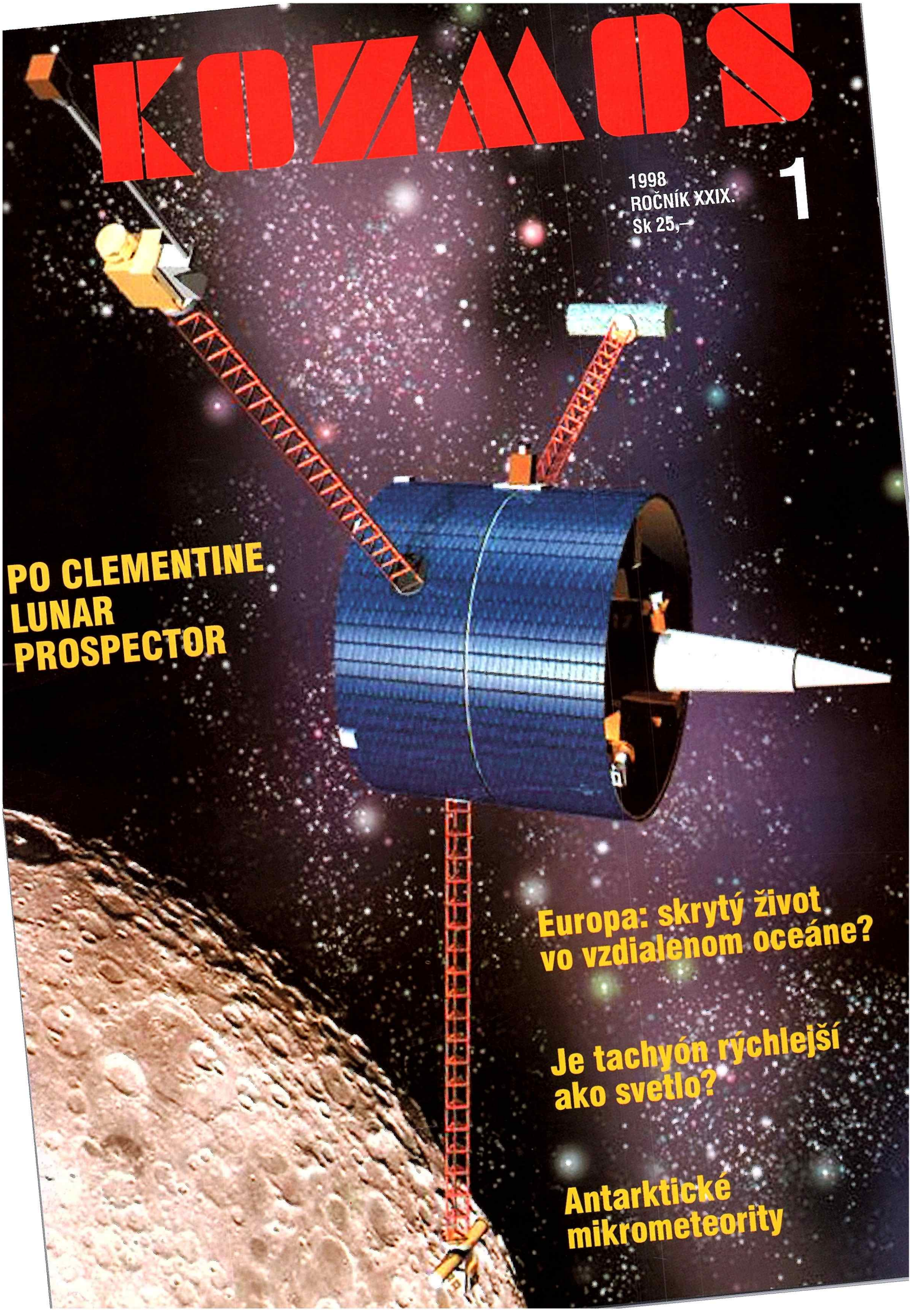
KOZMOS

1998
ROČNÍK XXIX.
Sk 25,–
1



PO CLEMENTINE LUNAR PROSPECTOR

Europa: skrytý život vo vzdialenom oceáne?

Je tachyón rýchlejší ako svetlo?

Antarktické mikrometeority

Lunar Prospektor

Šiesteho januára vypustili Američania mesačnú sondu Lunar Prospektor, ktorá bude krúžiť okolo Mesiaca jeden rok. Cieľom tejto misie je získanie doteraz najpodrobnejších geografických máp Mesiaca, vyhotovenie geologickej mapy povrchových hornín, ale najmä overenie ložísk zamrznutej vody v hlbokých kráteroch okolo južného pólu, prípadne i v iných hlbokých kráteroch, kde nikdy nedopadnú slnečné lúče, ktoré disociujú molekuly vody na kyslík a vodík a tie vzápätí unikajú do kozmického priestoru.

Od decembra 1972, kedy odštartovala na Mesiac poosledná kozmická loď z projektu Apollo, ide o prvú mesačnú misiu NASA za posledných 26 rokov.

Lunar Orbiter bude krúžiť okolo Mesiaca vo výške 96 km. Váži iba 295 kg a na jeho palubu vedci tentokrát neumiestnili nijakú kameru: vybavili ho však piatimi citlivými prístrojmi, ktoré metodicky a z doteraz nebývalým rozlíšením zmapujú zloženie mesačného povrchu.

Lunar Orbiter stojí amerických daňových poplatníkov iba 63 niliónov dolárov, čo je oproti desiatkám miliárd dolárov, vydaných na projekt Apollo, zvlášť keď prihliadneme na rast cien ľudskej práce a materiálov, naozaj smiešna suma.

Záujem NASA o opätovný výskum Mesiaca podnietili neobyčajne zaujímavé výsledky dvoch misií v poslednom desaťročí: prvou bola sonda Galileo, ktorá sa na svojej komplikovanej ceste k Jupiteru dva razy priblížila k Zemi a vďaka citlivejším prístrojom nasnímala (v rokoch 1900 a 1992) viacero zaujímavých fotografií, ktoré naznačili perspektívnosť ďalšieho výskumu Mesiaca prístrojmi novej generácie. No najmocnejším podnetom návratu NASA na Mesiac bola mimoriadne úspešná misia sondy Clementine, ktorá v službách amerického ministerstva obrany, popri iných úlohách, skúmala i povrch Mesiaca. Táto neobyčajne lacná sonda vydodala vedcom tisíce senzačných fotografií, vďaka ktorým sa naše predstavy o vývoji a súčasnej geologickej stavbe nášho súputníka dosť podstatne zmenili. Určite najsenzačnejšou správou však boli údaje radaru Clementine, z ktorých vyplývalo, že na dne hlbokého dvojkrátera South Pole–Aitken sa vyskytujú jazera zamrznutej vody, podľa vedcov najskôr kometárneho pôvodu. Večný tieň nedovolil Slnku vodu rozložiť.

Na skladačke z viacerých záberov Clementine *(snímka vľavo)* jasne vidieť, že Slnko ani pri najoptimálnejšej polohe Mesiaca neosvetlí hlboko zanorený terén v kráteroch. Na *pravej snímke* vidíte rovnaké teritórium blízko mesačného južného pólu, zviditeľnené pozemským radarom. Zreteľne rozoznáme aj terén, ktorý je vo viditeľnom svetle zahalený do večného tieňa.

Napriek tomu, že mnohí vedci tento nález spochybnili, (v posledných mesiacoch to bola posádka mamutieho rádioteleskopu v Arecibe, ktorého prsty nenašli na dne kráterov ani stopy po vode), Lunar Prospector bude vodu na Mesiaci hľadať. Kvôli tomuto poslaniu ho vybavili elektronickým čidlom, ktoré dokáže detegovať atómy vodíka vo vode, či už zamrznutej v jazerách, alebo premiešanej s mesačnými horninami, pravdaže tiež iba na dne niekoľkých hlbokých kráterov.

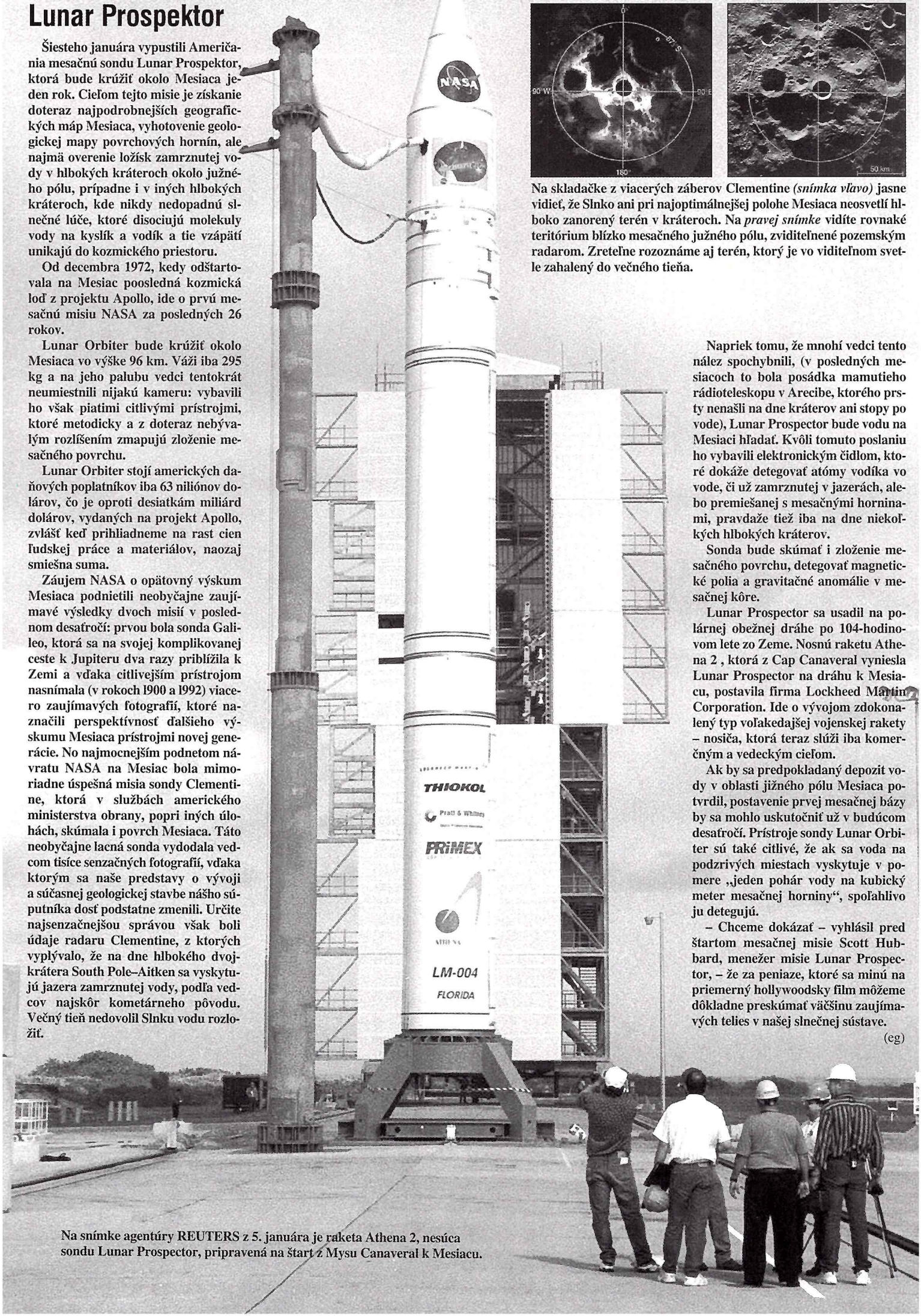
Sonda bude skúmať i zloženie mesačného povrchu, detegovať magnetické polia a gravitačné anomálie v mesačnej kôre.

Lunar Prospector sa usadil na polárnej obežnej dráhe po 104-hodinovom lete zo Zeme. Nosnú raketu Athena 2 , ktorá z Cap Canaveral vyniesla Lunar Prospector na dráhu k Mesiacu, postavila firma Lockheed Martin Corporation. Ide o vývojom zdokonalený typ voľakedajšej vojenskej rakety – nosiča, ktorá teraz slúži iba komerčným a vedeckým cieľom.

Ak by sa predpokladaný depozit vody v oblasti jižného pólu Mesiaca potvrdil, postavenie prvej mesačnej bázy by sa mohlo uskutočniť už v budúcom desaťročí. Prístroje sondy Lunar Orbiter sú také citlivé, že ak sa voda na podzrivých miestach vyskytuje v pomere „jeden pohár vody na kubický meter mesačnej horniny", spoľahlivo ju detegujú.

– Chceme dokázať – vyhlásil pred štartom mesačnej misie Scott Hubbard, menežer misie Lunar Prospector, – že za peniaze, ktoré sa minú na priemerný hollywoodsky film môžeme dôkladne preskúmať väčšinu zaujímavých telies v našej slnečnej sústave.

(eg)



Na snímke agentúry REUTERS z 5. januára je raketa Athena 2, nesúca sondu Lunar Prospector, pripravená na štart z Mysu Canaveral k Mesiacu.

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

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

TÉMY ČÍSLA

LUNAR PROSPECTOR
(1. a 2. strana obálky)

2 **Príhovor k čitateľom** / *Teodor Pintér*

HST

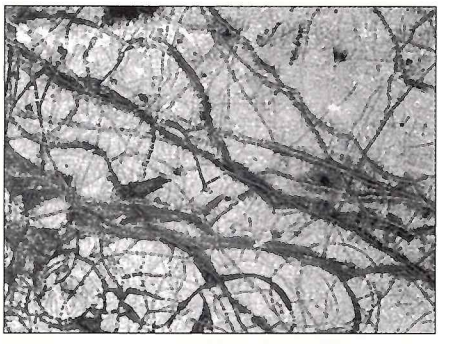
2 **HST: objavy pokračujú**
Hubble odhalil väčšinu viditeľnej hmoty vesmíru; Supernovy na pomedzí; Vesmír sa bude naveky rozpínať

GALILEO

4 **Io: planetárny ohňostroj** / / *Eugen Gindl*
(4. strana obálky)

6 **Callisto po druhom oblete**/ / *Eugen Gindl*

7 **Europa: skrytý život vo vzdialenom oceáne?** / / *Michael Caroll*



12 MARS GLOBAL SURVEYOR
Geologické vrstvy v Tithonium Chasma
Geológia v Ganges Chasma

14 **Rieka vo vesmíre** / *Adam Frank*

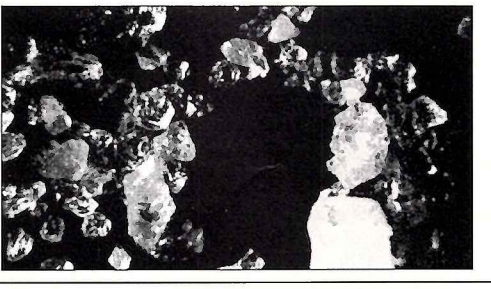
17 **Žeň objevů 1996 (XXXI.)**
9.1. Optické a infračervené dalekohledy (pokračování z minulého čísla); 9.2. Radioteleskopy; 9.3. Astronomie vysokých energií; 9.4. Kosmické sondy; 10. Astronomie a společnost; 10.1 Úmrtí; 10.2 Ceny; 10.3 Časopisy a citační analýza; 10.4 Rub a líc technického pokroku / *Jiří Grygar*

20 **Tachyón je rýchlejší ako svetlo** / *Piotr Ciesliński*
Neutrína (str. 21) / *Josip Kleczek*

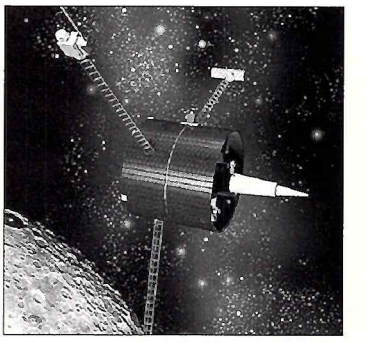
23 **Trójania, elektróny a planetoidy**

25 **Antarktické mikrometeority** / / *Giordano Cevolani*

32 **Kométa či asteroid?** / / *Roman Piffl*



obálka



Kresba sondy Lunar Prospector, ktorá od 10. januára tohto roku skúma povrch Mesiaca.

(Viac si prečítajte na 2. strane obálky.)

RUBRIKY

24 MAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE
Ako sme presvedčili montáž Dobson, aby fungovala ako kváziparalaktická s hodinovým pohonom / *František Závodský*

28 POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (február–marec) / / *Roman Piffl, Pavol Rapavý, Jiří Dušek*

33 SLNEČNÁ AKTIVITA
Október–november 1997 / *Milan Rybanský*

34 ALBUM POZOROVATEĽA
ASTRA cez CCD! / *Peter Kušnirák*; **Obzretie za minuloročným letom s Perzeidami** / *Branislav Gálik*; **Minuloročné úplné zatmenie Slnka (Pervomajskij)** / *Teodor Pintér*; **Pozorovanie úplného zatmenia MesiacaCCD kamerou členmi Astroklubu v Hurbanove** / *Peter Dolinský, Roman Jekel*

RÔZNE

33 PODUJATIA
Ponuka Hornonitrianskej hvezdárne / *Vladimír Mešter*; **Astrostop 1997** / *Ján Mäsiar*; **30. Zraz mladých astronómov Slovenska; 31st ESLAB Symposium** / *Ivan Dorotovič*

36 SERVIS
Šesdesát let českobějovické hvězdárny, 40 let Observatoře Klet / *Jana Tichá*
Vedecko-kultúrne centrum na Orave plánuje postaviť v Podbieli hvezdáreň / *Peter Križko*

CONTENTS

HST HIGHLIGHTS
LUNAR PROSPECTOR
GALILEO MISSION: IO, CALLISTO, EUROPE
MARS GLOBAL SURVEYOR
RIVERS IN UNIVERSE
TACHYON IS FASTER LIKE LIGHT
TROJANS, ELECTRONS AND PLANETOIDS
MICROMETEORITS FROM ANTARCTIS
KOMETS AND ASTEROIDS
SKY ALMANAC
SOLAR ACTIVITY

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Roman Piffl – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Türkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. ● **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● **Vychádza:** 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 25,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,– Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava – predplatitelia. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. Zadané do tlače 26. 1. 1998. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.
ISSN 0323 – 049X

Vážení čitatelia,

rok 1998 bude podľa všetkého ešte zaujímavejší ako rok predošlý, prinajmenšom pre tých, ktorých vzrušujú objavy najnovšieho zlatého veku astronómie. Určite ste si všimli, že pri tvorbe nášho časopisu sme čoraz menej odkázaní na informácie z druhej ruky, pretože sme prostredníctvom internetu napojení na najdôležitejšie zdroje prvotných informácií, ktoré pre vás redakčne spracúvame. Teší nás i Váš narastajúci záujem o náš časopis, o čom svedčia i početné listy, ktoré nám posielate. Ďakujeme vám!

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, ktorá KOZMOS vydáva, pôsobí ako národné metodické centrum, riadené Ministerstvom kultúry. Našou úlohou je udržať vitálnu sieť slovenských hvezdární a planetárií a podporovať i snahy o založenie nových zariadení všade tam, kde sa už vytvorila životaschopná a invenčná základňa astronómov-amatérov, ktorá si trúfa postaviť sa na vlastné nohy aj vlastným pričinením.

Aj v tomto roku bude SÚH pokračovať v činnosti, ktorá sa v minulých rokoch osvedčila.

Pripravujeme **14. celoštátny seminár** s medzinárodnou účasťou. Cieľom seminára je oboznámiť účastníkov s najnovšími poznatkami vo fyzike Slnka, slnečnej aktivity a vzťahov Slnko–Zem, ktoré sa získali v poslednom období na slovenských a českých hvezdárňach a pracoviskách Slovenskej akadémie vied. V rámci slnečného seminára budeme prezentovať i výsledky zo zatmení Slnka – Ázia 97 a Južná Amerika 98. Seminár sa uskutoční v júni 1998.

Pripravujeme i medzinárodnú **konferenciu o medziplanetárnej hmote**. Ide o pravidelné sympózium pozorovateľov a členov IMA (International Meteor Asociation), na ktorom sa prezentujú výsledky z pozorovania meteorov v jednotlivých krajinách Európy. Sympózium sa pripravuje v spolupráci s Hvezdárňou v Banskej Bystrici s cieľom prepojiť amatérskych pozorovateľov meteorov s vedeckými pracovníkmi zúčastnených krajín. Stretnutie sa uskutoční v auguste 1998 v Starej Lesnej.

Medzinárodnú účasť bude mať i **XXX. zraz mladých astronómov Slovenska**. Zúčastnia sa ho astronómovia – amatéri od 15. do 22. roku života. Odborný program bude zameraný na rozšírenie vedomostí v oblastiach Slnko, medziplanetárna hmota, všeobecná astronómia a premenné hviezdy. Zraz mladých astronómov sa uskutoční v júli 1998.

Naša súťaž **ASTROFOTO** vstupuje už do XXI. ročníka súťaže. Je určená všetkým amatérom i profesionálom, ktorí fotografujú námety s tematikou astronómie. Súťažné práce sa posudzujú v rámci dvoch tematických celkov: astronomické snímky a variácie na tému obloha.

Bohatú tradíciu má i celoslovenská súťaž tvorivosti **Vesmír očami detí**, ktorá vstupuje už do svojho XIII. ročníka. Celoštátna výtvarná súťaž s astronomickou tematikou je určená tak pre deti predškolského veku, ako aj pre školákov do 15 rokov. Súťaž organizujeme v spolupráci s partnerskými organizáciami v pôsobnosti SÚH a regionálnymi kultúrnymi centrami.

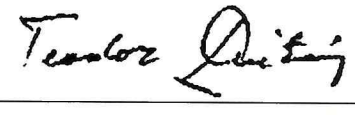
Do ďalšieho ročníka vstupuje i súťaž **Čo vieme o hviezdach**, ktorá je určená pre žiakov základných a stredných škôl. Organizujeme ju v spolupráci s partnerskými organizáciami v pôsobnosti SÚH – národného metodického centra.

Pre našich pozorovateľov meteoritov pripravujeme v auguste **meteorickú expedíciu „Dážď Leoníd“**, ktorej presnejší popis je v tohoročnej Hvezdárskej ročenke na stránke 107.

Pevne verím, že na sklonku tohto roku budete s KOZMOS-om ešte spokojnejší ako doteraz. Iste ste si všimli, že napriek čoraz bohatšiemu a aktuálnejšiemu obsahu sme sa v tomto roku rozhodli, napriek narastajúcim nákladom na papier a tlač, nezvyšovať cenu nášho časopisu. Pevne veríme, že aj v tomto roku nám pribudnú noví čitatelia, pri ktorých získavaní sa spoliehame tak trochu aj na vás.

Všetkým vám do roku 1998 prajem úspech práci a veľa silných zážitkov s astronómiou, ktorá nás všetkých spája.

Ing. Teodor Pintér, riaditeľ SÚH v Hurbanove



HST: objavy pokračujú

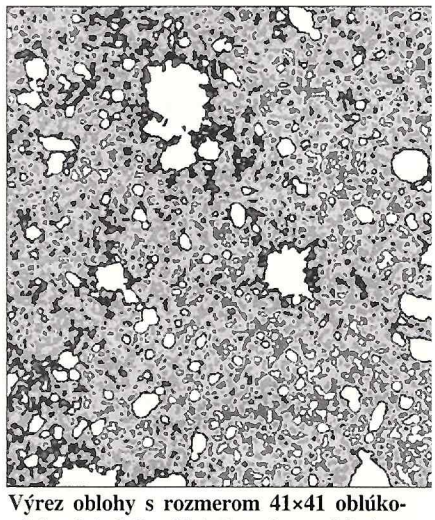
Najväčšie perličky, oznámenia o nových fascinujúcich objavoch, si americkí astronómovia nechávajú každoročne na začiatok roka – na výročné zasadnutie Americkej astronomickej spoločnosti. Už 191. zasadnutie sa konalo tento rok vo Washingtone, D.C., v dňoch 6. až 9. januára. Odznelo tu množstvo referátov, z ktorých sa celý astronomický svet dozvedel veľa nového. Niektoré z najzaujímavejších objavov vám v skratke priblížime.

