovať vlastnosti kozmického žiarenia, napr. ich chemické zloženie alebo energetické rozdelenie v oveľa širšom rozsahu ako v blízkosti roviny ekliptiky, kde silné magnetické pole a turbulentný slnečný vektor vytvárajú bariéry na prenikanie časticie s nižšou energiou.

Na otázkou, či merania sondy Ulysses potvrdili tieto predstavy, musíme odpovedať záporne. Hoci palubný detektor časticie registralo vyššiu úroveň kozmického žiarenia nad póli, vzrast bol oveľa menší, ako sa očakávalo, zvlášť pri nízkych energiách.

J. A. Simpson a ďalší členovia výskumného tímu, ktorý má na starosti sondu Ulysses sa domnievajú, že vysvetlenie súvisí s magnetickým polom. Neregulárnosť magnetického pola nad póli, hlavne náhle zmeny smeru rozptylujú dopadajúce časticie kozmického žiarenia a znižujú efektívnosť „lievika“.

Existenciu takého efektu predpovedali už koncom osiemdesiatych rokov J. R. Jokipii a J. Kóta z arizonskej univerzity. Tvrídili, že veľké fluktuácie smeru magnetického pola môžu byť spôsobené náhodným pohybom zakotvenia siločiar vo fotosféri a sú teda pre kozmické žiarenie prekážkou. Ďalšie rozpracovanie teórie, spolu s pozorovaniami sondy Ulysses podporili tento názor. Dnes už je jasné, že polárne oblasti heliosféry nebudú „oknom“ pre štúdium kozmického žiarenia, ako sme donedávna dúfali.

Jedným z prednostných cieľov misie Ulysses je štúdium spôsobu, ako sa

časticie s energiou okolo 1 MeV pohybujú komplexom magnetických polí od nízkych ku vysokým širkam. Vyčádzali sme z všeobecnej mienky, že počas minima slnečnej aktivity sa energetické časticie v oblasti pólov vyskytujú len vzácne. Urychlenie časticie do vysokých energií prebieha v spojení s energetickými javmi, ako sú erupcie, alebo pozdĺž medziplanetárnych rázových vln. Tak isto sa myšlelo, že takéto procesy sú v období minima spojené s nízkymi a strednými širkami a žiadna nabítá častica, ktorá odtiaľ pochádza, sa nemôže dostať do oblasti pólov, lebo by sa musela pohybovať naprieč magnetickými siločiar, čo odporuje teórii pohybu takýchto časticie.

T. Sanderson, L. J. Lanzerotti a iní výskumníci, spojení s projektom Ulysses boli teda prekvapení, keď našli rekurentné spršky časticie blízko ekliptiky spojené s tzv. korotujúcimi nárazovými vlnami, detegovateľnými do 70° južnej širky dokonca aj vtedy, keď sonda už nezistila prítomnosť samotných nárazových vln. Korotujúce nárazové vlny sa formujú v medziplanetárnom priestore pri interakcii pomalých a rýchlych prúdov slnečného vetra. Z medziplanetárnej sondy pozorujeme oblasť interakcie, rotujúcu spolu so Slnkom ako maximum počtu časticie, raz za slnečnú rotáciu vždy po prechode čela nárazovej vlny. E. Roelof a G. Simnett z tímu sondy Ulysses sa domnievajú, že korotačné nárazové vlny vznikajú vo vysokých širkach, ale ďalej, ako sú pozorovacie možnosti sondy Ulysses. Podľa tejto hypotézy väčšina časticie, ktoré pozorujeme v stredných širkach, vzniká v týchto vzdialených miestach a postupuje dovnútra proti sonda. Zdroj nízkoenergetických časticie je potrebný aj ako „palivo“ pre urýchľovacie procesy v erupciach. Bez neho by urýchľovacie procesy pravdepodobne neboli také efektívne. Z faktu, že počas prechodu pólov neboli pozorované žiadne energetické erupcie, sa dá usudzovať, že sa rekurentné spršky časticie nevyskytujú vo vysokých širkach ako 70°.

Iné vysvetlenie navrhli Jokipii a Kóta: zakladá sa na náhodnom blí-

dení, o ktorom sme už hovorili. Rozsiahle priečne pohyby siločiar môžu zachytiať časticie, urýchlené v nízkych šírkach v korotačných nárazových vlnách, a preniesť ich smerom k pólu. Nech sa už hociktorý mechanizmus ukáže nakoniec ako správny, Ulysses odhalil nový aspekt správania sa heliosféry: „hodiny“ formované rotáciou v oblasti slnečného rovnika pôsobia na globálny stav heliosféry oveľa viac, ako sme predtým mysleli. Vysokošírkové dátá zo sondy Ulysses veľmi významne prispeli k štúdiu zloženia medzhviezdnej hmoty. Časticie medzhviezdneho plynu prichádzajú do heliosféry ako neutrálne atómy, kde sú ionizované slnečným ultrafialovým žiareniom a potom sú magnetickým poľom strhávané do slnečného vetra. Pri Zemi sa tieto časticie nedajú odlišiť od slnečných, lebo pôvodné „rodičovské“ časticie sú ionizované ešte predtým, ako preniknú do vnútornej slnečnej sústavy. Sonda Ulysses s jej unikátnou dráhou, ktorá siha viač ako 5 AU od Slnka, úspešne vykonalá potrebné merania, ktoré umožnili určiť relatívne zastúpenie niektorých prvkov v medzhviezdnej hmote:

Pomer medzhviezdnej hmoty – slnečný vietor

H/He	5,9	10
He/O	290	114
N/O	0,13	0,13
Ne/O	0,20	0,14
C/O	< 0,15	0,42

Ako ukazuje tabuľka, zdá sa, že zastúpenie hélia relatívne ku kyslíku je v medzhviezdnej hmotе väčšie a uhlíka vzhľadom ku kyslíku je relatívne menej ako v slnečnej sústave. Dôvody pre tieto rozdiely nie sú známe, ale budú sa skúmať.

Porovnaním toku dvakrát ionizovaného hélia v slnečnom vetre a v medzhviezdnej hmotе Gloeckner s kolegami nedávno určili absolútne zastúpenie hélia v lokálnej medzhviezdnej hmotе na 0,015 atómu/cm³. Táto hodnota je vo výbornej zhode s hustotou, ktorú určil M. Witte so spolu pracovníkmi pomocou iných prístrojov na palube sondy Ulysses. Tieto výsledky tvoria veľmi dôležitý dodatok k našim poznatkom o medzhviezdnej hmotе v našom galaktickom susedstve.

Slnečné oscilácie?

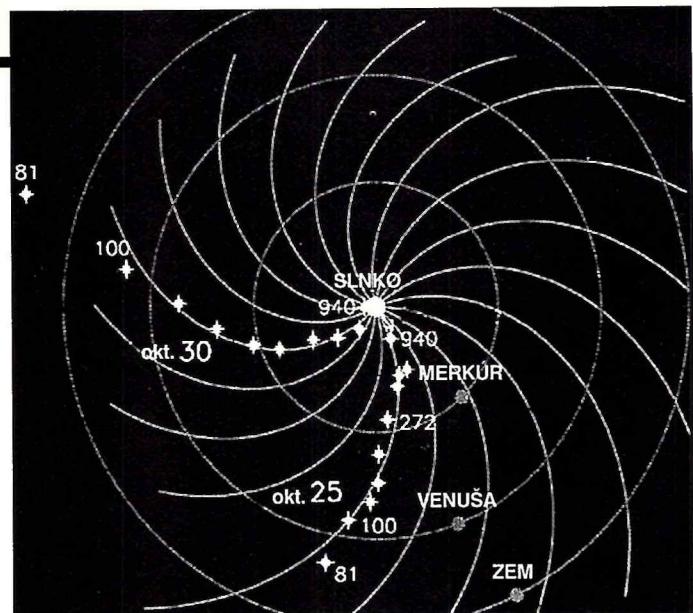
Veľmi zaujímavé nové poznatky získali z dát sondy Ulysses D. J. Thomson, C. G. MacLennan a L. J. Lanzerotti. Starostlivou analýzou početnosti nabitých častic zistili v ich časovom priebehu pravidelné variácie, „vlny“ vodíkových a héliových jadier, ktoré odpovedajú slnečným se-izmickým osciláciám.

Pozemskí pozorovatelia už dávno vedia, že povrch Slnka vibruje ako koža na bubne a tvorí akustické stojaté vlny. Tieto vibrácie nazývame tlakovými osciláciami (p-modus) a ich typické periódy sú z okolia 5 minút (0,001–0,005 Hz). Čažie postihnutelne sú tzv. gravitačné oscilácie (g-modus), pripisované variáciám hustoty vo vnútri Slnka. G-módy vln poskytujú okno pre pohľad do slnečného jadra.

Thomson s kolegami očakával, že na sonda Ulysses sa budú dať pozorovať iba periodické variácie počtu častic, spojené so slnečnou rotáciou. Namiesto toho však pozorovali celý súbor diskrétnych periodických zložiek. Niektoré z nich odpovedali p-módom v optickom spektre. Oveľa neočakávanie boli komponenty s periódami niekoľko hodín, ktoré skôr súhlasia s predpovedanými g-módmi.

Ako sa môžu slnečné oscilácie prenášať do heliosféry a ako môžu modulovať tok nabitých častic? Thomson s kolegami usudzujú, že kľúč k riešeniu leží v supergranulačných pohyboch, spôsobených velkoškálovou konvekciou. Nabité časticie sú spojené so Slnkom prostredníctvom heliosférického magnetického poľa, ktoré je zase spojené so supergranulami. Ak pohyb supergranul je nie náhodný, ale je výsledkom superpozície mnohých g-módov, oscilácie môžu byť odozvané časticiam prostredníctvom vln, ktoré sa šíria podľa siločiar. Thomson našiel v medziplanetárnom magnetickom poli frekvencie, ktoré sa dajú pripisať g-módom v zhode s touto hypotézou.

Okrem objavov, ktoré sme už spomenuli, sonda Ulysses po prvý krát priamo zmerala parametre medziplanetárneho prachu. Celkom neočakávaný bol objav rekurentných prúdov prachu z Jupiterovej magnetosféry. Boli registrované aj na sonda Galileo,



Obrazec 5. Momentka špirálneho tvaru medziplanetárneho magnetického poľa, ako ho zachytia sonda Ulysses pomocou rádiových pozorovaní. Biele symboly znázorňujú polohu aktuálnych pozorovaní pohybujúcich sa prúdom elektrónov vyvrhnutých zo Slnka 25. a 30. októbra 1994. Čísla indikujú frekvenciu rádiového žiarenia, na ktorej sa viedlo pozorovanie. Špirálovité modré čiary znázorňujú tvar magnetického poľa, predpovedaného teóriou pri konštantnej rýchlosťi slnečného vetra.

v roku 1995, pri jej priblodení sa k Jupiteru. Sonda Ulysses môžeme pripísat aj mnoho nových objavov v oblasti žienia rádiových vln, či už z heliosféry, alebo z magnetosféry Jupitera.

Budúcnosť

Po kompletnej prvej etape výskumu vo vysokých šírkach heliosféry Ulysses pokračuje vo svojom obyavnom výlete. Jeho elektronické „zdravie“ je vynikajúce a dá sa predpokladať, že mu vydrží aj na ďalšom oblete. Ak sa to potvrdí, preletí nad slnečnými pólmi počas maxima slnečnej aktivity v rokoch 2000 a 2001. Doba obehu sondy je 6,2 roka, čo je zhodou okolnosti približne polovicia slnečného cyklu.

Medzitým má však sonda bohatý program. Ulysses je teraz opäť v blízkosti ekliptiky (v apríli 1998 prejde cez afélium). Uskutočnia sa koordinované pozorovania spolu so sondou SOHO, ktoréj prístroje sú určené na komplexné štúdium koróny a slnečného vetra. Okolo prechodu cez afélium strávi Ulysses mnoho mesiacov v blízkosti ekliptiky v približne konštantnej vzdialnosti od Slnka (okolo

5 AU). Je to najvhodnejšie obdobie na meranie parametrov medzhviezdnej hmoty.

Ked' bude sonda druhý krát prechádzať cez vysoké heliografické šírky, budú podmienky podstatne iné ako pri prvom obehu. Dosť jednoduchá konfigurácia koróny cez minimum s veľkými koronálnymi dierami nad pôlmi bude pravdepodobne nahradená vysokošírkovými stríermi. Rôzne prechodové javy erupčného typu rozrušujú pravidelnú štruktúru slnečného vetra, a tak pôsobia na prenos častic z kozmického žiarenia a zo Slnka.

Na štúdium trojrozmernej heliosféry počas slnečného cyklu je Ulysses v unikátnom postavení, či už v priamom, alebo v prenesenom slova zmysle. Žiadna kozmická misia v dohľadnej dobe nebude schopná prekonať jeho možnosti.

Podľa: Richard G. Marsden a Edward J. Smith (Sky and Telescope, marec 1996)
a Richard G. Marsden, Edward J. Smith a K. P. Wenzel (ESA Bulletin, No.92, november 1997)

spracoval: M. Rybanský

Slnko žiare silnejšie

V poslednom období hreje Slnko čoraz mocnejšie. Za posledných sto rokov sa priemerná teplota zemskej atmosféry zvýšila o 0,6 stupňov Celzia. Pred dvomi mesiacmi zverejnili švajčiarski astronómovia z Federal Institute of Technology štúdiu, v ktorej tvrdia, že oteplovanie Zeme spôsobuje najmä intenzívnejšie slnečné žiarenie. Švajčiari pritom vychádzali zo záznamov o slnečnej aktivite, ktoré sa prevádzali od roku 1874.

Do polovice 70. rokov bol nárast teploty na Zemi priamoúmerne závislý od rastúcej intenzity slnečné-

ho žiarenia. Až počas posledných 20 rokov krvka nárastu teploty na Zemi je strmšia ako krvka nárastu intenzity slnečného žiarenia. Vedci však upozorňujú, že „silnejšie Slnko“ môže skleníkové efekty tzv. teplárenských plynov umocniť.

Vieme, že aktivity Slnka kolísajú v 11-ročných cykloch, ktoré sa manifestujú narastajúcim a klesajúcim počtom slnečných škvŕn. Zatiaľ však presne nevieme, či sila žiarenia sa z cyklu na cyklus mení. Judith Lean z Naval Research Laboratory vo Washingtone preštudovala záznamy o častoti, veľkosti a počte slnečných škvŕn za posledných 300 rokov. Zistila, že počas tohto obdobia sa intenzita žiarenia

našej hviezdy počas dekády zvyšovala o 0,008 percent. (Science č. 534).

Časopis Science uverejnil nedávno i štúdiu Richarda Wilsona z Colombia Center for Climate System Research, ktorá vychádza z analýzy údajov troch satelitov od konca 70. rokov. Wilsonové závery sú však ešte alarmujúcejšie ako závery Judith Lean.

Podľa Wilsona žiarenie Slnka počas dekády 1986 až 1996, teda medzi dvoma, po sebe nasledujúcimi minimami aktivity, vzrástla o 0,036 stupňov Celzia. Ak je tento trend trvalý, do konca budúceho storočia sa Zem otepľí o 0,4 C. (Science

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1997 (XXXII.)

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

Mé poznámky, z nichž vzniká výroční přehled pokroku astronomie a příbuzných oborů, se v loňském roce v porovnání s rokem předchozím rozrostly o 36%, což dobře odráží i neustávající tempo astronomického výzkumu. Nezbývá než stále více tento přehled zhušťovat a mnoho důležitých prací prostě pominout. Už před několika lety se mi z psaní přehledů stal plynulý celoroční koníček. Sotva totiž odevzdám do redakce poslední díl jedné sklizně, začínám se sepisováním prvního dílu žní následujících. To by mne před těmi již více než třetici lety, kdy jsem s touto komplikací v mladické nerozvážnosti začal, opravdu nenapadlo. Pro čtenáře, kteří mají přístup k internetu, dodávám, že od r. 1995 jsou „ceske“ verze Žní přístupný na WWW domovence časopisu Kozmos:
<http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html> resp. na serveru Masarykovy univerzity v Brně jako příloha Instantních astronomických novin:
<http://www.sci.muni.cz/~ibt>

1. Sluneční soustava

1.1. Planety sluneční soustavy

1.1.1. Země

Změny rychlosti rotace Země lze změřit buď mimořádně přesnými atomovými hodinami, anebo zcela hrubě počítáním vrstviček v usazených horninách (sedimentech). V tom prvním případě stačí k měření interval několika dnů či týdnů, kdežto v tom druhém potřebujeme měření z časového co možná nejodlehlejších geologických epoch. To se právě podařilo C. Sonettovi aj., kteří analyzovali vrtné vzorky z Utahu, staré plných 900 milionů let. Odtud zjistili, že sluneční den na Zemi tehdy trval něco málo přes 18 h a že Měsíc oběhl Zemi za 23,4 dnešních slunečních dnů, neboť jeho střední vzdálenost od Země byla o 10% menší než nyní. Měsíc se v té době vzdaloval od Země tempem 43 mm/rok, zatímco současná hodnota činí jen 38 mm/rok.

Poměrně bizarní metodu k určení rotační rychlosti Země použili K. Schwab aj., když měřili fázovou kohärenci v supratekutém héliu – 4 při teplotě 2,17 K. Přesnost měření dosáhla sice jen 0,5%, ale hlavní význam pokusů spočívá v tom, že touto cestou lze měřit „absolutní“ rotaci vůči vesmírnému pozadí, podobně jako proslulý Foucaultový kyvadlem. Není náhodou, že to byl právě J. Foucault, kdo tehdy vynalezl seistračník, jehož praktické použití ovlivnilo rozvoj letectví, raketové techniky i kosmonautiky. Spičkové gyroscopy ovšem na žádném trhu nenajdete – patří mezi nejpřísněji střížené zboží, neboť se využívají při navádění balistických raket.

O. Neron de Surgy a J. Laskar se zabývali vlivem

Měsíce na stabilizaci sklonu rotační osy Země k ekliptice. Současný sklon rotační osy ke kolmici k ekliptice činí, jak známo, jen $23,4^\circ$ s rozkmitem $1,3^\circ$ v periodě 41 000 let, avšak po 1,5 miliardě let podlehně tento parametr chaosu a zemská osa se bude napřímoval až na sklon 9° i méně. Kdyby však nebylo Měsíce, docházelo by k náhlým a mnohem výraznějším změnám sklonu zemské rotační osy.

Pozoruhodnou práci o vztahu obsahu CO_2 v zemské atmosféře k proměnám klimatu uveřejnil geolog H. Přem, jenž se domnívá, že zastoupení oxidu uhličitého není tím klíčovým faktorem, za nějž je dosud odborná veřejnost pokládá. Ukazuje, že období chladu se opakují v periodě zhruba 40 000 let, což nejspíše souvisí s proslulými Milankovičovými cykly pro ledové doby: výšetrozost zemské dráhy kolísá v periodě 96 600 let, sklon rotační osy Země k ekliptice v již citované periodě 41 000 let a konečně délka perihelu (precese) v periodě 21700 let. Ačkoliv úhrnné množství slunečního záření dopadajícího na Zemi se nemění, mění se kontrast v ozáření v různých ročních dobách, a to způsobí změny klimatu. Během ledových dob jsou paradoxně zimy mírnější, ale léta chladnější, a to rozhodne o výsledné tepelné bilanci.

Kromě toho však do hry zřejmě vstupuje samotná proměnnost zářivého výkonu Slunce, o níž máme jen matné představy z posledních několika málo desetiletí, kdy se zářivý výkon Slunce začal měřit čistě – tj. za hranicí zemské atmosféry. Z výpočtu slunečních modelů ovšem víme, že dlouhodobě zářivý výkon Slunce stoupá, za posledních 100 milionů let o 1%. Následkem oteplení výrazně poklesne obsah CO_2 v zemské atmosféře přibližně za 500 milionů let. I. Fungová aj. zjistili, že v průběhu let 1900–1988 zřetelně vzrostlo úhrnné množství srážek ve středních a vyšších zemepisných šířkách. Desetiletý nárostečný činil v průměru 2,4 mm, tj. za 88 let o plných 22 mm (2%). Přibývá také epoch katastrofálního sucha resp. záplav, a to především v tropických oblastech, kde se v průběhu XX. století vyskytlo celkem 24 období sucha a 5 ničivých záplav. Autori soudí, že jde o doklad růstu skleníkového efektu, na němž se nejvíce podílí zastoupení vodní páry v ovzduší; teprve pak následují další skleníkové plyny CO_2 , oxidy dusíku a metanu.

Všechny tyto skutečnosti poukazují na potřebu komplexního a velmi přesného studia jednotlivých klimatických faktorů, k čemuž má posloužit zejména už delší dobu připravovaný koncept NASA, původně zvaný EOS (Earth Observing System) a nejnověji přejmenovaný na Earth Science (Věda o Zemi), s jejichž realizací se právě začíná.

Proslulý meteorický kráter Chicxulub na poloostrově Yucatán v Mexiku identifikovali v r. 1991 A. Hildebrand aj., když prokázali jeho impaktní charakter i rozměry, které po všech revizích nyní činí asi 180 km. Jeden ze spoluautorů původní domněinky o ekologické katastrofě na rozhraní druhohor a třetihor geolog W. Alvarez nalezl v poslední době známky devastace území v Texasu a na Haiti, vyvolané tehdy obrovskou přílivovou vlnou cunami, jež byla následkem gigantického impaktu do vod dnešního Mexického

zálivu. Podle J. Morgana aj. je kráter obklopen řadou prstencových struktur o průměrech 80, 130 a 195 km, které vznikly bezprostředně po dopadu rozrušením celého území a poruchy zasahují mnohem hlouběji, než se dosud soudilo, až pod Mohorovičičovo rozhraní mezi kůrou a vnějším pláštěm Země. Obdobné prstencové struktury se pozorují u velkých impaktních kráterů na Měsíci i Venuši, ale nikoliv na Merkuru, kde je zřejmě kůra relativně nejlustší. Autoři odhadují původní hloubku kráteru na 12 km a objem vyvržené zeminy na 60 tisíc km³, z čehož bylo 100 miliard tun síry! Energií impaktu odhadli na $5 \cdot 10^{23}$ J a průměr křížící planetky na 12 km.

Dosud bylo na Zemi rozpoznáno 140 větších impaktních struktur, z nichž mezi největší patří kromě již zmíněného kráteru Chicxulub také Vredeford v jižní Africe (stáří 2,02 miliard let) a Sudbury v Ontariu v Kanadě (stáří 1,85 miliardy let). Mezi další velké krátery řadíme též Manicouagan v severním Quebecu o průměru 100 km a stáří 214 milionů let a Popigaj na Sibiři o témže průměru a stáří 35,5 milionů let. Podle R. Gersonda aj. byl nyní rozpoznán impaktní charakter kráteru Eltanin (tak se nazývá lod, z jejíž paluby byl kráter v r. 1981 objeven) – jediného známého na mořském dně – jenž se nalézá v Tichém oceánu 1500 km jihozápadně od pobřeží Chile. Kráter je ukryt v hloubce 5 km pod hladinou moře a vznikl v pliocénu před 2,15 miliony lety následkem dopadu planetky o průměru asi 3 km.

Účinky po dopadu kovového meteoritu, jenž před 49 000 lety vytvořil neméně proslulý Barringerův kráter v Arizoně, odvodil z porovnání s následky pokusných výbuchů vodíkových pum D. Kring. Kráter, podobně prozkoumaný E. Shoemakerem, se nalézá v mimořádně suché oblasti v nadmořské výšce 1680 m; jeho dnešní hloubka činí 180 m a průměr 1,2 km. Autor odhaduje ničivou sílu impaktu na ekvivalent 30 Mt TNT a usuzuje, že výbuch zabil všechny živé organismy do vzdálenosti 4 km od epicentra a vážně poranil vše v okruhu o vnějším poloměru 20 km. Stromy byly vyvráceny a případně spáleny na území o výměře 6 000 km², neboť vichřice dosahovala rychlosti před 2 000 km/h ještě ve vzdálenosti 3 km a ničivé hurikány se vytvářely až do vzdálenosti 40 km od epicentra. Kring odhaduje četnost takových impaktů na pevninách na jeden případ v průměru za 6 000 let – většinou však jsou obdobné krátery geologicky rychle vymazány ze zemského povrchu. Když se však sečtou dochované impaktní struktury v intervalech po 5 milionech let za posledních 300 milionů let, odhalí se zjevná korelace mezi četností impaktu a případu hrromadného vymírání rostlin a živočichů.

Podle nejnovějších výpočtů nehrozí Zemi žádána srážka od 100 největších sledovaných planetek-křížců v nejbližších 200 letech. Pokud by se však objevil dosud neznámý křížec, mříží přímo k Zemi, přišla by výstraha za současného stavu pozorovací techniky příliš pozdě – v nejlepším případě několik měsíců a v nejhorším jen několik hodin před srážkou. J. Tate kritizuje tento naprostě nepochopitelný stav lidské mysli: zatímco na zlepšení bezpečnosti Jaderných elektráren

vydáváme nesmírné sumy, nedlážme témař nic na obranu před křížiči, ač následky takových střetů by byly nesrovnatelně horší, než havárie jaderné elektrárny. Přitom by solidní přehlídka křížičů znamenala počáteční investici kolem 50 milionů dolarů a roční provozní náklady na úrovni 10 milionů dolarů.