Hubble odhalil väčšinu viditeľnej hmoty vesmíru

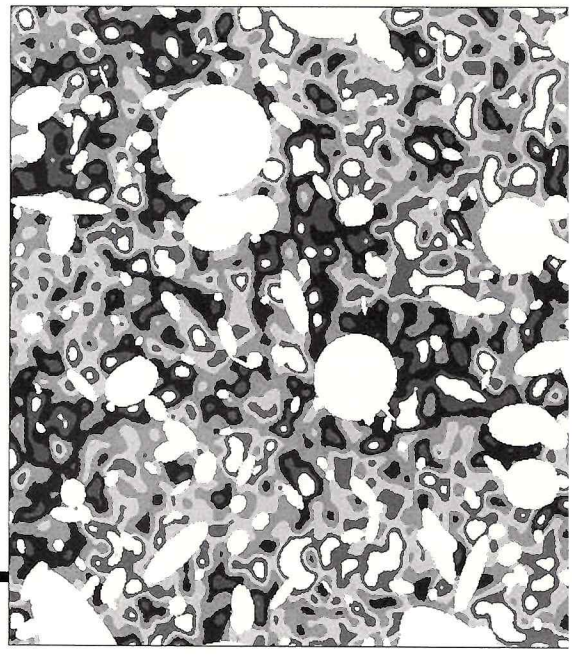
Detailnejšie skúmanie snímok, ktoré získal HST v roku 1995 v rámci Hĺbkovej prehliadky (Hubble Deep Field – HDF), ukázalo, že slabé galaxie, ktoré sa na snímkach zobrazili, vyžarujú väčšinu viditeľného svetla vo vesmíre. Inak povedané, svetlo slabých galaxií na okraji vesmíru môže spôsobovať „sivosť“ pozadia oblohy, tak diskutovanú v rámci známeho Olbersovho paradoxu. Analýzou snímok z HDF sa ukázalo, že intenzita žiarenia pozadia oblohy kolíše len v rozmedzí stotín percenta.

Meranie fluktuácií v jasnosti pozadia je veľmi komplikované. Kľúčová je v tomto prípade presná identifikácia jednotlivých zdrojov žiarenia – hviezd a galaxií. Pre lepšiu identifikáciu zdrojov sa už dnes pripravuje pre HST nový inštrument, Advanced Camera for Surveys, ktorý by mali astronauti z raketoplánu nainštalovať do ohniska vesmírneho teleskopu na budúci rok. Tento prístroj by mal umožniť získať odpoveď aj na otázku, ktorá kozmológov trápi najviac – aký je ozajstný vek nášho vesmíru.

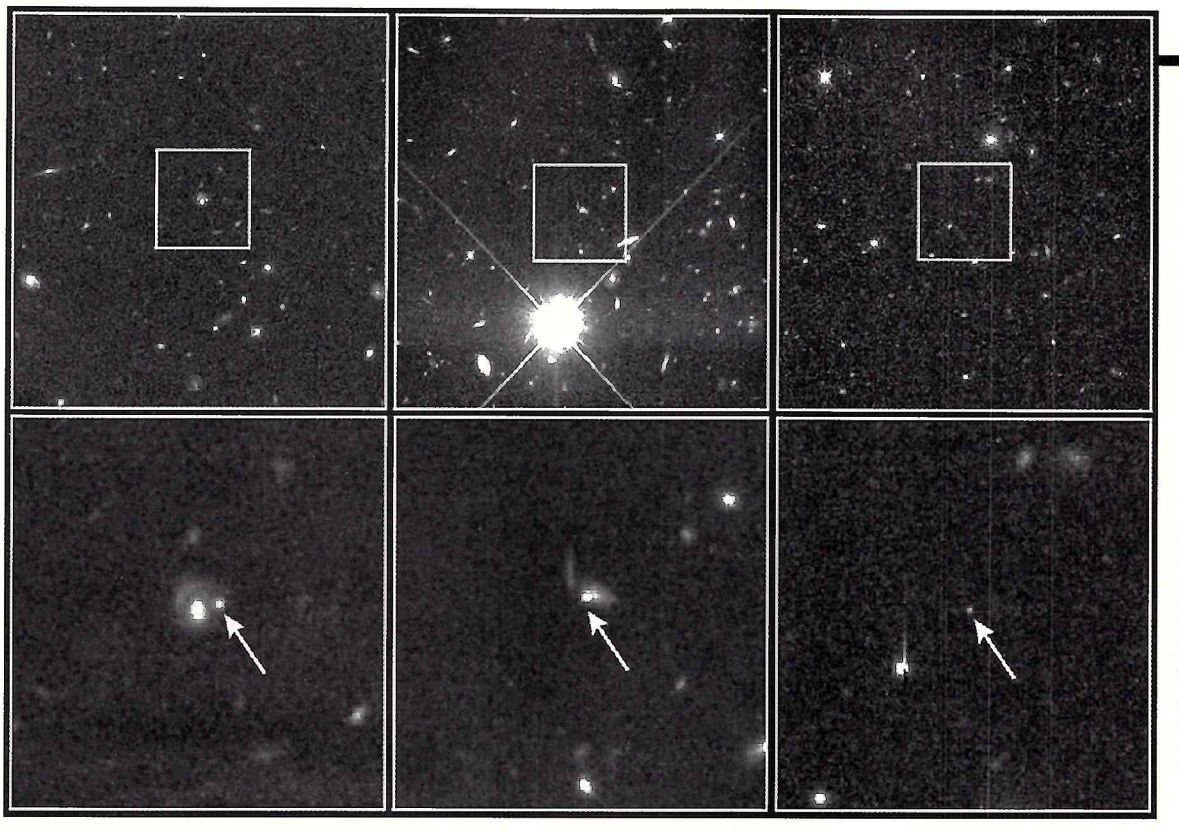
Identifikácia všetkých zdrojov viditeľného svetla v danom zornom poli umožní aj určiť históriu hviezdnych formácií a evolúcie galaxií. Ďalšou z úloh je súčasné určenie a separácia svetla, ktoré pochádza priamo z našej Galaxie. Ukazuje sa totiž, že väčšinu svetla pozadia má na svedomí práve vyžarovanie Mliečnej cesty. Po vyriešení tejto otázky sa hádam podarí zistiť, koľko slabých galaxií sa na hraniciach vesmíru nachádza. Nie je totiž zatiaľ možné určiť, či slabé galaxie sú slabé preto, že sú malé a „riedke“, alebo preto, že sú príliš ďaleko. Spektrum týchto slabých objektov sa totiž ani pomocou výkonného HST zatiaľ nedarí získať, nevieme teda, aký majú červený posun, a teda ako ďaleko sú. Kombinácia pozorovaní v infračervenom svetle pomocou pripravovaného Next Generation Space Telescope hádam pomôže stanoviť hranicu, na ktorej sa slabé galaxie nachádzajú a v akom štádiu vývoja vesmíru vznikli.



Výrez oblohy s rozmerom 41×41 oblúkových sekúnd (štyridsiatina obrazu Mesiaca v splne) podrobili vedci totálnej analýze. Veľké biele fľaky sú obrazy hviezd a galaxií, menšie fliačiky prislúchajú vzdialeným slabým galaxiám.



Ležia za pozorovanými galaxiami ešte nejaké ďalšie? Test tejto otázky je na obrázku. Zo snímky astronómovia odstránili preukázané galaxie a hviezdy, rozostrili ho a škálu zdesaťnásobili. Na bielych miestach pred úpravou ležali preukázateľné galaxie. Tmavé škvrny teraz ukazujú variácie svetla pozadia skúmanej časti oblohy. Štatistická analýza ukázala, že väčšina fluktuácií je spôsobená rozmazaním, oveľa menej sa na nej podieľajú nové slabé galaxie v pozadí. To znamená, že HST pravdepodobne detegoval v tejto časti oblohy väčšinu viditeľného svetla vesmíru.



HST

Trojica supernov typu Ia, novodobých míľnikov. V ľavom stĺpci je supernova 1997cj, ktorá vzplanula v súhvezdí Veľkej medvedice zhruba pred piatimi miliardami rokov. V strede je SN 1997ce zo súhvezdia Rysa, blízko hranice Blížencov. Aj výbuch tejto supernovy nastal v čase, keď sa začínala formovať slnečná sústava. Pravý stĺpec ukazuje rekordmana, supernovu 1997ck. Našli ju v bezmennej galaxii v súhvezdí Herkula, jej červený posun je 0,97, vzplanula teda pred asi 7,7 miliardami rokov. SN 1997 ck je teda najvdialenejšia doposiaľ pozorovaná supernova.

Supernovy na pomedzí

Hubbleov kozmický ďalekohľad skúmal trojicu vzdialených supernov, ktoré explodovali a zhasli pred niekoľkými miliardami rokov. Skúmanie svetla takýchto objektov pomôže vedcom určiť, či sa vesmír v ďalekej minulosti rozpínal rýchlejšie ako dnes, teda či sa expanzia vesmíru spomaľuje. Tento údaj je nevyhnutný pre pochopenie budúcnosti nášho vesmíru.

Vzdialené supernovy sú novými míľnikmi vesmíru. Tak, ako na určovanie menších vzdialeností môžeme s dostatočnou presnosťou použiť cefeidy, na väčšie škály sme až donedávna žiadny poriadny meter nemali. Až citlivé oko HST umožnilo skúmať objekty, ktoré sú oveľa ďalej v čase i v priestore. Hľadanými míľnikmi sa rozvojom prístrojovej techniky stali **supernovy typu Ia**, ktoré majú teoreticky presne definovanú svetelnú krivku. Nech takúto supernovu pozorujeme kdekoľvek a z akejkoľvek vzdialenosti, supernova vždy zažiari rovnako. Z púheho zmerania jednotlivých bodov na jej svetelnej krivky teda dokážu astronómovia pomerne presne určiť vzdialenosť objektu, a teda aj hostiteľskej galaxie.

Pre vyhľadávanie a skúmanie vzdialených supernov zostavil Saul Perlmutter program, nazývaný dnes Supernova Cosmology Project. Zatiaľ sa v rámci projektu podarilo preskúmať 40 zo 65 objavených vzdialených supernov. Najvzdialenejšia odhalená supernova leží vo vzdialenosti takmer 8 miliárd svetelných rokov, vybuchla teda dávno predtým, ako vzniklo naše Slnko i celá slnečná sústava. Paradoxom pri hľadaní takýchto objektov je fakt, že z takej vzdialenosti žiari supernova oveľa viac, ako samotná galaxia, v ktorej výbuch nastal.

Trojicu supernov, ktoré podrobnejšie skúmal HST, objavili v apríli 1997 na Mauna Kea na Havajských ostrovoch. HST použili dodatočne na vyseparovanie svetla supernov z obrazov hostiteľských galaxií. Pomocou kozmického ďalekohľadu sa v máji a v apríli minulého roka poradilo získať sériu záberov, z ktorých vedci zostrojili svetelné krivky všetkých troch objektov.

Prvé výsledky podľa člena Perlmutterovho tímu Ariela Goobara ukazujú, že kozmológovia sa čoskoro vrátia pri vysvetľovaní vývoja nášho vesmíru krátko po big bangu k "najväčšiemu Einsteinovmu omylu", ku kozmologickej konštante, ktorú skombinujú s populárnou inflačnou teóriou. Jediným zádrhelom zatiaľ je, že vzdialené supernovy pozoruje len HST, chýba teda nezávislý zdroj informácií. Čoskoro sa však začne pozorovať pomocou obrích pozemských ďalekohľadov na Hawaii (10-metrový Keck I. a II.) a v Chile (štvorica 8,2-metrových ďalekohľadov, združených do VLT).

Podľa materiálov na internetových stránkach NASA pripravil –rp–

Vesmír sa bude naveky rozpínať

Hneď päť astronomických tímov vyrukovalo s prekvapujúcou informáciou, podľa ktorej je hmotnosť vesmíru je príliš malá na to, aby gravitácia, po miliardy rokov trvajúcom rozpínaní sa primäla expandujúce balíky hmoty k opätovnému návratu. Inými slovami: k big crunchu, gravitačnému kolapsu vesmíru nikdy nedôjde.

– Tvrdíme to s deväťdesiatpercentnou pravdepodobnosťou – oznámila na tlačovke astronómka Ruth Daly z Princestonskej univerzity.

Čím hmotnejší by bol vesmír, tým pravdepodobnejší by bol eventuálny kolaps. Podľa najnovších, veľakrát preverených výpočtov má však iba pätinu hmotnosti, ktorá by mohla expanziu pribrzdiť a po dosiahnutí mŕtveho bodu režírovať gravitačné zmršťovanie big bangom rozptýlenej hmoty.

Čo sa stane, keď sa vesmír bude donekonečna rozpínať? V rednúcej, rozptylujúcej sa hmote sa budú čoraz zriedkavejšie tvoriť nové štruktúry. Staré hviezdy, či presnejšie ich pozostatky, či už v podobe odmŕštených obálok, alebo obnažených, trpaslíčich zvyškov budú postupne chladnúť a premenia sa na jalový materiál, pretože slabnúca gravitácia ich už nedokáže pretvoriť na nové hviezdy. Vesmírny priestor sa premení na nesmiernu pahrebu, plnú vychladnutého hviezdneho popola.

– Tieto ponuré prognózy nie sú tentokrát výsledkom špekulácií kozmológov, ale opierajú sa o spoľahlivo preverené údaje – vraví Saul Perlmutter z Lawrence Berkeley National Laboratory. – Nie je to teda nejaká predčasne vystrelená senzačka.

Renomovaní vedci vypočítali váhu vesmíru dlhoročným štúdiom pozostatkov po výbuchu supernov. Vychádzali zo známej rýchlosti svetla a z relatívnej jasnosti každej skúmanej supernovy a tak odvodili nielen vek tej-ktorej supernovy, ale aj rýchlosť rozpínania sa vesmíru.

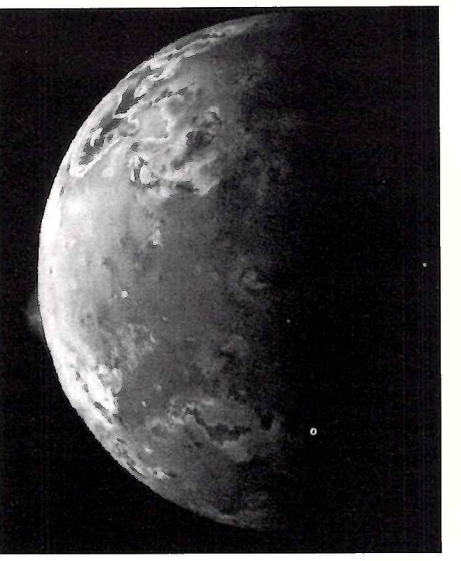
Väčšinu údajov získali kooperujúce tímy z pozemských teleskopov. Rozhodujúce údaje im však vydodal Hubblov vesmírny ďalkohľad, ktorý v rámci schválených programov dlhodobo skúmal práve tie špecifické supernovy, pri ktorých je korelácia medzi zdanlivou jasnosťou a rýchlosťou ich rozpínania najpreukázateľnejšia. Ďalšie tímy pracujúce na tejto úlohe získavali údaje na základe pozorovania evolúcie a rozpadu kopy galaxií, týchto najväčších formácií vo vesmíre, ale aj z energie rádiogalaxií, ktoré emitujú rádiové vlny detegovateľné aj na Zemi.

Všetkých päť tímov sa zhodlo na tom, že vesmír má približne 15 miliárd rokov, čo nadobro skoncovalo z paradoxom existencie hviezd „starších ako vesmír": tento paradox za objavil pred niekoľkými rokmi, keď sa vesmír, na základe nesprávne vypočítaných a odhadnutých hodnôt tzv. Hubblovej konštanty odhadoval iba na 10–12 miliard rokov, takže niektoré hviezdy, ktorých vek bol spoľahlivo určený, zdali sa byť staršími ako vesmír.

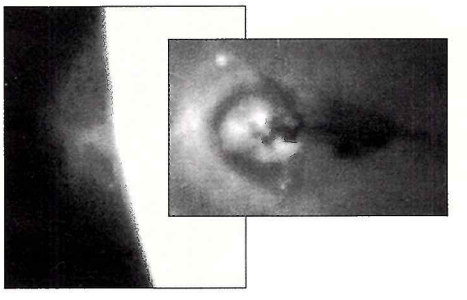
Reuters Press Releas

IO: planetárny ohňostroj

Misia Galileo prekonala všetky očakávania. Planetológovia, geológovia i vulkanológovia, ktorí už vyše dvoch rokov študujú tisíce snímok a bezpočet údajov z ostatných prístrojov na palube sondy nevychádzajú z údivu. Najviac ich fascinujú mesiace Io a Europa (o Europe píšeme na inom mieste), ktoré sa prezentujú ako geologicky neobyčajne živé telesá. V príslušnej centrále NASA preto jednohlasne schválili rozhodnutie, podľa ktorého sa úspešná misia predlžuje o ďalšie dva roky. V dnešnom čísle prinášame súhrn najnovších poznatkov o Io a Europe, ale aj najčerstvejšie informácie, ktoré Galileo získal počas posledného blízkeho obletu Callisto.



Túto snímku naexponovala kamera Galilea vo chvíli, keď sa aktívny vulkán Pillan Patera ocitol na limbe Mesiaca. Na pozadí čiernej oblohy jasne vidieť fontánu vyvrhnutého oxidu uhličitého, tryskajúcej do výšky 140 km. Farba, na pôvodnej snímke modravá, prezrádza, že mráz už plyn premenil na kryštáliky CO_2. Na spodných dvoch snímkach vidíte fontánu sopky Prometheus: na ľavej vo chvíli, keď sa ocitla na limbe, na druhej kolmo zhora. Oblak vyvrhnutého prachu a plynu sa ťahá na východ. Dlhý je 75 km. Na hornej snímke vidíte sopku Prometheus v centre, vľavo od svetelného rozhrania.



Počas prvého obletu Jupitera sonda Galileo Io nefotografovala, skúmala však tento ohnivý mesiac celým arzenálom iných vedeckých prístrojov. Aj tieto potvrdili už dávnejšie známe poznatky o tom, že slapové sily, ktoré na najvnútornejší zo všetkých štyroch veľkých, Galileových mesiacov pôsobia najsilnejšie, generujú v pozemských podmienkach neznáme, exotické formy vulkanizmu. Galileo na Io zaznamenal časté a nezriedka i neobyčajne mohutné vulkanické erupcie, popri ktorých sú aj tie najmohutnejšie výbuchy na Zemi iba trpaslíčim ohňostrojom.

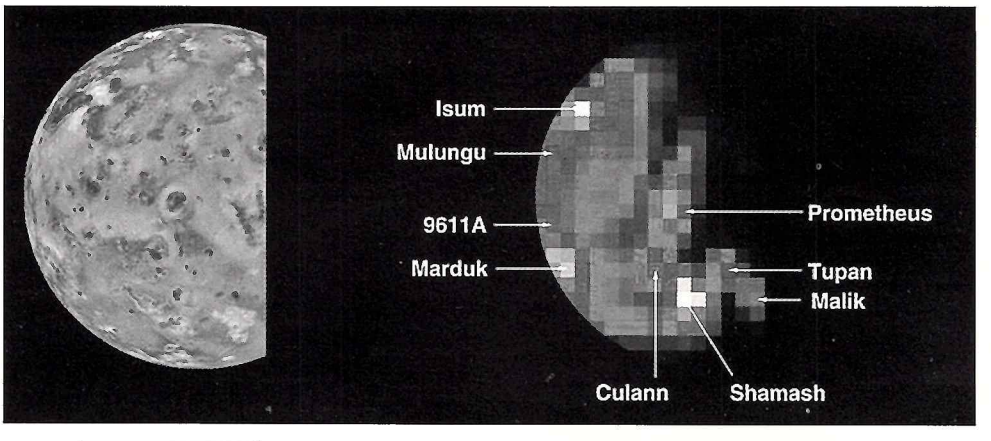
Už počas prvého obletu zaznamenali prístroje celú spršku údajov o ionosfére Io, z ktorých vyplynulo, že vulkanický mesiac obaľuje hustá obálka ionizovaného kyslíka, síry a kysličníka uhličitého, ktorú do okolia mesiaca pumpujú početné sopky. Vedcov, kontrolujúcich tzv. plazmový experiment tieto údaje doslova šokovali. Prekvapila ich najmä výška ionosféry: – Podľa údajov, ktoré na Zem vydodala ešte sonda Pioneer 10, siahala ionosféra Io sotva do výšky 100 km – vraví Luis Frank, hlavný garant plazmového experimentu – dnes vieme, že presahuje dokonca hladinu 900 km nad povrchom. Nové údaje však neznamenajú, že Pioneer 10 nepracoval dôkladne. Z analýzy vyplýva, že ionosféra Io pulzuje v závislosti na vulkanickej aktivite, takže je možné, že pri mohutnejšej aktivite sa ionosféra aj zdvojnásobí.

Tento nález podporil teóriu Torrence Johnsona, ktorý tvrdí, že atómy ionizovaných plynov pumpujú do okolia „neviditeľné prieduchy", ktoré nemusia byť vždy totožné so sopkami, ktoré chŕlia sopečný popol a prach a zalievajú okolie novýni a novými lávovými kobercami. Slabá gravitácia na Io dovoluje neviditeľným sopúchom pumpovať fotograficky nezachytiteľné plyny do neobyčajne veľkých výšok, kde ich na rozdiel od modravých kýtic zmesi vulkanických plynov a prachu môžu detegovať iba špeciálne prístroje.

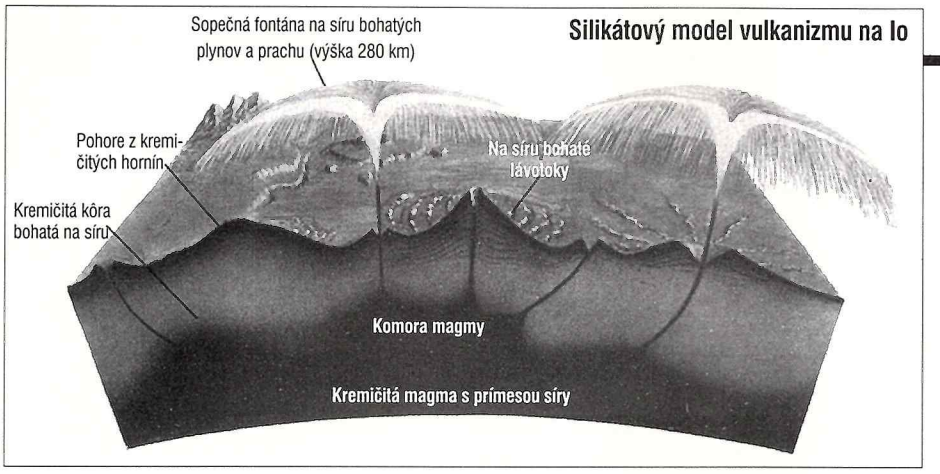
Po prvom oblete monitoruje Galileo sopečný mesiac počas každého obletu aj fotograficky. Porovnávaním nových a starších snímkov vulkanológovia zistili, že v priebehu 18 rokov, (toľko uplynulo od misie Voyagerov), sa veľké oblasti Io nápadne zmenili. Obrovské výlevy lávy a depozitá sypkých materiálov preformovali najmä okolie štítového vulkánu Ra Patera a mimoriadne aktívnej sopky Marduk. Aj na záberoch, keď sa Io nachádza v mohutnom tieni Jupitera, viaceré vulkanické oblasti jasne žiaria i vo viditeľnej, no najmä v infraoblasti. Tieto tepelné škvrny, zobrazené vo falošných farbách prezrádzajú, že vulkanická aktivita v najaktívnejších hniezdach neutícha, hoci zmeny povrchu okolo viacerých, tepelne mimoriadne aktívnych vulkánov ako Loki či Kanehekili sú pomerne malé. Rozdiely v povrch pretvárajúcej činnosti pripisujú vulkanológovia rozličným typom ioanského vulkanizmu: lávové polia okolo sopiek Ra Patera a Marduk, ktoré v infraoblasti žiaria iba slabo, tvoria najmä na síru bohaté lávy. Loki a Kanehekili sú príkladom horúcejšieho, kremíkatého vulkanizmu.

Je známe, že tento ioanský vulkánostroj riadi najmä gravitácia Jupitera: mohutné slapové prílivy gravitačne hnietia Io ako kus cesta, pričom toto gravitačné žmýkanie ovplyvňuje i premenlivé gravitačné pôsobenie ostatných Galileových satelitov. Slapové sily, ktoré hnietia a miešajú vnútro Io (ale i od Jupitera vzdialenejšej Európy až do žerava) a ovplyvňujú tak rytmus rôznorodého vulkanizmu však majú vplyv aj na viditeľný povrch. Podľa planetológov sa najmä na sypkými depozitmi pokrytých pláňach musia podchvíľou vzdúvať až 30 metrov vysoké vlny suchého prílivu, ktoré obiehajú mesiac. Tieto dodatočne upravujú okolie doteraz objavených najaktívnejších vulkanických hniezd, ktoré počas necelých dvoch rokov dokázali preformovať svoje okolie. Ide o teritóriá v priemere také rozľahlé ako Slovensko.

Šarlátové a červenkasté škvrny okolo vulkánov



Na tejto snímke v nízkom svetle vynikla topografia reliefu Io: okolo podkovy sopky Loki Patera, (ide o podkove podobný útvar v ľavej časti snímky), je terén, tak ako okolo ďalších sopiek, mimoriadne plochý. Na neaktívnom teréne sa však vypínajú vysoké pohoria i osamelé hory, ktorých najvyššie vrcholy presahujú 6000 metrov. Vedľajšiu infrasnímku získal NIMS: práve tento prístroj objavil početné nové vulkány a vo viditeľnom svetle doteraz neviditeľné aktívne oblasti. Medzi inými Isum, Mulungu, Shamash a Tulan.



Na tomto priereze vidíte mechanizmus jedného z možných modelov ioanského vulkanizmu. Cez popraskanú kremičitú kôru bohatú na síru prúdi magma, ktorá po slapovom nahriati zväčuje objem a vyráža na povrch: častejším úkazom ako lávotoky sú však dáždnikom podobné fontány a gejzíry horúceho popla a plynov, tryskajúce až do výšky 280 km. Iný model predpokladá, že medzi vrstvou roztavených silikátov a povrchom sú i veľké bazény tekutej síry.

označujú najmladšie depozity a lávové polia. Typickým terénom v tomto ohľade je okolie sopky Pelé, ktorá je v tomto roku mimoriadne aktívna. Šarlátové usadeniny okolo viacerých vulkánov časom blednú, čo spôsobuje neprestajné bombardovanie povrchu Io nabitými čiastočkami a menia sa na ružovkasté. Naproti tomu žltkastý terén vo viditeľnom svetle, (v infračervenom svetle sú tieto oblasti beláskavé až biele) predstavujú goliere zamrznutých kryštálikov oxidu uhličitého, ktorý po erupcii v okolitom priestore zamrzol a tá časť, čo neunikla do vesmíru nasnežila z oblakov do okolia sopiek. Podaktorí vulkanológovia sa nazdávajú, že sneh oxidu uhličitého tvorí aspoň sčasti i srieň z výparov tuhnúcej lávy bezprostredne po stuhnutí mohutných lávotokov okolo viacerých ioanských sopiek. Kryštáliky zamrznutého CO_2 tvoria podistým aj viditeľné obláčiky nad aktívnymi sopkami, ktoré sú vo viditeľnom svetle modrasté.

Najaktívnejším z klasických vulkánov, aspoň v poslednom desťročí, je bezpochyby Loki Patera, z ktorej sa po návšteve Voyageru pred 18 rokmi vylial po jednej, alebo viacerých erupciách 150 km dlhý prúd lávy; pokým nestuhol, smeroval na severozápad. Sonda Galileo, v čase, keď Io zacláňal tieň Jupitera, zmerala aj teplotu najaktívnejších zdrojov: namerané hodnoty horúcich škvŕn dosahujú až 700 stupňov Kelvina.

Začiatkom novembra lanského roku zaznamenal Galileo ďalšiu tmavú škvrnu na povrchu Io, pokrytu sopečnými depozitmi okolo sopky Pillan Patera. Vulkanológovia odhadli, že pokrýva povrch veľký ako americký štát Arizona. – Ide o najväčši zmenu na povrchu Io odkedy Galileo krúži okolo Jupitera – vyhlásil Alfred McEwan, jeden z členov tímu. Sopku Pillan Patera, ktorá patrí k tuctu novoobjavených sopiek, (spoľahlivo sa zatiaľ identifikovalo 25) pomenovali podľa juhoamerického boha blesku, ohňa a sopiek. Pillan vybuchol ešte v júni, pričom viditeľný oblak po erupcii vystúpal až do výšky 120 km. Na rozdiel od väčšiny iných depozitov, ktoré sú žltkavé, biele a červené, pričom ich tvoria zväčša zlúčeniny síry, sú depozity okolo sopky Pillan sivé: vedci sa nazdávajú, že ide prevažne kremičité lávy.

Ukazuje sa, že sopečné vyvreliny na Io, podobne ako na Zemi, tvoria najmä kremičité horniny, ale extrémny vulkanizmus na tomto mesiaci vytvoril podľa všetkého aj také silikáty, aké na Zemi nepoznáme.

O dva dni neskoršie fotografoval Galileo aj vulkanický oblak nad oblasťou Cullan. Na pozadí čiernej oblohy bol jasne viditeľný. Počas tohto obletu fotografoval Galileo aj vulkanické oblasti Volund a Marduk. Keď na Zemi tieto snímky spracujú a doplnia ich údajmi z infraspektrometra NIMS, ultrafialového spektrometra (UVS) a fotopolarimetrického spektrometra (PPR) budú mať vedci v rukách pomerne kompletnú, flexibilnú mapu termálnych a chemických zmien povrchu Io za posledné dva roky.

Z bohatej vlaňajšej žatvy uvoľnili vedci, ktorí spracúvajú snímky a údaje do definitívnej podoby, iba niekoľko desiatok záberov. Počas siedmeho obletu Jupitera snímali kamery povrch Io vo svetle nízkeho Slnka. Na týchro snímkach je jasne vidieť, že terén v blízkosti sopečných centier je nápadne plochý a to dokonca i okolo podkovu pripomínajúcej sopky Loki Patera. V iných, tichých oblastiach, však v nízkom, plastickom svetle jasne vystupujú početné hory, pohoria a náhorné planiny. Výšku najvyšších hôr odhadli na niekoľko kilometrov.

Počas deviateho obletu, opäť na snímkach v nízkom svetle, nasnímala sonda pohorie prevyšujúce 6500 metrov! Vedci sa nazdávajú, že ide podľa všetkého o mohutné bloky kôry mesiaca, ktoré rozlámali a vyzdvihli mohutné tektonické sily. Nemenovaný odvážlivec si dovolil vysloviť názor, že pohorie mohli vytvoriť aj mohutné slapové sily v dávnej minulosti, alebo i mimoriadne silný gravitačný príliv pri súčte slapových síl Jupitera a ostatných veľkých mesiacov.

NIMS, infračervený mapujúci spektrometer, objavuje pri každom novom oblete ďalšie, doteraz neznáme aktívne sopky. Počas deviateho obletu objavil na (od Jupitera) odvrátenej strane Io nový vulkán Shamash Patera. Medzičasom boli pomenované novoobjavené vulkány z predchádzajúcich obletov:

Táto oblasť Io je priam posypaná aktívnymi zónami, ktoré v infrasvetle jasne žiaria. Veľké tmavé oblasti sú stuhnuté lávotoky, najdlhší by bezmála pokryl povrch Slovenska. Oxid uhoľnatý, ktorý sa z ešte teplej lávy vyparuje, vytvoril svetlé golieriky okolo lávových jazier.

dostali ohnivé mená Isum, Mulungu a Tupar a všetky tri sú aktívne odkedy Galileo krúži okolo Jupitera. Veľkú aktívnu oblasť medzi vulkánom Prometheus a sopkou Isum nazvali Zamama. Táto oblasť bola najaktívnejšia počas štvrtého obletu a odvtedy chladne.

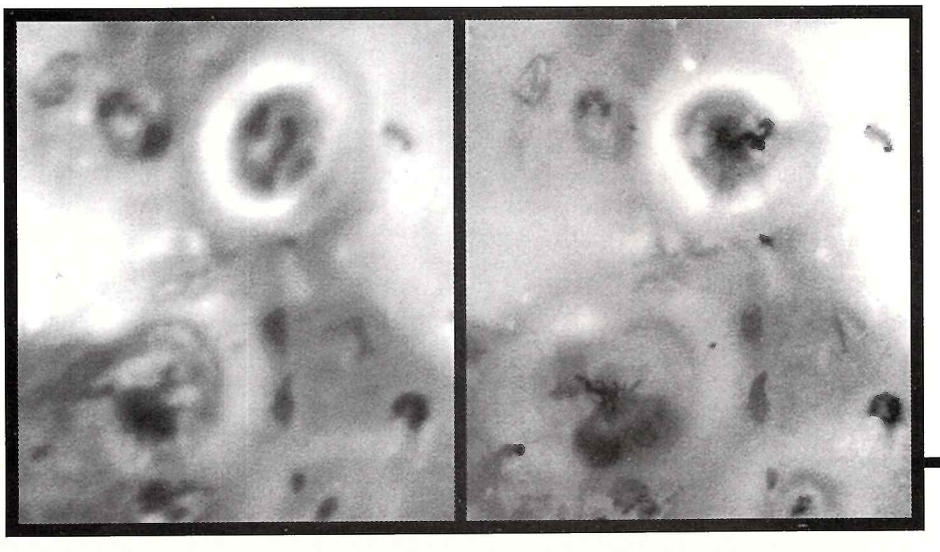
Počas deviateho obletu získal Galileo nové snímky zo sopky Kaneheliky, pomenovanej podľa havajského boha hromu. Uprostred veľkého kráteru sú jasne viditeľné dve horúce škvrny s jasne rozoznateľným oblakom plynu a rozptýleného prachu.

Sonda Voyager pred 18 rokmi zaznamenala na Io 9 aktívnych, „dymiacich" sopiek. Počas dvoch rokov misie Galileo boli aktívne 4 z týchto sopiek, sonda však objavila 6 ďalších aktívnych vulkánov.

Vďaka NIMS sa podarilo získať i prvé relevantnejšie spektrá sopečných oblakov. Vysvitlo, že horúce kytice plynov obsahujú 0,2 až 10% vody. Okrem vody a kysličníka uhličitého zistil infračervený spektrometer i prítomnosť sodíka, fosforovodíka a ďalších prvkov či zlúčenín.

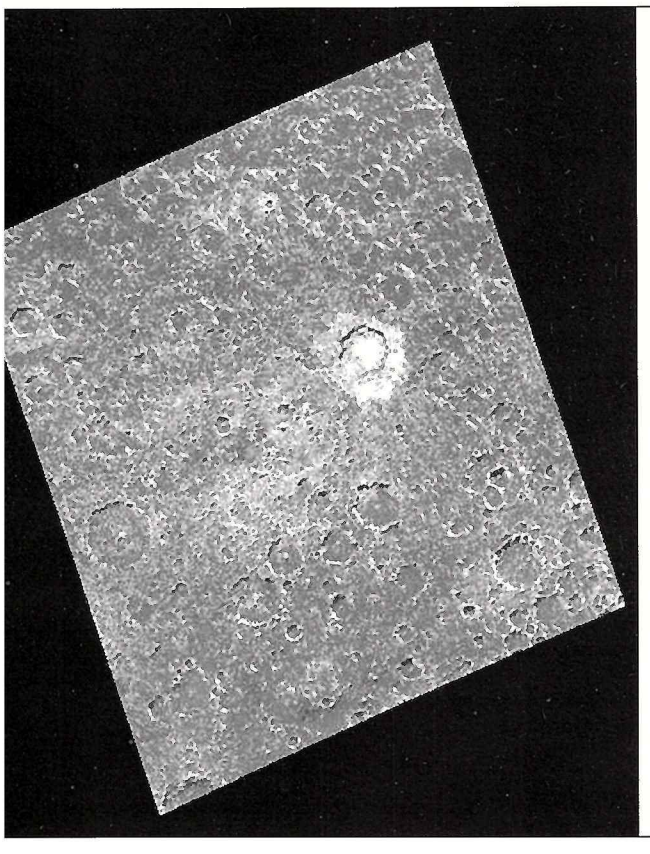
Podľa Galileo Daily Releas
spracoval Eugen Gindl

Vľavo snímka z Voyageru, vpravo z Galilea: jasne vidieť, ako sopečná činnosť za 18 rokov zmenila kráter Prometheus i jeho okolie. Objavili sa výrazné lávotoky, zreteľný je i mohutný oblak popola a plynov, ťahajúci sa 75 km na východ. Aj na kráteri Cullan Patera sú badateľné menšie zmeny.



CALLISTO po druhom oblete

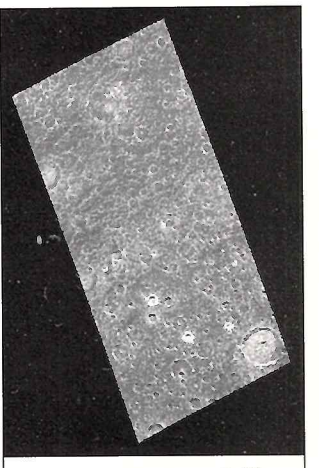
Pôvodná misia Galilea, ktorá začala pred dvomi rokmi, a skončila v decembri lanského roku, predpokladala 11 obletov Jupitera. Dnes vieme, že misia sa predlžila o ďalšie dva roky. Plných desať obletov bolo naplánovaných tak, aby sa sonda tesne priblížila aspoň k jednému zo štyroch veľkých mesiacov , ktorých gravitačné pôsobenie, presne podľa výpočtov, modifikovalo elipsu nasledujúceho obletu. K mesiacu Callisto sa Galileo priblížil počas prvej polovice misie iba dvakrát. Počas druhého priblíženia snímkovali kamery sondy povrch najmŕtvejšieho zo štyroch Galileových mesiacov z výšky 538 km, čo je 230-krát bližšie ako sonda Voyager vo chvíli najtesnejšieho priblíženia.



Na snímke vidíte spústu malých kráterov okolo južného póla Callisto. Táto snímka, spolu s tuctom ďalších vybraných fotografií je zverejnená v predstihu, pretože si to vynútil tlak americkej verejnosti, ktorú doterajšie objavy sondy nadchli. Proces kalibrácie a vyhodnocovania celej koristi z tohto obletu potrvá prinajmenšom rok.

Na snímke vidíte spústu malých kráterov s priemerom tesne nad hranicou rozlíšenia – 1,35 km. Vyššie, v strede snímky možno, vari iba pod lupou rozoznať dvojitý kruh okolo veľkého impaktu s priemerom 90 km, ktorého amfiteáter je značne zerodovaný. Zhruba uprostred tohto útvaru leží i južný pól mesiaca. Na viditeľných kráteroch možno celkom jasne vidieť príznaky miliardy rokov trvajúcej erozívnej degradácie, o čom svedčia najmä zosuvy okolo okrajov. Masívnu eróziu však mohli podľa názoru viacerých planetológov spôsobovať aj veľké výkyvy teploty v ranom štádiu evolúcie Jupiterovej sústavy v čase, keď obrovská planéta vyžarovala oveľa viac tepla. Každopádne je jasné, že Callisto, na rozdiel od ostatných troch Galileových mesiacov nemá masívne jadro. Nenašli sa zatiaľ ani najmenšie príznaky dávneho či súčasného vulkanizmu. Vedci sa nazdávajú, že tento rigídny, geologicky mŕtvy mesiac je iba veľkým zlepencom geologicky nepretvoreného prvotného materiálu

Najmladším útvarom na snímke je bezpochyby 21 km široký kráter Randver, východne od stredu snímky. Relatívnu mladosť dokazuje svetlý golier impaktom vyvrhnutých hornín. Krátery ležiace južne a juhozápadne pod Randverom sú viditeľne degradované eróziou, čo znamená, že sú podstatne staršie.



Aj táto snímka z Callisto zobrazuje oblasť okolo južného pólu mesiaca. Nápadná je mimoriadna hladkosť planín inakšie husto posiatych krátermi. Vedci, čo podrobne študovali tieto zábery konštatovali, že hladkosť, vedeckejšie nízky profil povrchu sa smerom k pólu zvyšuje. Samotný južný pól sa nachádza asi 480 km od južného okraja snímky. Túto hladkosť povrchu planetológovia na snímkach z Voyageru nerozoznali, pretože rozlišovacia schopnosť prístrojov na tejto sonde bola veľmi nízka.

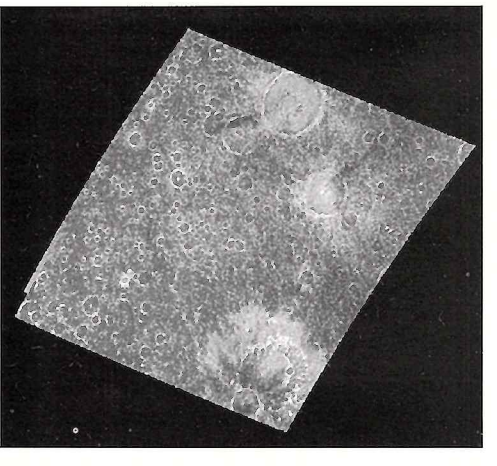
Aký mechanizmus takýto hladký povrch vytvoril, podľa všetkého ešte v ranom štádiu vývoja, je jednou z najväčších záhad na Callisto. Podaktorí vedci sa domnievajú, že povrch Callisto v týchto oblastiach vyžehlil milióny rokov trvajúci dážď drobných meteoritov a energetických iónov. Niektoré z tunajších kráterov, napríklad Keelut (priemer 47 km), v pravom dolnom rohu, má ostré okraje. Uprostred tohto krátera je lavórovitá, 17 km široká depresia. Keelut, ale i o niečo nepravidelnejší, erodovaný kráter Reginleif (priemer 32 km), vľavo hore od stredu, sú pomerne plytké a majú mimoriadne ploché, hladké dno.

Na tejto snímke z južnej hemisféry Callisto vidíte impaktami najpoznamenanejšiu časť mesiaca. Na snímke rozoznáte krátery od priemeru 1,85 km až po 70 km. Napriek tomu, že všetky krátery vyzerajú byť na prvý pohľad okrúhle, detaily ich viditeľných štruktúr sa odlišujú podľa veľkosti a veku.

Jasné škvrny uprostred viacerých malých kráterov (priemer vyše 20 km) sú typickou centrálnou vyvýšeninou, ktorú vytvára po impakte nárazom roztavený, ale rýchlo stuhnuvší materiál, čo sa stáva najmä pri menších impaktoch, zatiaľčo po veľkých sa dopadom roztavený a vzdutý materiál stihne pred zamrznutím „splanírovať". Naopak, stredný z troch veľkých kráterov má vo svojom centre jasnú, lavórovitú priehlbinu: pretavený materiál v tomto prípade stuhol v inej fáze hojdavého vzdúvania po impakte.

Najväčším kráterom, v pravom dolnom rohu, je kráter Thrainn s priemerom 74 km. Uprostred tohto kráteru jasne rozoznáte mohutný rozpadajúci sa dóm, pričom aj okraje a steny kráteru sú poznamenané masívnou eróziou.

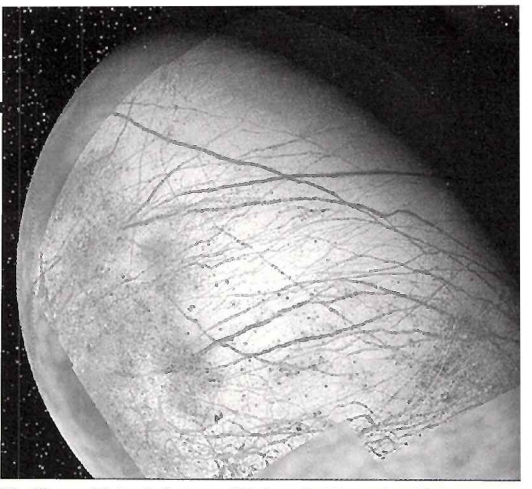
Kráter Audr (priemer 70 km) pri hornom okraji snímky má celkom hladké dno a pritom i jeho steny erózia pomerne ušetrila. Ak sú erozívne a degradačné procesy na Callisto konštantné, podľa vedcov by práve tieto znaky mali svedčiť o tom, že Audr je najmladší zo všetkých na snímke viditeľných kráterov. Iní impaktológovia namietajú, že rozdiely medzi obomi najväčšími a čo do veľkosti skoro rovnakými krátermi mohla spôsobiť aj odlišná konzistencia impaktujúcich telies, iné zloženie kôry, do ktorej sa telesá zaborili.



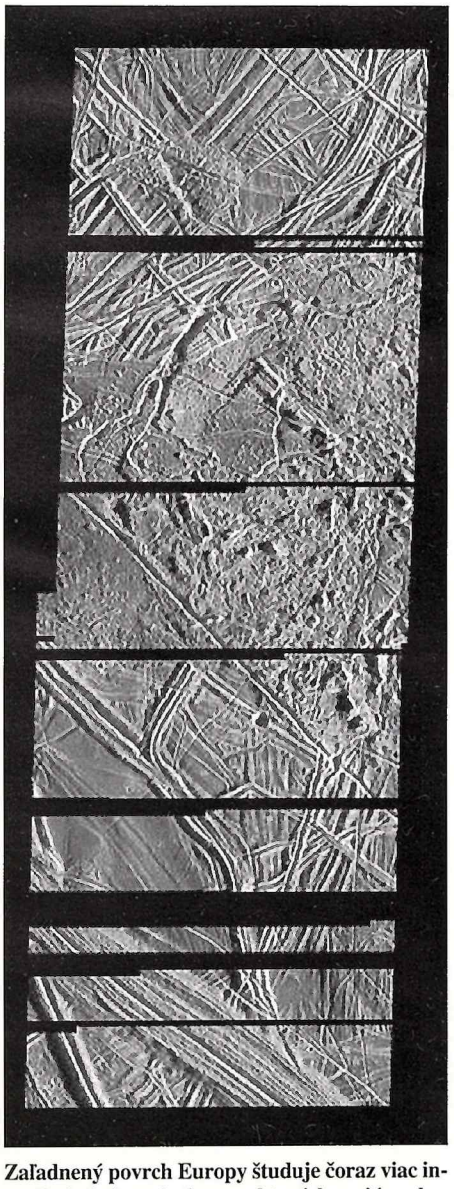
EUROPA:

skrytý život vo vzdialenom oceáne?

„Oceán je maternicou planéty," vraví oceánológ Washingtonskej univerzity John R. Delaney: „Je to miesto, kde život môže začať. Oceán moderuje životné prostredie. To platí pre všetky planéty." Po preštudovaní množstva fotografií, ktoré dodala sonda Galileo z Jupiterovho mesiaca Europa, zdieľajú Delaneyho názor už mnohí vedci. Takmer všetci sú presvedčení aj o tom, že život na Zemi vznikol a začal sa rozvíjať práve v oceáne. Ak dnes hľadáme vo vesmíre miesta, kde sa mohol uchytiť život, hľadáme najmä dôkazy o tom, či na skúmanom telese je alebo bol oceán, či aspoň veľké jazerá. Mars mal svoje moria a jazerá, ale prvým teleseom o ktorom vieme, že dodnes oceán má, je ľadom pokrytá Europa. Europa má „najjemnejšiu pleť" zo všetkých telies. Nevidieť na nej nijaké vrásky, spôsobené zrážkami s inými telesami slnečnej sústavy, jej povrch sa očividne podobá povrchu zamrznutých morí v polárnych oblastiach Zeme. Navyše: oceán Europy nie je hocijaký. Je to globálny, celoplanetárny a aj hlboký oceán.



Na čiernobielych fotografiách z Galilea sú veľké časti zaľadneného Jupiterovho mesiaca Europa sivkasté, ušpinené. Na farebných snímkach sú tieto oblasti hnedasté, až hrdzavé. Hnedé sú i dlhočizné, mrazom zacelené pukliny. Vedci sa nazdávajú, že koktaile teplého, vodného ľadu, ktorý otvorenými puklinami občas vyviera na povrch mesiaca, sú hnedé prímesy organických látok z oceánu tekutej vody v podloží hrubej ľadovej kôry obaľujúcej Europu. I toto podozrenie prispelo k tomu, že misia Galileo sa predĺži o ďalšie dva roky.



Zaľadnený povrch Europy študuje čoraz viac interdisciplinárnych tímov, v ktorých majú rozhodujúce slovo oceánológovia. Vedci na základe štúdia povrchných štruktúr snažia sa pochopiť mechanizmus slapovej tektoniky. Čierne pásy spôsobili poruchy v prenose údajov.

Toto posolstvo z Galilea vyvolalo medzi planetológmi hotovú horúčku: podchvíľou sa na túto tému konajú konferencie odborníkov za najrozličnejších vedných odborov. Planetológovia a oceánológovia vytvárajú kombinované tímy, ktoré kujú najpodivnejšie teórie o vzniku a vývoji oceánov. Vedcov však najviac vzrušuje skutočnosť, že doteraz získané údaje nevylučujú ani to, že pod hrubým ľadom Europy môže existovať život: nové kráľovstvo exotickej fauny a flóry.

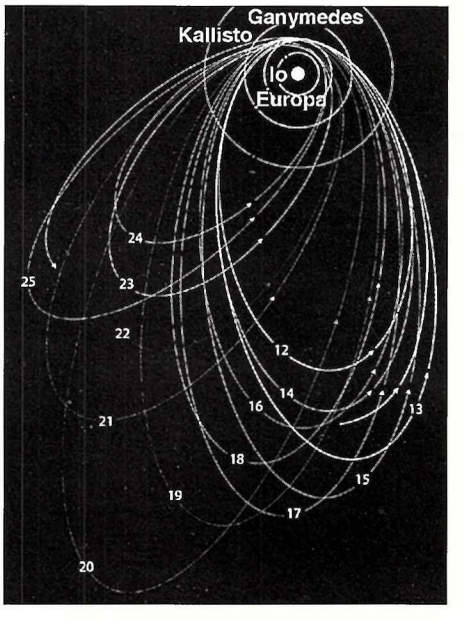
Jupiterov vodný svet

Europa je pomerne veľký mesiac: s priemerom 3138 km je iba o málo menšia ako náš Mesiac. Je šiestym najväčším satelitom našej slnečnej sústavy. Objavil ju spolu s ďalšími tromi veľkými mesiacmi Jupitera Galileo Galilei, počas pozorovania, keď si roku 1610 preveroval vlastnosti svojho nového teleskopu. Toto kvarteto dnes preto nazývame aj Galileovými mesiacmi.