1.1.2. Měsíc

D. Campbell aj. se pokusili radarem v Arecibu ověřit, zda se kolem jižního pólu Měsíce nachází opravdu led, jak naznačila měsíční sonda Clementine, avšak žádný jasny odrázek nezískali. Výsledky jsou však natolik neurčité, že se s napětím čeká na měření sondy Lunar Prospector, vypuštěné po několikačínských odkladech počátkem r. 1998. Družice Compton, určená k výzkumu záření gama, odhalila, že Měsíc je nejintenzivnějším zdrojem **záření gama** ve sluneční soustavě, dokonce intenzivnější než Slunce! Zatímco Slunce vysílá fotony gama jen během velkých erupcí, Měsíc je zdrojem konstantním, neboť jeho povrch nepřetržitě bombarduje částice energetického kosmického záření, což vede k druhotnému vyzáření fotonů gamma.

1.1.3. Mars

W. Zeitler a J. Oberst revidovali údaje o výškách štítovitých sopek na Marsu na základě údajů z oběžných modulů sond Viking a ukázali, že proslulý vyhaslý vulkán Olympus Mons je o něco nižší, než se dosud uvádělo – „pouze“ 23 085, takže nejvyšší sopku na Marsu (i v celé sluneční soustavě) se stal **Aescraeus Mons** o výšce 23 944 m v oblasti Tharsis, zatímco nejhlubší proláklinou je Margaritifer Sinus.

V březnu 1997 snímkoval povrch Marsu inovovaný HST a získal jedinečné záběry polárních čepiček, poprvé těsně před opozicí ve vzdálenosti 0,68 AU od Země s rozlišením 20–40 km. Snímky byly pořízeny v době, kdy na severní polokouli Marsu přecházel jaro v léto a severní polární čepička, tvořená jinovatkou CO₂ rychle tála, zatímco v mírných šířkách vznikaly místní prachové bouře. To se projevilo zesvětlením oblasti Cerberus díky navátemu čerstvému píska. V červnu 1997 odhalil HST prachovou bouři v hlubokých kaňonech Valles Marineris, asi 1 000 km jižně od místa plánovaného přistání kosmické sondy Mars Pathfinder. Nad místem přistání byly patrné roztrhané círy a na sever od tudou souvislé mraky. Jelikož mračna tvořily ledové krystalky, bylo zjevné, že chladná atmosféra nedovolí prachu z kaňonů, aby se zdvihl a ohrozil funkci přistávacího modulu, což se také posléze potvrdilo.

V březnu 1997 proběhla v Houstonu konference o možných stopách života v meteoritech z Marsu, avšak bez jednoznačného výsledku. Účastníci se však shodli na tom, že prakticky všechny nálezy údajných mikrofossilií a produktů metabolismu živých organismů v meteoritech z Marsu lze objasnit také anorganickými procesy. Zejména J. Bradley aj. podrobili kritice předložské tvrzení skupiny D. McKaye o nanometrových mikrofossiliích v meteoritu z Marsu (ALH 84001) – tvrdí, že šlo o artefakt v laboratoři vznikající při nezbytném pokovení vzorků pro elektronový mikroskop. Podle M. Gradyové aj. představují meteority z Marsu 0,25% všech meteoritů, které kdy na Zemi dopadly. Současný příspis hmoty z Marsu činí asi 100 t ročně.

Loňský výzkum Marsu však vyvrcholil přistáním „laciné“ kosmické sondy **Mars Pathfinder** v oblasti Ares Vallis (850 km od místa přistání slavné sondy Viking 1) v „Den nezávislosti“ 4. července 1997. Tím se poněkud zlepšilo dosavadní skóre kosmonautiky při výzkumu Marsu – z předešlých 20 vypuštěných sond ztroskotalo 13!

Z rampy sondy pak po jistých technických obtížích úspěšně sjelo na povrch Marsu miniaturní 11 kg auto-

nomní elektrické vozítko **Sojourner**, pojmenované po putulném kazateli Sojournerovi Truthovi, jenž v průběhu americké občanské války přednášel o ústavě a lidských právech. O práci modulu i vozítka byla nadšená veřejnost pravidelně a podrobně informována zejména prostřednictvím internetu – příslušné síťové počítače odpovídely během pouhého měsíce na 565 milionů dotazů s maximem 47 milionů dotazů dne 8. července.

Sojourner, vybavený rentgenovým spektrometrem, ujel celkem 62 m rychlosťí 10 mm/min a poskytl 550 snímků hornin a údaje o mineralogickém složení několika balvanů v okolí místa přistání sondy, přejmenované na **Památník Carla Saganu**. Horniny vyzkouzaly vysoký podíl silikátů; geologicky šlo převážně o vyvřelé andezity, takže matečné magma bylo zřejmě bohaté na vodu (na Zemi patří k takovým sopkám Fudžijama a St. Helens). Ačkoliv životnost vozítka byla plánována na týden, ve skutečnosti Sojourner pracoval bezmála 3 měsíce a během té doby přenesl na Zemi na 1 Gb údajů.

Samotná sonda Pathfinder s plánovanou životností jeden měsíc nakonec fungovala až do 27. září a předala na Zemi celkem 2,6 Gb údajů, zejména pak 16 tisíc snímků a dále zejména meteorologické údaje o tlaku, teplotě, větru, barvě oblohy a dohlednosti. Sonda prokázala, že současný Mars je o 10 K teplejší a oblačnejší, než byl během provozu Vikingů před 20 lety. Pro přenos energie a atmosférickou cirkulaci má velký význam pohlcování slunečního záření ve zvřířeném prachu. To vytvárá i značnou turbulenci atmosféry po ránu a přispívá k výskytu atmosférických virů – tančících dervišů. Horniny jsou obroušeny větrem a zvřířeným pískem a kameny zaobleny dávno tekoucí vodou.

Nejvyšší naměřená teplota činila -2°C , nejnižší noční -79°C , průměrný tlak 675 Pa (150krát nižší než na Zemi), nejvyšší rychlosť větru 30 km/h a dohlednost 30 km. Teplota rychle kolísala až o 20°C během několika minut a klesala dramaticky s výškou nad terénem – o 40°C při změně výšky o 1,5 m. Hlavními složkami Marsovy atmosféry jsou CO₂ (95%), N₂ (2,7%) a Ar (1,6%). Vodní pára v atmosféře namrzla na zvřířený prach ve výšce 16 km nad terénem. Oblaha má ružový nádech a soumrak v oblasti Saganova památníku trvá plně 2 h. Panoramatický snímek zahrnul 83% okolí místa přistání a prokázal, že sonda přistála ve vyschlém říčním korytu, pokrytém kameny, splavenými při dávných katastrofálních záplavách.

Na rozdíl od rozšířeného mínění sonda nebyla vybavena přístroji pro zjišťování případného projevu současného či vyhynulého života na planetě. Její cíle byly především technologické – ukázat na možnosti sériově vyráběných relativně laciných sond zkoumat Mars při každém nastávajícím startovním okně až do r. 2005.

Součástí tohoto zámeru ostatně byla i další sonda NASA, nazvaná **Mars Global Surveyor** (MGS), která doletěla k Marsu a usadila se tam 11. září 1997 na přechodné protáhlé elliptické dráhy s oběžnou dobou 35 hodin. Již při příletu odhalila sonda obloukovou rázovou vlnu, vytvářenou slabým magnetickým polem Marsu a posléze poprvé bezpečně prokázala dipolové magnetické pole planety, jehož polarita je shodná se zemskou, ale jehož indukce činí jen 1,2 promile indukce zemského magnetického pole.

Od 16. září do začátku října se pak tvar oběžné dráhy sondy řízen měnil aerodynamickým manévrelem, využívajícím naklápení slunečních panelů, což před třemi lety poprvé vyzkoušeli technici NASA u sondy Magellan, obíhající kolem Venuše. Cílem manévrů má být převod protáhlé elliptické dráhy na kruhovou s podstatně menším poloměrem 378 km, což by připravilo podmínky pro mapování povrchu planety s vysokými rozlišeniami za konstantních světelných podmínek. Při průletu pericentrem o tři dny později dosáhla ka-

mra MGS rekordní rozlišovací schopnosti 12 m při snímkování oblasti Laryrinthus Noctis, kde zaznamenala sesovy horniny na 2 km útesech. Naneštěstí uvolněný kloub jednoho panelu a nečekané dvojnásobné zvýšení hustoty atmosféry planety 6. října přinutily techniky k přerušení manévrů, který nyní pokračuje podstatně pomalejším tempem, takže počátek vlastního soustavného snímkování se odkládá až na březec r. 1999, kdy bude na severní polokouli Marsu léto. Pokud vše proběhne dobře, bude po skončení mapování v lednu r. 2001 sonda sloužit jako retranslační stanice pro další přistávací moduly nejméně do r. 2003 a na oběžné dráze kolem planety setrvá až do r. 2025.

Jak známo, odhalily oběžné moduly Vikingů v červenci 1976 na severní polokouli Marsu v oblasti **Cydonia** podivuhodné útvary – populární „pyramidy“, „sfinga“ a „lidiskou tvář“. Neustálé spekulace o umělém původu těchto útváry, napsosedy formulované T. van Flandernem, přiměly NASA k úpravě pozorovacího programu sondy MGS tak, aby během r. 1999 byly tyto útvary snímkovány znovu, s desetkrát lepším rozlišením, čímž se snad podaří celou záležitost – alespoň pro soudné lidi – uzavřít. Ostatně na poslední schůzi Americké astronomické společnosti ve Filadelfii se vážně diskutovalo o tom, zda **život na Marsu** mohou objevit vhodně zkonstruované roboty a zda případné vzorky hornin, přivezené z Marsu roboty, by mohly představovat biologické riziko pro obyvatele Země. Mezitím se v USA rovinula veřejná diskuse, mají-li se kromě automatu vydat na Mars také lidé. Zatímco nadšená veřejnost a někteří politici soudí, že je to pro USA důstojný úkol již pro nejbližší patnáctiletí, vědci jsou převážně proti. Poukazují na to, že za cenu pilotované výpravy by šlo k Marsu vyslat 2 500 komunací sond typu Mars Pathfinder a Global Surveyor. Přitom náklady na první takovou dvojici v loňském roce dosáhly „jen“ 280 milionů dolarů, což je cena jednoho výpravného sci-fi filmu.

1.1.4. Jupiter

Ačkoliv od dopadu úlomků komety Shoemaker-Levy 9 na Jupiter uplynuly už více než tři roky, celý úkaz je stále v odborné veřejnosti přetrvává až nejrůznějších hledisek. Tak např. I. Tabe aj. poukázali na pozorování G. Cassiniho z r. 1690, jenž pozoroval koncem r. 1690 na Jupiteru temnou skvrnu, protahující se ve směru od západu k východu, což nápadně připomíná úkazy, pozorované na povrchu planety i v malých dalekohledech koncem července a počátkem srpna 1994. Není proto vyloučeno, že 5. prosince 1690 dopadla na Jupiter anonymní kometa. M. Roulston a T. Ahrens odhadují, že komety s průměrem jádra do 300 m se s Jupiterem srážejí každých 500 let a komety s průměrem 1,6 km každých 6 000 let.

T. Takata a T. Ahrens odhalili rozměry největších úlomků komety Shoemaker-Levy 9 na 2 km, a průměr jádra komety před jejím rozdrobením na 4,5 km. Jiní autoři se kloní k průměru úlomků pod 1 km a jejich hmotnosti pod $7 \cdot 10^{10}$ kg. Tvrdí dokonce, že nešlo o úlomky v pravém slova smyslu, ale spíše o málo soudržné „hmady sutí“. Pouze Z. Sekanina trvá na svém původním názoru, že šlo o soudržná, byť křehká tělesa. R. Carlson aj. odhadl počáteční teplotu ohnivé koule při explozi úlomku G na více než 3 kK, jež se během první minuty po výbuchu snížila na 1 kK. Jiní autoři však udávají mnohem vyšší – až 8,8 kK pro úlomek G, a dokonce 24 kK pro úlomek Q 1. Úlomek měl v průměru nejméně 300 m a uvolněná energie dosáhla hodnoty minimálně $2,5 \cdot 10^{10}$ J. To je v uspokojivé shodě s odhadem J. Rogerse, jenž pro každý velký úlomek uvádí uvolněnou energii řádu $1 \cdot 10^{20}$ J, takže úhrnná energie dosáhla hodnoty nejméně $1 \cdot 10^{21}$ J, tedy téměř o dva řády menší, než jak zněly předběžné odhady.

R. Srivastava aj. pozorovali tři zjasnění družice Io ve filtru V fotoelektrického fotometru 0,4 m reflektoru

v Naini Talu v Indii dne 21,636 (UT) července 1994 v průběhu 17 minut a s amplitudou 1,35 až 2,35 mag, což odpovídá rozpadu úlomku S na tři kusy, a tedy spíše potvrzuje Sekaninův model. Poznamenejme, že nezávisle H. Bhatt v Bangalore pozoroval podobně silný asi půlminutový záblesk v infračerveném pásmu ($1,65 \mu\text{m}$) v čase 21,638 UT. Pak by ovšem i úhrnná hmotnost tohoto úlomku byla vyšší než 1.10^{13} kg a úměrně tomu by se zvýšily i ostatní údaje o celkové hmotnosti úlomků a uvolněné energii při impaktech. Organickým sloučeninám v impaktních skvrnách komety Shoemaker-Levy 9 je věnována poslední práce C. Sagana, jenž ji odeslal do redakce časopisu Icarus v červnu 1996, a jež byla posmrtně publikována v září 1997. Podle S. Höfnera a G. Wuchterla byly impaktní skvrny tvořeny převážně obyčejnými sazemi.

Zatímco převážná většina autorů soudí, že kometa sama byla zachycena Jupiterem už někdy na přelomu 19. a 20. stol., a rozhodně ne později než kolem r. 1920, V. Davydov se přiklání k mechanismu zachycení během slapožného rozpadu komety, což již dávno navrhl E. Öpik. To by znamenalo, že kometa byla zachycena Jupiterem až při těsném přiblížení počátkem července 1992, a nějaké úlomky z tohoto rozpadu dosud kolem Jupiteru obíhají po mírně protáhlé elliptické dráze s poloosou 94 000 km.

Jinak ovšem téměř všechny důležité poznatky o Jupiteru, získané v minulém roce, pocházejí z neúnavné bezchybné činnosti kosmické sondy Galileo, která postupně a opakováně navštěvuje Jupiterovy družice, především pak Europa, Ganymed a Callisto. Na Jupiteru sonda odhalila oblasti s intenzivními bleskovými výboji o rozmezí 30 km, sahající až nad vrcholky obláčné příkryvky. Zjistila též, že polární záře na Jupiteru jsou až o tři rády jasnější než pozemské, což souvisí jednak s intenzivním magnetickým polem planety a jednak s její rychlou rotací. Polární záře se vyskytuje ve výškách $300 \div 1000$ km nad obláčnou pokryvkou, jak prokázala měření z HST. Galileo též prokázal existenci „suchých skvrn“ v atmosféře planety, jež zabírají asi 1% povrchu Jupiteru, v nichž je začleněno vodní páry až o dva rády nižší než v okolí. Jejich charakteristickým rysem je rovněž silná vertikální turbulence. Právě do takové suché skvrny se trefil v r. 1995 sestupný modul sondy, jenž naměřil rychlosť větru až 150 m/s . Skvrny v nízkých severních šířkách zachovávají svou polohu po dlouhou dobu, podobně jako další úkazy Jupiterové atmosféry, tj. bouřková pásma, atmosférické víry nebo dešťové srážky. Sonda rovněž pořídila zatím nejkvalitnější snímek tenkého prstenu kolem planety.

Největší pozornost ovšem budily snímky, pořízené při blízkých průletech kolem Galileových družic Jupiteru. Při průletu 19. prosince 1996 ve vzdálenosti 692 km byly zjištěny první známky ledových komplexů na povrchu *Europy*, jež musejí být podle W. McKinnona mladší než 10 milionů let, neboť nejsou narušeny většími impaktami krátery. Když se sonda 20. února 1997 přiblížila k Evropě na rekordní vzdálenost 580 km, snímky ukázaly, že družice je doslova poseta rozlámanými a znova ztuhlymi ledovými krami, spočívajícími patrně na jakési sněhové břeče.

Europa, zaladený mesiac Jupitera, bol, aspoň pre planetológov, najväčšou senzáciou lanského roka.



případně i tekuté vodě v oceánu o hloubce snad až 100 km. To by znamenalo, že Europa má asi třikrát větší zásobu slané tekuté vody, než kolik jí je na Zemi. Bloky ledu jsou $3 \div 6 \text{ km}$ dlouhé a možná až 2 km tlusté. Jejich stáří není větší než 1 milion let. Poloměr družice byl upřesněn na 1570 km a její střední hustota na trojnásobek hustoty vody. Europa má podle všeho kovové jádro a vnitřní geologickou stavbu obdobnou Zemi, ač je dokonce o něco menší než náš Měsíc. Její magnetické pole je velmi slabé s indukcí 2.10^{-7} T . V polovině prosince 1997 však sonda Galileo znova zlomila rekord, když proletěla pouhých 200 km nad družicí, což zřejmě poskytlo naprosto jedinečné záběry, které v době psaní přehledu odborníci se vzrušením zkoumají.

M. Kivelsonová aj. odhalili magnetické pole **Ganymedu**, jež má dipólový charakter s magnetickou osou skloněnou o 10° vůči ose rotační a s indukcí $7.5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$, tj. asi 70krát slabší než magnetické pole Země. Magnetické pole svědčí o přítomnosti kovového jádra s poloměrem od 400 do 1300 km, nad nímž se pak nachází horninový plášť a ledová slupka tlustá 800 km.

Callisto dle těchž autorů kovové jádro nemá, takže její stavba je homogenní, skladá se asi z 60% hornin včetně kovů, zatímco zbylých 40% představuje stlačený led. Ze všech Galileových družic Jupiteru byla totiž Callisto nejméně vystavena slapožné ohřevu. D. Gurnett aj. z měření při průletu 4. listopadu 1996 ve vzdálenosti 1129 km od této družice určili její poloměr na 2 403 km a potvrdili, že Callisto nemá měřitelné magnetické pole. Podle K. Khurany aj. je střední hustota družice pouze 1,8násobkem hustoty vody.

Sonda Galileo se zatím neodvážila přiblížit k nejzajímavější Galileově družici **Io**, neboť technici se obávají jejího poškození v silném magnetickém poli Jupiteru. Nicméně i pozorování z úctyhodné vzdálenosti 400 000 km odhalila příznaky rozsáhlé a proměnné vulkanické aktivity. Kolem vulkánu Pillan Patera se vytvořila rozsáhlá tmavá skvrna o průměru 400 km a prakticky kolem všech evidovaných sopek byly patrné výrazné proměny. To nezávisle potvrdily též snímky vulkanického výbuchu, získané v červnu 1997 HST – výbuch dosáhl výšky 120 km nad povrchem družice.

Dosavadní výsledky výzkumu Galileových družic shrnul W. McKinnon tak, že na povrchu družic přibývá ledu směrem od Jupiteru. Callisto má nejvíce kráterů, kdežto Ganymed v tomto směru připomíná nejvíce náš Měsíc. Na Evropě je kráterů málo a na Io zcela chybějí právě v důsledku aktivního vulkanismu, jenž velmi rychle mění tvářnost povrchu. Přestože je Io ze všech Galileových družic neblíže k Jupiteru, má vlastní kovové jádro. Během dvouletého nominálního trvání mise Galileo přenesla sonda na Zemi asi 1 GB údajů. Tyto velkolepé výsledky prodlužily sondě Galileo život o další dva roky do podzimu 1999. Během této doby se plánuje 8 přiblížení k Evropě, 4 ke Callisto a v samotném závěru 1–2 lety k Io.

1.1.5. Saturn

Spektrometr STIS HST prokázal v průběhu loňského roku výskyt polárních září u Saturnu a potvrdil, že v porovnání s předešlou generaci přístrojů na HST má o rád vyšší citlivost a až pětkrát lepší úhlové rozlišení. Dvojí průchod roviny Saturnových prstenců Zemí v r. 1995 posloužil k řadě nových zjištění. A. Boshová aj. využili snímku HST z květnového průchodu k určení tloušťky prstenců na $(1,4 \div 0,1) \text{ km}$. Zjistili zároveň, že průchod roviny byl oproti výpočtu opožděn až o 20 minut, takže Saturn se evidentně nechoval jako zcela tuhé těleso. C. Roddier aj. našli na snímku z CFHT na Havaji z 12. srpna 1995 světlý proužek s ostrým okrajem na straně přivrácené k Saturnu a vzdáleností blízkou k oběžnému poloměru družice Enceladus, jež však družici předcházel v délce o 75° a byl skloněn

o 2° k rovině prstenu. Úkaz připomíná oblouky, objevené před časem v soustavě prstenců planety Neptun a má patrně i stejnou příčinu, tj. gravitační interakci drobných prachových částic a kaménků s Mimasem a Enceladem. K. Noll aj. odhalili přítomnost ozonu v atmosférách družic Rhea a Dione a španělský radio-teleskop IRAM nalezl kyanovodík v atmosféře Titanu.

Ovšem to nejlepší nás teprve čeká. 6. října 1997 odstartovala obří kosmická sonda **Cassini** s modulem Huygens, jež proletí v dubnu 1998 a červnu 1999 kolem Venuše, v srpnu 1999 kolem Země a v prosinci 2000 kolem Jupiteru, čímž nabere potřebnou rychlost k tomu, aby se 1. července 2004 usadila na parkovací dráze u Saturnu, jehož povrch a okolí pak bude zkoumat až do července 2008. Modul Huygens by měl mezičít přistát na Titanu 6. listopadu 2004.

1.1.6. Uran

Planetu Uran zkoumal HST v průběhu r. 1995 a výsledky nyní shrnul S. Karkoschka. **Albedo družic i prstenu** vyšlo výrazně vyšší než jak v r. 1985 vyplývalo z měření Voyageru 2, takže např. prsteny odrážejí 6% dopadajícího slunečního záření – více než jádro Halleyovy komety. V prstenu ψ jsou prachové částice navzájem od sebe vzdáleny v průměru o pětinásobek jejich vlastního rozměru. Prsteny a malé družice jsou hnědé, Miranda modrá, Umbriel červená a Oberon žlutý. Také poloměry devíti snímkovaných družic Uranu jsou soustavně větší, než jak se uvádělo z měření Voyageru. Nové snímky Uranu pořídil HST na přelomu července a srpna 1997. Je na nich dobré patrná pásová struktura atmosféry planety a rozsáhlá mračna – na severní polokouli totiž nyní nastává jaro, které ovšem potrvá plných 20 pozemských let.

B. Gladman aj. ohlásili objev dvou nových družic Uranu na základě 12 snímků, pořízených 5,1 m Haleovým teleskopem na Mt. Palomar počátkem září 1997. **Družice S/1997 U1 a U2** měly červené magnitudy 21,9 a 20,4 a byly vzdáleny $6 \div 7$ oblokových minut od Uranu (cca 6 milionů km). Za předpokladu, že jejich albedo činí 0,07, pak odtud vychází poloměr těles na 40 resp. 80 km. Obě tělesa patří k nejvzdálenějším družicím a obíhají po retrográdních velmi protáhlých elliptických dráhách s poloosami 0,05 a 0,043 AU, výstřednostmi 0,20 resp. 0,40, sklony 146° a 153° a oběžnými periodami 654 a 495 dnů. Obě tělesa byla podle J. Luuové téměř určitě zachycena Uranem, takže nejspíš do jeho okolí postupně přitáhla z Kuiperova pásu planetek. Uranova rodina družic se tak rozrostla na 17 členů.

1.1.7. Pluto

S. Stern aj. zpracovali snímky planety Pluto, které pořídila kamera FOC HST ve dvou spektrálních filtroch (278 a 410 nm) na přelomu června a července 1994. Podáralo se jim vhodnou volbou terminů snímků snímku pokryt celým povrchem planety, jevící velké albedové kontrasty. Polární oblasti Pluta nejsou nijak sounárně, ve středních a nízkých šířkách jsou patrné světlé skvrny, které nejspíš souvisejí s ukládáním čerstvého ledu. Navíc jsou tam vidět stovky kilometrů dlouhé lineární útvary. L. Young aj. zjistili z infračervených spekter, pořízených v květnu 1992 pomocí IRTF na Havaji, v atmosféře Pluta plynný metan, což je třetí známá složka – první dve jsou molekulární dusík a oxid uhelnatý. J. Foust aj. se zabýval astrometrickým určením poměru hmotností Charonu a Pluta a obdrželi hodnotu $(0,12 \div 0,01)$, v dobré shodě s údajem 0,11, kterou na základě 60 snímků z let 1992–93 (před opravou optické vady HST) odvodili D. Tholen a M. Buie. Titíž autoři odhalili nepatrnou výššinu dráhy Charonu ($e = 0,008$) a určili velmi přesně délku velké poloosy jeho dráhy $a = (19 636 \div 8) \text{ km}$.