Viac ako 350 rokov sme o Galileových mesiacoch veľa nevedeli. Až v roku 1979, keď americké sondy Voyager 1 a 2 obleteli Jupiterov systém a vydodali nám tisíce fotografií sa všetko zmenilo: na základe nových poznatkov z noci na deň vznikli pracovné tímy, ktorých úlohou bolo študovať a modelovať planetárnu geológiu v podmienkach kryogenických teplôt.

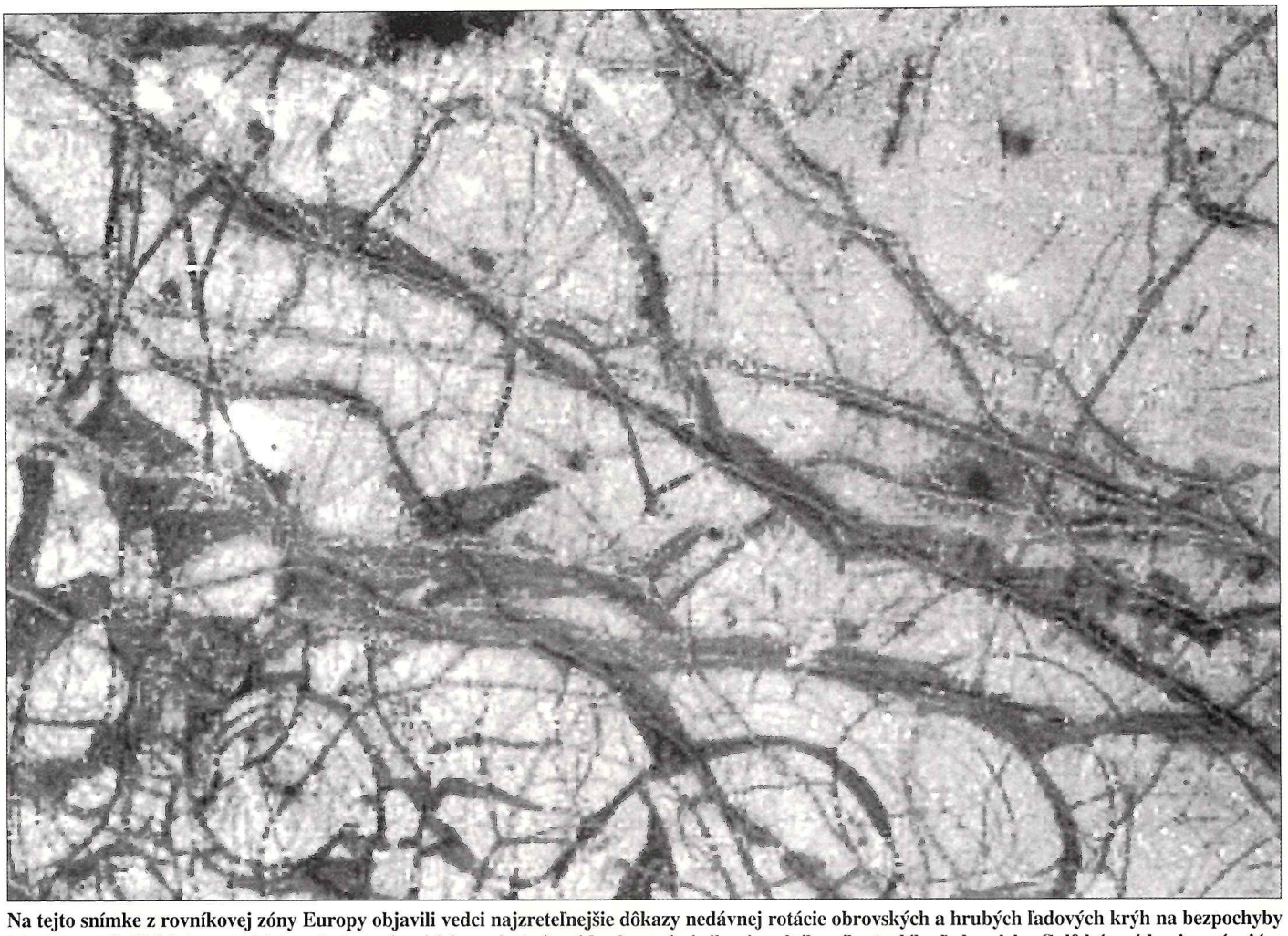
Najvnútornejší z Galileových satelitov – Io je neobyčajne aktívny: Voyagery počas svojho krátkeho obletu zaznamenali na ňom hneď deväť vybuchujúcich vulkánov. Vzhľadom na to, že Io je k Jupiteru privrátená, rovnako ako náš Mesiac, jednostaj tou istou stranou (čo je dôsledkom synchrónnej rotácie) je s ostatnými satelitmi prepojená gravitačnými rezonanciami. Kým Ganymedes obehne Jupiter raz, Europa ho obehne dvakrát, Io štyrikrát. Kombinácia premenlivých gravitačných síl generuje v kôre Io vyše 50 metrov vysoké slapové vlny. Toto vlnenie terénu a s ním spojené trenie produkuje enormnú vnútornú teplotu, vnútro Io periodicky vskypí a obsah tohto pretlakového guľatého hrnca vyráža na povrch v podobe obrovských sopečných erupcií.

Ďalej za Io krúži okolo Jupitera Europa o ktorej mnohí planetológovia pre Voyagermi predpokladali, že je obrovskou, krátermi poznamenanou, ľadovou guľou. Astronóm Fraser P. Fanale z Havajskej univerzity publikoval roku 1977 hypotézu, ako i podmienkach nízkych teplôt, aké panujú vo svete Jupitera, môže vzniknúť a udržať sa na povrchu niektorého zo satelitov – oceán: „Štúdiu som publikoval v čase – spomína Fanale – keď sme ešte o slapových vlnách nič nevedeli. Bol som však presvedčený, že ak je mesiac obalený kôrou (napríklad vodného ľadu) a tá je hrubšia ako 30 metrov, potom sa od spodku môže roztápať."



Začiatkom januára tohto roka sa začala ďalšia etapa misie Galileo: na obrázku vidíte schému ďalšieho tucta obežných dráh, počas ktorých sonda osemkrát obletí Europu, pričom raz by sa mala dostať bližšie ako 500 km od povrchu. Neskôr sa dráha upraví tak, aby sa sonda vo finále misie mohla niekoľkokrát tesne priblížiť k ohnivému mesiacu Io.

Iba o dva roky neskoršie sa mu dostali do rúk prvé snímky Europy z Voyagerov: videl na nich hladké, ľadové pláne, plné križujúcich sa tmavých pruhov. Na vtedajších snímkach neobjavili nijaké krá-



Na tejto snímke z rovníkovej zóny Europy objavili vedci najzreteľnejšie dôkazy nedávnej rotácie obrovských a hrubých ľadových krýh na bezpochyby tekutom podloží. Motorom týchto pohybov sú najskôr mohutné prúdy slapovými silami rozhýbaného teplého ľadu, alebo Golfský prúd pripomínajúce oceánske veľtoky.

tery, čo bolo dôkazom toho, že čosi impaktmi penetrovaný povrch pomerne rýchle a spoľahlivo vyhojuje. Fanalove predpoklady sa splnili: Europa nie je mŕtvym telesom. Ak totiž mejkap Europy neobnovovali "slapové ľadové vulkány" náplasťami teplého ľadu (dnes vieme, že aj tento proces je na Europe pravdepodobný), potom to musí byť zaľadnený oceán, ktorého pôsobenie sa prejavuje aj na povrchu. Dokázať v tých časoch existenciu tekutej vody pod ľadovou kôrou bolo nemožné, hoci už vtedy viacerých vedcov napadlo, že ľad by mohli odspodu nahrievať slapové vulkány, podobne ako na susednej Io.

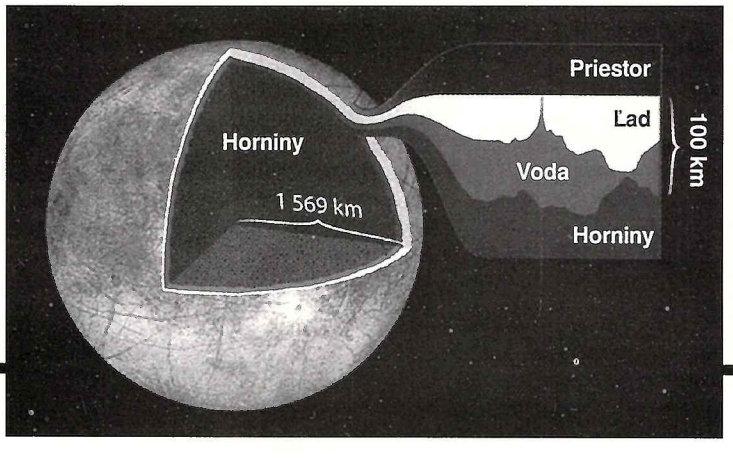
Po misii Voyagerov sa zrodili aj ďalšie nápady: v januári 1980 uverejnil novozaložený Star and Sky Magazín článok Richarda C. Hoaglanda, v ktorom autor vyslovil presvedčenie, že Europa je najpravdepodobnejším miestom v slnečnej sústave, kde by mohol, popri Zemi, vzniknúť život. V minulosti, keď ešte Slnko i planéty boli mladé, napísal Hoagland, Jupiter žiaril ako druhé Slnko. Jeho dočasná energia sa vytvorila po gravitačnom kolapse. Teplo Jupitera bolo vtedy dostatočne veľké na to, aby sa na povrchu Europy udržal tekutý oceán vody a podľa všetkého aj atmosféra. Keď Jupiter vychladol, mesiac sa pokryl ľadom. Nevedno, či sa pred zaľadnením stihol vytvoriť v oceáne život. A ak sa vyvinul, dokázal sa prispôsobiť brutálnym podmienkam pod postupne sa zaľudňujúcim oceánom na báze slapmi uvoľňovanej energie?

V tom istom čase objavili podmorskí výskumníci na Zemi, na dne Atlantického oceánu novú formu života: kolónie živých organizmov okolo podmorských vulkanických sopúchov. Pozoruhodné bolo, že tieto vitálne kolónie organizmov sa čulo rozvíjajú aj bez slnečného svetla.

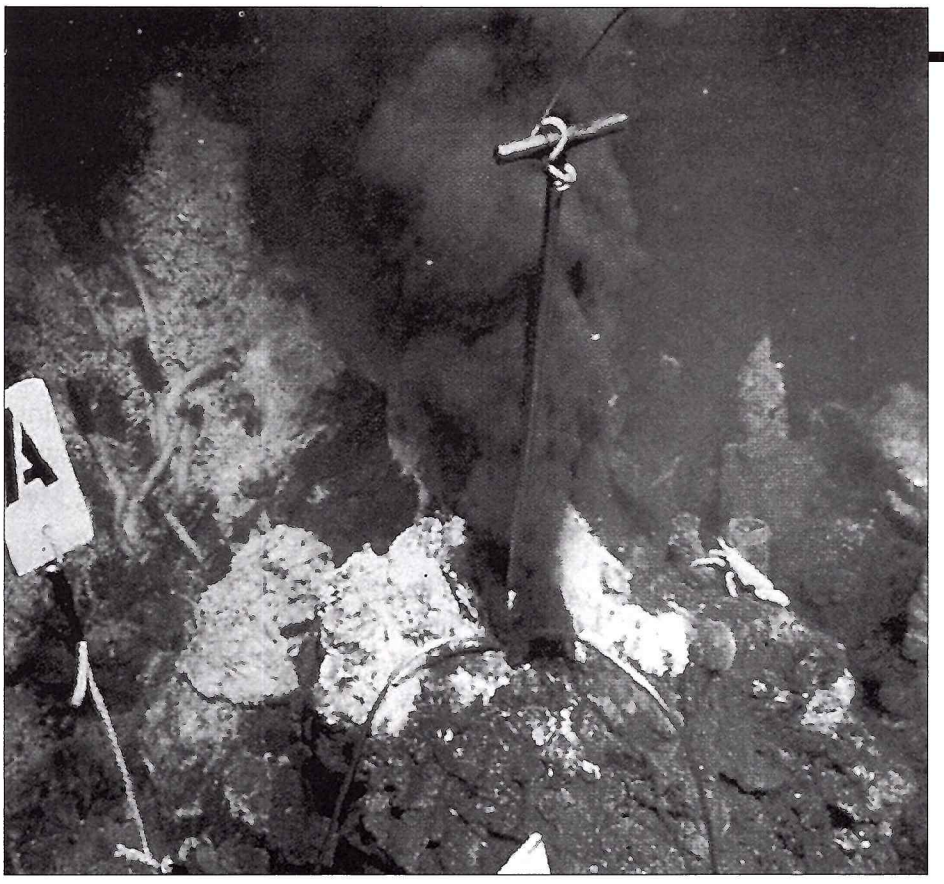
Oceány, vulkány a život na Zemi

Ešte pred niekoľkými rokmi väčšina biológov bola presvedčená, že pozemský život závisí iba od slnečnej energie. Dokonca saprofotické formy života, napríklad huby, ktorým sa darí v tieni, ba i pod zemou, živia sa pozostatkami po živých organizmoch, ktoré žili vďaka energii Slnka. Stvorenia, žijúce v hĺbkach oceánu vegetujú vďaka biologickému materiálu, ktorý sa znáša ako neprestajný, nehlučný dážď z rôznych poschodí vôd, kam prenikne slnečné žiarenie. Po preskúmaní okolia veľkého atlantického zlomu sa naše predstavy o živote zmenili. Potápači objavili aktívne sopúchy, ktoré pumpujú do suterénu oceánov tmavú, plynmi premiešanú tekutinu, bohatú na minerály. Ryby, biele kraby-albíni i vyše tri metre dlhé červy hmýria sa okolo sopúchov ako nočné motýle okolo lampy.

Spočiatku sa výskumníci oceánskych hlbín nazdávali, že aj kvitnúce kolónie živočíchov v okolí sopúchov konzumujú živiny z „organického dažďa". Až neskoršie štúdie dokázali prítomnosť unikátnych organizmov, ktoré žijú na báze horúcich výverov. Tieto organizmy sú odrodou teplomilných baktérií, či presnejšie, baktérií, ktorým sa najlepšie darí v teplote okolo 55 °C. Vodné masy, obklopujúce blízko dna bubliny horúcich podmorských oáz majú teplotu od 2–4 °C. V chladnej tme sa však žiadne baktérie nenašli. To priviedlo vedcov k poznaniu, že hlbkovodné mikroorganizmy vznikli a rozvíjali sa v horninách oceánskeho podložia a nie sú teda adaptovanými potomkami baktérií, ktoré sa zrodili v Slnkom prežiarených podpovrchových vrstvách oceánu. Do-



Na tomto priereze Europy vidíte, ako si vedci na základe doteraz získaných údajov predstavujú obal Europy: medzi nerovnako hrubou vrstvou ľadu (50–100 km) a pevným povrchom mesiaca by mal byť tekutý, globálny oceán.



Kilometre pod hladinou Atlantiku objavili vedci v roku 1979 ekosystém, ktorého osadenstvo nečerpá energiu zo Slnka, ale z teplých, na minerálne látky bohatých gejzírov. Takéto hydrotermálne sopúchy môžu fungovať aj na iných telesách slnečnej sústavy, i na dne zaľadneného oceánu na Europe.

nedávna sme si mysleli, že oceánske dno pripomína púšť s oázami života okolo vulkanických sopúchov – vraví Deleney. – Tieto životodárne prieduchy sú však skôr iba vrcholom ozrutných ľadovcov biomasy, ktorá sa autonómne vyvinula v horninách, uložených pod vodami oceánov.

Predpoklad, že skrytá biomasa existuje na báze podmorských usadenín podporil nález mikróbov na samom spodku 2,8 km hlbokého stĺpca vzoriek, navŕtaných z podoceánskej kôry. Tieto stvorenia si vytvorili mikrobiálny ekosystém vďaka hustej sieti miniatúrnych pórov medzi zrnkami minerálov vyvrelých hornín. Spracúvajú živiny z anorganických prvkov. Podobné mikróby sa našli aj v horninách suchých údolí v Antarktíde. Vedci doteraz v podzemných ekosystémoch identifikovali a rozlíšili vyše 9000 druhov týchto organizmov. – Na svete je nová paradigma – vraví Delaney. – Nazdávame sa, že podstatná časť planetárnej biomasy sídli v jej kôre.

Pri hľadaní života na mesiaci Europa bude mať toto zistenie kľúčový význam. Ak pozemský život vznikol a vyvíja sa nezávisle na slnečnom svetle, ak sa udrží iba na hydrotermálnych zdrojoch, potom pravdepodobnosť života, uzavretého pod ľadovou kôrou Europy rádovo narastá. Planetárny geológ Eugen Shoemaker z Lowellovho observatória tvrdí: – Ak zoberieme do úvahy základné podmienky potrebné pre život, a ak na Europe je skutočne zamrznutý oceán, potom sú na tomto mesiaci Jupitera oveľa vhodnejšie podmienky na život, ako na Marse.

Lenže pozor: ak sa aj potvrdí oceán na Europe, ak sa aj potvrdí existencia slapového vulkanizmu na jeho dne, ani vtedy nemusí byť toto prostredie pre život zvlášť pohostinné. Denné teploty na povrchu Europy dosahujú –130 °C. Radiácia z Jupitera dosahuje na Europe intenzitu, ktorá by ľudí, pohybujúcich sa po povrchu zakrátko zahubila. Môže v takýchto podmienkach existovať život?

Jednoduché organizmy na Zemi žijú v neuveriteľne rôznorodých a na prvý pohľad nehostinných prostrediach. Baktérie si pokojne vegetujú aj v rádioaktivitou zamorených generátoroch. Iné mikróby znášajú extrémne teploty, od vražednej horúčavy v sopúchoch vulkánov a gejzírov až po chlad na obvode ozrutných modravých ľadovcov. Oceánograf James H. Morrison z Washingtonskej univerzity upozorňuje, „že arktická biomasa pod bruchom ľadovcov i ľadových polí priam prekvitá".

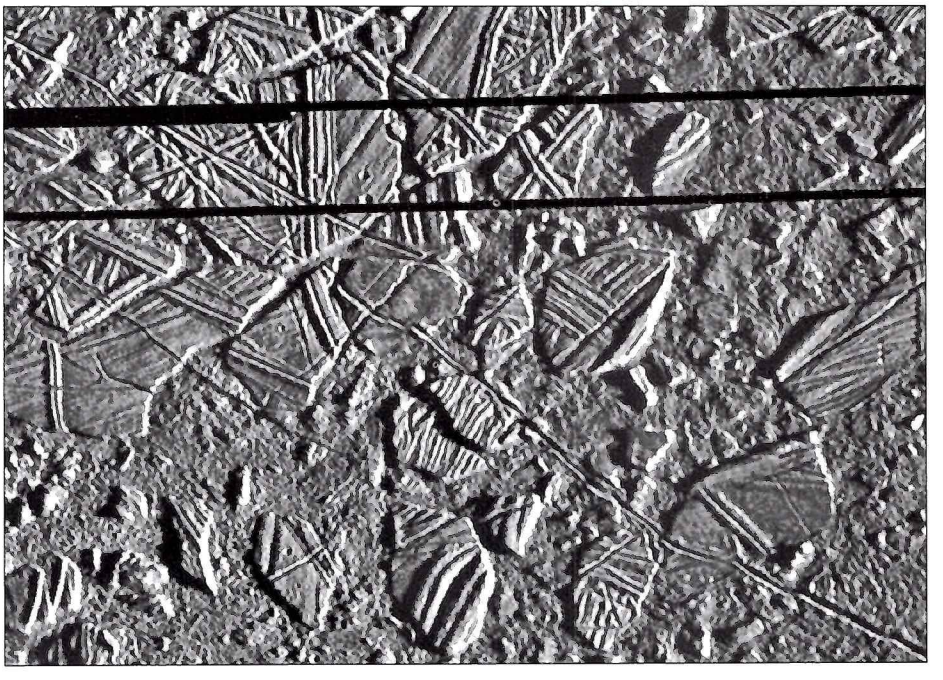
– Podozrenie, že na Europe je oceán nami lomcovalo najmä medzi rokmi 1980 a 1986 – spomína Torrence Johnson z Jet Propulsion Laboratory, jeden z členov tímu, čo vyhodnocoval snímky z Voyagerov a dnes riadi všetky vedecké tímy Galilea. – V tých rokoch sme však nijaké novšie údaje z Europy nedostali a tak sme sa nechceli utopiť v nepodložených hypotézach. Odložili sme Europu do chladničky ako síce zaujímavý, ale nepreskúmateľný problém. Dnes sme presvedčení, že nález akejkoľvek formy života na Europe je technologickou, ekonomickou i politickou výzvou.

Zatiaľ iba virtuálny oceán

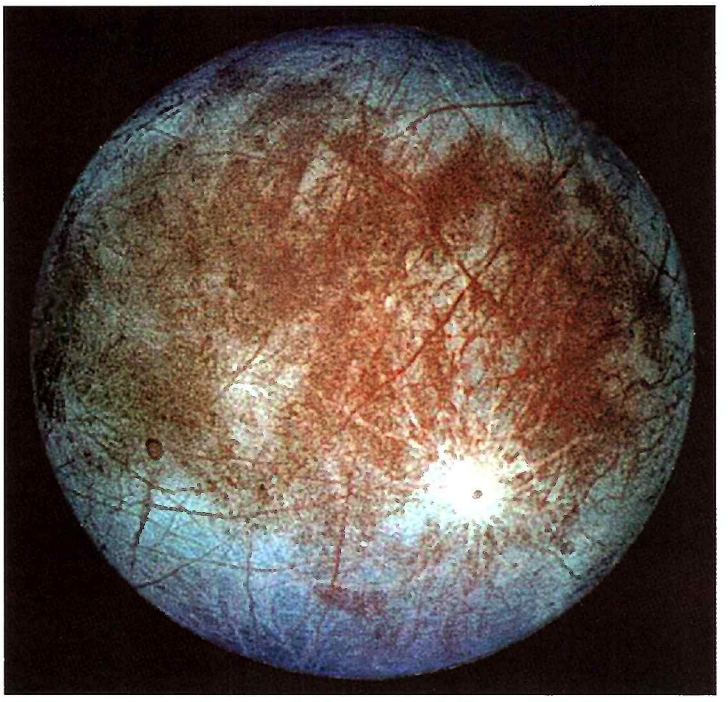
Bez ohľadu na debaty okolo možného života na Europe nie sú si vedci zatiaľ načistom ani s tým, či Europa pod ľadovou kôrou naozaj skrýva tekutý oceán. Záplava údajov zo sondy Galileo však podnietila nielen živé diskusie, ale stala sa aj dôveryhodným materiálom pre vytváranie najrozličnejších modelov.

Galileo zahájilo svoju 23 mesiacov dlhú vedeckú safari vo svete Jupitera v decembri 1995. Výkonné kamery sondy dodali na Zem snímky z oveľa väčším rozlíšením ako získali vedci z oboch Voyagerov pred sedemnástimi rokmi. Rozlíšili na nich detaily až do veľkosti 12 metrov. Planetológovia postupne spoznávali vzdialený svet ľadom pokrytého mesiaca, svet zaľadnenej krajiny plnej dlhých a hrubých, hoci ľadom opäť zacelených trhlín a puklín. Tento guľatý, ľadový kaleidoskop spôsobili sily, ktorým, vedci zatiaľ neporozumeli.

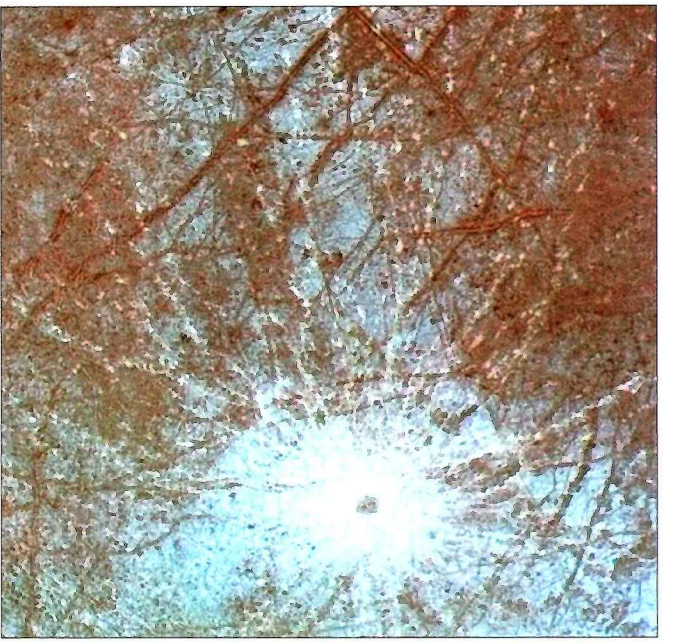
Čudesné sú nekonečné, poprehýbané ľadové valy, ťahajúce sa naprieč ľadovými pustatinami. Ešte záhadnejšie sú nahnedlé stuhy pozdĺž zacelených fraktúr. Tieto stuhy sú difúzne, neohraničené, rozpité na ľadovom podloží, čo vzbudzuje takmer istotu, že ich vyfarbil materiál, možno organický, vytrysknuvší z dočasne roztvorených puklín. Viaceré z týchto,



Táto snímka povrchu Europy v rovníkovej oblasti náramne pripomína Severný ľadový oceán, keď po letnom odmäku ostrovy ozrutných ľadových krýh opäť „znehybní" kompletne zamrznutá hladina. Na Zemi aj takéto, mrazom pozliepané ľadové superpolia driftujú, unášané podmorskými prúdmi. Ako je to na globálne zaľadnenej Europe, nevedno.



Takto vyzerá povrch mesiaca Europa v reálnych farbách. Rozsiahle „kontinenty" hnedého ľadu vyfarbili vyvreniny z podložia. Najdlhšie hnedé pukliny majú viac ako 3000 km. Všimnite si, že čistejší, zelenkavo-modrý ľad je najmä v polárnych oblastiach, kde je aj menej fraktúr.



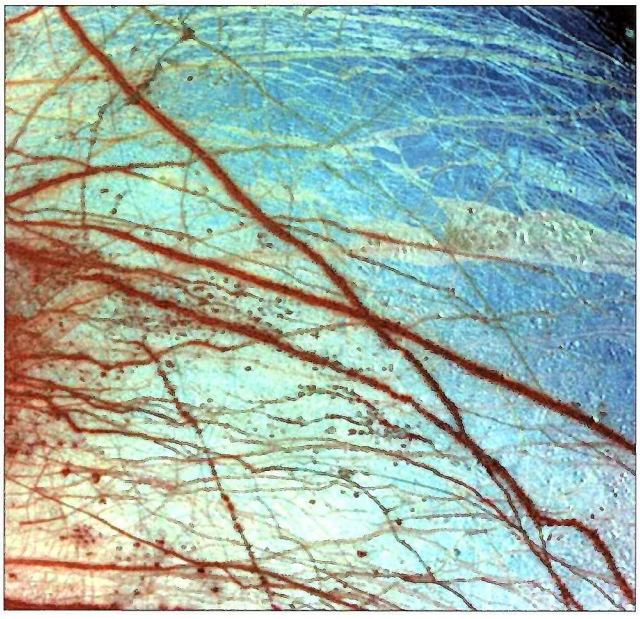
Detail oblasti okolo impaktného krátera Pwyll. Nachádza sa na k Jupiteru neustále privrátenej strane mesiaca. Vedci ho pokladajú za najmladšiu z doteraz objavených dominantnejších štruktúr. Priemer krátera uprostred, vyplneného podľa všetkého hnedým materiálom z podložia prerazenej ľadovej kôry, je 40 km. Najdlhšie z lúčovito sa na všetky strany rozbiehajúcich bielych puklín majú viac ako 1000 km. Dôkazom mladosti krátera je, že ho nekrižuje ani jediná hnedá, slapovým vzdúvaním spôsobená puklina. Tú najhrubšiu, severne od kotúčika krátera, takmer úplne pokryla biela, čerstvá ľadová triešť.

často dvojitých, ale aj strojených stúh (pravdepodobne po opakovaných výlevoch tekutého materiálu z podložia), pripomínajú na snímkach z obežnej dráhy pozemské diaľnice. Predstava, ako sa z náhle rozzevenej, stovky, ba tisíce kilometrov dlhej trhliny valia mohutné, Niagaru pripomínajúce vodopády proti smeru pôsobenia príťažlivosti mesiaca, ktoré vzápätí, sotva sa stihli rozliať po okolí zamŕzajú, vedcov doslova fascinujú.

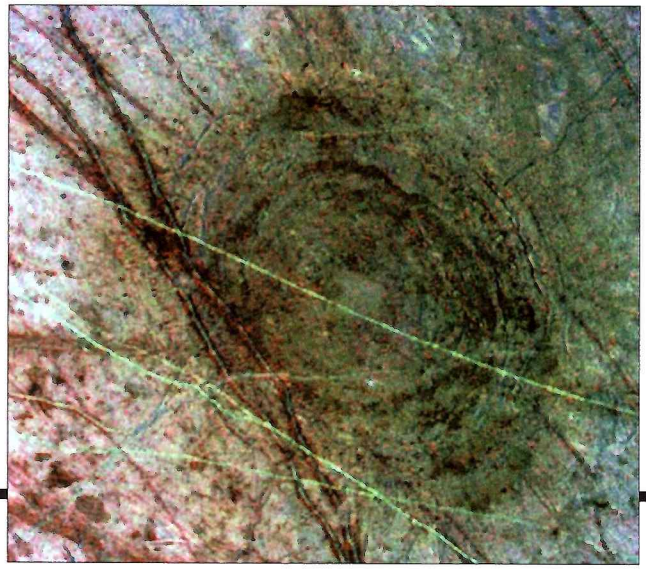
Nemenej zaujímavé sú však i obrovské laloky hnedastých škvŕn, pripomínajúce tvarom mohutné lávové polia na Zemi. Niektoré experimenty, ktoré previedla sonda Galileo naznačujú, že väčšina povrchu Europy je porézna, čo znamená, že ide o zlepeninu drobných čiastočiek ľadu, alebo dokonca o mohutné vrstvy osuhle. Táto osuheľ sa kontinuálne v mrazivom vákuu mimoriadne riedkej atmosféry dopĺňa, čo je nepriamym dôkazom toho, že akýsi neznámy mechanizmus povrch Europy do dnešných dní formuje. Čerstvý, neustále sa obnovujúci ľad znamená aktivitu. Niektorí z vedcov sa dokonca opovážili vysloviť domnienku, že na miestach, kde je vrstva popréznego ľadu nepríliš hrubá môžu sa nimi až na povrch pretisnúť výpary zaľadneného oceánu, ktoré sa vzápätí menia na srieň.

Dokáže už Galileo zistiť či je pod ľadmi Europy naozaj tekutý oceán? Odpoveď závisí od mnohých premenných: najdôležitejšie sú hrúbka ľadovej kôry a potvrdenie činnosti vodných a podvodných vulkánov. Veľa záleží aj od odolnosti Galilea: ako dlho dokáže ešte zbierať a vysielať údaje na Zem. Vedci majú síce už dnes dostatok nepriamych dôkazov o tom, že pod ľadom Europy je tekutý oceán, ale ešte to nie je „smoking gun" (dymiacou puškou, smoking gun, nazývajú anglosaskí hvezdári taký dôkaz, ktorý je rovnako nepochybný ako dym kúdoliaci sa z hlavne pušky, z ktorej sa pred chvíľou vystrelilo).

Najviac nepriamych dôkazov priniesol šiesty oblet Europy. Aj počas ostatných priblížení boli na snímkach jasne rozlíšiteľné obrovské zamrznuté pukliny, ale snímky z februára lanského roka prezradili oveľa viac: – Dnes vieme na sto percent –



Na tejto snímke Galilea vidíme okolie pukliny Minos Linea, jednej z najmarkantnejších na povrchu Europy. Minos Linea je vrchná z oboch puklín, pretínajúcich snímku zľava doprava. Spodná, zakrivenejšia, je Cadmus Linea. V ľavom rohu vidíme časť mohutnej Belus Linea. Puklina, pretínajúca obe stredné pukliny nemá meno, pretože ju na snímkach z Voyagerov nerozlíšili! Objavila sa až v posledných rokoch? To by bola naozajstná senzácia. Zobrazený povrch leží severne od rotujúcich krýh na rovníku.



Tyre Macula je starý impaktný kráter s priemerom 140 km. Koncentrické kruhy vytvárajú plytký amfiteáter, ktorého jednotlivé poschodia, okrúhle pukliny zaliali hnedasté vyvreliny z podložia. Starý kráter križujú novšie pukliny z ktorých tá vrchnejšia je nám už známa Minos Linea. Galileo získal snímku 4. apríla 1997.

vraví Ronald Greeley z Arizona State University – že na povrchu Europy, alebo blízko neho, ešte v nedávnej minulosti bola tekutá voda. Súdiac podľa minimálneho množstva kráterov môžeme povedať, že tam bola naozaj nedávno.

Galileo vydodal snímky s vysokým rozlíšením, na ktorých vedci rozoznali ľadové kryhy. Je nepochybné, že dopukaná, rozparcelovaná kôra Europy, teda mohutné ľadové kryhy, skôr ako ich mráz opäť scelil do celistvej ľadovej kôry, sa posúvali, pootáčali, ba rotovali. Obrysy do seba nezapadajúcich, posunutých a opäť mrazom scelených ľadových polí pripomínali kryhy na polárnych moriach po jarnom oteplení. Je viac ako pravdepodobné, že posuny obrovských krýh spôsobujú pohyby mäkkého (teplého) ľadu v podloží, alebo dokonca prúdy v tekutom oceáne, na ktorom kryhy plávajú. Greeley verí, že ďalšie priblíženia Galilea k Europe potvrdia práve túto teóriu. Fanale má však celkom iný názor: „Zdá sa mi, že časť ľadovej kôry Europy spočíva na pevnom podklade, časť však pláva na vode, čo spôsobuje efekty, ktoré vidíme."

Podľa pôvodného plánu mal Galileo ukončiť svoju misiu v decembri 1997 po jedenástom oblete Jupitera. Dnes je však isté, že v programe bude pokračovať. Do konca roka 1999 sa osemkrát priblíži k Europe, štyrikrát ku Callisto a tesne sa priblíži aj k povrchu Io, kde prehĺbi pozorovania z prvých obletov.

Galileo dodá po dvanástom oblete snímky s doteraz najlepším rozlíšením. Teší sa na ne najmä Ocanpo, vedecký koordinátor NIMSu, programu, ktorý je postavený na koristi spektrometra, ktorý Jupiter i jeho mesiace mapuje v blízko infračervenej oblasti: „Po dvanástom oblete získame vo viditeľnej oblasti spektra snímky s rozlíšením 1 meter, v infračervenej s rozlíšením 100 metrov. Dúfame, že získame spoľahlivé spektrá najmä z trojitých pásov. Ak sú v nich stopy po organických látkach, NIMS ich dešifruje." Prístroj je pripravený aj na detegovanie organických molekúl.

Počas každého priblíženia gravitácia Europy zmení nepatrne trajektóriu Galilea. To vedcom umožní vyhotoviť podrobné gravitačné mapy mesiaca. Vedci dokážu vďaka týmto údajom určiť hrúbku ľadovej kôry Europy s presnosťou 0,1 % (!), ba dokonca ešte precíznejšie, v praxi to znamená plus-mínus 20 m. Už dnes vieme, že hrúbka ľadovej kôry je prinajmenšom 100 km (vyplýva to z údajov hodnoty zložky H_2O), z čoho sa bude dať presne vypočítať, koľko tekutej vody sa skrýva pod ľadovým pancierom.

Či všetky prístroje Galilea predĺžený program vydržia však zďaleka nie je isté: „elektronika" sondy je síce zaštítena proti vplyvu smrtiacej radiácie Jupitera, nie je však proti nej imúnna. Každý prelet cez vnútornú magnosféru ohrozuje software, spoľahlivosť produkovaných údajov a vôbec celé prístrojové vybavenie. – Každým dňom sa nebezpečie „vyhasnutia" sondy zvyšuje – varuje hlavný inžinier misie Johnson. – Niektoré prístroje môžu vypovedať službu.

Ďalšia generácia sond

Úspech Galilea vedcov inšpiruje: navrhujú ďalšie misie, viaceré sa už z „papierového štádia" dostali do vývoja. Vedci horúčkovito konzultujú, aké typy sond treba k Jupiteru vyslať nabudúce, lacnejšie, rýchlejšie, spoľahlivejšie. Celé reťaze brainstormingov riešia celkom praktické otázky. Pristanú na Europe sondy vybavené snežnými skútrami? Budú to vozidlá s tryskovým pohonom na korčuliach? Vybavia ich penetrátormi, schopnými preniknúť desiatky metrov do ľadovej kôry, alebo aj ľadovými krtkami? Budú to krtkovia, čo sa dokážu po dosiahnutí tekutého oceánu premeniť na funkčné ponorky?

Jedným z najodvážnejších misií je takzvaný Ice Clipper, Ľadový drtič. Študujú ho v Jet Propusion Laboratory. Materská loď vyšle na povrch Europy 10 kg ťažkú guľu, ktorá sa zaborí do osuhle, zatiaľ čo loď bude krúžiť vo výške 50 km. Impakt gule vymrští do priestoru oblak kryštálikov ľadu a krúžiaca sonda ich postupne zachytí, zanalyzuje a údaje vyšle na Zem. Táto jednoduchá, lacná misia umožní preskúmať najvrchnejšie vrstvy ľadovej kôry bez rizík spojených s pristátím.

Na preskúmanie sveta pod ľadom bude treba vyvinúť dômyselnejšie sondy. Sonda orbiter vyhotoví najskôr podrobné gravitačné mapy, vyhodnotí údaje radarov a až potom, keď zistí ich hrúbku a kompaktnosť vyšle k Europe celú sériu penetrátorov. Tie zmerajú štruktúru ľadu v hlbších vrstvách. Najdôležitejšie budú údaje zabudovaných seizmografov, ktoré vyšlú údaje o seizmických vlnách, šíriacich sa ľadovou kôrou po dopade ďalších penetrátov. Henry Harris, jeden z projektantov sondy orbitera vysvetľuje: – Seizmometry nám prezradia všetko o trhlinách, o posunoch, ba dokonca i o slapových vlnách.

Ak sa pomocou týchto sond podarí zistiť, že tekutý oceán naozaj existuje, potom odštartujú náročnejšie misie. Kanadský oceánograf Richard Thompson z Inštitútu pre oceánologické štúdiá: – Vyvinieme dômyselné ponorky, ktoré sa cez najtenšie vrstvy ľadu dokážu pomocou reaktorom generovaného tepla pretaviť až k vode.

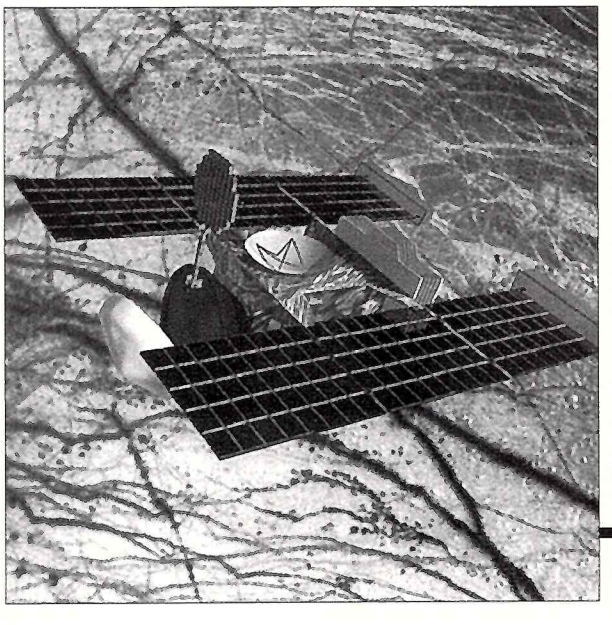
Joan Horvath z JPL pracuje na tomto projekte už niekoľko rokov. Jeho „cryobot" sa pretaví kilometrami ľadu až po hladinu zaľadneného oceánu. Spojenie z povrchovou stanicou zabezpečí tenký kábel. Vo chvíli, keď sa cryobotovi podarí prehrýzať sa cez ľad, vyšle na podmorský výskum neveľký „hydrobot", vodný robot, ktorý nazbierané údaje bude prostredníctvom cryobotu (spojeného káblom s povrchovou stanicou) vysielať materská loď na orbite na Zem. Horvath už v tomto roku chce svoje miniroboty vyskúšať na jazere Vostok v Antarktíde: – Lepšie miesto pre skúšky na Zemi nikde nenájdeme – vraví Horvath. – Toto hlboké jazero pokrýva vrstva ľadu hlboká 4 km.

Vedecká korisť z Galilea neobyčajne tieto projekty urýchlila. Skôr, kým tieto misie odštartujú, bude treba získať odpovede na viacero otázok: ak sa potvrdí existencia vody na Europe, aký je oceán pod hrubou vrstvou ľadu? Ak bude oceán globálny, aký mechanizmus morských prúdov a tepelných pulzov spôsobuje vytváranie útvarov na povrchu ľadu? Fanale varuje: – To, čo pozorujeme na pozemských oceánoch nemôžeme automaticky preniesť na povrch Europy. Pozemské modely tam nemusia platiť. Napokon ani ľadové systémy na pozemských moriach a oceánoch dôkladne nepoznáme. Napokon ani ľadové systémy na pozemských moriach a oceánoch dôkladne nepoznáme. Ako by sme ich mohli aplikovať na telese, ktoré je od nás vzdialené 800 miliónov kilometrov?

Vedci v napätí vyčkávajú. Čakajú na zázrak: možno sa z Europy, zaľadneného mesiaca Jupitera raz dozvedia, a my spolu s nimi: „Nie sme vo vesmíre sami".

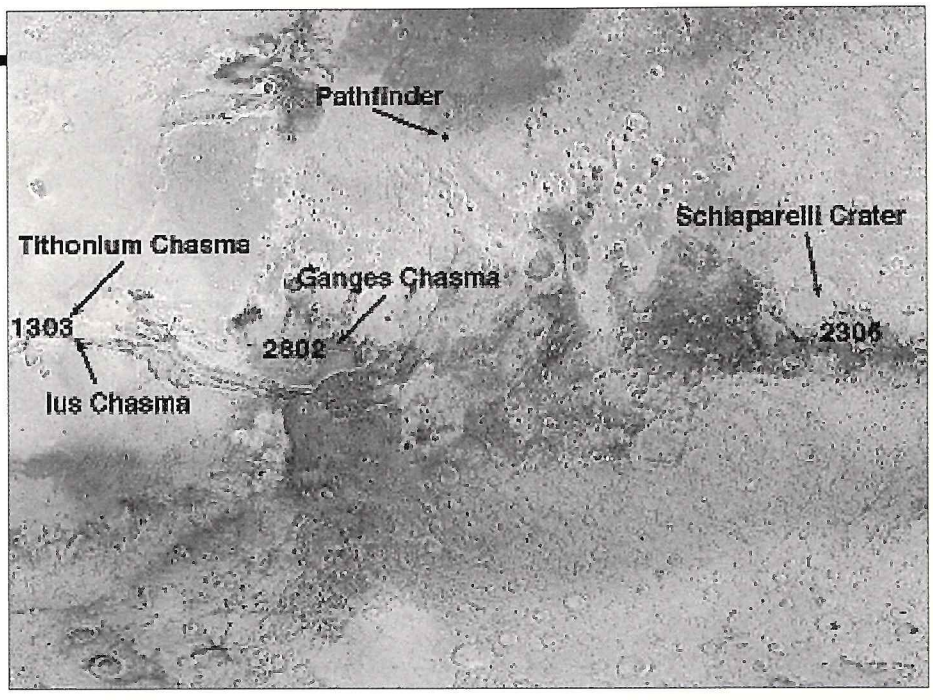
Spracoval Eugen Gindl

Na snímke vľavo vidíte koláž reálneho povrchu Europy a projektovanej sondy Ice Clipper, ktorá vystrelí z obežnej dráhy na povrch niekoľko guľovitých projektilov, pričom prístroje na jej palube budú analyzovať kryštáliky vymrštenej ľadovej triešte. Na druhom obrázku vidíte ako bude vyzerať ľadový krt, ktorý sa po prevŕtaní ľadovou kôrou Europy premení na ponorku.

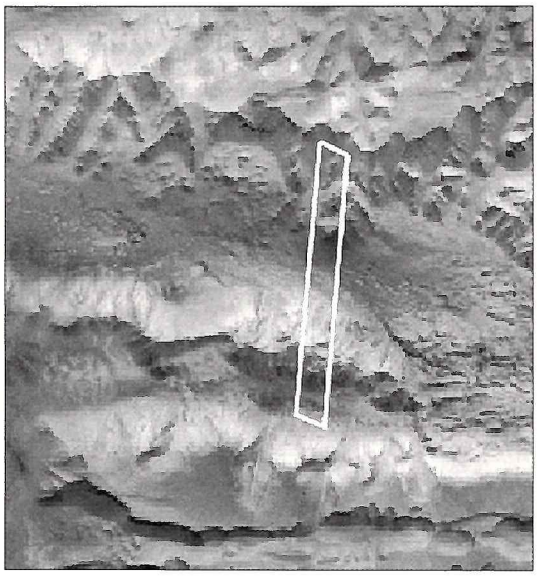


Mars Global Surveyor

Napriek tomu, že Mars Global Surveyor má problémy s aerobrakingom, (jedno krídelko solárnej batérie nereaguje na povely zo Zeme, čím sa navedenie na blízku, v podstate kruhovú dráhu predĺži) vysiela celé série mimoriadne zaujímavých záberov z vybraných častí marťanského povrchu.



Geologické vrstvy v Tithonium Chasma

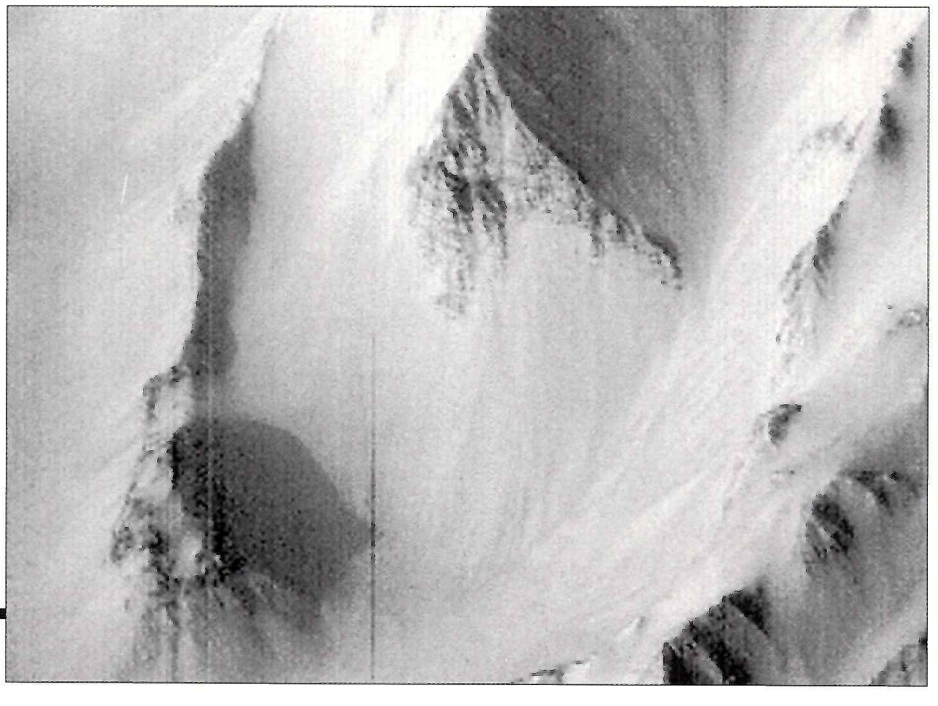


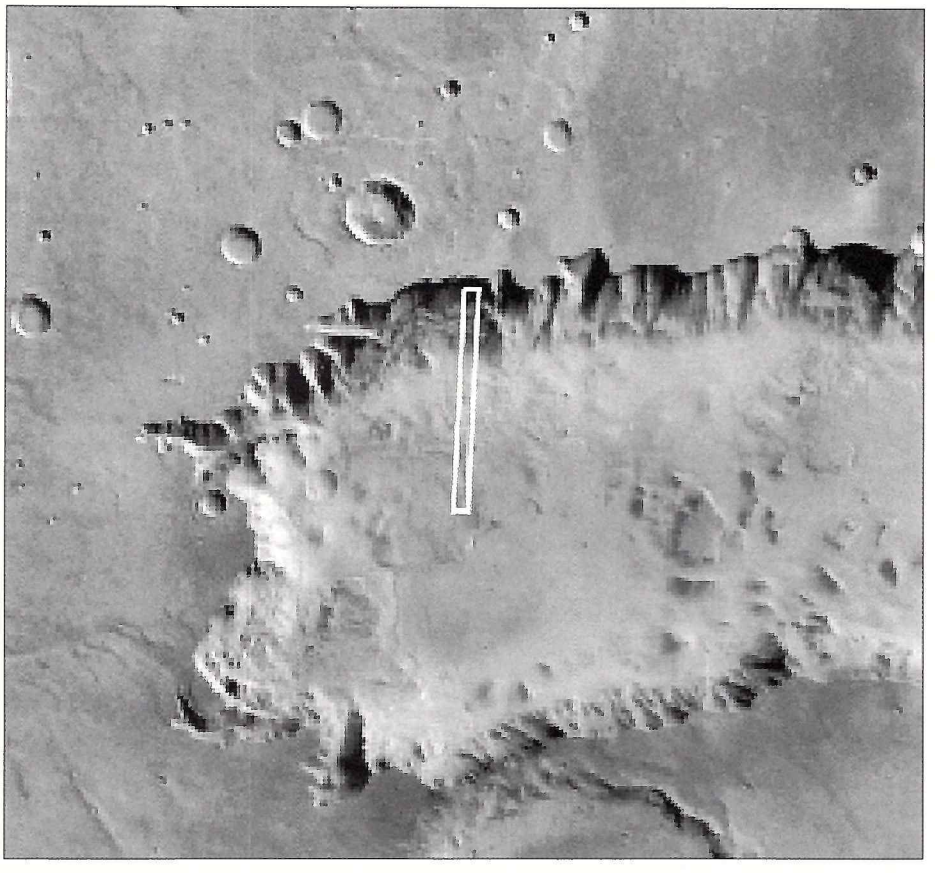
Citlivá Mars Orbiter Camera, (MOC) nasnímala i časť ozrutného kaňonu Valles Marineris, či presnejšie jeho severných výbežkov, ktoré marsografi, už po misii Vikingov pomenovali Tithonium Chasma a Ius Chasma. (Slovo „chasma" v angličtine označuje hlbokú, rozsiahlu, priepasti podobnú roklinu. Obe chasmy sa nachádzajú tesne pod rovníkom na 6,6 stupni južnej šírky a na 90,4 stupni západnej dĺžky. Vo chvíli expozície nebol terén práve ideálne osvietený: kamera pracovala v protisvetle, nakoľko ranné Slnko viselo sotva 17 stupňov nad obzorom. Dno hlbokých kaňonov je preto utopené v čiernych tieňoch, ale strmé svahy sú nasvietené priam ideálne.