(*Pokračování – 1.2. Meziplanetární látky*)

Problémy s hmotností neutrina

Revoluci ve vědě lze provést jen na základě velice pečlivě provedeného a jednoznačně interpretovatelného experimentálního pozorování

V čísle 1 letošního ročníku časopisu Kozmos vyšel článek věnovaný hypotéze polského fyzika Jakuba Rembielińského, že neutrino je tachyonem. V článku je tato hypotéza uvedena jako „hotová revoluce“ ve fyzice. S takovými výrazy je třeba zacházet opatrně. Archimedes požadoval k tomu, aby pohnul zeměkoulí, pevný bod. Hypotéza potřebuje k tomu, aby se přeměnila v teorii a stala se revoluční ve vědním oboru, pevný bod také. V případě hypotézy je takovým pevným bodem spolehlivý a jasně interpretovatelný experiment, který nelze vysvětlit na základě stávajících teorií. Například pro Einsteinovu speciální teorii relativity byl takovým experimentem Michelsonův pokus. Opřena o tento pevný bod vysvětila speciální teorie relativity kvalitativně nově a jednoduše skutečnosti, které se klasické fyzice té doby jevily jako nezávislé experimentální poznatky. Zároveň předpověděla řadu nových jevů, které mohly být experimentálně potvrzeny. A teprve takový základ ji umožnil provést revoluci ve fyzice. Takové atributy však hypotéza o tachyonovém původu neutrina nemá. Jejím pevným bodem by mohl být experiment s rozpadem tritia. Avšak jak bude dokumentováno níže, lze současné problémy s výsledky těchto experimentů vysvětlit mnohem jednodušejí v kontextu známé fyziky a není potřeba závěr tachyonovou povahu neutrina. Také ostatní problémy, které se v částicové fyzice objevují, neobjasňuje tachyonová hypotéza lépe a jednodušejí než teorie stávající. A pokud máme více teorií vysvětlující daný jev, je třeba vybírat tu nejjednodušší. Tento postup známý pod názvem Occamova břítka je základem vědecké metodiky. A tak představa neutrina jako tachyonu zůstává zatím jen zajímavou hypotézou, která má daleko od toho stát se teorií popisující fyzikální realitu a ještě dále k tomu, aby způsobovala revoluci.

Experiment s rozpadem tritia

Jak už bylo řečeno, základním experimentem, o který se opírá profesor Rembieliński při verifikaci své hypotézy, je studium elektronů vznikajících v radioaktivním rozpadu tritia. Tento experiment je základní metodou pro určování hmotnosti neutrina m_ν . Je založen na tom, že při beta rozpadu tritia vzniká jádro ${}^3\text{He}$, elektron a antineutrino. Rozpad je tříčásticový, a proto mají vyletující elektrony spojené energetické spektrum. Pro vyšší energie klesá rychle počet elektronů s růstem energie a stává se nulovým pro energii rovnou hodnotě energie rozpadu jádra tritia $Q_\beta = 18.6 \text{ keV}$. Spektrum lze v jeho části blízké hraniční energii linearizovat, jak je ukázáno na obr. 1. Takovému zobrazení se říká Kurieho graf. Pro nulovou klidovou hmotnost neutrina je konec spektra lineární. Při nenulové hmotnosti neutrina klesá počet elektronů rychleji a stane se nulovým pro energii elektronu rovnou rozpadové energii snížené o klidovou hmotnost neutrina, vyjádřenou v energetických jednotkách $Q_\beta - m_\nu c^2$ (viz obr. 1). Ve vztahu, který energetické spektrum elektronů

popisuje, nevystupuje přímo hmotnost neutrina m_ν , ale její kvadrát m_ν^2 , jehož hodnotu můžeme analyzovat experimentálních dat obdržet. Situace, ve které by počet elektronů klesal pomaleji než lineárně a u hraniční energie bychom pozorovali přebytek elektronů, by odpovídala standardním fyzikálním teoriím. V takovém případě bychom obdrželi zápornou hodnotu m_ν^2 . Jedním z možných vysvětlení takové situace by mohla být právě hypotéza tachyonového původu neutrina. Z uvedeného plyne, že pro určení hodnoty m_ν^2 neutrina by mělo stačit změřit spektrum elektronů z rozpadu tritia a podívat se na jeho tvar v blízkosti hraničního bodu.

Problém však nastává, jestliže je hmotnost neutrina jen velice malá a tvar spektra se od lineárního znatelně liší jen na úplném konci spektra těsně u hraniční energie. V tomto případě se projevuje řada jemných vnějších efektů, které mohou výsledek našeho měření ovlivnit. Uvedeme zde pět nejdůležitějších.

1. V žádném z dosavadních experimentů nebylo jádro tritia osamoceno, ale vždy bylo obklopeno elektrony v různém energetickém stavu. Pro určení energie rozpadu je pak třeba vzít do úvahy nejen energii jádra ale energii celého atomu v počátečním a koncovém stavu. Navíc pro některé druhy radioaktivního zdroje je třeba vzít do úvahy i vliv molekulárních vazeb. Dosud se totiž používá jako zdroj místo volného tritia molekula ${}^3\text{H}_2$ nebo složitější sloučeniny uhliku a vodíku.
2. Elektron, vzniklý při rozpadu, se pohybuje hmotou zdroje, kde může dojít k jeho rozptylu a ztrátě energie.
3. Velmi důležitý je i vliv energetického rozlišení a průběhu přístrojové odezvy použitého elektro-nového spektrometru. Při nedostatečném rozlišení hledaný efekt ve spektru zanikne a nesprávně určená přístrojová odezva může hmotné neutrino zdánlivě vytvořit či potlačit.
4. Protože zkoumáme jen velmi malou oblast spektra těsně u hraniční energie, je pro nás užitečná jen nepatrná část elektronů vylétajících ze zdroje. Pro představu v současné době na jeden elektron v užitečné části spektra připadá sto milionů těch, které potřebujeme odfiltrovat. Stačí však, aby jen velmi malá část z nich se z nějakých důvodů ve spektrometr „zatoulala“ na nepravé místo, a může spektrum zkreslit a měření znehodnotit.
5. Pro získání dostatečné statistiky měřených elektronů je třeba provádět až několikaměsíční měření. Po celou dobu je třeba udržet velmi vysokou stabilitu jak přístroje, tak i radioaktivního zdroje. Vliv těchto efektů je třeba co nejvíce potlačit. Pokud odstranit nejdou, musí se při analýze měření korigovat a nepřesnost určení těchto korekcí vnáší do získaných hodnot hmotnosti neutrina systematické chyby.

Historie měření hmotnosti neutrina

První dva takové experimenty byly provedeny v roce 1949. Obě skupiny určily, že hmotnost neut-

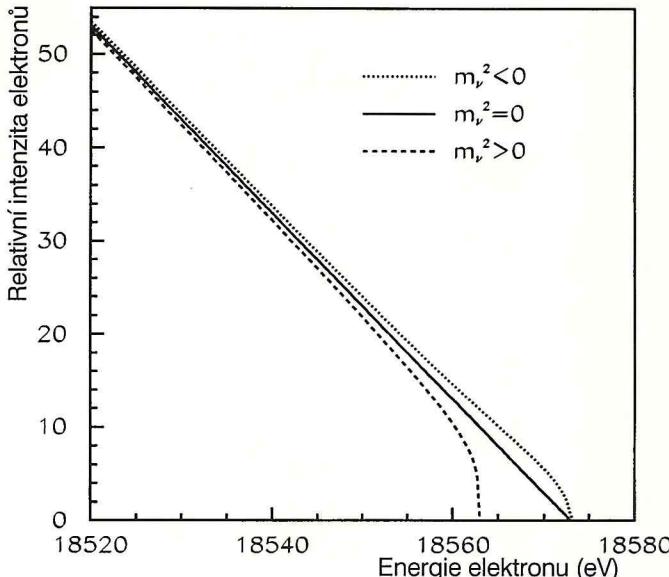
rina je menší než 1 keV^2 . Kvalitativním skokem se stal experiment K. E. Bergkvista provedený v roce 1972, který je považován za klasický. Jeho výsledek velice dobře souhlasil s nulovou hodnotou hmotnosti neutrina a po započtení neurčitosti měření stanovil horní hranici pro $m_\nu < 60 \text{ eV}/c^2$. V průběhu osmdesátých let byla provedena řada měření v Ústavu teoretické a experimentální fyziky v Moskvě. V těchto měřeních byla naměřena nenulová a kladná hodnota kvadrátu hmotnosti neutrina, která odpovídala hmotnosti neutrina mezi $17 \text{ eV}/c^2$ až $40 \text{ eV}/c^2$. Tato měření, o kterých se hodně psalo i v populárních časopisech a tisku, nebyla sice v rozporu s měřením K. E. Bergkvista, ale další přesnější měření je nepotvrdila. Jak si ukážeme dále, tak vysokou hodnotu hmotnosti neutrina vyloučilo i pozorování neutrín ze supernovy SN1987A. Problémem těchto měření bylo nejspíše právě určení odezvy použitého elektronového spektrometru včetně správného uvážení energetických ztrát elektronů v radioaktivním zdroji.

V devadesátých letech byla provedena řada zdoníkonalých měření, která ještě více snížila hranici pro hmotnost neutrina. Všechna tato měření měla, jak už bylo psáno v článku o tachyonové povaze neutrina, přebytek elektronů v koncové části spektra, a tedy hodnotu kvadrátu hmotnosti neutrina m_ν^2 zápornou. Přehled získaných výsledků je uveden v tabulce. Jak je vidět, většina hodnot však po započtení statistických i systematických chyb neodporuje nulové (či velmi malé kladné hodnotě) m_ν^2 . Nulovou či kladnou hodnotu prakticky vylučují pouze měření 1, 6, 7 a 8. Hodnoty získané v experimentech 1 a 6 jsou však přesnějšími měřeními zpochybňena a nejspíše zde došlo k podcenění systematických chyb. Zůstávají pak dvě sady měření uskutečněné v Troicku (Rusko). Toto experimentální zařízení je spolu se zařízením na Universitě v Mainzu (SRN) v současné době přístrojem nejcitlivějším.

Cílo	$m_\nu^2 [\text{eV}^2/\text{c}^4]$	Rok	Laboratoř
1.	$-147 \pm 68 \pm 41$	1991	Los Alamos (USA)
2.	$-65 \pm 85 \pm 65$	1991	Tokio (Japonsko)
3.	$-24 \pm 48 \pm 61$	1992	Zurich (Švýcarsko)
4.	$-39 \pm 34 \pm 15$	1993	Mainz (SRN)
5.	$-31 \pm 75 \pm 48$	1993	Peking (Čína)
6.	$-130 \pm 20 \pm 15$	1995	Livermore (USA)
7.	$-22 \pm 4.8 \pm 3.8$	1995	Troick (Rusko)
8.	$-20.6 \pm 5.8 \pm 13$	1996	Troick (Rusko)
9.	$-22 \pm 17 \pm 14$	1996	Mainz (SRN)

Měření hodnoty m_ν uskutečněná v posledním desetiletí. Nejdříve je uvedena získaná hodnota, pak statistická chyba jejího určení a nakonec odhad systematické chyby.

Na fyzikální konferenci věnované problematice neutrín, která se konala v září 1997 v Erice (Itálie) uveřejnil V. M. Lobašev nová měření uskutečněná v Troicku a také novou analýzu předchozích měření. Ukazuje se, že na tvar spektra mají vliv energetické ztráty v použitém plynném tritiovém terci. Po novém měření a opakování analýzy předchozích byly získány tyto hodnoty pro m_ν^2 : $-22 \pm 5 \pm 4 \text{ eV}^2/\text{c}^4$ (měření z roku 1995), $-14 \pm 6 \pm 4 \text{ eV}^2/\text{c}^4$ (1996) a $-11 \pm 4 \pm 4 \text{ eV}^2/\text{c}^4$ (1997). Je vidět, že hodnota je velmi malá a tvar spektra se mění od měření k měření. Tato časová závislost by mohla ukazovat na nějakou přístrojovou nestabilitu. Dala by se sice vysvětlit i tachyonovou povahu neutrina či vlivem reliktových neutrín a pohybem Země vůči speciální vztahové soustavě, ale taková vysvětlení by potrebovala velice speciální podmínky a radikální změny dosavadních fyzikálních představ. Například množ-



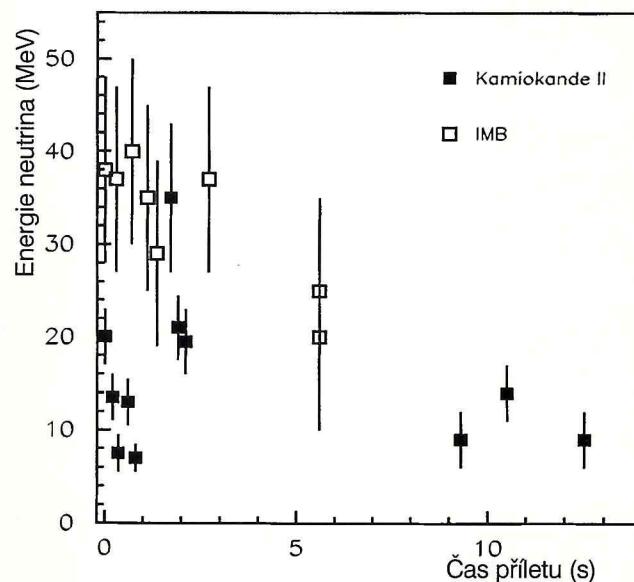
Obr. č. 1: Závislost počtu elektronů na jejich energii v Kurieho zobrazení. Jako příklad nenulové velikosti kvadrátu hmotnosti neutrina byla zvolena hodnota $|m_\nu^2| = 100 \text{ eV}^2/c^4$.

ství reliktních neutrín by muselo být o mnoho řádů větší, než jsou naše současné odhadry. Pro takové radikální interpretace není výsledek měření dostatečně průkazný.

Na stejně konferenci byla zveřejněna i nová analýza systematických chyb měření z Mainzu. Uzkuje se, že záporná hodnota v tomto případě byla z velké části způsobena vlivem nehomogenit v tluštičce vrstvičky zkopalněného tritia na povrchu nosné uhlíkového podložce. To lze téměř odstranit, jestliže budeme teplotu terče udržovat pod hodnotou 2.5 K. Navíc se ukazuje, že při vysokých intenzitách zdroje vzniká na podložce kladný náboj a ten zase ovlivňuje energii vyletujících elektronů. Nová měření, která jsou prováděna v současnosti a při kterých se tyto nežádoucí efekty korigují, nepotvrďila zápornou hodnotu m_ν^2 . Citlivost však zatím ještě nedosáhla úrovně měření provedených v Troicku.

Je vidět, že současné experimenty nemohou vyloučit nulovou ani kladnou a ani zápornou hodnotu kvadrátu hmotnosti neutrina. Jednoznačně lze jedině říci, že hodnota omezení na hmotnost neutrina se v průběhu posledních desetiletí neustále snižuje a v současnosti dosáhla v měřeních uskutečněných v Troicku hodnoty $m_\nu < 4 \text{ eV}/c^2$. Nová právě probíhající měření a hlavně lepší poznání a potlačení zdrojů systematických chyb jak v Troicku, tak v Mainzu slibují zpřesnit měření až k hodnotě $2 \text{ eV}/c^2$. Abychom se dostali pod $1 \text{ eV}/c^2$, je již třeba postavit větší a dokonalejší spektrometr. To už je hodnota, která má značný význam z hlediska astrofyziky. Pod ní by už totiž nebylo jednoduché vysvětlovat problém skryté hmoty pomocí neutrín. Podobnou hodnotu udává i předběžný výsledek experimentu LSND v Los Alamos, který měří oscilace neutrín. W. C. Louis informoval na již zmíněné konferenci v Erice, že se jim podařilo oscilace neutrín naměřit a jejich průběh ukazuje, že alespoň jeden druh neutrín má hmotnost $0.5 \text{ eV}/c^2$. Ovšem i v tomto případě se jedná o měření na hranici možnosti a je nutná důkladná diskuse všech možných zdrojů nepřesnosti.

Rozepsal jsem se o historii měření neutrín tak podrobně, protože na tomto příkladu je pěkně vidět, jak opatrně a s pečlivou analýzou všech možných zdrojů nepřesnosti je třeba přistupovat k měřením, která by mohla v budoucnu přinést třeba i radikálně změnu našeho pohledu na realitu. Čím radikálnější



Obr. č. 2: Závislost energie neutrín na čase detekce. Okamžik příletu prvního neutrina v každém experimentu byl definován jako čas nula.

a neobvyklejší je fyzikální teorie, tím nespornější a nevyvratitelnější musí být experimentální měření, o které se opírá. Podobná měření velmi jemných efektů jsou často velmi dlouhodobá až nimiravá, ale také zajímavá až dobrodružná.

Neutrina ze supernovy SN1987A

Jestliže se chceme na neutrina podívat jako na tachyonové částice, je důležité určit, jakou rychlosť se pohybují. K určení této rychlosť nám pomohlo studium výbuchu supernovy SN1987A. Dne 23. února 1987 byla ve Velkém Magelanově oblaku objevena supernova II typu. Krátce před příchodem optického signálu zaznamenaly celkem čtyři detektory neutrínový záblesk. Japonský detektor Kamiokande II zaznamenal 11 případů s energií od 7.5 do 36 MeV přicházejících v časovém intervalu 12 sekund. Detektor IMB v USA pak osum případů s energií 20 až 40 MeV v rozmezí 8 sekund. Případu z těchto dvou detektorů jsou zobrazeny na obr. 2. Dva menší detektory zaznamenaly úměrně slabší signál. Baksanský detektor v Rusku tři případy s energií 12–17 MeV a detektor pod Mt. Blanckem dva případy s energií 7–9 MeV.

Vzdálenost k Velkému Magelanově oblaku je okolo 150 000 světelných let a tedy doba letu světla ze supernovy k Zemi $t_\gamma = 150 000$ let. Pozorování začátku optického zjasňování supernovy a neutrinového záblesku proběhlo ve velmi krátkém časovém intervalu. Nepřesnost v určení shody doby letu fotona a neutrín je dána hlavně nepřesností určení začátku zjasňování z pozemských pozorování, která je řádově několik hodin. Dále pak nepřesnost počátku optického zjasňování a neutrinového záblesku plynoucí z nepřesnosti našich modelových představ o průběhu výbuchu supernovy. Ta by však měla být menší než dvě hodiny. V každém případě je však nepřesnost určení rozdílu doby letu fotonu t_γ a neutrín t_ν menší než 10 hodin. Pro rozdíl mezi rychlosť světla a neutrín v pak platí:

$$|c - v|/c = |(t_\nu - t_\gamma)|/t_\nu < 10^{-8}$$

Vidíme, že rychlosť světla a rychlosť neutrín s pozorovanou energií se liší o méně než miliontinu procenta.

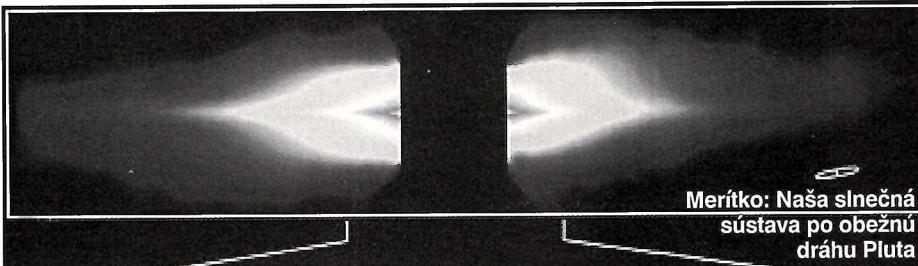
Jestliže by neutrino mělo nenulovou klidovou hmotnost, tak by měla podle speciální teorie relativity

neutrina s větší energií přicházet dříve a s menší energií později (v případě tachyonové povahy neutrín by tomu bylo právě naopak). Jestliže se však podíváme na obr. 2. nevidíme žádnou závislost doby příchodu na energii pozorovaného neutrina. Z časového rozmezí několika sekund, ve kterém neutrina přicházela a intervalu jejich energií (okolo 30 MeV) dostáváme ve vztahu mezi energií a rychlosť speciální teorie relativity omezení na hmotnost neutrina $m_\nu < 10 \text{ eV}/c^2$. Tato hodnota je ve shodě s hodnotou získanou v experimentech s rozpadem tritia.

Velice málo tachyonovské tachyony

Jak je vidět z předešlých částí, tak hypotéza o tachyonovské povaze neutrín nemá zatím žádnou podporu v experimentálních pozorování. I kdyby se však nakonec ukázalo, že neutrina tachyon jsou, budou se jako tachyony chovat jen minimálně. Jejich rychlosť bude velmi blízká rychlosti světla a ve většině případů od ní nerozlišitelná. Vždyť se současné horní hranice pro hmotnost neutrina plynoucí z experimentů s rozpadem tritia dostáváme, že rychlosť menší než je polovina rychlosti světla by při „normální“ povaze neutrín měla neutrina s kinetickou energií menší než 0.5 eV. Při předpokladu stejné povahy růstu kinetické energie s přibližováním se k rychlosti světla pro tachyony dostáváme, že rychlosť rovné násobku rychlosti světla dosáhne tachyonové neutrino s energií menší než 0.5 eV. Tato energie je velice malá a neobvyklá v oblasti jaderých přechodů. I ve světě molekulárních vazeb se jedná o energii spíše nižší. Jen pro srovnání energie disociace kyslíkové molekuly je 5 eV, tedy o řadu vyšší. Detekce takových neutrín je sice principiálně možná, ale velice obtížná. I v případě řešení tohoto problému by se však naše sledování vzdálených událostí ve Vesmíru příliš nezrychlitila. Vzhledem k tomu, že uvidíme pomocí světla za 2 miliardy let, uvidíme pomocí tachyonového neutrina za 1 miliardu let, což není zase tak velký rozdíl. V každém případě však představa o pozorování Vesmíru v reálném čase pomoci neutrín, jak je nastíněna na konci článku Piotra Cieslińského, je nerealizovatelná.

Vladimír Wagner,
Ústav Jaderné Fyziky AVČR



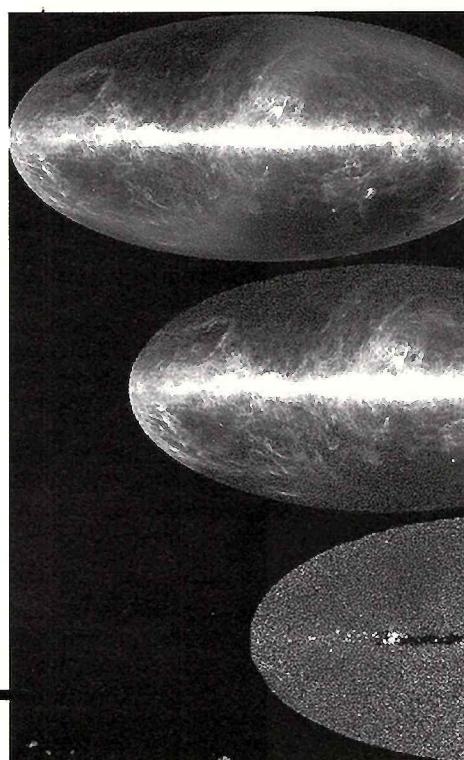
COBE: Vesmír v infrasvetle

Na týchto troch snímkach vidíte celú oblohu, ako by sme ju videli v infračervenom svetle. Vrchné dve snímky sú sendvičom z troch fotografií vo vlnových dĺžkach 60, 100 a 240 mikrometrov, pričom príslušné jasnosti sú vyznačené na farebnej snímke modrou, zelenou a červenou farbou (na čiernobielych snímkach príslušnými odtienkami šedej). Na najspodnejšom obrázku vidíme vesmír iba na vlnovej dĺžke 240 mikrometrov po odčítaní svetla našej Slnečnej sústavy a Galaxie. Tieto snímky boli vyhotovené na základe údajov, ktoré získal Diffuse InfraRed Background Experiment (DIBRE) na palube družice COBE medzi decembrom 1989 a septembrom 1990. Snímky zviditeľňujú etapy postupného objavovania žiarenia kozmického pozadia – teda žiarenia, ktoré vyprodukovali všetky, aj dávno zaniknuté hviezdy, od big bangu až podnes. Toto žiarenie dnes detegujeme ako infračervené jednak kvôli červenému posuvu, ale najmä kvôli tomu, že kozmický prach vyžierené teplo najsíkô absorbuje, aby ho neskôr reemitoval.

Prvá snímka je celoblohová fotografia v infračervenom svetle. Jasný, vo farbe žltoranžový pás, prechádzajúci stredom snímky, vznikol žiareniom medzhviezdneho prachu, sústredeného v rovine Galaxie. Stred Galaxie je uprostred snímky. Chumáčiky nad a pod týmto pásmom, vo farbe červenej, zviditeľňujú ďalšie oblaky medzhviezdneho prachu. Útvár v tvare písma S vznikol žiareniom medziplanetárneho prachu v slnečnej sústave, ktorý je koncentrovaný v rovine ekliptiky.

Na snímke uprostred vidíme vesmír po odčítaní žiareni medziplanetárneho prachu. Dominuje teda žiarenie medzhviezdneho prachu v Mliečnej ceste. Dva jasné objekty uprostred pravého spodného kvadrantu sú susedné galaxie – Veľká a Malé Magellanovo mračno.

Po odstránení infračiarenia Slnečnej sústavy a Galaxie ostáva iba izotropné infračervené žiarenie kozmického pozadia. Čiara uprostred snímky je po-



BETA PICTORIS skúšobným kameňom teórie formovania planét

Skrivenie tenkého prachového disku, ktorý obklopuje planétu Beta Pictoris, spôsobuje podľa všetkého gravitácia blízkej hviezdy, alebo neviditeľný sprivedca, hnedý trpaslík. K tomuto záveru prišli astronómovia po preštudovaní predvylážajúcich snímok (HST) tejto mladej hviezdy. Okraj disku je od hviezdy vzdialenosť 11 miliárd kilometrov. Skrivenie disku bolo pozorované iba na jeho vnútornom okraji. Tento efekt malo vyvolávať pôsobenie planét obiehajúcich medzi hviezdom a diskom. Snímky, získané pomocou Wide Field Planetary Camera 2, však odhalili, že také veľké zakrivenie muselo spôsobiť oveľa väčšie teleso. Vedcom sa zdá byť zatiaľ najväčším vysvetlením stretnutie Beta Pictoris s neznámou veľkou hviezdou, ktorá sa udialo pred 100 miliónmi rokov; takáto hvieza naozaj mohla deformáciu disku spôsobiť.

Existuje však aj iné vysvetlenie: možno je Beta Pictoris binárnym systémom, ale menšieho súpútnika, slabú hviezu, nedokážeme predbežne našimi prístrojmi rozlísiť. Je možné, že ide o hnedého trpaslíka, hviezdu, ktorá má príliš malú hmotnosť na to, aby sa v nej vznieli termojadrové procesy.

Už dávnejšie pozorovania HST signalizovali ohnutie a skrutenie disku na Beta Pictoris. Vtedy sa to považovalo za dôkaz prítomnosti veľkej planéty, obiehajúcej hviezdu po výstrednej dráhe, pretínajúcej rovinu disku, čo vysvetľuje aj jeho prehnutie na dvoch protifaľhých miestach.

Už roku 1996 vyslovil Chris Burrows domienku, že deformáciu tohto i iných podobných diskov môžu spôsobiť veľké planéty, väčšie ako Jupiter, ale zároveň upozornil aj na to, že súčasnými prístrojmi, metódami a spôsobom spracovania údajov ešte dlho nedokážeme objaviť také planetárne sústavy ako je naša.

Na prvej snímke z HST vidíte disk okolo Beta Pictoris vo falošných farbách, zviditeľňujúcich jeho svietivosť. Smerom k periférii svietivosť disku, spôsobená rozptylom svetla na prachu, klesá. Čierny pás uprostred prekryva hviezdu, ktorej svetlo by znemožnilo exponovanie oveľa slabšie žiariaceho disku. Nakoľko je disk naklopený hranou k Zemi,

na obrázku je viditeľný jasný predel pozdĺž celého disku.

Na druhej snímke, ktorú HST získal v septembri, vidíme časti deformovaného disku 15 AJ po oboch stranach od Beta Pictoris, teda vo vzdialnosti obežnej dráhy Urána. Táto snímka vrátila skeptikom náladu: sú takmer presvedčení, že jasne viditeľné zhustenia v disku môžu spôsobovať iba objekty tvoriacich sa planét.

– Pozorovanie cirkumstellárnych diskov je rovako tažké, ako čítanie autoznačiek, keď vám Slnko svieti do očí, – vysvetluje Sally Heap z Goddard Space Flight Center. – Väčšina svetla v zábere pochádza priamo z hviezdy, iba nepatrnu časť reflektoje materiál v disku. Najväčším problémom je odseparovať svetlo hviezdy tak, aby sme videli disk. Čím viac zmenšujeme centrálnu clonu, aby sme videli väčšiu časť disku, tým väčšia žiara nás oslepuje, ale iba takto môžeme overiť, či deformácie, predpovedané teoreticky, existujú aj v skutočnosti. Napríklad vlnovité zakrivenia disku by mohol spôsobiť aj tlak hviezdneho vetra, ale rozmiery a tvar takých „pokrčení“ sú iné ako tie, ktoré pozorujeme. Pozorovaná deformácia je kompatibilná s planétou, obiehajúcou Beta Pictoris. Iba gravitácia masívnej planéty totiž dokáže vytvárať na okraji disku krúžiacu vlnovku, ktorú pozorujeme.

Pozorovanie Beta Pictoris nám zviditeľňuje vlastnú minulosť, pretože táto hvieza sa podobá na mladé Slnko. Ak by malo Slnko teraz 50 rokov, Beta Pictoris by mala sotva pol roka. Je to hvieza rovnakého typu, hoci o niečo masívnejšia a leží relativne blízko: sotva 60 svetelných rokov od Slnka.

Hypotetická planéta môže byť obrom, niekoľko-násobne väčším ako Jupiter, ale obiehajúcim svoju hviezdu po tesnej obežnej dráhe. Môže to však byť aj relatívne malá planéta (10-krát väčšia ako naša Zem), ale obiehajúca po vzdialenej obežnej dráhe. To všetko sa časom dozvieme. Tak, alebo onak: Beta Pictoris sa stala objektom, na ktorom si zatiaľ najspôsobilivejšie môžeme overiť naše teórie o vzniku a vývoji planetárnych sústémov.

Podľa HST Press Release: Pavol Schwartz

zostatkom po odstránení žiarenia Galaxie. Vedecký tím DIBRE ohlásil detekciu IČ žiarenia kozmického pozadia aj na vlnovej dĺžke 140 mikrometrov a stanovil jej hranice aj pre jeho jasnosť na ďalších ôsmich vlnových dĺžkach: od 1,25 do 100 mikrometrov. Astronómovia takto po prvýkrát detegovali infračervené žiarenie kozmického pozadia, vyžareného prachom, ktorý nahrievá teplota všetkých hviezd od prvopočiatku sveta!!

Objav tohto „fosilného žiarenia“ možno porovnať s tým, keď zhasneme v izbe všetky svetlá, aby sme mohli pozorovať tajuplné žiarenie podlahy, stien a nábytku. Zo získaných hodnôt infražiarenia dokážu vedci určiť hornú hranicu pre celkové množstvo energie, uvoľnenej všetkými hviezdami, (aj tým, čo už zamikli) vo vesmíre. Astronómovia sú presvedčení, že namerané hodnoty im umožnia vytvárať oveľa spôsahlivejšie modely procesov vzniku a vývoja hviezd a galaxií po big bangu.

Vedcov prekvapilo veľké množstvo doteraz neobjavených hviezd, ktoré unikli aj najväčším ďalekohlásom, pretože sú zahalené v oblakoch prachu, alebo sa nachádzajú tak ďaleko, že ich svetlo nedokážu rozlíšiť ani najcitlivejšie optické teleskopy. Ukazuje sa, že mnoho hviezd prekízlo aj „okami siete“ takých ultracitlivých prehliadiok ako Hubble Deep Field, ale všeprítomný prach ich existenciu prezradil: prach absorbuje a opäť do okolitého priestoru vyžaruje na infračervených vlnových dĺžkach teplota aj najutajenejších hviezd. Je v ňom zakódovaná informácia o ich existencii.

Pripomeňme si, že satelit COBE už začiatkom 90. rokov získal (pomocou ďalších dvoch prístrojov na palube) presné spektrum a mapu rozloženia iného kozmologického reliktu – zvyškového mikrovlnného žiarenia pozadia. Objavenie infračerveného žiarenia pozadia však bolo oveľa tvrdším orieškom. Na rozdiel od mikrovlnného žiarenia, ktoré na milimetrových vlnách prenikne všetkými prekážkami vo vesmíre, do infračerveného žiarenia pozadia sa premieta aj žiarenie prachu v Slnečnej sústave, hviezda a prachu v Galaxii, emisie zemskej atmosféry i samotného prístroja. Posledné dva problémy rieši COBE chladením svojich prístrojov až na absoluálnu nulu, na dobrej pomoci je mu i nízka teplota prostredia na obežnej dráhe okolo Zeme.

COBE celých 10 mesiacov snímal oblohu súbežne na desiatich vlnových dĺžkach od 1 do 240 mikrometrov. Astronómovia potom namodelovali a odčítali infračerveno žiariace objekty v popredí. Identifikovať medziplanetárny prach bolo pomerne ľahké, pretože mení svoju jasnosť počas obehu Zeme okolo Slnka. Medzihviezdny prach v Galaxii sa identifikoval podľa štruktúry oblakov a žiarenie hviezd bolo odstránené pomocou detailného modelu rozloženia hviezd rôznych typov v rôznych končinách Galaxie.

– Podaril sa nám ďalší veľký krok, ktorý premení kozmológiu na vedu, vychádzajúcu pri svojich teóriach z pozorovania, – vyhlásil po skončení experimentu Michael Hauser, šéf výskumného tímu DIBRE.

Podľa HST Press Release napísal Jozef Világí

SOFI: Prvé snímky nového infračerveného detektora

Na tomto obrázku je známa hmlovina Tarantula na našej najbližšej susednej galaxie – Veľkého Magellanovho

Mračna. Obrázok je kompozíciou troch

expozícii s úzkymi filtrovami.

Prvý pracuje na vlnovej dĺžke čiary gama atomárneho vodíka, druhý čiary ionizovaného železa

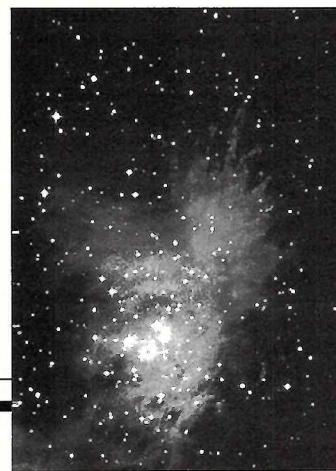
a tretí čiary

molekulárneho vodíka. Odtiene sedi reprezentujú stupeň ionizácie plynu.



SOFI – nový infračervený zobrazovací prístroj, kombinovaný so spektrografom na ESO (Južné Európske Observatórium) po prvýkrát uzrel svetlo sveta na ďalekohlade NTT (New Technology Telescope; 3,5 m priemer zrkadla) 6. decembra 1997. Jeho uvedenie do prevádzky bolo plánované práve na tento deň a bolo to menej ako 2 roky po tom, ako začali prebiehať práce na jeho detailnom návrhu. Tento prístroj je pokračovateľom ISAAC, najväčšieho infračerveného spektrografovi a CDD kamery skonštruovanej špeciálne pre ESO na VLT (Very Large Telescope – stavia sa v Paranal, 130 km južne od Antofagasta v Chile). Veľký význam SOFI je v jeho megapixelovom plošnom detektore, ktorý je citlivý na IR žiarenie vlnových dĺžok 1 až 2,5 mikrónov (1 mikrón = 0,000001 m), čo je 2 až 5-krát viac než u viditeľného svetla. Obrázky priložené k tomuto článku sú jedny z prvých snímkov získaných kombináciou SOFI a NTT. Najviac času pri vývoji SOFI sa venovalo preberaniu niektorých technických riešení použitých pri ISAAC, nastavovaniu jednotlivých detektorov a prispôsobovaniu obslužného softvéru.

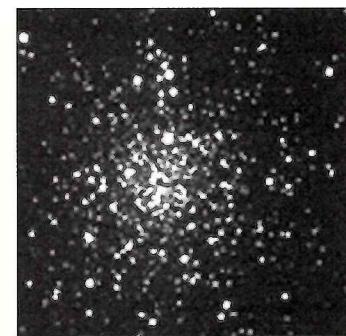
Toto je kompozícia troch jednodominútových expozičí Veľkej Hmloviny v Orióne. Prvá snímka bola urobená v úzkopásmovej filtri v čiare ionizovaného vodíka. Druhá v čiare ionizovaného železa a tretia v čiare molekulárneho vodíka. Atomárny vodík je ionizovaný dobre známu hviezdou Trapéz a ostatnými hručími hviezdami v tejto oblasti. Emisia čiar ionizovaného železa je spôsobená výtryskmi hmoty z rodiacich sa hviezd v OMC1 molekulárnom mračne.



Tým, že bol ISAAC preinštalovaný na VLT, mohli byť dôležité časti SOFI už predtým otestované na NTT. Posledné testovacie a overovacie pozorovania sú plánované na marec 1998 a pravdepodobne prevádzka SOFI by sa mala začať v júni 1998.

Čo sa týka optického vybavenia SOFI, je to veľmi komplexné zariadenie, vybavené rôznymi filtrovami, hranolmi a polarizátormi, ktoré môžu byť kombinované tak, aby sa získali žiadané či už spektroskopické, alebo obrazové dátá pre rôzne výskumy. Základ prístroja tvorí vylepšený plošný detektor veľkosti 1024×1024 pixelov, citlivý na IR žiarenie (Hg Cd Te detektor, podobný sa využíva aj na Havajskej ostrove, vyvinutý Rockwell International Science Center). Tento detektor má skoro 300-krát viac pixelov a pritom 100-krát menej elektronického šumu (tj. temný prúd, studené pixle) než kamery používané v minulom desaťročí. Prístroj pracuje so širokými a úzkymi spektrálnymi filtrovami so škálami od 0,29 až po 0,075 oblúkových sekund na pixel a maximálne pozorovacie pole je 5×5 oblúkových minút.

Podľa ESO Pavol Schwartz



Obrázok guľovej hviezdokopy NGC 1261 urobený 12-sekundovou expozičiou na vlnovej dĺžke 1650 nm. Všimnite si vynikajúce rozlišenie, dosiahnuté práve vďaka SOFI.

Newton

203/900

Ked' som asi pred rokom písal do Kozmosu (Kozmos 1/97, strana 27) o svojej pozorovateľni, fotografoval som vtedy ešte so zapožičaným Newtonom 200/970. Rozhodol som sa, že tento nedostatok odstráním. Poradil som sa s priateľom Ferom Michálkom a asi v polovici septembra 1997 som začal robiť prvé výpočty a náčrtky. Presne na Silvestra som do svojej pozorovateľne osadil vlastný Newton 203/900.

Všetky mechanické časti boli vyrobené v školských dielňach SPŠ Považská Bystrica, kde pôsobím ako učiteľ. Bolo to teda nielen moje dielo, ale najmä dielo šikovných rúk mojich dielenských kollegov. Práce zvládli veľmi dobre. Najväčší problém bol zohnať materiál – najmä mosadz, hliník, dural a silón, ktoré sú v súčasnosti pre drobnonáčupcu takmer nedostupné.

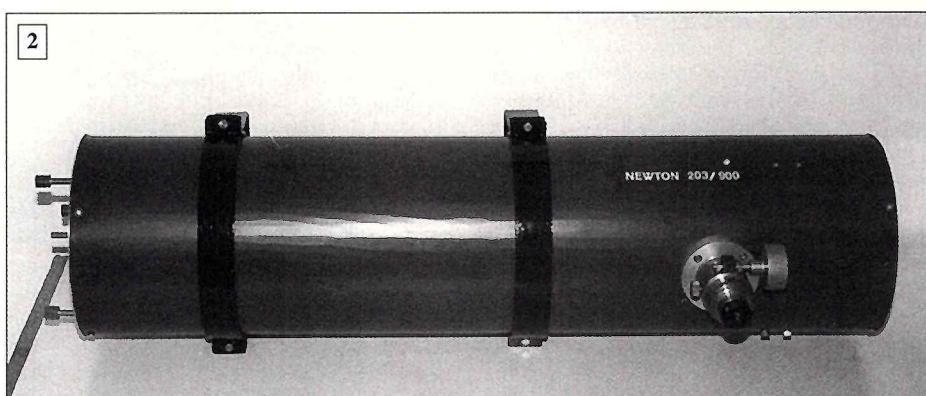
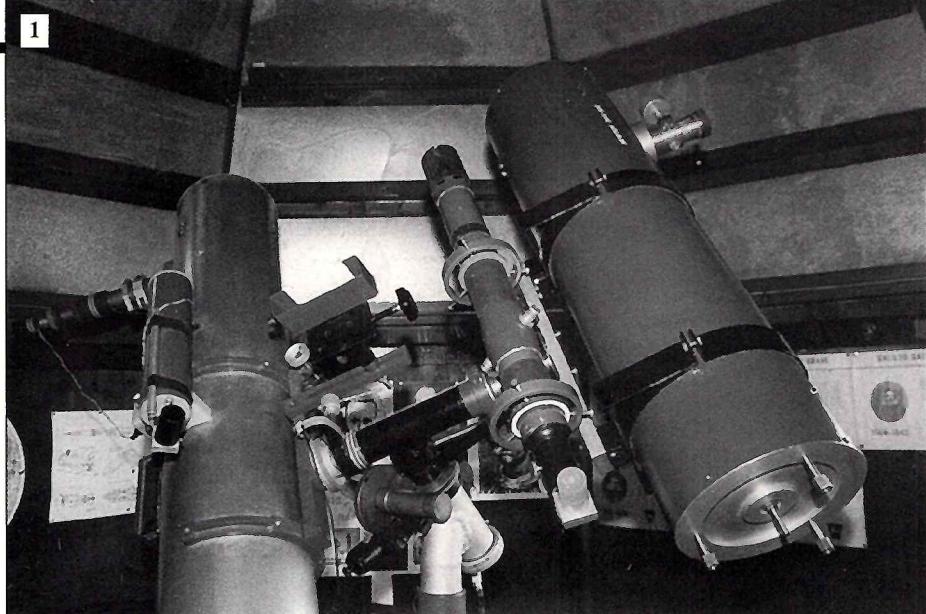
Primárne zrkadlo je uložené v AC mise, centrovateľné tromi mosadznými skrutkami. Tubus je ocelový, hrubý 1 mm. Sekundárne zrkadlo je uložené v AC nosiči a je centrovateľné tromi párami špicí. Okulárový výťah, celý vyrobený z mosadze, je hrebeňový. Vnútro tubusu je natreté základnou farbou a dvakrát čiernom matnou farbou. Vrch má tiež základnú farbu a dvojitý hnedý náter Slovakrylom.

Centrovanie optiky som robil podľa návodu v Astronomickej ročenke 1997. Pretože počasie bolo v januári veľmi zlé, optiku som stihol otestovať len na Mesiaci, a to okulárovou projekciou s ekviwalentným ohniskom 7,16 m. Expozičná doba 2 sekundy, materiál KONICA 400. Bola to skrývačka medzi mrakmi a na zaostrenie som mal len niekoľko sekúnd. Fotografie však svedčia o tom, že optika, ktorú mi robil Milan Kamenický, je veľmi dobrá, a chcem sa mu touto cestou podakovať.

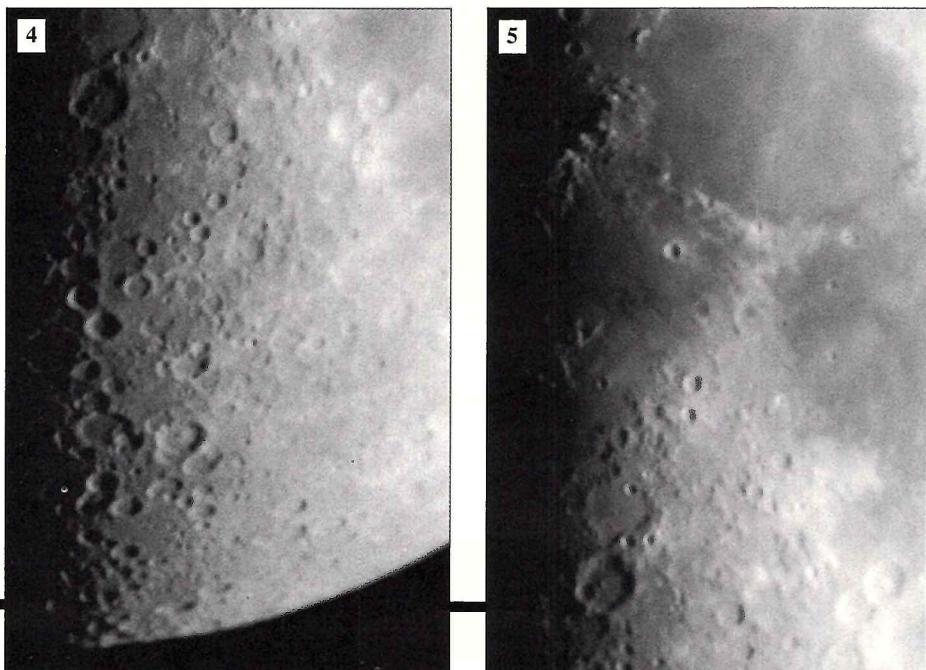
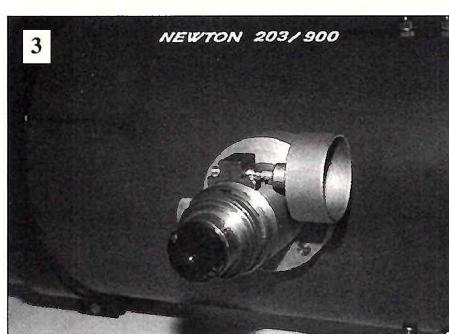
Koncom januára sa počasie na pár dní umúdrilo, a tak som urobil ďalšie zábbery. Vážnym záujemcom môžem poslať kompletnejší výkresovú dokumentáciu všetkých vyrábaných súčiastok (asi 15 výkresov), spracovaných grafickým počítačovým programom ACAD. Plány do budúcnosti? CASSAGRAN 150/3000. Dokumentáciu naň mám už takmer hotovú, ba aj zopár dielcov vyrobených.

Marián Mičúch
01826 Plevník 23

„Observatórium“ Mariána Mičúcha.
O nom a o technickej vybavenosti nám napísal jeho majiteľ do Kozmosu 1/97.

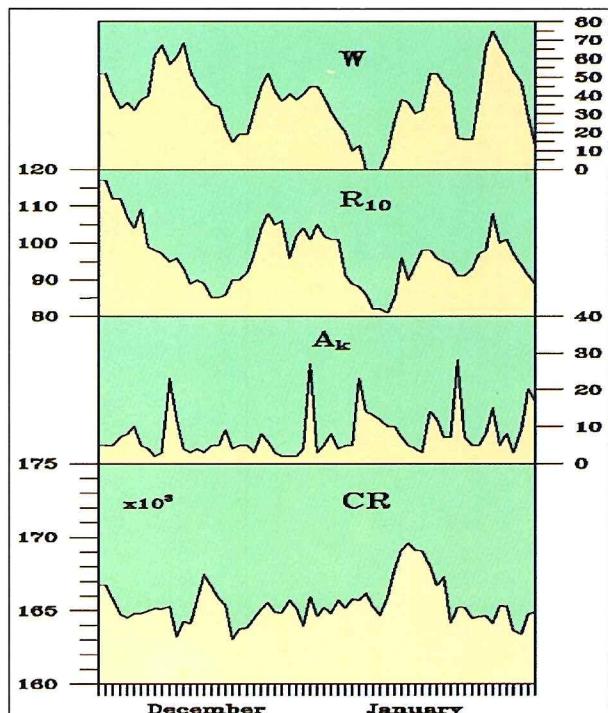


1. Newton na svojom mieste:
na montáži v pozorovateľni.
2. Newton tesne po opustení dielne.
3. Detailný pohľad na okulárový výťah.
- 4., 5. Mesiac z 5. 1. 1998, 20 SEČ.
Newton 203/900 + okulár ERFLE 10
(f = 7,15 m). Čas: 2".
Film: KONICA 400





Hore: Konská hlava, komplex 2023, 2024. Fotografované v Plevníku 26. 1. 1998 o 22,10 SEČ Newtonom 203/900, 18' na Fuji 800. **Dole:** M42 a M43, komplex 1973–75–77. Fotografované v ten istý deň, 16', Fuji 800. Autor: Marián Mičuch



Slnečná aktivita

(december 1997 – január 1998)

Ako vidíme aj z priloženého grafu, slnečná aktivita pomaly stúpa. Aspoň raz za mesiac presahuje úroveň rádiového žiarenia Slnečka v pásme 2800 MHz hodnotu 100 jednotiek. Začínajú sa hojnejšie vyskytovať aj erupcie, a práve im by som dnes chcel venovať tento stĺpček.