Na snímke *vľavo* vidíte časť svahov Tithonium Chasma, ktorých horné okraje sa dvíhajú 4000 metrov nad dnom kaňonu. Tithonium Chasma je teda na tomto mieste dvakrát taký hlboký ako Grand Canyon v Spojených štátoch. Skosený obdĺžnik o hranách 55,6×6,6 km vyznačuje segment svahov chasmy, ktorý sonda nasnímala s najvyšším možným rozlíšením. Na *snímke vľavo dole* vidíte výsek hornej časti zobrazeného segmentu, na *snímke vpravo dole* zväčšeninu časti snímky druhej.

Geológovia, ktorí tieto snímky preštudovali s prekvapením zistili, že svahy ozrutného kaňonu tvoria svetlé i tmavé, jasne rozlíšiteľné geologické vrstvy. Zreteľný, ihlanu podobný vrchol uprostred druhej snímky, (vidíme ho i v hornej časti *snímky vpravo dole*) je geologickým sendvičom 80 vrstiev, jasne rozlíšiteľných podľa odlišného sfarbenia: hrúbka týchto vrstiev kolíše od 5 metrov až po 50 metrov. Svahy ihlanu, ktorý má približne 1000 metrov však nie sú nijakou výnimkou. Zreteľné geologické vrstvy sú rozlíšiteľné aj na mnohých ďalších útvaroch, od okraja kaňonu až po jeho dno.

Tento typ geologických vrstiev na Marse je prekvapením, pretože nikto nepredpokladal, že aj červená planéta má takú dlhú geologickú minulosť. Na starších snímkach Valles Marineris (z oboch Vikingov) totiž tieto vrstvy nerozlíšili a tak geológovia predpokladali, že Mars geologicky odumrel už pred tromi miliardami rokov. Vedci predpokladajú, že podobný geologický sendvič vytvára hornú časť kôry na celej planéte. Zdá sa, že vývoj Marsu bol oveľa komplexnejší, ako sme sa, ešte donedávna, nazdávali.





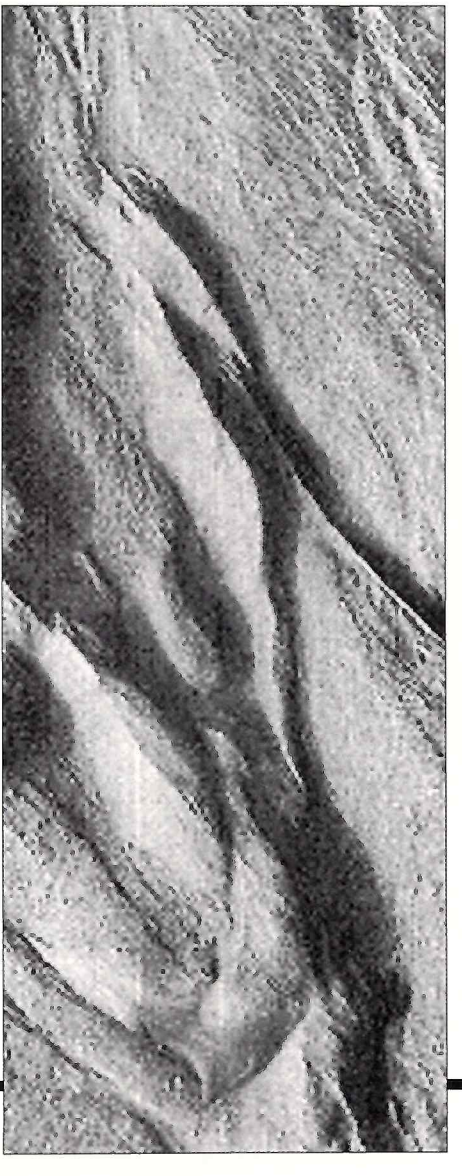
Geológia v Ganges Chasma

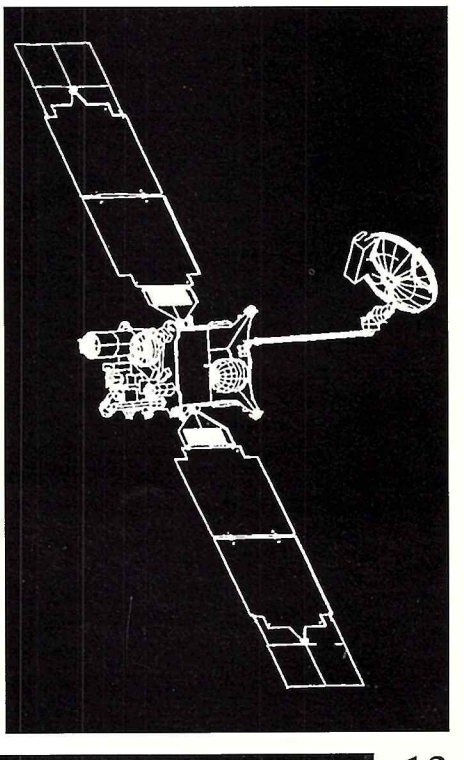
Tieto snímky nasnímala Mars Orbiting Camera (MOC) 10 minút po jednom z pravidelných priblížení koncom októbra lanského roku. Vidíte na nej západný výbežok obrovského kaňonu Ganges Chasma (časti Vallis Marineris) s vyznačeným skoseným obdĺžnikom jeho severných svahov (45,4 km × 2,6 km), na ktorom je povrch zobrazený s rozlíšením na hranici možností sondy – 5 × 7,4 m na pixel.

Na skosenom odlžníku vidíme detaily povrchu s 50-násobne väčším rozlíšením ako na najlepších snímkach získaných v minulosti. Na *snímke vľavo dole* vidíme dno kaňonu blízko stien posiate balvanmi, ktoré sa zosunuli z jednotlivých poschodí Ganges Chasma. Najmenšie rozlíšiteľné balvany sú veľké ako automobil, najväčšie ako poschodový dom. Na *snímke vpravo dole* vidíme bizarnú kajinu poprehýbaných hrebeňov a brázd, ktoré náramne, vo veľkom celku, i čo do štruktúry detailov, pripomínajú štruktúry poskrúcaných a prerušovaných sedimentov na Zemi. Takéto útvary sme doteraz na Marse nepozorovali a nikto z planetológov a geológov doteraz nedokázal vysvetliť ako vznikli. Podaktorí vedci sa nazdávajú, že geologické vrstvy sa poohýbali, pokrčili a popresúvali počas mohutných zosuvov. Aj toto vysvetlenie však má viaceré slabiny, pretože poprehýbané a posunuté vrstvy sa vyskytujú aj tam, kde nijaké zosuvy nevidieť. Najzáhadnejšie je, že deformované vrstvy sedimentov sa často nachádzajú v bezprostrednej blízkosti celkom neporušených geologických vrstiev. Aké tektonické sily mohli pôsobiť takto selektívne, zatiaľ nevieme. Každopádne štúdium ďalších fotografií z iných častí ozrutného Vallis Marineris môže aj tento problém objasniť.

Mars Global Surveyor, MOS, Press Releas

Spracoval Eugen Gindl

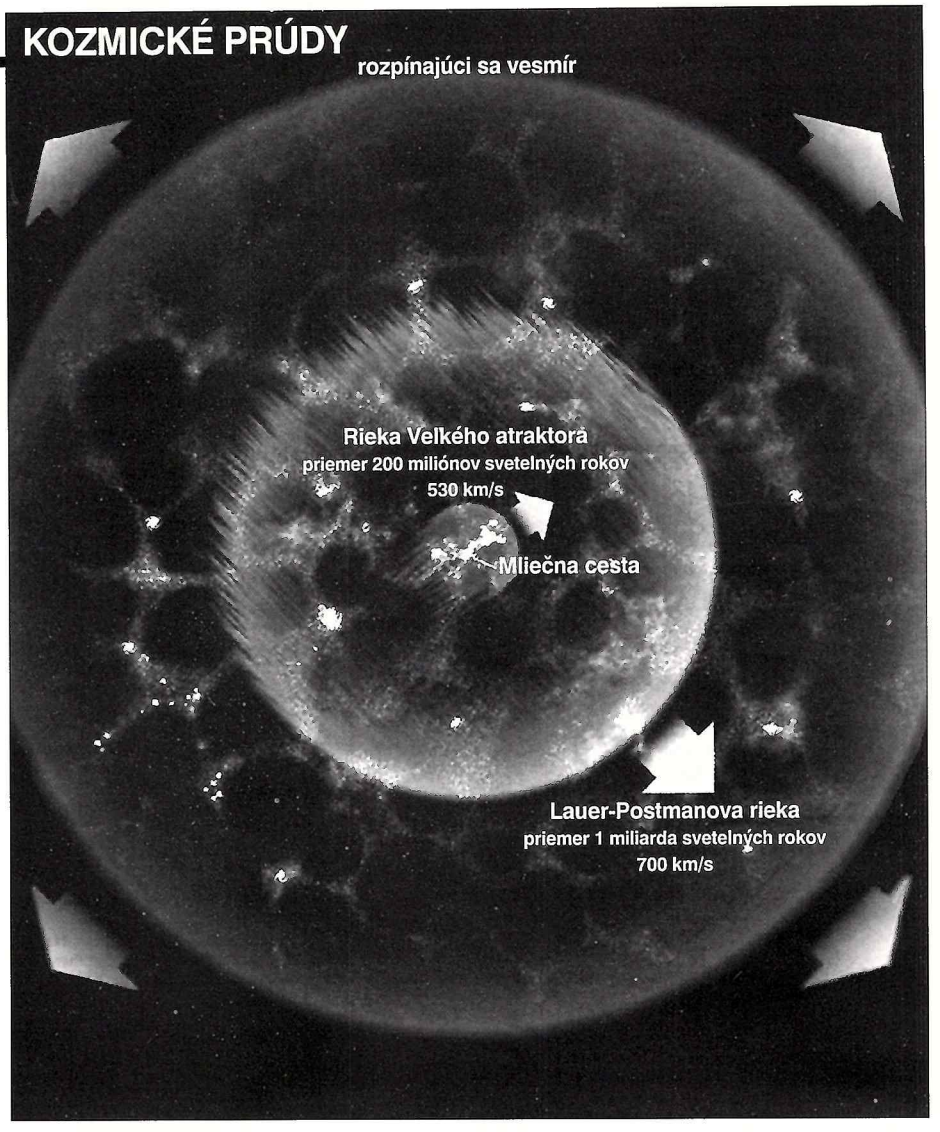




ADAM FRANK /

RIEKA vo vesmíre

Tok galaxií široký 1 miliardu svetelných rokov spôsobuje ťažkosti kozmológom. Stalo sa vám niekedy, že ste sa prebudili so zlým pocitom a hlavou vám bežali úvahy o behu sveta? Astronómom sa to stáva veľmi často. Avšak svetom je pre nich celý vesmír. Pred štyrmi rokmi dvojica mladých, ambicióznych astronómov, Tod Lauer z Kitt Peak-u a Marc Postman zo skupiny okolo Space Telescop-u sa zahľadela hlboko do nočnej oblohy a snažila sa domyslieť dôsledky uznávaných kozmologických teórií.
Vo veľmi hrubých rysoch tieto teórie hovoria, že vesmír sa pohybuje iba jedným smerom – rozpína sa. Toto rozpínanie sa začalo big bangom pred 10 až 20 miliardami rokov. Zdá sa však, že to tak nie je. Lauer a Postman zistili, že obrovská časť vesmíru sa pohybuje jedným smerom, smerom ku súhvezdiu Panny. Obrovský prúd množstva galaxií sa superponuje na globálne rozpínanie.



Kozmické prúdy: Astronómovia objavili v rozpínajúcom sa vesmíre dve rieky galaxií. Obrázok nerešpektuje skutočné merítko.

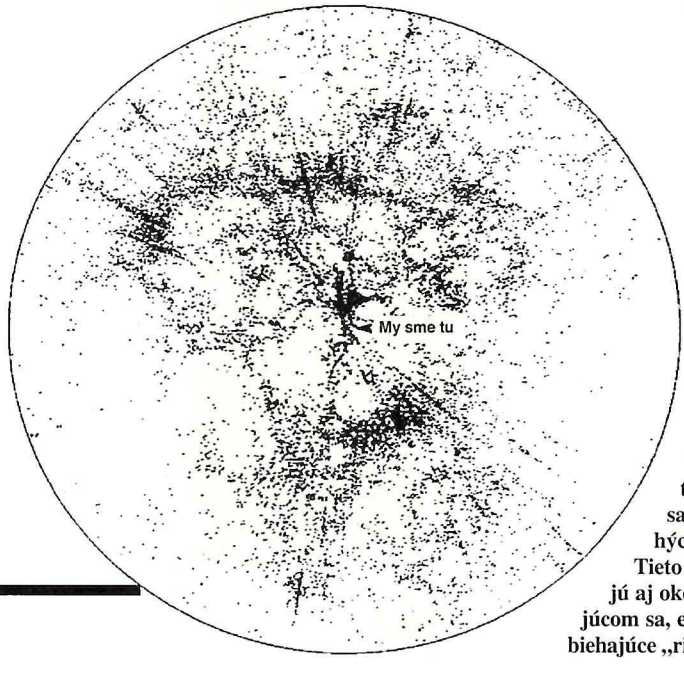
Výsledky Lauera a Potsmana vyslali šokovú vlnu do sveta kozmológie. Ak sa uskutočňuje usmernený pohyb v takom veľkom merítku, potom big bang neprebiehal rovnomerne a izotrópne, ako to vyžadujú všetky moderné kozmologické teórie. Hodno k tomu citovať slová istého astronóma:„Ak je to pravda, potom vieme menej, ako nič". Lauerova a Postmanova vesmírna rieka sa môže stať rozhodujúcim kozmologickým objavom, ktorý zaženie výskumníkov nazpäť do pracovní, aby prepracovali teórie o vzniku vesmíru. Prvým krokom je overovanie výsledkov Lauera a Postmana. Skupina astronómov z Harvardu začala diskusiu tvrdením, že pozná fakty, ktoré sú diametrálne odlišné. Aká je teda skutočnosť?

Veľký atraktor

Aby sme pochopili význam objavu Lauera a Postmana musíme sa vrátiť do časov big bangu. Prvotný výbuch, ktorý splodil vesmír, rozohnal hmotu do všetkých smerov. Astronómi sú presvedčení, že rozpínanie z počiatku bolo tak, prudké, že všetky veľkoškálové fluktuácie boli vyhladené. Ako sa vesmír ďalej rozpínal a chladol, jeho hmota sa postupne grupovala do galaxií, hviezd a planét, ktoré teraz môžeme sledovať na oblohe. Podľa kozmologických merítok sú tieto štruktúry mizivo malé. Pri dostatočne veľkých rozmeroch, by rozdelenie malo byť izotropné, tak ako bolo pri vzniku. Ako povedal Lauer: „Vesmír je ako oceán. Keď stojíme na brehu, vidíme vlny, bubliny a penu, ak sa však naň pozeráme z lietadla, zdá sa nám hladký a všade rovnaký."

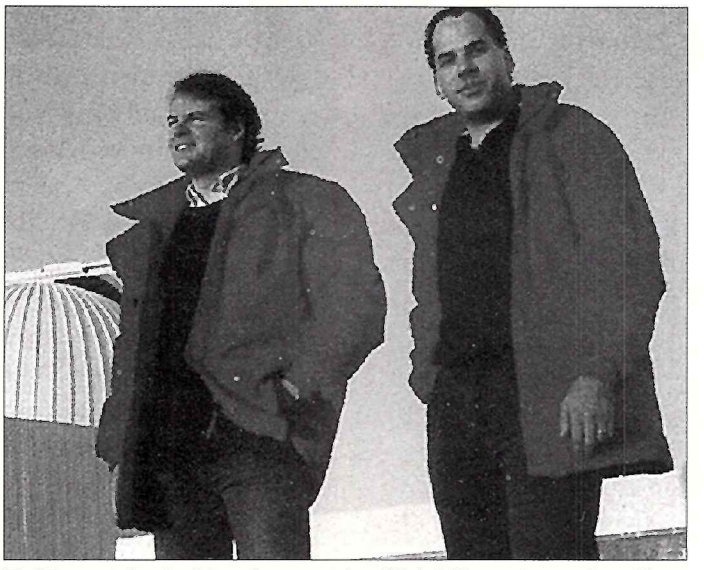
Silou, ktorá formuje štruktúry je gravitácia a čím sú väčšie, tým dlhšie trvá ich sformovanie. Ak vo vašej kozmologickej teórii vesmír neexistoval dostatočne dlho na to, aby gravitácia mohla vytvoriť aj najväčšie štruktúry, potom budete mať s takou teóriou problémy. Astronómi už identifikovali enormne veľké štruktúry: supernahromadenie galaxií a „Veľký múr" galaxií, ktorý sa tiahne v priestore do vzdialenosti stoviek miliónov svetelných rokov. Gravitačné sily týchto hmotných štruktúr vytrhávajú galaxie z rôznych zoskupení a spôsobujú ich pohyb. Avšak všetky tieto pohyby sú len drobné vlnky v porovnaní s rýchlosťou rozpínania vesmíru, ku ktorej sa pripočítávajú.

V roku 1986 tím astronómov známy pod názvom „Sedem Samurajov" objavil, že región s rozsahom 200 miliónov svetelných rokov, do ktorého patrí aj miestna sústava galaxií, sa pohybuje rýchlosťou 530 km/s v smere k súhvezdiam Hydra a Centaurus. „Siedmi Samurajovia" sa domnievajú, že za tento pohyb je zodpovedná



Veľký atraktor: galaxie nie sú v priestore rovnomerne rozptýlené. Formujú sa do mohutných zlepencov – múrov, dlhých stovky miliónov svetelných rokov. Tieto obrovské koncentrácie hmoty priťahujú aj okolité galaxie a vytvárajú tak v rozpínajúcom sa, expandujúcom vesmíre lúčovito sa rozbiehajúce „rieky".

vzdialená obrovská koncentrácia hmoty, ktorú nazvali Veľký atraktor (priťahovač). Vnútorný rozmer tohoto zoskupenia ohromil mnohých astronómov. Teória sa snaží vysvetliť jeho vznik, avšak zatiaľ bez úspechu. Ako povedal Einstein, každý pohyb je relatívny a musí byť vztiahnutý k nejakému referenčnému súradnícovému systému. Pre pohyb, spôsobený Veľkým atraktorom a inými veľkoškálovými štruktúrami je takýmto referenčným systémom kozmické mikrovlnové reliktové žiarenie. Pochádza ešte od big bangu. Zapĺňa celý vesmír s približne rovnakou teplotou 2,7 K. Presnejšie merania však ukazujú, že jedna strana oblohy je o niečo teplejšia, ako druhá. Tento rozdiel je následok pohybu Mliečnej cesty vzhľadom k pozaďovému reliktovému žiareniu. Náš pohyb smerom k súhvezdiu Leva spôsobuje, že táto oblasť sa zdá byť teplejšia. Tento princíp dáva astronómom štandart na meranie pohybu.



Tod Lauer (vľavo) a Marc Postman obnažili Achillovu pätu modernej kozmológie...

Svetlo intenzitného normálu

Na jar roku 1989 zahájili Lauer a Postman projekt na rozšírenie výsledkov Siedmych samurajov. Nehľadali však štruktúry, ale ich hranicu. Vychádzali z myšlienky, že ak Veľký atraktor spôsobuje pohyb, nezávislý na rozpínaní, tak keď sa budeme pozerať tri, alebo štyri krát ďalej zaň, pohyb by mal zaniknúť.

To čo Lauer a Postman hľadali sa medzi astronómami nazýva konvergenciou. Je to tam, kde je všetok pohyb podriadený generálnej expanzii. Ťažko si môžeme predstaviť veľkosť priestoru, ktorý plánovali preskúmať. Je to 600 miliónov svetelných rokov okolo Mliečnej cesty. Bolo prirodzené uvažovať, že budú vidieť iba expanziu vesmíru.

Vo funkcii konvergencie použili vzdialené zoskupenie galaxií. Z merania červeného Dopplerovho posuvu sa dá pomerne ľahko dostať globálna rýchlosť zoskupenia. Väčšia časť tejto rýchlosti sa dá pripísať Hubblovmu rozpínaniu. Toto má charakter explózie. Čím ďalej sú jednotlivé pozostatky big bangu od seba, tým rýchlejšie sa vzájomne pohybujú. Rozpínanie vesmíru teda umožňuje rýchlo určiť vzdialenosti, lebo čím rýchlejšie sa určitý materiál pohybuje, tým je ďalej. Tento vzťah sa nazýva Hubblovým zákonom.

Avšak Lauer a Postman chceli merať taký pohyb, ktorý nie je spôsobený expanziou. Aby to však mohli urobiť, potrebovali iný spôsob na určovanie vzdialenosti, nezávislý na Hubblovom zákone. Pretože so vzdialenosťou jas objektu klesá, vybrali na určovanie vzdialeností rozdiel medzi zdanlivým a skutočným jasom. Najprv je však potrebné poznať skutočný jas – intenzitný normál v blízkosti meraného objektu.

Lauer a Postman pri výbere normálu vychádzali z myšlienky, že v každej kope galaxií tie najjasnejšie majú približne rovnaký jas. Rozdiel pri určení vzdialenosti podľa tejto metódy a podľa Hubblovej metódy indikuje pohyb, ktorý je superponovaný na generálne rozpínanie.

Hľadanie interpretácie

Hneď, ako analyzovali merania najjasnejších galaxií zo 119 kôp, zistili, že v jednom smere sa zdajú byť jasnejšími, ako v opačnom.