Sú to energeticky najvýdatnejšie prejavy slnečnej aktivity a práve o pôvode tejto energie vieme veľmi málo. Pri priemernej erupcií sa za 1000 s vyžiari energia až 10^{19} J. Je to porovnatelné s energiou, ktorá sa vylúči pri výbuchu 30 000 vodíkových bômb.

Súčasťou žiarenia erupcie je aj korpuskulárne žiarenie, pričom častice sú urýchlené na 0,5–0,8 rýchlosťi svetla, takže dosahujú Zem za 10–20 minút po erupcii.

Pozorovaniu erupcií bolo v minulosti venované mnoho medzinárodných kampaní, počas ktorých sa nazhromaždilo obrovské množstvo pozorovacieho materiálu. Avšak napriek sústredenému úsiliu teoretikov, nepodarilo sa podať uspokojivé fyzikálne vysvetlenie tohto javu. Zdá sa, že ide o akýsi druh premeny elektromagnetickej energie na energiu tepelnú.

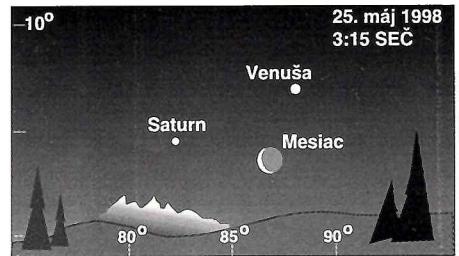
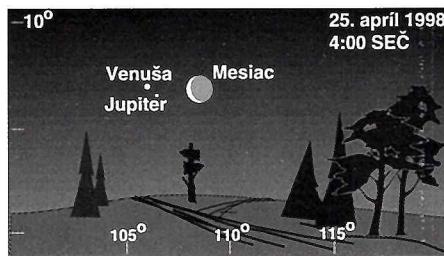
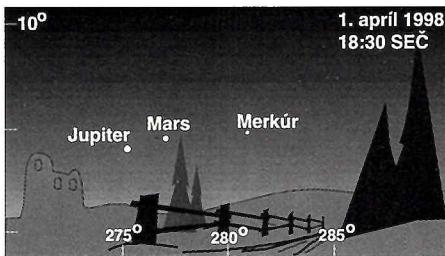
Otázkou je, či môžu amatéri prispieť k riešeniu tohto problému. Zdá sa, že v čase, keď k nám z kozmického observatória SOHO prichádzajú gigabajty informácií, by takéto snaženie bolo smiešne. Myslím si však, že sa to ozaj iba zdá.

Profesionálne sa u nás pozorujú erupcie iba v Hurbanove pomoci spektrohelioskopu. Hoci je tento prístroj dosť zastaraný, predsa by nebolo v silách priemerného amatéra zostrojiť podobný. Najjednoduchšie by bolo pozorovať slnečný disk cez úzkopásmový filter v čiare H δ . Cena takého filtra je 20–30 tisíc Sk. Oveľa drahší je však čas, ktorý je potrebný venovať pozorovaniu. Často trvá stovky hodín, kým sa vôbec podarí erupciu pozorovať. Existujú aj automatické pozorovacie stanice, ktoré snímajú slnečný disk v pravidelných, krátkych intervaloch. Dnes, v období CCD kamier, ani taký spôsob nie je v oblasti sci-fi.

Erupcie sa výrazne prejavujú aj v rádiomovom žiareni, takže tu majú voľné pole pôsobnosti rádioamatéri. Platí tu také isté pravidlo ako v celej pozorovateľskej činnosti: ak sa pozorovanie vykoná precízne, s presným časom a s čo najpresnejšou dokumentáciou, potom sa jeho vedecká hodnota nelíši od tzv. profesionálneho.

V oblasti popularizácie sú veľmi zaujímavé opisy následkov erupcie na pozemské procesy od geomagnetizmu, až po poruchy rozvodných sietí. Veľa sme o nich písali aj v našom časopise.

Milan Rybanský



Kresby: Július Slíž

Obloha v kalendári

apríl
máj

Pripravili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Začala sa jar, noci sa nám pomaličky krátia, z planét si toho veľa neužijeme, no jasné noci môžeme využiť na fotografovanie, lebo už nám ruky nebudú primítať k dalekohľadu. Koncom apríla máme možnosť na farebný film zachytit zaujímavé zoskupenie Venuše s Jupiterom a Mesiacom a o mesiac neskôr Mesiac so Saturnom a Venušou. Zákrytiam nastáva ich najplodnejšie obdobie, nakoľko večer je sklon k ekliptike k obzoru najpriaznivejší a niekoľko zákrytov hviezd planétkami tiež vyzerá najdejne.

Planéty

Merkúr je začiatkom apríla s Marsom a Saturnom tesne nad západným obzorom, blíži sa k dolnej konjunkcii, ktorá nastane 6. apríla, najbližšie k Zemi bude 10. 4. (0.582 AU). Ani v májovej západnej elongácii (4. 5. – 27 stupňov) Merkúr neuvidíme, nakoľko je na začiatku občianskeho súmraku len na východnom horizonte.

Venuša je po svojej západnej elongácii 27. 3. nad východným obzorom, avšak nízko nad obzorom. 23. 4. okolo deviatej hodiny dopoludnia uvidíme dalekohľadom Venušu spolu s Jupiterom len pol stupňa od severného rohu Mesiaca. Tesná konjunkcia (0.25 st.) nastane so Saturnom 28. 5. krátko pred polnocou.

Mars je vzhľadom na konjunkciu so Slnkom 12.5. nepozorovateľný, presúva sa z Rýb cez Barana do Býka.

Jupiter – v priebehu apríla sa začína objavovať na východnej oblohe, ale až v polovici mája je na začiatku občianskeho súmraku dostatočne vysoko nad obzorom. Až do 28. 5. je vo Vodnárovi. Za posúvajúcim sa stojí jeho konjunkcia s Venušou 23. 4., keď obe planéty budeme môcť vidieť tesne pri sebe nízko nad východným obzorom.

Saturn – je 13. 4. v konjunkciu so Slnkom a zároveň najďalej od Zeme (10.340 AU). Pozorovateľný bude až koncom mája a podmenky jeho viditeľnosti sa pomaly budú zlepšovať. Začiatkom druhej dekády apríla dosiahne najmenšiu ekliptikálnu šírkou (-2.5 stupňa), preto je južne od ekliptiky. Jeho prstence pozorujeme z južnej strany, nadálej sa rozvírajú, čo potrvá až do roku 2002.

Urán a Neptún sú v Kozoročovi, podmienky ich viditeľnosti sú teda podpiemerné, pozorovateľné sú len ráno.

Urán je 17. 5. je stacionárny, začne sa pohybovať retrográdne, podobne ako Neptún 4. 5.

Pluto – najvhodnejšie podmienky na pozorovanie sú v máji, nakoľko 28. 5. bude v opozícii. 27. 5. je najbližšie k Zemi – 29.075 AU. (mag.+13.7)

Mesiac krátko po nove v rekordnom čase neuvidíme, no aj tak najlepšie podmienky v tomto roku nastanú 27. 4. Podrobnejšie informácie nájdete v Astronomickej ročenke.

28. 4. večer nastane zákryt Aldebarana Mesiacom, ktorý bude od našich severných susedov pozorovateľný ako dotyčnicový.

Planétky

Na tieto dva mesiace je predpovedaných 10 zákrytov hviezd planétkami. Ako najnádejnejšie sa javí zákryt planétky (209) Dido 19. apríla, keď krátko pred desiatou prejde jej tieň strednou Európu.

Z jasnejších planétek uverejňujeme efemeridy a ich polohu medzi hviezdami, čom by mohlo byť inspiráciou pre astrofotografov.

Kométy



Kométa 55P/Tempel-Tuttle exponovaná CCD kamerou ST-8 31. 1. 1998. Exponovanie 120 s. Zložené dva obrázky exponované 19:51 a 19:54 UT objektívom 200/1000. Sever je dole, východ vľavo. Najjasnejšie hviezdy majú 12 mag.

Foto: Pavol Rapavý

Leonidová 55P/Tempel-Tuttle, ktorá iste potešila nejedného obdivovateľa vlasatíc, je už nepozorovateľná a jarná obloha je tentokrát na jasnejšie komety skúša.

Z tých slabších je na oblohe hned' niekoľko, no mimo dosahu menších prístrojov. Slabnúca 103P/Hartley2 prešla perihéliom už začiatkom roku a uverejňujeme len jej efemeridu, a podobne aj 29P/Schwassmann-Wachmann1, ktorá vo februári prekvapila svojím zjasnením, a tak sa môžeme po kúsí nájsť ju na rannej oblohe aspoň fotograficky.



Kométa TTP/Tempel-Tuttle v blízkosti galaxie M33 v Trojuholníku. Exponované 60 s CCD kamerou ST-8 31. 1. 1998 o 19:08 UT.

Foto: Pavol Rapavý

Efemerida kométy 103P/Hartley 2

Dátum	RA(2000)	D(2000)	delta(AU)	r(AU)	El	mag
04 02 05	59.71	+08	51.0	1.565	1.676	78.2 14.0
04 07 06	13.87	+09	07.9	1.645	1.722	76.9 14.3
04 12 06	27.48	+09	20.4	1.728	1.767	75.5 14.6
04 17 06	40.58	+09	28.7	1.812	1.813	74.0 15.0
04 22 06	53.23	+09	33.0	1.898	1.858	72.3 15.3
04 27 07	05.45	+09	33.7	1.986	1.903	70.5 15.6
05 02 07	17.29	+09	31.0	2.074	1.948	68.7 15.9
05 07 07	28.75	+09	25.0	2.163	1.993	66.7 16.2
05 12 07	39.88	+09	16.0	2.253	2.038	64.7 16.4
05 17 07	50.68	+09	04.3	2.344	2.082	62.6 16.7
05 22 08	01.19	+08	49.9	2.434	2.127	60.5 17.0
05 27 08	11.42	+08	33.2	2.525	2.170	58.3 17.2

Zákryty hviezd planétkami (apríl - máj)

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

Dátum	Poz.int.	UT	Planétku	hviezda	mag	dm	dur	h*	hM	el	%
Apr 02	01h21m	01h51m	954 Li	G 6 189 371	10.8	4.2	16	23			
Apr 05	00h45m	01h15m	219 Thusnelda	P 194 873	10.1	3.3	3	24	3	60	62+
Apr 15	21h27m	21h57m	454 Mathesis	G 4 960 196	11.5	1.1	9	37	3	54	86-
Apr 17	00h00m	00h21m	1057 Wanda	P 732 687	10.6	5.6	7	16	14	18	77-
*Apr 19	20h50m	20h56m	209 Dido	P 094 476	10.6	3.6	5	17			
*Apr 27	20h45m	21h05m	24 Themis	S 159 329	8.8	2.8	11	10			
May 14	02h28m	02h33m	284 Amalia	S 163 566	8.7	4.6	4	28	18	44	95-
*May 14	20h30m	21h00m	276 Adelheid	S 139 575	9.0	3.7	10	30			
May 19	21h20m	21h50m	172 Baucis	G 825 528	10.3	3.8	3	19			
*May 21	00h40m	01h20m	1243 Pamela	G 5 719 734	10.9	3.7	11	25			

hviezda – označenie hviezd v katalógu (S – SAO, G – GSC, P – PPM) (označenie SAO je uprednostnené)

mag – jasnosť hviezd

dm – pokles jasnosti

dur – trvanie zákrytu v sekundách

h* – výška hviezd nad obzorom

hM – výška Mesiaca nad obzorom

el – uhlová vzdialenosť Mesiaca

% – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

U planétek označených "*" nastane veľmi tesná konjunkcia, ich pozorovaniu venujte zvýšenú pozornosť.

Efemerida planétky (16) Psyche

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4. 1998	15h30.0m	-14 59.0'	11.1
6. 4. 1998	15h28.2m	-14 46.4'	11.0
11. 4. 1998	15h25.8m	-14 32.2'	10.9
16. 4. 1998	15h23.0m	-14 16.7'	10.9
21. 4. 1998	15h19.8m	-14 00.0'	10.8
26. 4. 1998	15h16.3m	-13 42.4'	10.6
1. 5. 1998	15h12.5m	-13 24.3'	10.5
6. 5. 1998	15h08.5m	-13 06.1'	10.4
11. 5. 1998	15h04.4m	-12 48.1'	10.4
16. 5. 1998	15h00.4m	-12 30.8'	10.5
21. 5. 1998	14h56.5m	-12 14.6'	10.6
26. 5. 1998	14h52.8m	-11 59.9'	10.7
31. 5. 1998	14h49.4m	-11 47.1'	10.8

Efemerida planétky (25) Phocaea

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4. 1998	14h25.7m	-18 45.2'	11.1
6. 4. 1998	14h22.9m	-17 43.6'	10.9
11. 4. 1998	14h19.5m	-16 34.8'	10.8
16. 4. 1998	14h15.6m	-15 19.6'	10.6
21. 4. 1998	14h11.5m	-13 59.2'	10.3
26. 4. 1998	14h07.1m	-12 34.9'	10.2
1. 5. 1998	14h02.9m	-11 08.7'	10.4
6. 5. 1998	13h58.4m	-9 42.5'	10.5
11. 5. 1998	13h54.5m	-8 18.4'	10.6
16. 5. 1998	13h51.0m	-6 58.1'	10.7
21. 5. 1998	13h48.1m	-5 43.1'	10.8
26. 5. 1998	13h45.8m	-4 34.8'	10.9
31. 5. 1998	13h44.3m	-3 34.0'	11.0

Efemerida planétky (32) Pomona

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4. 1998	14h49.4m	-17 45.1'	11.1
6. 4. 1998	14h47.0m	-17 22.9'	10.9
11. 4. 1998	14h44.0m	-16 56.9'	10.8
16. 4. 1998	14h40.6m	-16 27.7'	10.7
21. 4. 1998	14h36.7m	-15 55.8'	10.5
26. 4. 1998	14h32.5m	-15 21.9'	10.4
1. 5. 1998	14h28.3m	-14 46.8'	10.2
6. 5. 1998	14h24.1m	-14 11.6'	10.4
11. 5. 1998	14h20.1m	-13 37.3'	10.6
16. 5. 1998	14h16.5m	-13 04.7'	10.7
21. 5. 1998	14h13.3m	-12 34.6'	10.9
26. 5. 1998	14h10.6m	-12 07.9'	11.0
31. 5. 1998	14h08.6m	-11 45.0'	11.1

Efemerida planétky (6) Hebe

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.4.1998	17h23.7m	-5 16.7'	10.5
6.4.1998	17h25.4m	-4 50.9'	10.5
11.4.1998	17h26.5m	-4 24.4'	10.4
16.4.1998	17h26.9m	-3 57.5'	10.3
21.4.1998	17h26.8m	-3 30.6'	10.2
26.4.1998	17h26.0m	-3 04.1'	10.1
1.5.1998	17h24.5m	-2 38.6'	10.0
6.5.1998	17h22.4m	-2 14.6'	9.9
11.5.1998	17h19.6m	-1 52.6'	9.8
16.5.1998	17h16.3m	-1 33.6'	9.7
21.5.1998	17h12.3m	-1 18.0'	9.6
26.5.1998	17h08.1m	-1 06.1'	9.5
31.5.1998	17h03.5m	-0 58.8'	9.5

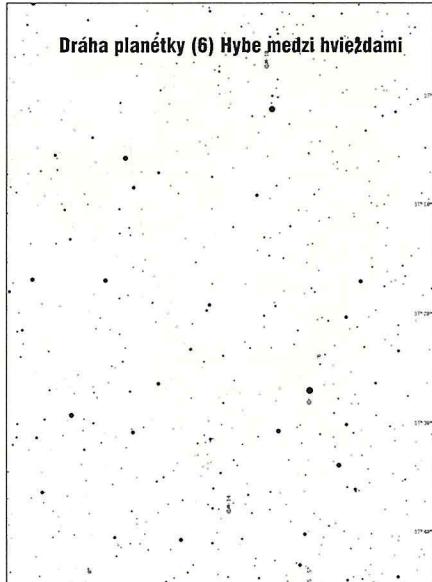
Efemerida planétky (3) Juno

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4. 1998	11h49.6m	+ 5 08.2'	9.3
6. 4. 1998	11h46.2m	+ 5 47.3'	9.4
11. 4. 1998	11h43.1m	+ 6 22.3'	9.4
16. 4. 1998	11h40.5m	+ 6 52.9'	9.5
21. 4. 1998	11h38.3m	+ 7 19.0'	9.5
26. 4. 1998	11h36.7m	+ 7 40.2'	9.6
1. 5. 1998	11h35.6m	+ 7 56.7'	9.7
6. 5. 1998	11h35.0m	+ 8 08.6'	9.8
11. 5. 1998	11h35.0m	+ 8 16.0'	9.8
16. 5. 1998	11h35.5m	+ 8 19.2'	9.9
21. 5. 1998	11h36.5m	+ 8 18.4'	10.0
26. 5. 1998	11h37.9m	+ 8 14.0'	10.0
31. 5. 1998	11h39.8m	+ 8 06.1'	10.1

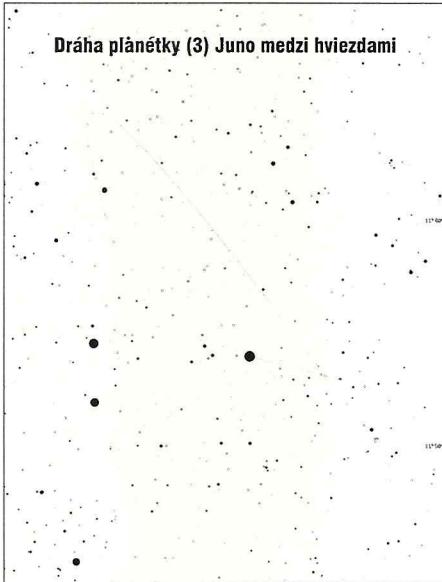
Efemerida planétky (18) Melpomene

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4. 1998	17h49.3m	-11 17.6'	11.2
6. 4. 1998	17h52.3m	-10 56.9'	11.1
11. 4. 1998	17h54.7m	-10 35.3'	11.0
16. 4. 1998	17h56.6m	-10 13.0'	10.9
21. 4. 1998	17h57.8m	-9 50.3'	10.8
26. 4. 1998	17h58.3m	-9 27.5'	10.7
1. 5. 1998	17h58.2m	-9 05.0'	10.6
6. 5. 1998	17h57.3m	-8 43.2'	10.4
11. 5. 1998	17h55.7m	-8 22.5'	10.3
16. 5. 1998	17h53.4m	-8 03.4'	10.2
21. 5. 1998	17h50.4m	-7 46.2'	10.1
26. 5. 1998	17h46.8m	-7 31.6'	10.0
31. 5. 1998	17h42.6m	-7 19.9'	9.9

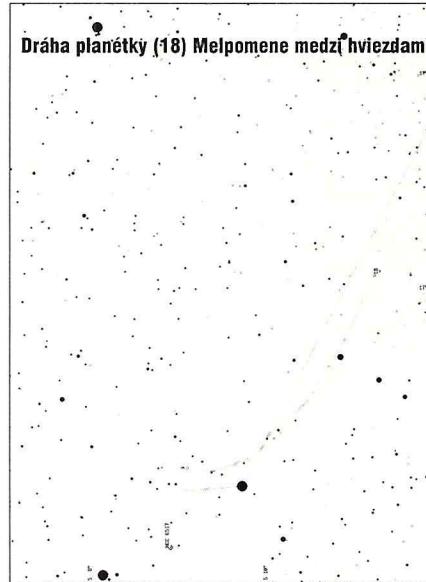
Dráha planétky (6) Hybe medzi hviezdami



Dráha plánétky (3) Juno medzi hviezdami



Dráha planétky (18) Melpomene medzi hviezdami

**Meteory v apríli a máji**

V apríl a máj je pre pozorovateľov meteorov o niečo priznivejší ako predchádzajúce dva mesiace, je to vhodná príprava pred hlavnou letnou a jesennou meteorárskou sezónou.

Najvýraznejším rojom v apríli sú Lyridy, ktoré sú v činnosti od 16. do 25. 4. Tohto roku nastane maximum 22. 4. v dopoludňajších hodinách, a má trvanie len niekoľko hodín s frekvenciou 15–20 meteorov za hodinu. Materským telesom je kométa Thatcher (C/1891 G1), prvé pozorovania tohto roja sú z Číny spred viac ako 2000 rokov. V minulosti boli pozorované aj meteorické dažde, v tomto storočí v r. 1922 s frekvenciou 600 met.z hodinu a naposledy v r. 1982 (250 met.). Tieto maximá však trvajú maximálne len niekoľko desiatok minút.

Koncom apríla má svoje ploché maximum aj nevýrazný roj alfa Bootidy (trvanie od 14. 4. do 12. 5.) s frekvenciou 3 meteory za hodinu.

V máji je najaktívnejším rojom komplex Scorpion-Sagitarid, ktorý má radianty od Hadonosa po Strečca. Bez kvalitných zákresov nie je prakticky možné odlišenie jeho jednotlivých súčasťí (chí Scorpionidy, omega Scorpionidy, južné Ophiuchidy, γ-Sagittarids, ω Scorpionidy). Z tohto komplexu sú najvýraznejšie alfa Scorpionidy s maximum okolo 6. mája a frekvenciu v maxime 8–10 meteorov za hodinu. Zaujímavostou v tohto roja je výskyt jasných farebných bolídov, preto pozorujte!

Eta Akvaridy (19. 4.–28. 5.) budú mať maximum 6. mája v ranných hodinách. Je najsilnejším rojom pozorovateľným na južnej pologuli s frekvenciou 60 meteorov za hodinu. U nás je pozorovateľný len občasne, niekoľko radiantov vychádza len krátko pred východom Slnka. Neočakávajme teda výraznejšiu frekvenciu, skôr len ojedinelé meteory tohto roja, ktorý spolu s Orionidami súvisí s najznámejšou periodickou kométou Halley.

Efemerida kométy 29P/Schwassmann-Wachmann 1

Dátum	RA(2000)	D(2000)	delta(AU)	r(AU)	El	mag
04.02	13 27.92	-20 37.7	5.294	6.248	161.0	15.6
04.07	13 25.70	-20 28.7	5.274	6.247	165.1	15.6
04.12	13 23.43	-20 18.4	5.262	6.246	168.2	15.6
04.17	13 21.16	-20 07.0	5.257	6.246	167.7	15.6
04.22	13 18.92	-19 54.7	5.259	6.245	167.7	15.6
04.27	13 16.74	-19 41.7	5.269	6.244	164.4	15.6
05.02	13 14.66	-19 28.2	5.286	6.243	160.2	15.6
05.07	13 12.72	-19 14.5	5.310	6.243	155.5	15.6
05.12	13 10.95	-19 00.8	5.341	6.242	150.7	15.6
05.17	13 09.35	-18 47.4	5.379	6.241	145.8	15.6
05.22	13 07.97	-18 34.4	5.423	6.240	140.8	15.6
05.27	13 06.80	-18 22.1	5.472	6.239	135.9	15.6

Zákryty hviezd Mesiacom (apríl – máj)										
Dátum	UT h m s	D/R	Mg	Pos	h	fáza	SAO	a	b	hs
98/4/3	19 45 4	D	69	122	43	0.24	96288	-0.82	-2.18	
98/4/3	22 45 42	D	62	68	15	0.24	96407	-0.21	-0.95	
98/4/5	0 1 56	D	62	51	10	0.28	97429	-0.23	-0.52	
98/4/7	20 57 7	D	70	99	49	0.38	118260	-1.72	-0.85	
98/4/7	23 9 4	D	59	63	34	0.38	118286	-1.58	-0.54	
98/4/11	0 39 8	D	66	147	29	0.48	138942	-0.91	-2.31	
98/4/12	2 11 20	R	61	301	20	0.52	139370	-0.94	-1.94	
98/4/12	18 51 17	R	66	306	8	0.54	139732	-0.32	0.43	
98/4/16	0 38 5	R	66	215	22	0.65	160044	-2.96	3.28	
98/4/16	0 59 29	R	50	304	23	0.65	160046	-1.49	-0.31	
98/4/28	18 51 27	D	11	24	12	0.09	94027	-0.63	1.04	-9
98/4/28	19 17 31	R	11	327	8	0.09	94027	+0.71	-3.02	
98/5/3	21 45 18	D	66	46	25	0.26	98520	-1.25	-0.01	
98/5/4	20 18 22	D	46	118	42	0.29	98964	-1.10	-1.82	
98/5/5	23 57 40	D	51	85	13	0.33	118615	-0.32	-1.47	
98/5/10	1 30 18	D	65	129	12	0.47	139713	-0.79	-2.13	
98/5/12	21 21 33	R	67	332	18	0.56	159888	-0.56	-0.71	
98/5/14	1 2 58	R	65	203	22	0.60	160474	-2.13	2.87	
98/5/14	23 32 40	R	63	242	18	0.63	161153	-1.74	1.49	
98/5/16	1 1 40	R	54	308	20	0.67	162229	-1.56	-0.20	
98/5/18	0 44 36	R	60	240	13	0.74	164013	-1.11	1.77	
98/5/27	19 2 15	D	64	110	8	0.07	95337	0.27	-1.56	-4

Pripravil: J. Gerboš

Noční obloha

Katalog francouzského astronoma Charlese Messiera (1730–1817) není nutné představovat. Obsahuje většinu nejjasnějších a nejnápadnějších mlhavých objektů viditelných ze severní polokoule, které jsou častými cíly mnoha amatérských dalekohledů. Mluví se o „em-třináctce, em-dvacetšestičce, em-stovce“...