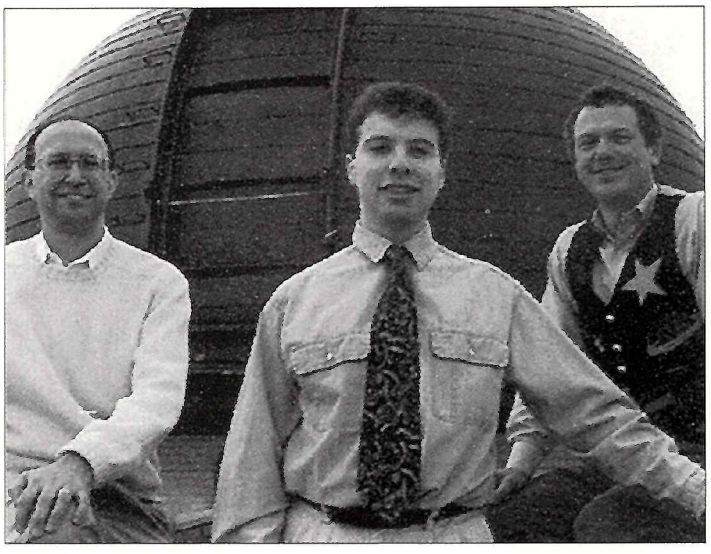
„Pýtali sme sa, akú systematickú rýchlosť treba pridať k nameranej, aby výsledky merania jasu boli rovnaké", hovorí Lauer. Odpoveď na túto otázku bola neočakávaná. Konštantný jas by sme dostali iba za predpokladu, že všetky kopy galaxií v regióne s priemerom 1 miliarda svetelných rokov sú časťou obrovského prúdu hmoty, ktorý sa pohybuje rýchlosťou 700 km/s v smere, ktorý je odklonený viac, ako 75° od smeru na horúcu škvrnu pozaďového mikrovlnového žiarenia. Ak tento obrovský prúd prirovnáme ku Amazónke, potom pohyb spôsobený Veľkým atraktorom je iba nevýznamným prítokom do veľkej rieky.

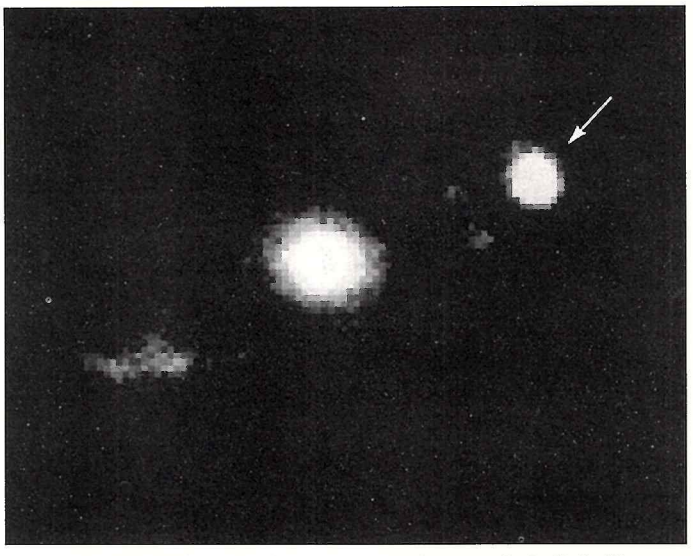
Takýto výsledok neočákavali. „Najprv sme boli vyvedení z miery", hovorí Lauer. „Očakávali sme konvergenciu, najprv sme mysleli, že máme niekde chybu." Urobili všetky možné testy správnosti, ale výsledok bol rovnaký.

„Aby sme lepšie pochopili usmernený pohyb časti vesmíru, predstavme si veľkú palubu lode", vysvetľuje Postman. „Každý cestujúci na nej sa môže pohybovať svojim vlastným smerom. Súhrnne môžeme takéto pohyby považovať za náhodné. Avšak celá loď sa pohybuje jedným smerom a každý cestujúci túto rýchlosť zdiela."

Teórie vzniku vesmíru a jeho štruktúr sa s biedou vysporiadajú s takou nehomogenitou, akú predstavuje Veľký atraktor. Oveľa ťažšie môžu vysvetliť takýto prekvapujúci pohyb. 700 km/s je rýchlosť, ktorá je 1/20 rýchlosti rozpínania vesmíru v regióne, ktorý skúmali Lauer a Postman, takže ich výsledok nezpochybňuje rozpínanie vesmíru. Avšak všetky akceptované kozmologické teórie vylučujú existenciu tak veľkých nehomogenít. Gravitácia nemohla vytvoriť enormne veľké štruktúry, ktoré by mohli byť zodpovedné za vznik takejto rieky za dobu existencie vesmíru.

...keď analyzovali najjasnejšie galaxie v 119 kopách galaxií (na snímke jedna z nich) objavili „rieku", ktorú teória nemôže vysvetliť.





William Press, celkom vľavo, Adam Riess a Robert Kirshner analyzovali supernovy v 20 vzdialených galaxiách. (Na snímke jedna z nich). Vedľajším produktom tejto prehliadky bol objav galaktickej rieky, ktorá tečie v opačným smerom ako rieka, ktorú objavili Lauer a Postmann.

„Snažili sme sa určiť pravdepodobnosť vzniku vesmíru s takým veľkoškálovým tokom", hovorí Postman. „Dostali sme hodnotu od 0,02 do 0,05". Takýto výsledok je pre mnohých astronómov neprijateľný. Ich modelové teórie pracujú skoro s určitosťou a nie so vzácnou náhodou.

Sú aj iné interpretácie výsledku, ktorý zistili Lauer a Postman. Jedná možnosť je, že galaxie na jednej strane oblohy sú skutočne systematicky jasnejšie. Avšak prečo? Toto vysvetlenie podľa mienky mnohých astronómov je ešte menej pravdepodobné, ako existencia obrovského toku hmoty.

Ešte radikálnejšia možnosť je, že reliktové mikrovlnové pozadie nemôže byť použité ako referenčný systém. V tomto prípade by rozdiel v teplote rôznych častí oblohy nemal nič spoločného s pohybom Mliečnej cesty. V tom prípade by vesmír bol skutočne na jednej strane teplejší, t.j. že pri big bangu bolo v tom smere vyvrhnuté viac hmoty a energie. To však uráža cit pre symetriu u väčšiny astronómov. Takže napriek pochybnostiam o existencii obrovského toku galaxií, je toto prijatelnejšie vysvetlenie pozorovaných faktov, ako alternatívne vysvetlenia.

V konečnom dôsledku teda Lauer, Postman a s nimi celá astronomická komunita musí chtiac, nechtiac uznať existenciu nepredstaviteľne obrovskej rieky galaxií.

Spojitosť so supernovami

Stimulovaní týmito pionierskými prácami sa astronómi pustili do hľadania nových ciest pri štúdiu veľkoškálových pohybov. Pri výskume priestorov, porovnateľných čo do veľkosti s výskumom Lauera a Postmana vyniká nad ostatnými jeden projekt.

Nedávno sa Adam Riess, William Press a Robert Kirshner, všetci z Harvard-Smithsonianského centra pre astrofyziku zapojili do zápasu o nové poznatky v tejto oblasti a dospeli k veľmi rozdielnym výsledkom.

Namiesto najjasnejších galaxií, použili vo funkcii intenzitného normálu pri určovaní vzdialeností supernovy typu Ia. Ich vzplanutia sú zapríčinené explóziou bielych trpaslíkov. Ich maximálny jas je dosť rozdielny, takže nie sú dobrým intenzitným normálom. Avšak Mark Phillips z observatória Cerro Tololo nedávno zistil, že ich maximálnu absolútnu magnitúdu môžeme určiť z priebehu zjasnenia a nasledujúceho poklesu jasu. Tento objav umožnil tímu z Harvardu použiť supernovy typu Ia vo funkcii intenzitného normálu.

Týmto spôsobom Riess, Press a Kirshner určili vzdialenosti 20 galaxií až do vzdialenosti 1,2 miliardy svetelných rokov. Žiaľ, iba jedna z nich bola aj v zozname Lauera a Postmana. Vynesúc tieto vzdialenosti v závislosti od rýchlostí, určených z Dopplerovho posuvu, Harvardský tím vykonal nezávislý test Hubblovho zákona. Ich hodnoty vynikajúco potvrdzovali rozpínanie vesmíru s malými odchýlkami. Rýchlosť smerom na sever od galaktickej roviny bola menšia, ako rýchlosť smerom na juh. Ak sa tento výsledok interpretuje existenciou grupovej rýchlosti galaxii, je jej smer presne opačný, ako u Lauera a Postmana. Smeruje k horúcej škvrne pozaďového mikrovlnového žiarenia.

Čo je dobré, čo je zlé a čo sú chyby?

Teraz máme dve rozdielne štúdie o existencii tokov galaxií vo vesmíre od dvoch skupín vedcov. Každá skupina je zložená z kompetentných vedcov – expertov v danej oblati. Ktorá rieka galaxií je skutočná? Sú obidve teórie správne, alebo obidve nesprávne?

Časť rozdielov medzi výsledkami obidvoch tímov je skrytá v štatistike a v pozorovacích chybách. Rozdiely sú aj v metódach. „V našej štúdii sme použili šesť krát viac meracích dát, ako Harvardský tím", povedal Postman.

Harvardský tím zase tvrdí, že o čo menej majú kvantity, o to viac majú kvality. Hovoria, že supernovy sú lepším indikátorom vzdialenosti, ako najjasnejšie galaxie v kope. „Lauer a Postman urobili veľmi starostlivú prácu, ale zistený rozdiel medzi vlastnosťami rôznych strán oblohy je nepatrný", povedal Kirshner. A Press dodáva: „Potrebovali by ste obrovskú koncentráciu hmoty na vznik takého zrýchlenia. Taký stupeň koncentrácie nie je konsistentný s inými zisteniami, ktoré máme k dispozícii, napr. s homogenitou kozmického mikrovlnového pozadia".

Následkom týchto pochybností, konečná odpoveď je stále neznáma. Ako to už vo vede býva, jediná cesta k výsledku vedie cez úpornú prácu. Aj teraz, keď čítate tento článok, Lauer a Postman aj Harvardská skupina sú sústredení na analýzu množstva dát pri hľadaní definitívnej odpovede na otázku o usmernenom prúde galaxií.

Do novej štúdie Lauer a Postman zahrnuli pozorovania vyše 600 galaxií až do vzdialenosti 1 miliarda svetelných rokov. Je to skutočne herkulovská práca, pokiaľ ide o analýzu dát, avšak väčší počet objektov môže podstatne zredukovať neistotu ich záverov. Ďalej, pri meraní jasu najjasnejších galaxií v každej kope, vykonali ešte dodatočné merania, ktoré im umožní kalibrovať variácie ich intenzitného štandartu, čo tiež zredukuje veľkosť chyby. Výsledok sa očakáva budúci rok (1997).

„Stále sa snažíme najsť konvergenciu," hovorí Postman. „Na určitom stupni očakávame zistenie poklesu zistenej rýchlosti prúdu. Naša rozšírená vzorka má vrhnúť svetlo aj na alternatívne interpretácie, pokiaľ ide o veľkoškálové variácie v jase galaxií. Ak v ďalšej vrstve galaxií najdeme celkom iné výsledky, ako v prvej štúdii, potom nám ostáva iba si myslieť, že v galaxiách sa dejú čudné veci, ktorým nerozumieme."

Medzitým Harvardská skupina hľadá nové supernovy vo vzdialených galaxiách. Dúfajú, že na budúci rok (1997)ich budú mať 35. „Hľadáme viac supernov v kopách galaxií, ktoré skúmali Lauer a Postman. Porovnaním našich a ich výsledkov sa pokúšame zistiť, ako vzniká rozdiel," hovorí Riess.

Očakávania

Pokiaľ astronómi s nádejou očakávajú nové výsledky, všimnime si, že rozpor v určení galaktických prúdov stelesňuje klasickú situáciu vo vede. Ak sa rozkolíše uznávaný vzor, potom existujú bok po boku úplne rozdielne názory. Ťažkosti kozmológie sú dobre známe. Napríklad, nové určenie Hubblovej konštanty spôsobuje, že vesmír sa zdá byť mladší, ako hviezdy, ktoré ho tvoria. Zdá sa, že astronómi stále tápajú pri hľadaní riešenia základných kozmologických otázok.

„Kozmológia má trable aj bez našich zistení," hovorí Lauer. „Pripomína pokus o zavretie prepchatého kufríka. Môžete na ňom sedieť a skúsiť doň napchať všetky veci. Snaď sa to podarí, ale nemáte z toho dobrý pocit."

Debata o existencii obrovskej rieky galaxií je len časť širšej debaty o pôvode vesmíru. Rozpory môžu znepokojovať.Avšak v skutočnosti debata svedčí o našej schopnosti riešiť aj také hlboké otázky. „Dnes nemusíme riešiť kozmologické otázky pomocou obhajovania sporných hypotéz," hovorí Kirshner, „konečne máme možnosť urobiť z kozmológie experimentálnu vedu."

Spracoval Milan Rybanský

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1996 (XXXI.)

Věnováno památce PhDr. Alžbety Reiskupové (1945–1966), ředitelky Hvězdárny v Trebišově; Viléma Erharta (1914–1966), astronoma-amatéra z Loučovic; doc. Antonína Mrkose (1918–1996), objevitele komet a planetek z Prahy a profesora Cornellovy univerzity planetologa Carla Sagana (1934–1996), výjimečného popularizátora astronomie

9.1. Optické a infračervené dalekohledy *(pokračování)*

Mimořádně zdařilým evropským kosmickým projektem se stala astrometrická družice **HIPPARCOS**, která pracovala na protáhlé oběžné dráze kolem Země mezi listopadem 1989 a březnem 1993 a přenesla na Zemi 1 Tbitů údajů o polohách, vlastních pohybech, paralaxách a jasnostech hvězd. Pro katalog HIPPARCOS se podařilo získat mimořádně přesné údaje pro více než 118 tisíc hvězd do 12,4 mag, tj. v průměru 3 hvězdy na čtvereční stupeň oblohy. Měření jasnosti byla přesná na 1,5 milimagnitudu a tak se podařilo odhalit na 2700 proměnných hvězd a dále přes 12 tisíc vizuálních dvojhvězd. V rozsáhlejším – byť o něco méně přesném – programu TYCHO získala družice údaje pro více než milion hvězd do 11,5 mag, tj. 25 hvězd na čtvereční stupeň oblohy. Přesnost poloh činila 0,025" a měření jasnosti ve filtrech B a V asi 0,07 mag. V průběhu roku 1997 byly oba katalogy uvolněny pro všeobecné využití; data jsou dostupná na kompaktních discích společně se speciálním čtecím softwarem. Od zpracování veškerého bohatství jedinečných údajů lze očekávat významný pokrok jak v klasické astronomii tak i v astrofyzice.

Američané mezitím pokračovali v tradici sestavování vize **rozvoje astronomie** pro nejbližší dekádu. Loni ustavený osmnáctičlenný výbor expertů vedl známý astronom A. Dressler. Výsledkem práce výboru je doporučení instalovat v kosmickém prostoru dále od Země zrcadlo pro infračervený obor o průměru alespoň 4 m, raději však 8 m (to asi bude zrcadlo skládací – jinak se do nosné rakety nevejde). Nové technologie by umožnily ztenčit zrcadlo na tloušťku řádu milimetrů a zkušenost kosmonautiky by měla umožnit dopravit přístroj do Lagrangeova bodu L_1 (kde tč. pracuje sluneční sonda SOHO). Výbor také doporučuje sestavit optický interferometr s jedním prvkem někde na dráze u Jupiteru, tj. ve vzdálenosti 5 AU. Takový přístroj by mimo jiné umožnil získat trigonometrickou paralaxu pro kteroukoliv dostatečně jasnou hvězd kdekoliv v Galaxii.

Optická a infračervená interferometrie je vůbec velkým příslibem pro budoucnost. Jak uvedl A. Labeyrie, lze uvažovat o rozměrných soustavách poměrně malých (1,5 m) pohyblivých teleskopů, pokrývajících území několika čtverečních kilometrů. Sériová výroba identických dalekohledů by projekt fakticky zlevnila a jejich vybavení adaptivní optikou by umožnilo dosáhnout rozlišení až stotisícin úhlové vteřiny, zřetelně levněji než zařízeními, vyslanými do kosmu. Optická astronomie tak zřejmě nastoupí tutéž cestu, kterou jako z nouze ctnost absolvovala radioastronomie již před čtvrt stoletím.

Ostatně první velmi úspěšný pokus má již optická astronomie za sebou. J. Baldwin aj. a P. Warner aj. zveřejnili výsledky prvních pozorování interferometrem **COAST**, jenž sestává ze tří horizontálních dalekohledů o průměru zrcadel 0,4 m, napájených 0,5 m siderostaty a navzájem vzdálených 6 m. V blízké infračervené oblasti (830 nm) docílili úhlového rozlišení 0,05", takže plánovaným oddálením prvků interferometru až na 100 m se zřejmě podaří dosáhnout nevídaného rozlišení řádu 0,001".

A. Baranne aj. popsali vylepšení spektrografu CORAVEL, jenž umožňuje měřit radiální rychlosti hvězd pozdního typu s dříve neslýchanou přesností řádu 10 m/s. Spektrograf pořídí naráz spektrum hvězdy v pásmu 391 ÷ 681 nm pomocí kombinace hranolu a mřížky. Jde o ešeletový spektrograf, pracující s 90. až 156. řádem .U hvězd do 9 mag lze během půlhodiny získat radiální rychlost s chybou 15 m/s a ještě u hvězdy 16 mag dosahuje chyba pouze 1 km/s. Zařízení pod názvem **ELODIE** již báječně funguje u 1,9 m teleskopu observatoře Haute Provence v jižní Francii a nyní se připravuje podobně výkonná CORALIE pro 1,2 m teleskop ESO v Chile. To jistě povede mimo jiné k odhalení dalších exoplanet u hvězd slunečního typu, jak se to poprvé již předloni podařilo Švýcarům M. Mayorovi a D. Quelozovi.

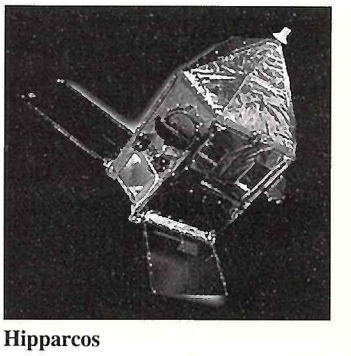
V závěru tohoto odstavce bych se chtěl zmínit o pozoruhodné studii J. Joosta, jenž se zabýval **fyziologií lidského vidění** při slabých úrovních světla, což je pro astronomii typické. Dynamický rozsah lidského zraku $1:10^7$ je fakticky obdivuhodný a přesahuje možnosti naprosté většiny umělých fyzikálních detektorů včetně CCD. Počitek světla však není přísně logaritmický, jak se traduje. Podobně není přesně pravda, že lidské oko nemá integrační schopnost, kterou má např. fotografická emulze.

Oko dokáže integrovat světlo, přijaté v intervalu o něco větším než 1 sekunda, přičemž nárůst integrační schopnosti je největší v době 0,6 s po počátku podnětu. Pro vzbuzení podnětu musí do zornička dopadnout 34 ÷ 58 fotonů, ale tyčinku dokáže aktivovat i jediný foton. Průměrná kvantová účinnost tyčinek činí 0,5, což je mnohem více než u fotografické emulze i řady elektronických katod. V oku máme asi 130 milionů tyčinek, ale jen 7 milionu čípků. Úhlový rozměr slepé skvrny představuje asi 5°. Tyčinky jsou citlivé pouze na záření o vlnové délce kolem 510 nm, kdežto čípky poskytují barevné informace v rozsahu od 400 do bezmála 700 nm.

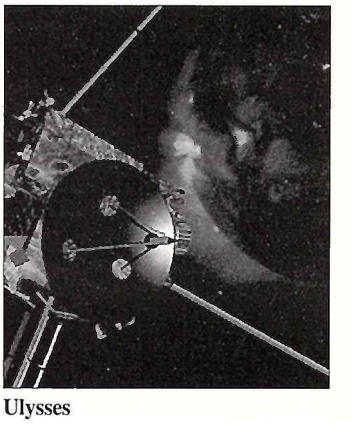
Adaptace oka na tmu probíhá nejrychleji v prvních pěti minutách, ale výrazně stoupá v celé první půlhodině pobytu ve tmě. Během hodiny je zisk citlivosti oka plných 5 řádů. Měřitelný zisk citlivosti však probíhá po celou noc. Naproti tomu pobyt na intenzívním Slunci zhoršuje noční vidění i s odstupem 24 h po vystavení Slunci, takže svědomitý pozorovatel by měl v takovém případě nosit důsledně sluneční či ještě lépe červené brýle, anebo i přes den pobývat v šeru. Citlivost lidského oka přirozeně klesá s věkem. Nejslabší hvězdy vidíme na základě pravděpodobnostní fluktuace, takže tzv. mezná hvězdná velikost je do jisté míry konvence. Je překvapující, jak málo lidí něco tuší o noční adaptaci oka a naprosto zbytečně se nechává oslnit zábleskem zapalovače nebo zápalky, popřípadě netlumeným světlem kapesní svítilny. Zvlášť dobře jsem si to uvědomil, když jsem loni i letos ukazoval svým bližním komety Hjakutake nebo Hale-Bopp, kde zážitek z pozorování komety podstatně závisel na dobré adaptaci oka.

9.2. Radioteleskopy

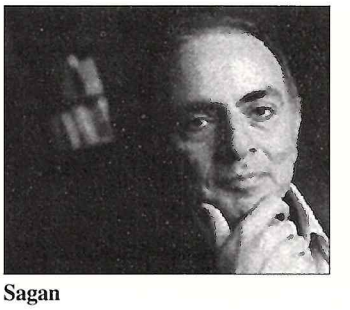
Největším plně pohyblivým radioteleskopem zůstává již bezmála po čtvrt století německý 100 m **radioteleskop v Effelsbergu**. U tohoto obřího přístroje o hmotnosti konstrukce 3200 t byla poprvé použita metoda homologické deformace



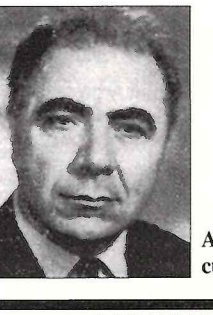
Hipparcos



Ulysses



Sagan



Ambarcumjan

mechanické struktury, vynalezená S. von Hoernerem. To znamená, že konstruktér se nebrání deformaci povrchu radioteleskopu při provozu, jenž se však prohýbá tak, že se změnou tvaru se mění i vzdálenost ohniska, tj. přístroj je stále zaostřen. Nyní však Effelsbergu vyrostl srovnatelný konkurent v Green Banku, kde Američané uvádějí do zkušebního provozu plně pohyblivý 100 m **radioteleskop GBT** v ceně 75 milionů dolarů, náhradou za 92-m radioteleskop, zhroucený vinou únavy materiálu koncem r. 1988. Jelikož tvar nového radioteleskopu bude průběžně kontrolován laserem, bude moci obsáhnout frekvenční pásmo 25 MHz až 50 GHz. Také obří složená anténa **VLA** v Socorro (Nové Mexico, USA) byla loni vylepšena tak, že nyní pokrývá frekvenční pásmo 250 MHz až 50 GHz. V nejbližší budoucnosti čeká další rekonstrukce i obří 300 m **radioteleskop v Arecibu** na ostrově Portoriko s cílem jednak zvýšit maximální použitelnou frekvenci na 100 GHz a jednak zvýšit jeho citlivost – to vše za pouhých 25 milionů dolarů.

Pokrok v radioastronomii je dle P. Wilkinsona vskutku nevídaný. Od r. 1940 vzrostla citlivost radioteleskopů miliardkrát na současných 7 μJy (1 Jy = 10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1}) a úhlové rozlišení se zlepšilo milionkrát na dnešních 50 mikrovteřin. Časové rozlišení stouplo z 1 s na 10 ps, tj. o 11 řádů a selektivita až na 250 milionů kanálů (v projektech SETI). Radioastronomie dnes pokrývá frekvenční rozsah od 10 MHz do 350 GHz a podílí se z jedné čtvrtiny na všech astronomických pozorováních v nejrůznějších spektrálních oknech. Pro srovnání připomeňme, že průkopnická měření K. Janského počátkem třicátých let se uskutečnila na jediné frekvenci 20,5 MHz a se svazkem širokým 36°. Nicméně impozantní rozmach radioastronomie je ohrožen civilizační rušením snad ještě více než optická astronomie přesvětlením noční oblohy. Největší nebezpečí hrozí od prudkého nárůstu počtu mobilních telefonů, které ohrožují zejména pásmo, v němž radioastronomové sledují mezihvězdné molekuly hydroxylu (1610 ÷ 1626 MHz). Dalším viníkem jsou pak navigační družice typu GLONASS, které z povahy věci jsou vždy nad obzorem kteréhokoliv radioteleskopu na světě.

9.3. Astronomie vysokých energií

Přístroje pro tento obor astronomie se nutně musejí umisťovat za hranice zemské atmosféry, tedy dnes již téměř výhradně na umělé družice. Vloni byla 30. září doslova násilně ukončena činnost veleúspěšné družice **IUE**, která pracovala na geosynchronní oběžné dráze u Země od 26. ledna 1978 a která tedy více než šestkrát překročila plánovanou životnost. I když technické parametry družice se postupně horšily, na vědecké kvalitě získávaných údajů to nic neubralo; naopak stále dokonalejší počítačové zpracování a kalibrace umožnila zlepšit zejména poměr signálu k šumu pro spektroskopické údaje. Jak uvedli J. Nichols a J. Linsky, definitivní katalog více než 100 tisíc ultrafialových spekter bude proti původním datům mít až o polovinu nižší šum pro nízké disperse a pro vysoké disperse klesne o plné dva řády. Katalog bude uvolněn pro veřejné použití koncem r. 1997.