Je také všeobecně známo, že prvním impulsem k sestavení tohoto soupisu nebyla krása mlhavých skvrnek, ale pravý opak. Mátly hledače komet. Aby si na ně mohli dát pozorovatelé příště větší pozor, začal Messier někdy od roku 1758 sestavovat jejich soupis – jednak s pomocí literatury, jednak na základě vlastních objevů při hledání komet. Optika, ani další pozorovací vybavení tehdy nebyly nejkvalitnější, a tak do konce svého života zapsal do seznamu asi sto objektů.

Je přitom zvláštní, jak málo z nich nalezl samotný Messier. Plejády, Jesličky, M 31, M 7 byly známy dávno před vynálezem dalekohledu. Mlhovinu M 42 nalezl roku 1610 Nicholas Pieresc (1580–1637), o padesát let později popsal Abraham Ihle kulovou hvězdokupu M 22 a Gottfried Kirch roku 1681 otevřenou hvězdokupu M 11 ve Štítu. Na začátku osmnáctého století byla nalezena M 5 (Kirch), M 50 (Cassini), M 13 (Halley), M 1 (Bevis), M 43 (de Mairan) a další.

Na schematické mapce, ve které jsou patřičnými čísly vyznačeny polohy všech 108 existujících Messierovských objektů, je zřetelně vidět jejich nerovnoměrné rozložení na nebi. (Vodorovnou přerušovanou čárou je zakreslen rovník.)

V případě, že se Slunce nachází kolem jarní rovnodennosti (uvezeny jsou polohy 10., 20. a 30. března), existuje reálná možnost spatřit téměř všechny objekty katalogu.

Na svou dobu poměrně rozsáhlý soupis zajímavých objektů publikoval roku 1746 Švýcar Philippe Loys do Chéseaux. Najdete v něm mlhoviny (M 17), kulové hvězdokupy (M 4, M 71) i otevřené hvězdokupy (M 6, M 16, M 25, M 35).

Velké množství objektů Messierova katalogu našli jeho současníci jako Johann Elert Bode či Pierre Méchain (většina objektů od čísla sedmdesát výše).

Díky tomu, že obsahuje pouze jasné objekty, stal se Messierův soupis všeobecně oblíbený a používá se dodnes. Od toho původního se ale poněkud liší. Za svého života Messier nikdy nevydal katalog, který by měl více než 103 položek. O ty další, až do čísla 110, byl rozšířen až následovníky, na základě objevů v jeho denících či korespondenci, které dokazovaly, že znal i tyto další objekty. Camille Flammarion zavedl galaxii M 104, Helen S. Hogg M 105 (galaxie ve Lvu), M 106 (galaxie v Honících psech) a M 107 (kulová hvězdokupa v Hadonoší), Owen Gingerich dvojici galaxií ve Velké medvědici M 108 a M 109 a Kenneth G. Jones M 110 (galaxie v Andromedě).

Naopak se také zjistilo, že některé objekty katalogu neexistují, či jsou poněkud problematické. Zjasnění v Mléčné dráze M 24 bylo dlouhou dobu ztotožňováno s nevýraznou kupou NGC 6603, M 40 je pouhou těsnou dvojhvězdou (9,0 a 9,3 mag 50" od sebe), M 47 a M 48 měli špatně udané polohy, M 91 se ztotožnit nepodařilo dodnes a M 102

je druhým pozorováním M 101 se špatně udanou polohou.

Zanechme ale povídání a podívejme se na oblohu. Jednou ročně, vždy kolem jarní rovnodennosti, se totiž Slunce dostane do takových míst na nebi, že lze během jediné noci spatřit prakticky všechny objekty katalogu. Tomuto zvláštnímu pozorování se někdy říká Messierův maraton a „běhá“ se už mnoho desítek let. Samozřejmě, že zvládnout jej celý není vůbec jednoduché. Obzvlášť když „pravověrní sportovci“ zakazují používat dělené kruhy či jinak naváděně dalekohledy. Když se vám proto podaří spatřit sedmdesát, osmdesát položek z katalogu, můžete být velmi spokojeni. Každopádně se jedná o skvělé procvičení práce s hvězdnými mapami a dalekohledem, které lze provádět (samozřejmě, že ne s takovými výsledky) i jindy během roku.

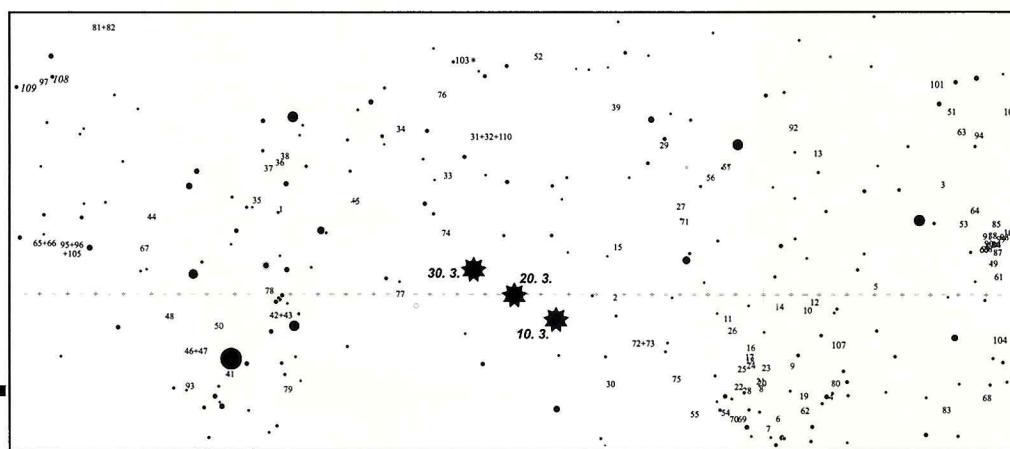
Co všechno budete k maratonu potřebovat? Červenou baterku, triedr, dalekohled na stativu (nejlepší Somet binar 25×100) a dobrý atlas (Atlas Coeli, Sky Atlas 2000), ve kterém si – pokud je přesně neznáte – vyznačte polohy jednotlivých Messierovských objektů. Hodit se vám bude i podrobnější mapa souhvězdí Panny a Vlasů Bereniky (například z Uranometrie 2000.0). Podstatnou podmínkou je i vhodný výběr pozorovacího stanoviště: musíte mít nerušený výhled nízko nad obzorem a samozřejmě čistý, průzračný vzduch. Ve městech tedy maraton „nezaběhnnete“. Jestliže máte všechno připraveno, stačí jen počkat na jasné počasí a pokud možno v době novu vyběhnout.

Jak ukazují zkušenosti mnoha vašich předchůdců, je výhodné začít již za soumraku. Vašimi prvními dvěma zastávkami by měly být galaxie M 77 ve Velrybě a M 74 v Rybách. Spatřit je bude velmi obtížné a s velkou pravděpodobností se vám to vůbec nepodaří. Snadnější již bude trojice M 31, 32 a 110 v Andromedě, kulová hvězdokupa v Zající M 79 a M 33 Trojúhelníku. Po těchto metách již totiž posíhat nemusíte a v klidu si prohlédněte objekty podzimních a zimních souhvězdí.

Pravděpodobně někdy k půlnoci dorazíte do „Srdce jarních galaxií“ – souhvězdí Panny a Vlasů Bereniky. Zde nastanou přímo „messierovské žně“. V nepřehledné tlačenici mlhavých skvrnek určitě oceníte podrobnější mapu než jakou je Bečvářův Coeli či Tirionův Sky Atlas.

Ve tři hodiny ráno se budete pomalu blížit k cíli. Za chvíli začne svítat a tak se nyní musíte zaměřit nad východní obzor a podívat se na objekty letní a podzimní oblohy: kulové hvězdokupy M 2, M 72 a M 73 ve Vodnáři, M 55 a M 75 ve Střelci, M 30 v Kozorohovy a jestli se vám to nepovedlo z večera, můžete se pokusit na světlé obloze vyhledat i Mlhovinu v Andromedě M 31 spolu s dvojicí satelitních galaxií M 32 a 110.

S rostoucím jasem oblohy, kokrháním kohoutů ve vzdálené vesnici, padající rosou a příjemnou únavou, se tak ocítнетe v zaslouženém cíli.



Kalendár úkazov (všetky časy sú v SEČ) a výročí

Deň	Čas	Ukazov
1. 4.	08:3	Aldebaran v konjunkcii s Mesiacom, Aldebaran O.6° severne maximum RS Her (A=7.0-13.0 mag, P=220d)
2. 4.	02:5	zákryt hviezdy GSC 6189 371 (10.8 mag.) planétkou 954 Li
3. 4.	21:3	Mesiac v prvej štvrti
4. 4.		15. výročie vypustenia raketoplánu Challenger
4. 4.	9:0	Ceres v konjunkcii so Slnkom
5. 4.		25. výročie vypustenia Pioneeru 11
5. 4.	02:0	zákryt hviezdy PPM 194873 (10.1) planétkou 219 Thusnelda
6. 4.	16:0	Merkúr v dolnej konjunkcii
8. 4.		maximum T Cas (A=6.9-13.0 mag, P=445d)
9. 4.	19:8	Mesiac v konjunkcii s beta Vir (Mesiac 0.3° severne)
11. 4.	02:8	Mesiac v apogeu
11. 4.		Maximum T Her (A=6.8-13.7 mag, P=165d)
11. 4.		kométa P/ Harrington-Wilson v periheliu (1.889 AU), 12.4 mag
11. 4.	23:4	Mesiac v splne
12. 4.		Svetový deň kozmonautiky
12. 4.		Maximum V CrB (A=6.9-12.6 mag, P=358d)
13. 4.	13:0	Saturn v konjunkcii so Slnkom
15. 4.		maximum R Dra (A=6.7-13.2 mag, P=246d)
17. 4.	01:2	zákryt hviezdy PPM 732687 (10.6mag) planétkou 1057 Wanda
19. 4.		kométa 62P/Tsuchinshan 1 v periheliu (1.496 AU) 15.9 mag
19. 4.	05:0	Merkúr stacionárny
19. 4.	20:9	Mesiac v poslednej štvrti
19. 4.	21:9	zákryt hviezdy PPM 094476 (10.6mag) planétkou 209 Dido
20. 4.	00:3	Neptún 2.° stupne južne od Mesiaca
20. 4.	19:8	Urán 2.4° južne od Mesiaca
22. 4.	11:0	maximum meteorického roja Lyridy
22. 4.	23:5	Venuša 0.3° severne od Jupitera
23. 4.	08:0	Jupiter 0.3° severne od rohu Mesiaca
23. 4.	09:0	Venuša 0.5° severne od rohu Mesiaca
23. 4.		maximum R Sgr (A=6.7-12.8 mag, P=270d)
24. 4.		planétnika 25 Phocaea v opozícii (10.1 mag)
24. 4.		planétnika 5653 (1992 WD5) v tesnom priblížení k Zemi (0.682 AU), 16.5 mag
24. 4.	21:0	Merkúr 1.5° severne od Mesiaca
25. 4.	18:8	Mesiac v perigeu
26. 4.	12:6	Mesiac v nove
27. 4.	21:8	zákryt hviezdy SAO 159329 (8.8mag) planétkou 24 Themis
28. 4.		Islamský nový rok
28. 4.	19:8	zákryt Aldebarana Mesiacom
30. 4.		planétnika 32 Pomona v opozícii (10.2 mag)
1. 5.		kométa 68P/Klemlola v periheliu (1.755 AU)
2. 5.		maximum T Hya (A=6.7-13.5 mag, P=299d)
3. 5.	11:0	Mesiac v prvej štvrti
3. 5.		planétnika 2060 Chiron v opozícii (7.937 AU - 15.9 mag)
4. 5.		Neptún stacionárny
4. 5.	20:4	Regulus 1.8° severne od Mesiaca
4. 5.	21:0	Merkúr v najväčej západnej elongácii (26.5°)
5. 5.		maximum meteorického roja eta Akvaridy
6. 5.		maximum meteorického roja alfa Scorpionidy
8. 5.	09:9	Mesiac v apogeu
8. 5.	19:0	planétnika 3 Juno stacionárna
9. 5.		planétnika 16 Psyche v opozícii (10.4 mag)
11. 5.	15:5	Mesiac v splne
11. 5.	23:5	tesná konjunkcia gama Lib s Mesiacom
12. 5.	02:8	minimum delta Cep
12. 5.	21:0	Mars v konjunkcii so Slnkom
12. 5.	22:5	Merkúr 0.8° južne od Saturna
14. 5.	03:5	zákryt hviezdy SAO 163566 (8.7mag) planétkou 284 Amalia
14. 5.		kométa 88P/Howell najbližšie k Zemi (1.065 AU)
14. 5.		25. výročie (1973) Skylabu
14. 5.	21:6	zákryt hviezdy SAO 139575 (9.0mag) planétkou 276 Adelheid
17. 5.	18:0	maximum S Hya (A=7.2-13.3 mag, P=257d)
17. 5.	02:3	Urán stacionárny
18. 5.		Urán 1.8° južne od Mesiacaon
19. 5.	05:6	Mesiac v poslednej štvrti
19. 5.	22:5	zákryt hviezdy GSC 825 528 (10.3mag) planétkou 172 Baucis
20. 5.	02:0	zákryt hviezdy GSC 5719 734 (10.9mag) planétkou 1243 Pamela
21. 5.	00:0	Mesiac v konjunkcii s Jupiterom, Jupiter 1.2° severne
22. 5.	23:0	Venuša 2.5° severne od Mesiaca
23. 5.	00:8	Mesiac v perigeu
23. 5.	10:0	Saturn 2.2° severne od Mesiaca
25. 5.	13:0	Mars 5.4 N of Moon
25. 5.	20:5	Mesiac v nove
28. 5.		Pluto v opozícii
29. 5.	00:6	Venuša 0.3° severne od Saturna

Vatikán postavil v Arizone observatórium

Vatikán stavia jedno z najvýznamnejších astronomických observatórií na Zemi, ktorého hlavným zameraním má byť hľadanie ďalších planét a hviezdnych sústav, kde by mohol byť život. Observatórium na Mount Graham v Arizone bude mať dva teleskopy, pomocou ktorých sa budú hľadať, objavovať a skúmať najmä prachoplynové disky, rotujúce okolo niektorých hviezd, v ktorých sa môžu vyvinúť planetárne sústavy a v nich i planéty vhodné pre vznik a vývoj života.

Koľko peňazí bude do najambicioznejšieho astronomického projektu v histórii katolíckej cirkvi investovať Vatikán a jezuiti? Do výkonného infračerveného teleskopu na prieskum vesmíru sa už investovali najmenej 3 milióny libier, do optického ďalekohľadu ďalšie 2 milióny libier. Obidva teleskopy sa teraz podrobujú konečným testom. Nové observatórium budú používať astronómovia z vatikánskeho observatória, založeného nedaleko Ríma, ktorého pôvodná posádka sa rozšíri z pôvodných 10 na 20 astronómov. Jezuiti presvedčili pápeža, aby uvoľnil na nové observatórium peniaze, pretože pápežské observatórium, založené v minulom storočí, je kvôli atmosférickému a svetelnému znečisteniu sú na väčšejšie projekty nepoužiteľné.

Otec George Coyne, riaditeľ observatória povedal, že hlavným ťažiskom práce by mala byť seriózna veda, hoci so štipkou teologickej predpojatosti. „Sme presvedčení, že katolícka cirkev nesmie zanedbať astronómii. Vtelenie Krista sa uplatňuje vo všetkých ľudských činnostach, i v astronómii.“ Pre Vatikán znamená vydržovanie skupiny astronómov prekonanie dávnych zábran. Cirkev bola v ostrom spore s mnohými astronómami, najznámejšie sú prípady Koperníka a Galilea, ktorí pôpierali cirkevný názor na vesmír, v ktorom sa Slnko a planéty pohybovali okolo Zeme.

Z hľadiska ortodoxného kresťanstva je projekt čertovým kôptykom. Jedným z najväčších nebezpečenstiev by mohlo byť pre cirkev objavenie mimozemských foriem života, zvlášť keby boli inteligentné. Katolícka cirkev by mala obrovské problémy rozhodnúť, či ukrižovanie Krista, ktoré znamenalo vykúpenie ľudstva z dedičného hriechu, možno aplikovať aj na cudzie formy života. Jednou z možností, ktoré by tento problém riešili by mohla byť konverzia mimozemšťanov na katolíkov. Túto myšlienku už pápežovi astronómovia zvažovali. Otec Chris Corbally, anglický jezuita, ktorý je zástupcom riaditeľa observatória, povedal: „Ak by sa našla civilizácia na iných planétagach, a ak by bolo možné s týmito bytosťami komunikovať, potom by sme k nim vyslali misionárov, aby ich zachránili, práve tak ako sme to urobili v minulosti, keď boli objavené nové krajiny.“ Takéto misie sú predbežne vo hviezdach, ale objavujú sa aj iné, rovnako vážne problémy, napríklad napäť medzi kresťanstvom a vedou. Jednou z konfliktných tém je teória, že vesmír nemá začiatok ani koniec, čo Oberá Boha o výsadu Stvoriteľa.

Pápežovi astronómovia uvažujú aj o takýchto otázkach a vyuvinuli teóriu „spekulatívnej teológie“, ktorá dovoluje cirkevi pružne reagovať na nové objavy. Podľa katolíckej teórie sú všetky novoobjavené javy chápane ako „odtlačky Boha“ a ich mnohorako a subtilnosť sú prejavom i dôkazom jeho všemohúcnosti. To znamená, že čokoľvek pápežov astronómovia objavia môže byť využité na posilnenie, nie na podkopanie viery. Niektorí teológovia sa však obávajú, že Vatikán zišiel zo správnej cesty. David Thompson, expert v modernej cirkevnej histórii na Univerzite v Cambridge povedal, že hľadanie Boha vo hviezdach je zbytočné. Biológia, ktorá stavia cirkev pred nové a nové dilemy, vyrukovala nedávno z teóriu, že naše správanie je determinované našimi génnimi. To by znamenalo, že nemáme slobodnú vôľu, a že čokoľvek by sme urobili, nezhrešíme.

Bez hriechu však kresťanstvo stráca zem pod nohami, bez ohľadu na to, čo je na nebesiach.

Podľa článku v Sunday Times zo 14. 12. 1997
preložila RNDr. Mária Bartolomejová

Zákryt hviezdy PPM 119 935 planétkou (220) Stephanie

Na 27. februára tohto roku o 22:12,5 h UT bol predpovedaný zákryt hviezdy PPM 119 935 planétkou o priemere 30 km (220) Stephanie. Pozorovaním hviezdy (planétku vidieť nebolo, bola len 16. hviezdznej veľkosti) som zistil, že zákryt pre naše stanovište – Hvezdáreň v Žiari nad Hronom (nová pozorovateľňa) nastal v čase 22:12:34,87 až 22:12:35,88 UT. O 22:12:39,40 UT som ešte zaznamenal okamžitý pokles a vzostup jasnosti (bliknutie) sledovanej hviezdy – azda sa prejavil satelit planétky Stephanie? Použil som 15 cm refraktor o $f = 243$ cm, zväčšenie 76-násobné a hviezdu som monitoroval od 21:56:00 hod. do 22:35:01,73 hod. UT. Pozorovaná hvieza bola v strede intervalu vo výške 20° nad obzorom a pozorovanie rušila poznatelná hmla. Sledovaná hvieza mala jasnosť 8,9 hv. vel. a nachádzala sa na severnom okraji Hyad (pol stupňa severne od jasnej hviezdy oranžovej farby Epsilon Tauri), a preto jej identifikácia bola ľahká.

Jaroslav Váňa, Hvezdáreň a planetárium M. Hella, Žiar nad Hronom



Mesiac

krátko po nove

Zákryt hviezdy PPM 119 216 planétkou (1350) Rosselia

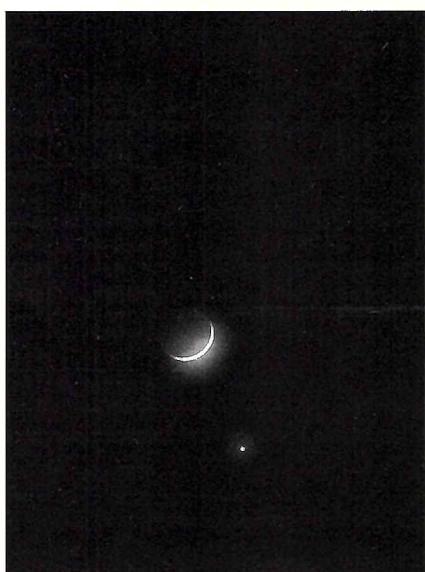
Na 25. februára o 19:30 hod. SEČ bol predpovedaný zákryt hviezdy PPM 119 216 planétkou o priemere 26 km (1350) Rosselia. Pozorovaním hviezdy (planétku vidieť nebolo, bola len 16. hviezdznej veľkosti) som zistil, že zákryt pre naše stanovište – Hvezdáreň v Žiari nad Hronom (SZ 125) ne-nastal. Použil som 15 cm refraktor o $f = 225$ cm, zväčšenie 70-násobné a hviezdu som monitoroval od 19:03 hod do 19:31 hod. SEČ pri veľmi dobrej priezračnosti vzduchu. Sledovaná hvieza mala jasnosť 8,6 hv. vel. a nachádzala sa v západnej časti Býk (cca 7° pod Plejádami).

Jaroslav Váňa, Hvezdáreň a planetárium M. Hella, Žiar nad Hronom

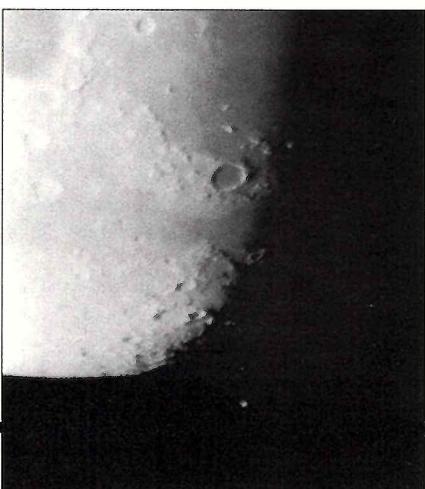
Dve konjunkcie

Posielam vám príspevok do rubriky Album pozorovateľa. Na prelome rokov 1997 a 1998 nastalo niekoľko konjunkcií, ktoré ste avisovali aj vo Vašom časopise. Ako mi dovolilo počasie a poloha mojej pozorovateľne, tak som ich odstrelil. Pozoroval a fotografoval som aj v masmédiách avizovaný dotyčnicový zákryt Aldebara-a Mesiacom. Z miesta mojej pozorovateľne (VZD = 18°27'45" SZŠ = 49°09'10", NMV = 297 m) v Plevníku zákryt nenastal, aj keď Mesiac a Aldebaran sa len veľmi tesne minuli.

Marián Mičúch



Hore: Konjunkcia Mesiaca s Venušou 31. 12. 1997, 19,30 SEČ, fotomaterial Konica 400, prístroj Jupiter 4/200, 1".



Dole: Mesiac a Aldebaran 5. 2. 1998, 19,40 SEČ. Prístroj Newton 203/900 + okulár Erfle 10, fotomaterial Konica 400, 2".

Slovensko je prvé na svete

Konečne, pomyseli sme si, keď sme v schránke našli dlho očakávaný Report WGN, v ktorom každoročne publikuje medzinárodná meteorická organizácia IMO celosvetové výsledky v pozorovaní meteorov. Vyhodnotenie roku 1996 dalo na seba čakať až do začiatku roku 1998. Približne sa to vždy dôvadnúť, keďže meteory z celého Slovenska sa kompletizujú u nás na hvezdári v Rimavskej Soboti, a preto to napäťie. V počte pozorovacích hodín sme boli najprv na 3. mieste (v roku 1993 a 1994), potom na 2. mieste (roku 1995), a tušenie, že tentokrát to konečne vyjde, nás nesklamalo.

Slovensko je prvé s náskokom viac ako 300 hodín a takmer 4500 meteorimi pred USA, Poľskom a Japonskom. Na Slovensku sa napozorovalo 25 958 meteorov v efektívnom čase 1471,4 hod. Za tým úspechom stojí 143 pozorovateľov, ktorí sa s rastúcim záujmom a nadšením zúčastňovali expedícií. Ešte roku 1995 ich bolo len 99, čo bolo aj tak najviac na svete a pri ďalšom náreste roku 1996 o 44 meteorov (v USA ich bolo všetkých 51), to muselo priniesť ovocie. Pravdaže nešlo len o rekordy, ale spontánny záujem sa podarilo podchytiť a výsledky neskončili v šuplíku. Mimochodom, ako potvrdila anketa IMO, záujem o meteory sa veľmi často spája s priateľstvami, skautským životom a dobrým pocitom, že výsledky pozorovaní sú neoceniteľným prínosom aj pre profesionálnu astronómiu. Problémom však stále zostáva sústreďenie sa pozorovateľov len na niekoľko málo hlavných rojov, prevažne počas letných prázdnin. Pre databázu IMO sú však veľmi cenné práve pozorovania vykonávané aj okrem maximálnych rojov. Nezabudnite teda, že meteory možno pozorovať počas celého roka.

Ked to zhrieme, Slovensko v porovnaní s rokom 1993 zaznamenalo do roku 1996 takmer trojnásobný nárasť pozorovateľov, a práve to, ako i dôsledne spracovávanie a permanentný metodický kontakt s pozorovacími skupinami pomohlo uskutočniť vysnívanú víziu. Je to veľký kolektívny úspech, ktorému významne napomáha aj centrálné počítačové spracovanie softwarom kolegu Ing. J. Gerboša, a samozrejme tiež zapájanie sa krúžkarov nielen do pozorovania, ale i kŕmenie počítača dátami. Tento úspech, ako i prestíž slovenskej meteorickej astronómie zaistie napomohol rozhodnutiu o mieste konania tohtočorenej konferencie IMO v Starej Lesnej (20.–23.8.). Slovensko sa tak stane v auguste opäť hostiteľom amatérov i profesionálov, keďže sa tam budú konať ďalšie dve medzinárodné profesionálne stretnutia (International Conference Meteoroids 16.–21.8. a Colloquium Sources of Asteroids and Comets 24.–28.8.).

Daniela Rapavá, Rimavská Sobota

Dotyčnicový zákryt **Aldebarana** **Mesiacom**

5. február 1998 – južné Slovensko

Vo večerných hodinách dňa 5. 2. 1998 nastal ďalší zo série zákrytov Aldebarana Mesiacom. Väčšina pozorovateľov z územia Slovenska, Čiech a Moravy mohla sledovať iba tesné priblženie hviezdy k okraju Mesiaca. Oblastou južného Slovenska však prechádzala severná hranica zákrytu - a práve z týchto miest bolo možné pozorovať dobytnicový zákryt. Nakoľko Aldebaran je najjasnejšia hviezdza, ktorú môže Mesiac na svojej ceste hviezdnou oblohou zakrýť, išlo o mimoriadne zaujímavý a príťažlivý úkaz.

Výhodou februárového úzaku bola, samozrejme okrem jasnosti samotnej zakrývanej hviezdy, najmä výška Mesiaca nad obzorom v čase úzaku (58°). Rozumný bol tiež okamih centrálneho úzaku (18:41 UT).

Príprava pozorovania

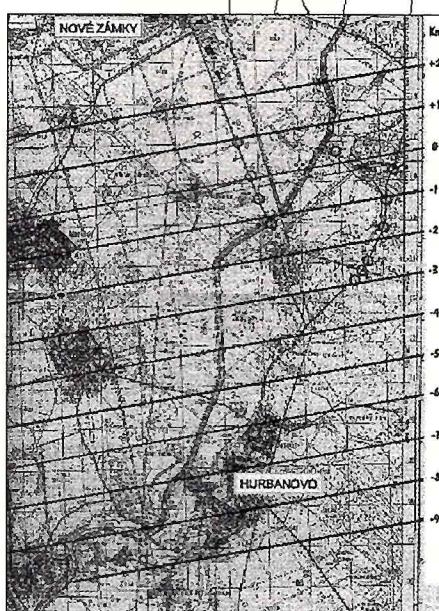
Na základe predpovede Honzy Mánka a E. Riedla sme podľa mapy danej oblasti a predpokladaného profilu Mesiaca vybrali takmer 70 pozorovacích stanovišť medzi Hurbanovom a Novými Zámkami. Za samotnú základňu celej akcie sme vďaka svojej výhodnej polohe, necelých 8 km od hranice zákrytu, zvolili hvezdáreň Hurbanovo a v druhej polovici januára sme vycestovali na južné Slovensko s cieľom obhlídky vybraných stanovišť. Tiež sme sa museli poobzerať po možnosti pripojenia sa na elektrický prúd aspoň na niektorých miestach, aby bolo možné využiť aj niekoľko predbežne prihlásených CCD videokamier, prípadne inej pozorovacej techniky. A tak sme celý deň, v nepríjemnom sychravom počasí, behali po okolitých poliach s mapou a buzolou. V tejto prípravnej fázi nám veľmi pomohli svojou ústretovosťou a pochopením pracovníci hvezdárne v Hurbanove.

Vzhľadom na počet prihlásených pozorovateľov sme sa zamerali už len na asi 25 stanovišť v 6 km šírokom páse – podľa predpokladaného profilu v rozmedzí -4km až +2km vzhľadom na severnú hranicu zákrytu.

Priebeh pozorovania

V deň pozorovania sa teda v priestoroch hubánovskej hvezdárne zišlo asi 30 nadšených pozorovateľov nielen z celého Slovenska, ale aj z Moravy. Krátko poobede sme sa stretli a vysvetlili sme si základné skutočnosti o tomto zákryte. Kedže medzi nami bolo dosť začiatočníkov, prípadne úplných začiatočníkov, ktorý ešte žiadol zákryt hviež-

Čiara uprostred reprezentuje stred zákrytu (central graze), ktorý pre našu polohu nastal o 18:41:13 UT. Vľavo na osi Y sú vynesené oblúkové sekundy. Nie sú vykreslené časy namerané na stanovišti „B“ (hvezdáreň Hurbano-vo), nakolko sa nachádzalo 7,5 km v profile Mesiaca.

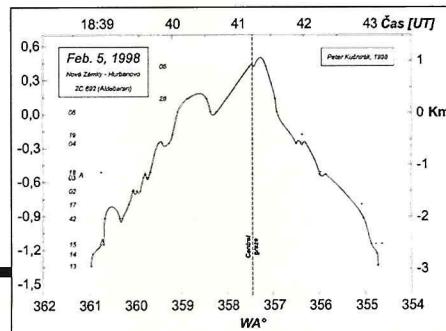


Na obrázku je 15 stanovišť, ktoré sa nám nako-
niec podarilo obsadiť pozorovateľmi. Krúžky
označujú vizuálnych pozorovateľov, skupiny s
CCD kamerami i niektoré z ďalších predbežne
vybraných miest. Tretia čiara z vrchu označuje,
podľa predpovede, severnú hranicu dotyčno-
vého zákrytu, v prípade ideálneho Mesiaca.
Rovnobežky označujú polohy v profile Mesiaca
s krokom 1 km.

dy Mesiacom neodpozorovali, program bol rozšírený o všeobecnú časť, v ktorej sa mali dozvedieť aspoň základné informácie o zákrytoch hviezd Mesiacom, meraní a vyhodnotenie nameraných časov, o význame pozorovania dotočnicových zákrytov, atď.

Výsledky pozorovania

V nasledujúcich dňoch boli presné polohy pozorovacích stanovišť odčítané z mapy a namerané časy vstupov a výstupov zaslane vo forme protokolu do Valašského Meziříčí, odkiaľ postúpia ďalšie spracovanie. Výsledok nášho spracovania môžete vidieť na obrázku. Je to profil Mesiaca zo-strojený na základe meraní získaných na južnom Slovensku. Hodnota celého pozorovania sa pod-



Mapka zobrazuje úzky pás prebiehajúci Európu, z ktorého bolo možné večer 5. 2. 1998 sledovať dôtyčnicový zákryt Aldebarana Mesiacom. Miesto konania našej expedície je označené čiernym kruhom.

statne zvýší ak naše dátá spojíme s údajmi získanými skupinou, ktorá pozorovala nedaleko Rimavské Soboty (około 70 nameraných časov). Jeden pozorovateľ bol aj na východe Slovenska a podľa informácií, ktoré sa ku mne dostali cez e-mail, úspešná bola aj skupina nedaleko mesta Sopron v Maďarsku (8 stanovišť, účastníci z 3 krajín) a jeden videozáZNAM sa podarilo získať aj v Španielsku (mesto Vizcaya, 6 úkazov).

Ďalej treba dodať, že 5. februára 1998 sa nám podarilo na južnom Slovensku zaznamenať 53 okamihov vstupu alebo výstupu hviezd spoza mesačného limbu. Z toho 12 časov je určených veľmi presne (zo záznamu CCD videokamer). Po spracovaní je zrejmé, že skutočný profil bol voči predpovedi posunutý smerom na sever.

Situácia v hlbke -1135 m až -1235: vďaka rozmiestneniu pozorovateľov na stanovištiach č. 3, 18 a A (tri stanovišťa na 100 metrov) sa nám podarilo veľmi presne zmapovať mesačný reliéf v tejto oblasti, a to aj pri vstupe aj pri výstupe hviezd : Pri vstupe tu bol zaznamenaný malý kopec (WA-359,7), ktorého existenciu dokázal záznam videokamery (A). V spodnej časti bol kopec potvrdený pozorovateľkou č. 3, hoci išlo len o relatívne časy. Zhora jeho výšku ohrianičilo pozorovanie na stanovišti č. 18, kde nebol zaznamenaný viacnásobný zákryt. Pri výstupe bola situácia obdobná – prítomnosť kopca v polohе WA-355,8 potvrdil záznam kamery a vizuálny pozorovateľia ohrianičili jeho výšku.

Jeho ryska.
Na záver by som použil slová jedného z tých, ktorí mali možnosť tento mimoriadne pôsobivý úkaz sledovať na vlastné oči. Celý úkaz zhodnotil slovami „...dokonale veľkolepé!“, čo vyjadruje nazozaj úžasný pohľad na Aldebarana, pomaly sa kízajúceho po mesačnom limbe, keď sem - tam na vás žmurmne a vy si uvedomíte, že to naozaj *ko-nečne vyšlo!*

Peter Kušnírák
Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske
hvezdan@netlab.sk

Pozn: Podrobnejšie informácie o priebehu akcie doplnené fotografiami, ďalšie tabuľky, ako aj pôvodne namerané časy jednotlivých pozorovateľov a podrobnejšie o získaných výsledkoch nájdete na internetovej adrese hvezdárne v Partizánskom:

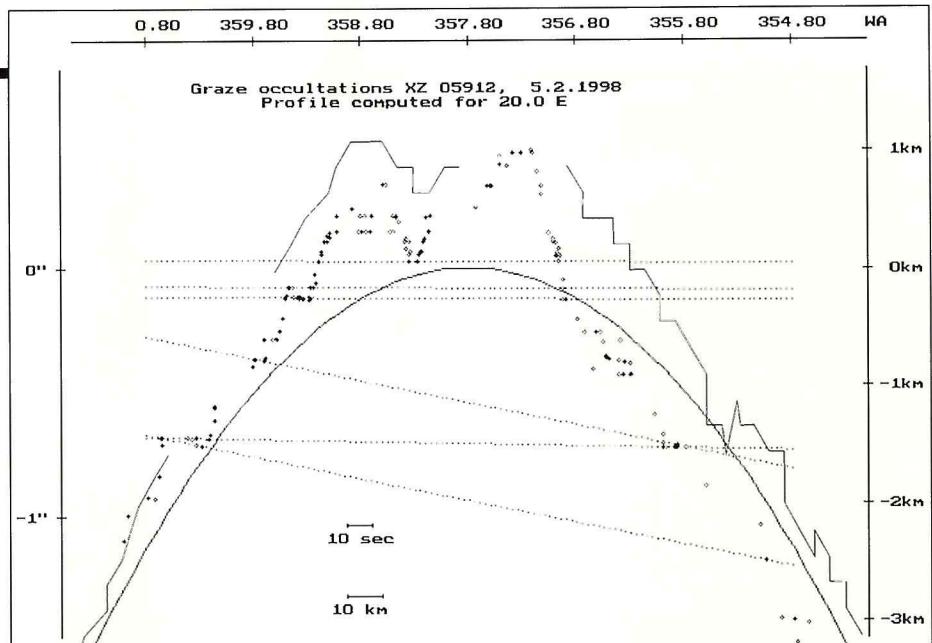
WWW.COSECO.SK/hvezdaren/index.htm

Dotyčnicový zákryt Aldebarana na dvakrát

15. november 1997 (Michalovce)

14. novembra 1997 večer bolo v Zemplínskej hvezdárni Michalovce rušno, pribúdali autá ako na poriadnej svadbe, vedľ takýto fantastický zákryt Aldebarana je iste ukaz výnimočný a oplatí sa za ním precestovať i stovky kilometrov.

Posledné dni a týždne pred zákrytom bola čulá výmena informácií v snahe čo najviac upresniť predpokladaný profil Mesiaca (NAO a ILOC Tokyo, EAON, IOTA, IOTA-ES, Zákrytová a astronometrická sekce ČAS, GAIŠ Moskva).



Mesačný profil z pozorovania dotyčnicového zákrytu Aldebarana Mesiacom 5. februára 1998. Lomená čiara je predpovedaný profil podľa posledných pozorovaní, ktoré spracoval E. Riedel (IOTA-ES). Bodkované čiary sú pozorovania CCD kamerami (vodorovné čiary CCD kamery v Rimavskej Sobote, šikmé čiary v Hurbanove, pozorovatelia v Valašského Meziříčí). Plné krížiky sú pozorované vstupy, prázdné výstupy, na vodorovnej osi je Wattsonov uhol.



Časť ešte usmyiatých pozorovateľov v Michalovciach 15.11.1997.^

Foto: J. Wiland

Odlisné predpoveďe z rôznych zdrojov nás pričali k výberu pozorovacích stanovišť dvakrát, napokoľkovo prvé spresnené informácie sme dostali až po konaní European Symposium Occultation Prediction, kde bola táto problematika diskutovaná. Záujem zahraničných partnerov o nami pripravované pozorovanie vzrástal, napokoľkovo expedície boli pripravené len na Slovensku a v severnom Taliansku.

Paradoxom teda bolo, že nám sa snažil pomôcť takmer celý svet a naši, ktorí by malo na našich výsledkoch záležať najviac, sa nezachovali najpriaznivejšie...

V Michalovciach sa zišlo 64 účastníkov zo vset-

kých kútov Slovenska, s problémami prišli i Poliaci a Česi. Tí poslední však len v zostave neuplnnej, napokoľkovo dvom pozorovacím skupinám (Praha a Valašské Meziříčí) sa nepodarilo prekročiť s pozorovacou technikou štátu hranicu. Pozorovatelia z poľskej Lodže došli pre rovnaké problémy až dopoludnia po našich intervenciach u colníkov na hraničných priechodoch. Problémy s cestou však ešte nemali konca, svoje si užili naši západní kolegovia pri ceste späť, ich cesta sa skončila predčasne stratou kolesa takmer

muzeálnej škodovky (vynikajúcu story o Aldebaranovi napísal L. Honzík v Zákrytovom zpravodaji a poľský koordinátor M. Zawilski sa vyjadril, že na Slovensko je ďalej ako na Aldebaran...).

Napriek nepriazni počasia vládom medzi účastníkmi optimizmus, bol rozdelené jednotlivé stanovištia, mapy i profily, každý pozorovateľ sa ešte počas dňa oboznámil so svojím pozorovacím miestom. Predpovede meteorológov nám stále dávali nádej, oblačnosť sa smerom od západu zmenšovala a my sme verili... Verili sme natoľko, že zhruba dve hodiny pred pozorovaním všetky skupiny vyrazili do terénu s poslednými zbytkami nádeje. Tá sa však rozplývala s blížiacou sa hodinou „H“ a pri pohľade na oblohu skropila tvár aj kvapka drobného dažda, slabším povahám možno aj slzička...

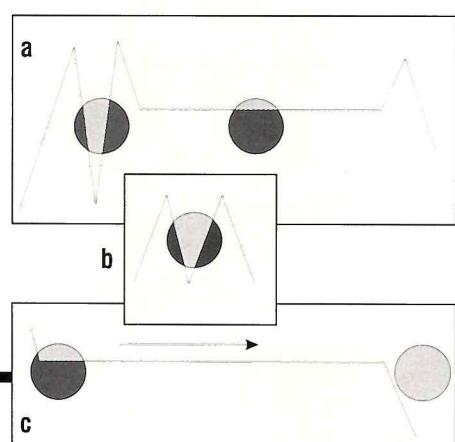
Znechutení sme v kuloároch preberali nepriazeň osudu. Bolo to totiž vynikajúca príležitosť, aká sa už pozorovateľom u nás nezopakuje. Vedľ zákryt 24 stupňov na tmavej strane a ešte o Aldebarana je skutočne udalosť mimoriadna. Nevyšlo nám už mnoho dotyčnicových zákrytov, no tento nezdar možno mrzel najviac. Rozchádzali sme sa však s presvedčením, že ten nasledujúci už určite vyjde!

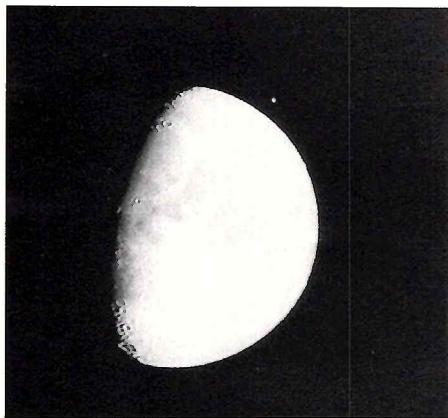
(Na našom území bude z hviezdy prvej veľkosti do roku 2050 pozorovateľný dotyčnicový zákryt Regula 24. 4. 1999 a u Aldebarana až 23. 9. 2035!)

5. február 1998 (Hurbanovo – Rimavská Sobota – Veľký Kamenec)

Ďalší dotyčnicový zákryt Aldebarana nastal 5.2.1998 priamo na terminátore a hranica tieňa prechádzala našim územím od Hurbanova, cez južnú časť okresu Rimavská Sobota až po juh východného Slovenska. Tentokrát sme sa rozhodli pre tri pozorovacie expedície. V okolí Hurbanova sa organizácia dobre zhstí Mgr. Kušnírák z Partizánskeho, na východe M. Socháň z Prešova a M. Maturkanič z Humenného. Tretiu expedíciu pripravovali pracovníci hvezdárne v Rimavskej Sobote.

Stále počasie, aké koncom januára a začiatkom februára nebyva obvyklé, dávalo tušiť, že možno teraz... Záujem o dotyčnicové zákryty na Slovensku pomaličky rastie, a tak sa zišlo aj hodne pozorovateľov (v Hurbanove 14, v Rimavskej Sobote 23 a vo Veľkom Kameci 5). V Hurbanovskej skupine





Aldebaran po svojom schovaní za Mesiacom (Rimavská Sobota-Studená). Foto: J. Wiland



Pozorovatelia z Poľska, Rimavskej Soboty, Kysuckého Nového Mesta a Žiliny po úspešnom pozorovaní dôtyčnicového zákrytu Aldebarana Mesiacom pred kupolou (NTT) v Rimavskej Sobe.

Foto: J. Wiland

boli aj pozorovatelia z Valašského Meziříčí, v Rimavskej Soboti zase členovia PTMA z Krakova, Varšavy a Lodže.

Jasné obloha a jemne mrazivé počasie naháňali po chrbte zimomriavky vzrušenia cestou na pozorovacie stanovišťa. Bolo zrejmé, že počasie tentokrát nesklame.

Vzhľadom na blízkosť štátnej hranice s Maďarskom a zaujímavý profil Mesiacu sa dve najodvážnejšie posádky z Rimavskej Soboty vybrali do maďarského Salgotrjánu. Tam sme sa dostali v poriadku, problém boli až pri návrate späť, ale to už bolo po pozorovaní a tak nám náladu nemohli skaziť ani byrokratické spôsoby na hraniciach.

Do hvezdárne sme prišli s oneskorením (to kvôli Maďarsku) a tu nás čakal zástup vysmiatých pozorovateľov, všetci kontrolovali stopky, vypočítávali časy kontaktov, upresňovali svoje polohy v mape. Diskusie sa skončili až neskoro po polnoci, vedeli sme, že všetko dopadlo dobre. Videozáznam L. Benedykowicza z Krakova vyvolal spontánny potlesk pri pohľade na nádherné žmurkajúci Aldebaran. Čažko sa to opisuje, to sa prosté musí vidieť. Podobné informácie sme mali aj od pozorovacích skupín z východu a západu.

Ak sme si mysleli, že o spracovaní takého zákrytu vieme už dosť, mylili sme sa. Redukcia pozorovaní nás poriadne potrápila, nemali sme sa s kym poradiť, stále čosi nesedelo... Odstránili sme hrubé chyby, doplnili dátu zo šiestich videokamier a profil Mesiacu sa nádhernie spresňoval.

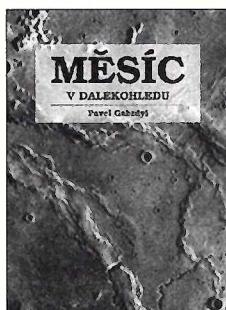
Už predbežné grafické spracovanie potvrdzovalo naše predpoklady, že pozorovanie bolo mimoriadne úspešné. Do uzávierky tohto čísla ešte nie je celé pozorovanie úplne spracované, no celkový výsledok 167 napozorovaných kontaktov je vskutku mimoriadny. Relativne veľký uhlový priemer Aldebarana (0.02") a vysoké časové rozloženie CCD kamier (0.02 sek.) ukázali pri spracovaní množstvo efektov, s akým sa bežne zákrytia nestretávajú (pozri obrázky L. Benedykowicza). Rozmiestnenie pozorovateľov bolo dostatočne husté, a tak na profile Mesiacu je možné určiť množstvo terénnych nerovností. Vzhľadom na dostatok pozorovateľov boli dvaja umiestnení tak, že im zákryt nenastal. Boli sice smutnejší, no ich pozorovanie ohraničuje výšku mesačného reliéfu s presnosťou asi 50 metrov.

Skutočne posledná možnosť si takéto pozorovanie Aldebarana v Európe zopakovať bude 28. apríla na území Poľskej republiky (a 30. septembra 1999 v Škandinávii). Pozorovanie bude spojené s konferenciou Sekcii obserwacji pozycji i zakryc v Lodži. Bližšie informácie je možné získať vo hvezdárni Rimavská Sobota.

Pavol Rapavý

Pavel Gabzdyl: Měsíc v dalekohledu

Vydala Hvězdárna Valašské Meziříčí



Autor podáva všeobecný pohľad na Mesiac ako na najblížší objekt záujmu astronómov. Pútať sa popisuje jednotlivé objekty na jeho povrchu a uvádzajich podrobnej delenie. Spomína tu krátery, pevniny, moria, hrebene, hory, údolia... Ku každému typu útvaru uvádzajeho najznámejších predstaviteľov, pričom vždy pripája zrozumiteľný návod na ich pozorovanie. Je vidieť, že autor sa pozorovaniu Mesiacu venuje už dlhú dobu, teda s pozorovaním má dobré skúsenosti. Venuje sa ale aj základným charakteristikám Mesiacu ako nebeského telesa, teda jeho pohybom. Spomína a vysvetluje tu také pojmy ako napr. selenografická šírka a dĺžka, fáza, colognitudo, librácia, prízemie a odzemie. V krátkosti rozoberá aj pohyby Mesiacu na oblohe, pozorovaciu techniku, jej parametre a používanie. Ku koncu knihy uvádzajú návody na zakreslovanie pozorovaní a odporúčanú literatúru a časopisy. Kniha je dobrou príručkou potenciálneho pozorovateľa Mesiacu. Autor v nej poukazuje na to, že Mesiac nie je len taká už všedná a okukaná ozdoba našej oblohy, ale objekt stáleho záujmu astronómov, a je ešte stále plný záhad a možných objavov.

Pavel Schwartz

RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc.,
RNDr. Jiří Grygar, CSc.

ASTRO 2001 – Jak vesmír funguje?

Jak vesmír funguje? Pod týmto názvom sa dňa 17. 2. 98 konala prezentácia 2. dielu multimediálneho astronomickej CD-ROMu trilógie ASTRO 2001 v príjemnom prostredí bratislavského hotela Danube, na ktorej sa zúčastnilo asi 40 záujemcov o astronómiu. Autori CD nosiča nás v skratke a s názornými ukážkami za pomoci velkoplošnej projekcie oboznámili s obsahom 2. CD-ROMu, ktorý pozostáva z 9 kapitol, každá kapitola má 5–8 hláv a každá hlava má niekoľko elementov.

Druhý diel je predovšetkým o pochopení príčin a súvislostí vo vesmíre, nájdeme tu odpovede na otázky „prečo?“, „ako?“, je živou učebnicou, ktorá nepotrebuje učiteľa.

Prvý diel ASTRO 2001 – Báječný vesmír sa zaberá predovšetkým popisom vesmíru a jasmi všeobecne známymi.

1. diel, 2. diel, alebo 1+2. diel CD-ROM ASTRO 2001 je možné si zakúpiť v predajniach s CD nosičmi, v predajniach s výpočtovou technikou. Pre slovenský trh boli stanovené nasledovné ceny:

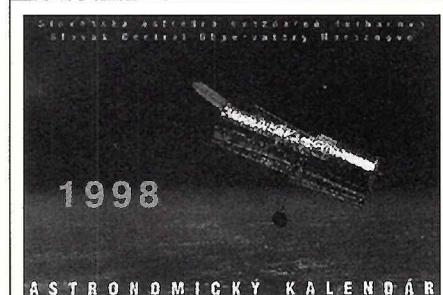
1. diel:	997,- Sk
2. diel:	1399,- Sk
1+2. diel:	1999,- Sk

Technické podrobnosti na www adrese
<http://www.astro2001.org>

Bližšie informácie: Kamil Pohlmann, D-data, s.r.o. Seberíniho 1, 821 03 Bratislava, tel./fax: 7/5721953 e-mail: pohlmule@ddata.sk alebo na Media, Dobiáš, Dúbravská cesta 9, Bratislava, tel.: 07 3788106 e-mail: a.info@media.trade.sk

Na záver by som sa rád podával organizátorom prezentácie, autorom CD-ROMu, tímu zostavovateľov a všetkým zúčastneným za príjemné podujatie, ale aj za všetkých tých šťastlivcov, ktorí obdržali nový CD-ROM zadarmo – som jeden z nich.

František Erben



Astronomický kalendár na rok 1998,

ilustrovaný snímkami z HST, je ešte stále k dispozícii, a môžete si ho objednať na adresu:

SÚH, 947 01 Hurbanovo. Tel.: 0818/24 84, fax: 0818/24 87. Cena 40 Sk.

Nástenný kalendár obsahuje okrem farebných fotografií aj kalendár astronomických výročí. Autorom kalendára je Ladislav Druga.

Nová publikácia SÚH:



Publikácia poslúži ako pomôcka pozorovateľom Slnka a je určená odborným pracovníkom v oblasti fyziky Slnka. Autor knihy Štatistické a grafické prehľady slnečnej činnosti od roku 1610 Ladislav Schmied sa dožil minulý rok 22. júna 70 rokov a publikácia je výsledkom jeho viac ako 50-ročnej práce v tomto odbore.

(r)

30. zraz mladých astronómov Slovenska

Pod severnými svahmi Vihorlatských vrchov, zhruba 8 km východne od Humenného, v priestoroch turistického zariadenia Lesík v Kamenici nad Cirochou, organizuje Slovenská ústredná hvezdáreň jubilejný 30. ZMAS v dňoch 11.–18. júla 1998, na ktorom sa môže zúčastniť každý záujemca o astronómii a prírodné vedy, vo veku od 15 do 22 rokov.

Odborný program v sekciách z rôznych oblastí astronómie bude doplnený poobedňajšími športovými, turistickými a spoločenskými aktivitami a nočnými astronomickými pozorovaniami. Ubytovanie bude vo vlastných stanoch. Cestovné, stravovanie a ostatné náklady hradí Slovenská ústredná hvezdáreň. Účastníci platia organizačný poplatok 500,- Sk.

Informácie:
Slovenská ústredná hvezdáreň
Komářianská 134
947 01 Hurbanovo
tel.: 0818-2484, fax: 0818-2487

Predám kompletne ročníky 1983–1995 časopisu Kozmos, cena 80,- Kč za ročník. Eva Šádková, Hodkovickej 410, 46313 Liberec 23. Tel.: 048/5134704

Predám: CD Astro 2001 – Báječný vesmír – od J. Grygara, spolu s návodom na použitie v kompletnom balení za cenu 990,- Sk. Ďalej predám CD – Beyond planet Earth, ktoré svojimi vynikajúcimi zvukmi, videami a obrázkami umožní bližšie sa spoznať s našou slnečnou sústavou – cena 790,- Sk. Radovan Žufa, A. Bernoláka 31, 034 01 Ružomberok, tel.: 0848 323344

Predám širokohľavý binar (hladač kométy), delostrelecký binar a refraktor AD 800 Meopta Košice 56 × 800 – 40 ×. Cenu dohodou. Kotas Jaromír, Komenského 314, 763 61 Nápadela, ČR.

Predám málo používaný zrkadlový dalekohľad typ Newton MDN 130 vyrobený v Hurbanove. Zrkadlo je pohlinikované. Ohnisková vzdialenosť 980 mm. Okulár dalekohľadu je výmeny. Ďalekohľad má paralaktickú montáž, ktorá umožňuje funkčné ovládanie a zameranie do fúbovonného smeru. Celková váha 40,4 kg, cena 8500 Sk. Ludovít Volf, Komárnica 46, 82102 Bratislava, tel.: 234 385.

Prijíjam objednávky na optiku pre dalekohľad typu NEWTON o 150, 200, 250, 300, 350, 400 mm, svetelnosti 1:6, 1:5. Taktiež prijíjam objednávky na optiku pre šošovkový dalekohľad REFRAKTOR o 100 mm, svetelnosti 1:15. 100 % kvalita a super cena. Informácie na adresu: Martin Kavecký, 01314 Kamenná Poruba 31. Tel.: 0823/461400 (domov) a 0826/4212946 (do práce).

Kúpim astronomický dalekohľad. Maximálna cena 6000,- Sk. Jozef Polom, Na Rybníkoch 14, 08256 Pečovská Nová Ves. Tel.: 0934/583384 po 17.00 h.

Kúpim objektív AD 800, alebo Zeiss 63/840. Predám kompl. zen. puzdro s okulárovým výťahom s ok. f=20 mm, odnímateľnou Barlow. čočkou, pre Cass. alebo refr. hládačik 8 × 50 pre Newton, obj. * 115/415 čoč. obj. 60/300 a iné. Martin Kráľ, Reigrova 3, 74101 Nový Jičín, ČR.

Kúpim montáž vrátane statívov od dalekohľadu značky MOZART (prípadne celý komplet). Podmienkou je bezchybný stav mechaniky. Ing. Bartolomej Kocák, Zakarpatská 11, 07101 Michalovce, tel.: 0946 435294.

Predám kvalitnú optiku pre dalekohľady typu NEWTON, CASSEGRAIN, SCHMIDT, MAKSLUT s priemerom od 80 mm do 200 mm. Ponuku zašípam na požiadanie. Blížsie informácie na tel. č.: 0823/461 400, alebo na adresu: Martin Kavecký, č. 31, 013 14 Kamenná Poruba.

JENAM

7. európska a 65. národná astronomická konferencia, Praha, 8.–13. septembra 1998

Európska astronomická spoločnosť (EAS) a Česká astronomická spoločnosť (CAS) usporiadajú v budove stavebnej fakulty CVUT v Prahe-Dejviciach spoločnú konferenciu JENAM 98 (Joint European and Astronomical Meeting, 1998). Na programe konferencie budú plenárne prednášky popredných európskych astronómov, príspevky v súbežne prebiehajúcich sekciách a napokon aj panelové diskusie. Súčasťou konferencie bude aj jednodenné pracovné zasadanie, venované prípravám pozorovania úplného zatmenia Slnka v auguste 1999 a plenárna schôdza CAS.

Prednášky na pozvanie Vedeckého organizačného výboru (SOC) prednesú:

F. Mirabel: Nadsvetelné zdroje v Galaxii

I. Novikov: Staré a nové obzory fyziky a astrofyziky čiernych dier

M. Perryman: Milisekundová astrometria; niektoré vedecké výsledky družice HIPPARCOS

Sir M. Rees: Vzplanutia žiarenia gama

J. Schneider: Novooobjavené planetárne sústavy

M. Šidlichovský: Dynamika pásu planétiek a chaos

J. Trumper: Röntgenová astrofyzika

Paralelné sekcie sa budú venovať nasledujúcim tematickým okruhom (v závorke sú mená čestných koordinátorov sekcií):

Slnečná fyzika (P. Heinzel, Ondřejov)

Malé telesá slnečnej sústavy (J. Borovička, Ondřejov)

Extrasolárne planéty (M. Wolf, Praha)

Astrofyzika interagujúcich dvojhviezd

(J. Kubát, Ondřejov)

Dynamické štúdie hviezdzokôp a galaxií

(J. Palouš, Praha)

Astrofyzika vysokých a veľmi vysokých energií

(R. Hudec, Ondřejov)

Relativistická astrofyzika a kozmológia

(J. Bičák, Praha)

Panelové diskusie sa sústredia na tri okruhy otázok:

Prístroje a veľmi nákladné projekty

(F. Frank, Ondřejov)

Mladí astronómovia, pracovné príležitosti,

vyučovanie astronómie (V. Karas, Praha)

História astronómie (M. Šolc, Praha)

Ďalšie podrobnosti (registračné formuláre, údaje o uzávierkach prihlások a poslaní abstraktu, výška registračných poplatkov, ubytovanie, sprivedné akcie, atď.) možno nájsť pod URL:

<http://www.sunkl.asu.cas.cz/jenam98>

prípadne aj na kontaktnej adrese

JENAM 98

Astronomický ústav AV CR

Boční II/1401

141 31 Praha 4 – Sporilov

tel. 02-769 023

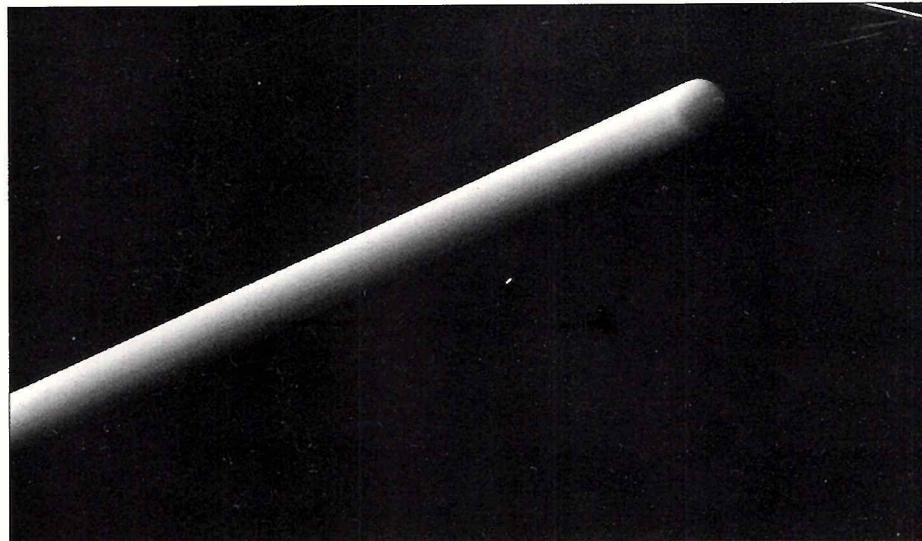
E:zuzana@ig.cas.cz alebo: icaris@Bohem-net.cz

Doc. RNDr. Jan Palouš

spolupredsedá SOC

RNDr. Jiří Grygar, CSc.

spolupredsedá LOC



Fotozáhada

Náš spolupracovník František Erben nám poslal túto fotografiu, ktorú nazval Kozmická lízanka. Napíšte nám, o aký úkaz ide, Zo správnych odpovedí vylosujeme jedného čitateľa, ktorý bude odmenený hodnotou knihou.

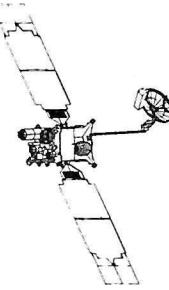
Ako sme sa vyrovnali analemu

Analema je zdanlivu uzavretá krivka v tvare arabskej osmičky, ktorú v priebehu roka vykreslia na oblohe polohy Slnka na pravé poludnie. Dôsledkom je nerovnaký priebeh tieňa gnómonu slnečných hodín počas kalendárneho roka. Preto sú slnečné hodiny nepresné, v podstate iba orientačne využiteľné. Tolkto učebnica.

Ked sa členovia astronomického krúžku pri ZŠ v Krásnohorskom Podhradí pokúsili postaviť slnečné hodiny, problém analemy bol pred nich tvrdým oreškom. Nefahký problém analemy vyriešili napokon pohyblivým číselníkom. Vo februári 1998, keď prototyp hybridných hodín uvádzali do prevádzky, objavila sa na južnej stene školskej náradovne podivuhodná konštrukcia. Na ráme, ktorý má tvar rovnomenrého

lichobežníka, bol v mieste otáčania kruhového výseku s číselníkom upevnený orientovaný gnómon. Vo zvolenej polohe všetko fixuje aretácia. Žiadne umelecké dielo, iba jednoduchá matematika, ktorej môže každý porozumieť. Ktokolvek pozrie na hodiny, vidí presný čas. Nie pravý, slnečný, ale pásmový, zimný, alebo letný. Časová služba astronomického krúžku registruje odchylky tieňa a raz či dvakrát do mesiaca posunie číselník do príslušného uhu. Nijaká spleť kriviek a opráv, podľa našich slnečných hodín si môžete upraviť aj vaše, náramkové. S klasickými slnečnými hodinami majú tie naše jedinú spoločnú vlastnosť: ukazujú čas iba tedy, keď svieti Slnko.

Mgr. Juraj Lörincik,
ZŠ Krásnohorské Podhradie



Mars Global Surveyor

Do polovice marca obletela sonda MGS červenú planétu 178-krát, po neustále sa skracujúcej, elipsovitej dráhe. Planetológovia a geológovia si utvárajú z doposiaľ získaných fotografií martanského povrchu nový obraz o Marse.

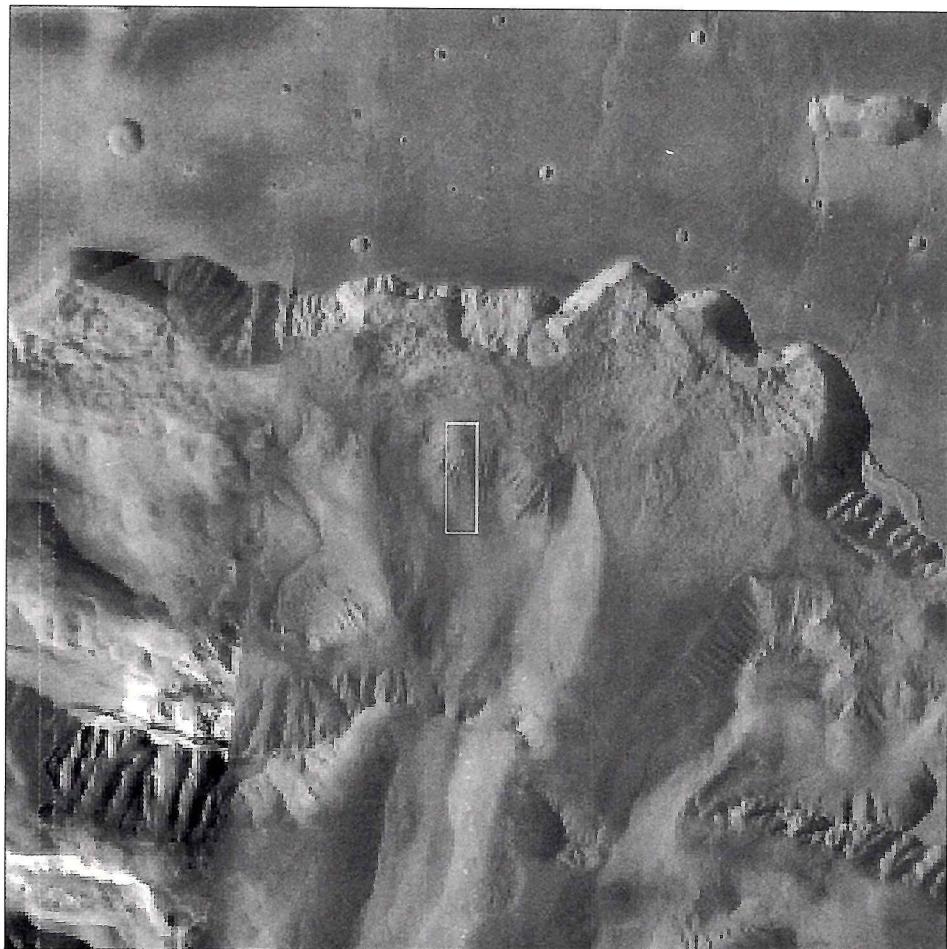
Marsografi sa zatiaľ iba orientujú v záplave nových snímok s doteraz nevídaným rozlíšením. V jednom sú si už dnes všetci zajedno: zatiaľ čo južnú pologolu Marsu pokrývajú vysoké hory a rozľahlé vysočiny, poznamenané množstvom impaktných kráterov a rozoklané mohutnými kaňonmi, severnú pologolu pokrývajú nekonečné, pomerne fádne planiny, bez výraznejších kráterov a mohutných geologických štruktúr, čo znamená, že na severnej pologuli vidíme oveľa mladší terén ako na južnej.

Plochość severných planín je zarážajúca: na ploche tisícov štvorcových kilometrov nedokážeme rozlíšiť terénne útvary, ktoré by boli vyššie ako 50 metrov. – Ide o najväčšiu plošinu v celej slnečnej sústave, – tvrdí geofyzik Maria Zuber z Massachusetts Institute of Technology.

Medzi 50. stupňom severnej šírky (na Zemi sa približne v rovnakej výške tiahá severná hranica Slovenska) a 80. stupňom, za ktorým sa už rozprestiera zaľadené teritórium polárnej čiapočky, je terén alebo úplne plochý, alebo sa mierne, so sklonom 0,05 stupňa zvažuje smerom na juh. To znamená, že gigantická severná pláň na Marse je oveľa plochejšia ako mesačné moria či lávou zarovnané planiny na Venuši alebo centrálna časť našej Sahary.

Na Zemi sú veľkým severným planinám Marsu topograficky najpodobnejšie dná pozemských oceánov, napríklad dno Atlantického oceánu od centrálnej ryhy po pobrežie Latinskej Ameriky. Geológom to pripomína štruktúru tektonických krý na Zemi, ktoré vytvárajú pohyblivú mozaiku kontinentov a pevného podložia oceánov. Už od roku 1912 vieme, že zemská kôra je rozpukaná a tvorí ju 20 veľkých a väčšie množstvo menších krý litosféry, ktoré plávajú na roztavenom podloží. Tieto kryhy sa budú od seba vzdalať, alebo sa pod seba podsúvajú. Kryhy pod oceánmi sú do mäkkého plášťa zanorené váhou oceánskej vody, zatiaľ čo „lahké“ kontinentálne kryhy „plávajú“ na magme ako korok na vode, ba sú pohybom zanorených krý zemskej kôry z plášťa vytláčané.

Bol aj Mars v dávnych dobách tektonicky aktívny? Dnes po takej činnosti nie ani stopy. Vnútro červenej planéty muselo ochladniť a upokojiť sa už pred miliardami rokov. Jedným z dôkazov geologickej rigidnosti Marsu je i nepritomnosť magnetického poľa, ktoré je na Zemi generované mechanizmom súčinnosti jadra a tekutého plášťa.



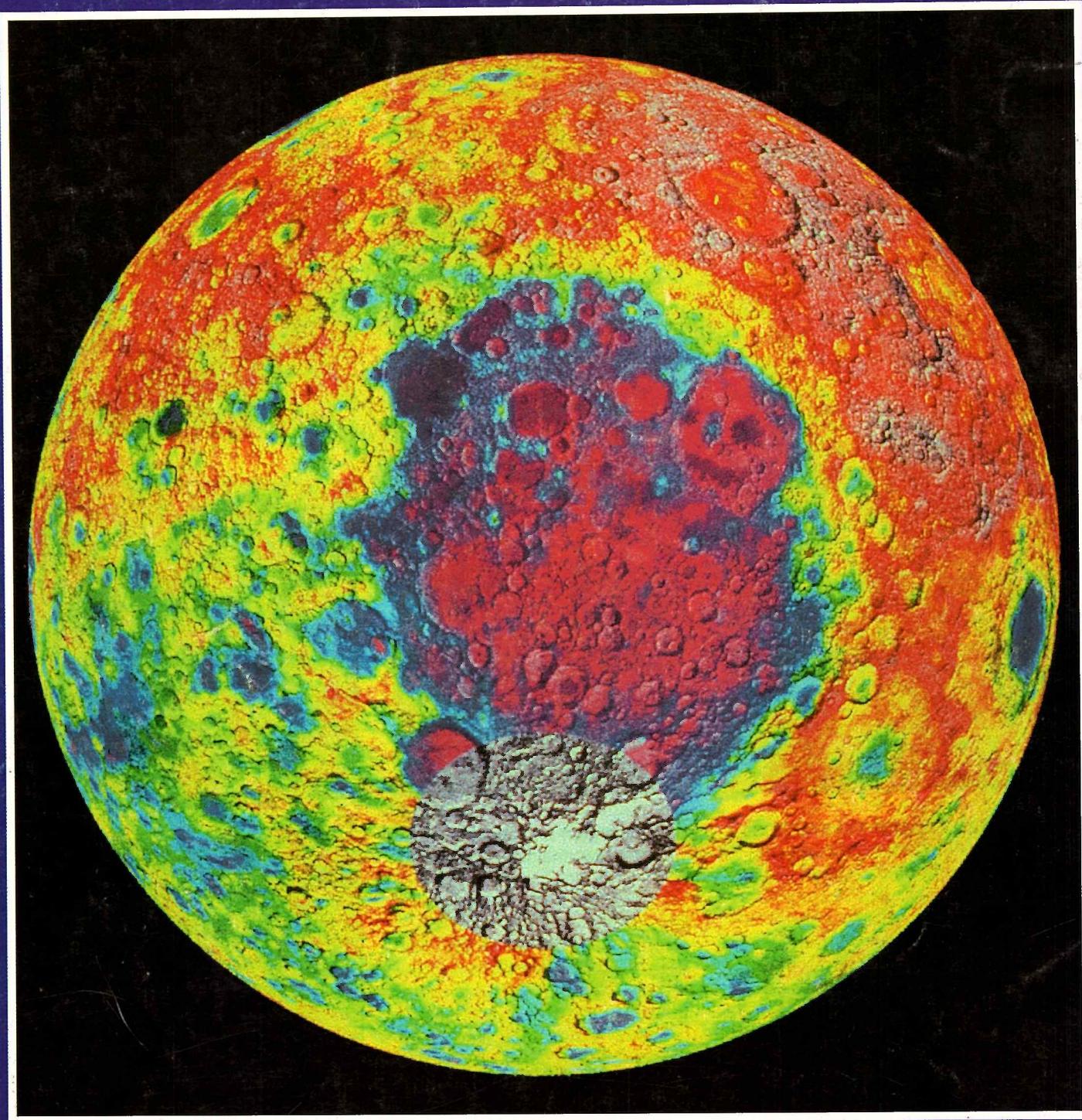
Na hornej snímke vidíme časť Ophir Chasma, jedného z kaňonov centrálnej časti Valles Marineris. Sonda ho získala 4. januára 1998, počas 82. obletu planéty. Dno kaňona vidíme v hornej časti snímky za mohutným zlomom, ktorého horizontálny profil pripomína ľudskú tvár. Terén pod zlomom je o 4 kilometre vyššie ako dno kaňonu nad ním.

Dolná snímka zviditeľňuje časť vyvýšeniny nad kaňonom, ktorú na prvej snímke ohraňuje biely obdlžník. Štruktúry, ktoré vidíme, sú buď mohutné duny, alebo terén stvárený vodou. Rozmery obdlžníka sú 9,3×28 km.

Podaktori planetológovia vysvetľujú plochość severných planín nárazom obrovskej kométy alebo gigantického asteroidu. Impakt narušil martanskú kôru a z podložia planéty vyvreli obrovské množstvá magmy, ktorá zavrnala severné planiny rovnako dôkladne, ako by to urobil miliardy rokov trvajúci make-up usadzujúcich sa hornín. Druhé vysvetlenie považujú marsológovia predbežne za priateľnejšie. Výpočty naznačujú, že voda z tohto oceánu, hlbokého prinajmenšom kilometre, vytvára dnes ľadové polárne čiapočky na oboch póloch.

Najdetailnejšie snímky z MGS, na ktorých sa dajú rozlíšiť útvary do 1,5 metra sugerujú, že martanskými kaňonmi a dolinami kedysi tiekla voda. Najpresvedčivejším dôkazom sú jasne rozlišiteľné vrstvy usadenín, rozoznateľných na stenach dávno vyschnutých kaňonov.





Najväčším impaktným bazénom v celej slnečnej sústave je dvojkráter South Pole–Aitken v južnej polárnej oblasti Mesiaca. Na snímke sondy Clementine vo falošných farbách označuje chaotický terén dvojkrátera fialová kružnica.

(Podrobnejšie vo vnútri čísla.)