V posledním roce činnosti byla družice IUE sledována již jen evropskou stanicí VILSPA poblíž Madridu po dobu 8 h denně a od března 1996 byla naváděna na cíl již jen posledním zbylým fungujícím setrvačníkem. Koncepci ultrafialové družice se zrcadlem o průměru 0,45 m navrhl v 60. letech Sir R. Wilson z Velké Británie, jež se projektu účastnila prostřednictvím agentury PPARC ve spolupráci s ESA a NASA. Během životnosti družice ji přímo využilo na 2000 astronomů a na základě pozorovacích údajů bylo již publikováno přes 3500 původních vědeckých prací a 500 doktorských disertací. Družice se tak stala nejen nejproduktivnějším astronomickým ale i přírodovědeckým zařízením vůbec. Přitom zkušenost ukazuje, že další cenné práce vzniknou využíváním jedinečného archivu pozorování i mnoho let po ukončení aktivní činnosti IUE.

Koncem prosince 1995 se dostala na oběžnou dráhu rentgenová družice **XTE**, posléze pojmenována na počest americko-italského průkopníka astronomie vysokých energií B. Rossiho. Obíhá ve výši 580 km a pokrývá pásmo tvrdého rentgenového záření o energiích 2 ÷ 200 keV. Největším přínosem pro studium záblesků zdrojů záření gama se pak stalo vypuštění italsko-holandské družice **BeppoSAX** dne 19. května 1996. Jak se záhy ukázalo, prozíravá koncepce této družice se spolupracujícími širokoúhlými a úzkoúhlými kamerami pro rentgenový i gama obor způsobila brzy rozhodující průlom v řešení záhady vzdálenosti a povahy záblesků zdrojů záření gama. Tyto objevy však chronologicky patří až do letošního roku, takže podrobněji se o nich rozepíši až příště.

Na oběžné dráze dále úspěšně pracují družice EUVE, ROSAT, GRANAT, ASCA a Compton, pokrývající oblast od extrémně tvrdého ultrafialového záření až po středně tvrdý obor záření gama. Velmi **tvrdé záření gama** v pásmu energií 1 ÷ 100 TeV začnou sledovat pomocí Čerenkovových detektorů bývalé sluneční elektrárny Thémis ve východních Pyrenejích a Solar Two v Barstow v Kalifornii. Někdejší sluneční zrcadla se totiž bez úprav hodí pro sledování záblesků Čerenkovova záření na noční obloze, které vznikají průletem energetických fotonů odporujícím prostředím zemské atmosféry.

Pro výzkum slunečních neutrin, jež stále představují horký brambor soudobé částicové fyziky i astrofyziky začala sloužit vylepšená verze japonského podzemního detektoru **SuperKamiokande**, umístěná v hloubce 1 km pod zemí v dole na olovo a zinek. Od dubna 1996 je detektorem čistá voda v krychlové nádrži o hraně 40 m, jejíž stěny jsou pokryty více než 11 tisíci citlivými fotonásobiči. Ty sledují Čerenkovovo záření, vznikající ve vodě při průletu rozpadových produktů slunečních neutrin resp. antineutrin. Nová aparatura je o řád citlivější než původní Kamiokande.

9.4. Kosmické sondy

Speciální postavení mezi kosmickými aparáty náleží sluneční družici-sondě **SOHO**, vypuštěné ze Země raketou Atlas 2. prosince 1995, jež pak po dobu více než čtvrt roku mířila ke svému nynějšímu stanovišti v Lagrangeově bodě L_1 ve vzdálenosti 1,5 milionů km od Země směrem ke Slunci. SOHO nese přístroje pro měření oscilací slunečního povrchu pro účely helioseismologie, dále koronografy a chromosférický dalekohled jakož i detektory slunečního větru. Počítá se, že SOHO bude sledovat Slunce nepřetržitě po dobu dvou let a vskutku již první výsledky ukazují, že jde o zásadní převrat v možnostech studia mnoha projevů sluneční činnosti.

Kromě toho se SOHO proslavuje téměř spojitým objevováním komet v těsné blízkosti Slunce, z nichž valná část patří k proslulé Kreutzově skupině komet, jež se drolí a postupně srážejí se Sluncem. Další sluneční sonda **Ulysses** se loni vzdalovala od Slunce rychlostí 15,5 km/s a afelu dosáhne v dubnu 1998. Pak se bude ke Slunci vracet, aby opět proletěla nad slunečními póly v listopadu 2000 a v říjnu 2001, tj. v době očekávaného příštího maxima sluneční činnosti.

Do hlubin sluneční soustavy neustále pronikají již vysloužilé sondy **Pioneer 10 a 11**, přičemž druhá z nich proletí za 4 miliony let setrvačnosti kolem hvězdy §lambda§ Aql, ale i dosud aktivní **Voyagery**, jejichž palubní plutoniové generátory stále dodávají 340 W k napájení aparatur. V polovině r. 1996 byl Voyager 1 již 9,5 miliardy km a Voyager 2 necelých 7,5 miliard km od Země. Na palubě každé sondy dosud pracuje 6 přístrojů, jež předávají na Zemi data tempem 160 bit/s.

V únoru 1996 byla vypuštěna sonda **NEAR**, směřující k planetce (433) Eros, kam doletí v lednu 1999, když po cestě koncem června 1997 úspěšně snímkovala zblízka velkou planetku (253) Mathilde. V listopadu a prosinci 1996 se otevřelo startovní okno pro sondy k Marsu. Zatímco ruská sonda Mars 96 ztroskotala ihned po startu vinou nedostatečné funkce 4. stupně nosné rakety Proton, americké sondy **Mars Global Surveyor** a **Mars Pathfinder** odstartovaly úspěšně pomocí spolehlivých raket Delta II. Čtenáři Kozmosu dobře vědí, že sondy vcelku bez problémů doletěly v druhé polovině roku 1997 k Marsu, kde plánované poslání již zčásti splnily, jak o tom budu psát v příštím souhrnu.

Pro budoucí rozvoj kosmonautiky může mít klíčový význam celoroční zkouška funkce **iontového motoru**, jež započala 30. dubna 1996 po třicetiletém (!) laboratorním vývoji. Pokud bude zkouška úspěšná, měl by být iontový motor namontován do sondy Deep Space 1, která má v r. 1998 odstartovat ke kometě West-Kohoutek-Ikemura a planetce McAuliffe. Iontový motor je fakticky svérázný druh raketového elektromotoru, jenž získává elektrickou energii od slunečních panelů. Užívá ji k vytvoření elektrického oblouku, v němž se ionizují atomy xenonu a jsou pak urychlovány elektrickým polem na výtokovou rychlost 31 km/s. I když tah iontového motoru je v porovnání s chemickým raketovým motorem směšně nepatrný, jeho předností je trvalý provoz po řadu let. Přitom sondě Deep Space 1 bude na pohon po dobu jednoho roku stačit pouhých 50 kg xenonu a elektřina od Slunce bude zadarmo.

Podobně výjimečnou roli při rozvoji kosmonautiky sehraje již v blízké budoucnosti nová koncepce **řídícího softwaru**, kterou vyvinuli odborníci NASA pro automatické (bezpilotní) sondy pod názvem DS 1. První verze programu se ještě psala ručně, ale další zdokonalení bude vymýšlet počítač sám, skoro jako proslulý „Hal 9000" v Clarkově Kosmické odyssei 2001. Změna spočívá hlavně v tom, že místo přesných instrukcí a povelů dostane počítač zadány cílové úkoly a sám si najde cestu k jejich optimálnímu a spolehlivému řešení. To znamená, že kosmické mise bude řídit sotva tucet lidí namísto dosavadních stovek. NASA odhaduje, že se tím kosmické lety automatů zlevní proti dosavadnímu stavu o plných 60% a program kosmického průzkumu sluneční soustavy se urychlí o dobrých deset let. Namísto jednotlivých několikatunových sond v ceně řádu miliardy dolarů pak bude možné za mnohem menších nákladů vyslat operativně stovky relativně levných velmi chytrých sond ke splnění mnoha konkrétních cílů nezávisle a současně.

10. Astronomie a společnost

10.1. Úmrtí

Kromě našich astronomů, kteří loni zemřeli a jež připomínám v dedikaci článku, se uzavřela životní dráha mnoha význačných astronomů v cizině. V Bjurakanu zemřela jedna z nejvýznačnějších astronomických osobností století, arménský astronom **V. A. Ambarcumjan** (nar. 1908) ve věku bezmála 88 let. Akademik Ambarcumjan započal svou vědeckou dráhu jako fyzik, ale brzy se začal věnovat astronomii, kde pronikavě zasáhl do rozvoje mnoha oborů, od fyziky

plynných mlhovin a hvězdných atmosfér až po výzkum nestacionárních hvězd a galaxií i kosmogonii a kosmologii. Jemu např. patří objev hvězdných asociací v r. 1947. Kromě toho byl významným organizátorem astronomického života v někdejším Sovětském svazu a zejména pak v rodné Arménii; byl však také prezidentem Mezinárodní astronomické unie (1961–64) a Mezinárodního výboru vědeckých unií ICSU (1968–72). Je pochován na observatoři v Bjurakanu, kterou r. 1946 založil.

Koncem prosince 1996 pak přišla smutná zpráva o úmrtí snad nejpopulárnějšího amerického astronoma **C. Sagana** (nar. 1934), jenž po interdisciplinárním studiu biologie, chemie a fyziky začal pracovat v oboru, který se posléze konstituoval jako planetologie. Kromě rozsáhlé původní práce při výzkumu těles sluneční soustavy se Sagan věnoval také organizaci vědeckého života a zejména pak popularizaci astronomie a přírodovědecké metody všeobecně. Jsou známa jeho veřejná vystoupení na podporu kosmonautiky jak v americkém Kongresu tak na přednáškách pro školní mládež i v televizních programech, mezi nimiž vynikl třináctidílný Kozmos, promítaný v televizích více než 60 zemí celého světa. Sagan je rovněž autorem populárně-vědeckých knih, ale i úvah a esejů, kde se dotýká mnoha důležitých otázek filosofických.

Vloni dále zemřeli L. Jacchia (meteory, vysoká atmosféra Země), I. Jurkevich (zákrytové dvojhvězdy), R.N. Thomas (teorie hvězdných atmosfér), V.S. Troickij (radioastronomie, SETI) a T.L. Page (galaxie).

10.2. Ceny

Vloni v březnu udělila ČAS poprvé Cenu Zdeňka Kvíze na paměť českého astronoma, jenž zemřel v emigraci v Austrálii v den 25. výročí sovětské invaze do Československa. Cena se uděluje jednou za dva roky za zásluhy v oborech, v nichž dr. Kvíz aktivně pracoval (výzkum meziplanetární hmoty a proměnných hvězd, popularizace astronomie). Prvním nositelem ceny se stal **K. Hornoch** (nar. 1972) z Lelekovic u Brna, který se začal o astronomii zajímat ve svých 12 letech a postupně začal pozorovat meteory, komety a proměnné hvězdy. Jeho pozorování často nacházíme v cirkulářích IAU; nedávno se mu podařilo objevit novou proměnnou hvězdu ES UMa při sledování supernovy v galaxii M 51.

Na mezinárodní scéně dostal **W. Cassidy** Barringerovu medaili Meteoritické společnosti za své práce o impaktních kráterech a podíl na nalézání meteoritů v Antarktidě; dále pak **D. Brownlee** obdržel Leonardovu medaili za objev částic interplanetárního prachu ve vysoké atmosféře Země. Zlatou medaili britské Královské astronomické společnosti získala **V. Rubinová** za výzkum galaxií a objevitel Pluta **C. Tombaugh** dostal Herschelovu medaili téže Společnosti. Prestižní medaili Bruceové udělila Pacifická astronomická společnost **A. Whitfordovi** v uznání jeho celoživotních výzkumů v oboru fotoelektrické fotometrie (prof. Whitford vedl r. 1962 první panel o rozvoji americké astronomie v následující dekádě). Vloni se dožil osmdesátky akademik **V. L. Ginzburg**, heroická postava ruské fyziky i astrofyziky, autor 400 původních prací a vedoucí semináře teoretické fyziky, který měl již 1500 pokračování. V neuvěřitelné tvůrčí svěžesti se pak loni dožil devadesátky prof. **H. Bethe**, přední americký fyzik německého původu, jenž se v astrofyzice proslavil svým podílem na vypracování teorie termonukleárních reakcí ve hvězdách. Bethe byl jednou z vůdčích osobností amerického projektu Manhattan, ale v posledním desetiletí se opět vrátil k astrofyzice zásluhou exploze supernovy 1987A a podstatně tak prohloubil naše znalosti o průběhu gravitačního kolapsu a exploze velmi hmotných hvězd (supernov II. typu).

10.3. Časopisy a citační analýza

V r. 1996 ukončila britská Královská astronomická společnost vydávání referativního čtvrtletníku **Quarterly Journal of the R.A.S.**, jenž vycházel od r. 1960. Některé rubriky přenesla do společného časopisu Astronomy and Geophysics, což však už není ono. Zato známé vědecké nakladatelství Elsevier započalo se souběžným papírovým a elektronickým vydáváním vědeckého časopisu **New Astronomy**. Ostatní renomované astronomické vědecké časopisy zatím mívají na stránkách WWW nanejvýš seznamy publikovaných prací z papírové verze, maximálně abstrakty. Pokud se odhodlaly k elektronické verzi celých článků, tak jen na krátké zaváděcí období, načež je potřebné tuto službu předplatit za částky, dostupné jen pro movitější instituce.

Vedoucí redaktor časopisu **The Astrophysical Journal** (ApJ) H. Abt studoval citační křivky pro 165 prací, publikovaných v ApJ r. 1954, za léta 1955–94. Ukázal, že obecně mají práce nejvíce citací 5. rok po vydání, vynikající práce dokonce až 7. rok po vydání, načež počet citací klesá exponenciálně s časem. V letech 1990–94 bylo stále ještě citováno 57% zmíněných prací z r. 1954, takže z toho je patrná značná kontinuita astronomického výzkumu. Citační „poločas rozpadu" teoretických prací činí průměrně 22 roků, kdežto u pozorovacích prací 35 let. Nejvíce citací získali známí koryfejové jako W. Baade, R. Minkowski, E. Fermi, F. Hoyle, L. Spitzer, C. Chapman, H. Abt, H. Urey a A. Joy.

Podíl astronomických oborů na publikacích se však od r. 1954 dramaticky změnil. V r. 1954 bylo 28% prací věnováno průzkumu sluneční soustavy, kdežto nyní jen 7%. Také studium hvězd procentuálně pokleslo z 50% na dnešních 33%, zatímco výzkum mezihvězdného prostředí si zachoval ustálené zastoupení kolem 17%. Nejvíce vzrostl podíl extragalaktického výzkumu z 6% v r. 1954 na současných 42%.

Podle počtu citací z let 1993–95 je nejúspěšnějším astronomickým pracovištěm na světě Goddard Space Flight Center v Greenbeltu, MD. s 2521 citacemi. Následují Harvardovo-Smithsoniánské astrofyzikální centrum v Cambridži, MA a na třetím místě Ústav pro kosmický teleskop v Baltimore, MD. Z hlediska produktivity však vedou britské královské observatoře, kde na každou práci mají v průměru 25 citací, následovány Univerzitou v Princetonu, NJ. Z přístrojů získaly nejvíce citací kosmické aparáty na družicích COBE a Compton.

Podle D. Leveringtona, jenž zkoumal citace v ApJ a Monthly Notices na práce z let 1958–1994, mají 2/3 citací velké dalekohledy s průměrem zrcadla nad 2,5 m. V tomto srovnání byl nejefektivnějším přístrojem ve sledovaném období Haleův 5 m reflektor na Mt. Palomaru, následován 3,9 m Anglo-australským teleskopem v Siding Spring. Nadvláda pozemních přístrojů však evidentně končí, neboť od r. 1994 mají více citací kosmické observatoře Einstein, IUE, Compton, ROSAT a HST.

Ústav pro vědecké informace (ISI) ve Filadelfii, jenž sleduje celou vědeckou produkci, zveřejnil statistiku, podle níž nejvíce vědeckých prací bylo publikováno v letech 1992–93. Od té doby počet vědeckých prací klesá. V období let 1982–1993 přibylo citací francouzským badatelům o plných 14%, což je důsledek zvýšení podílu hrubého domácího produktu, vynaloženého na vědu za vlády prezidenta Mitteranda z 2,0 % na 2,4%. Zemím Evropské unie vcelku přibylo citací o 7%, takže celosvětově nyní představují podíl 31,4%, navzdory tomu, že podíly SRN a Velké Británie klesly o 4 resp. 7%. Podíl bývalého Sovětského svazu klesl téměř o polovinu, z 8,4 na 4,8%, kdežto Čína se zmohla z 0,3% na 1,2% ve světovém zastoupení v citacích.

10.4. Rub a líc technického pokroku

Pokrok techniky ovlivňuje rozvoj všech přírodních věd a astronomie speciálně. Nejlépe je to vidět na rostoucím výkonu **superpočítačů**. V národní laboratoři Sandia v USA byl instalován superpočítač s pamětí RAM 573 GB a diskem o kapacitě 2,25 TB, jenž dokáže uskutečnit bilion aritmetických operací za sekundu (1 Tflop). Tento drobeček v ceně 55 milionů dolarů má ovšem hmotnost 44 tun a klimatizace má dalších 300 t, neboť jeho příkon dosahuje 850 kW. Je sestaven ze 7264 paralelně zapojených procesorů Pentium Pro, pracujících na frekvenci 200 MHz. Firma IBM však již vyvíjí pro potřebu vojenských výzkumných laboratoří superpočítač v ceně 94 milionů dolarů, který bude ještě 3× rychlejší a jehož paměť RAM bude mít nevídanou kapacitu 2,5 TB, což je asi polovina kapacity současně sítě Internet.

Vojenští odborníci odhadli, že těsně po r. 2000 vzroste výkon superpočítačů na 10 Tflop a o r. 2005 se přiblíží 30 Tflop. Taková monstra se hodí nejen pro simulaci výbuchů jaderných zbraní, ale také pro modelování změn zemského klimatu, dálkový průzkum Země z družic a ovšem i pro výpočty vývoje hvězd a galaxií. Proto je vývoj superpočítačů výrazně dotován NASA. Paradoxně slabinou výpočetní techniky se stává software pro paralelní procesory – programátoři nedokáží držet krok s dramatickým zlepšením hardware. Přitom celá tato počítačová revoluce fakticky začala právě před čtvrt stoletím 4bitových mikroprocesorem Intel 4004, jenž dokázal pracovat tempem 60 kflop (slušné soudobé PC umí 10 Mflop) a obsahoval 2300 tranzistorů (Pentium Pro, zavedené r. 1995, jich má přes 5 milionů).

Zatímco počítačoví čarodějové se snaží astronomii pomoci, jiní koumesové chtějí na pokroku techniky bezostyšně vydělat právě na úkor astronomie. Loni vzbudila velké rozhořčení floridská firma **CELESTIS**, která přišla s nápadem vytvořit kosmické pohřebiště pro movité zájemce tak, že popel nebožtíků by byl patentovaným procesem stlačen tak, aby se vešel do miniaturního pouzdra o velikosti dámské rtěnky. Tisíc takových pouzdérek by bylo vloženo do lesklé kovové rakve, vypuštěné na nízkou oběžnou dráhu kolem Země tak, aby truchlící pozůstalí mohli za pakatel 5000 dolarů pozorovat na vlastní oči ostatky svého příbuzného, jak stoupají na nebesa. (Posléze by ovšem došlo k sekundární kremaci ostatků při velmi vysoké teplotě zánikem pohřební družice v zemské atmosféře).

Podnikaví majitelé firmy odhadovali, že ročně vypustí až 18 pohřebních družic, a že jim celý projekt zajistí každoroční příjem ve výši 90 milionů dolarů (to je cena Keckova 10-m dalekohledu). Zdálo se, že při americkém smyslu pro svobodné podnikání neexistuje žádná možnost, jak této evidentní ptákovině zabránit, ale nakonec astronomům posloužily svérázné zákony ve státě Florida, které mimo jiné předpisují, že ke každému hřbitovu musí být nejprve zbudována veřejná cesta! To firma CELESTIS zatím zajistit nemůže, takže v tuto chvíli mají astronomové oblohu bez křižujících lesklých pohřebních družic zabezpečenu. Teď jen trnu, aby pracovníci firmy CELESTIS nečetli právě končící Žeň objevů 1996, neboť – pokud je mi známo – v žádné z našich republik tak prozíravý zákon o hřbitovech nemáme.

(Konec)

PIOTR CIESLIŃSKI /

TACHYÓN je rýchlejší ako svetlo

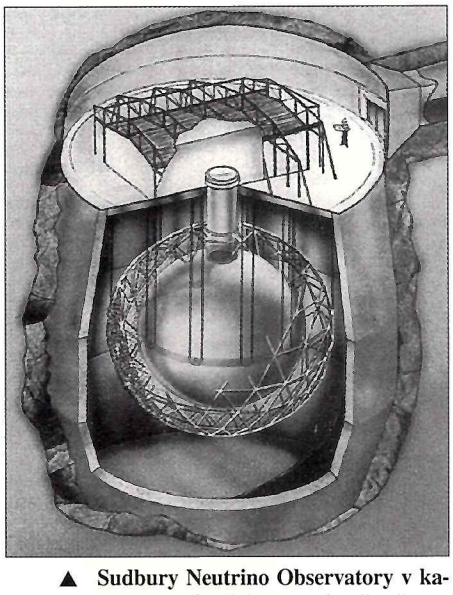
Hotovú revolúciu vo fyzike spôsobili poľskí vedci. Tvrdia, že neutrína, patriace medzi najneznámejšie a najtajomnejšie čiastočky vo vesmíre, sa môžu pohybovať rýchlejšie ako fotón. S neutrínami sa fyzici a astrofyzici trápia už dávno. Preto opatrne pristupujú aj k hypotéze, podľa ktorej sa tieto čiastočky pohybujú rýchlejšie ako svetlo. Keby sa však táto hypotéza potvrdila, potom by sa fyzika čiastočiek i kozmológia museli drasticky zmeniť.

Neutrína su elementárne, ďalej už nedeliteľné čiastočky, ktoré však hrajú rovnako významnú rolu ako protóny, neutróny či elektróny.

Zrodil ich big bang: odvtedy ich trochu pribudlo, lebo okrem pôvodných neutrín ich produkujú aj jadrové reakcie v jadrách hviezd.

Na prvé stopy po neutrínach naďabili vedci koncom 30. rokov, keď sa v laboratóriách skúmali produkty termojadrových reakcií. Rovnice vyjadrujúce bilanciu energie však neboli vyvážené. Časť energie sa kdesi strácala. Veľý nemecký fyzik Wolfgang Pauli, v snahe zachrániť základný zákon prírody – zákon zachovania energie vypočítal, že počas týchto reakcií vzniká ešte jedna, dovtedy neznáma čiastočka – neutríno. A práve neutrína unášali časť chýbajúcej energie.

Vedcom sa podarilo, po veľkom úsilí, uloviť neutríno až o 26 rokov neskoršie. Tieto čiastočky sú totiž takmer nepolapiteľné. Hmota je pre ne skoro absolútne priepustná. Bez problémov zdolávajú všetky prekážky, čo sa im postavia do cesty, či už ide o oblaky medzihviezdnej hmoty, planéty, alebo hviezdy. Ktosi vypočítal, že na zachytenie neutrína by bolo treba vybudovať múr z olova, ktorý by mal hrúbku bilión svetlených rokov.



▲ **Sudbury Neutrino Observatory v kanadskom Ontáriu pracuje už vyše roka. Centrálna „fľaša" z akrilovej plastickej hmoty obsahuje 1000 ton ťažkej vody, ktorá umožní detegovať všetky 3 druhy neutrín, ktoré podľa teórie produkuje Slnko. Obrovskú pascu na neutrína obklopuje 10 000 fotonásobičov. Bezmála 2000 metrov horniny (zariadenie postavili v hlbokej bani) chráni detektor pred kozmickým žiarením, 7000 ton obyčajnej vody vytvára štít pred prirodzenou radiáciou okolia.**

Dnes neutrína s veľkými problémami lovíme pomocou mamutích detektorov, z ktorých ten najväčší je uložený v hĺbke starej bane Kamioka v Japonsku. Obrovskú nádrž, naplnenú 50 000 tonami kryštáľovo čistej vody stráži 12 000 detektorov, ktoré registrujú žiarenie emitované elektrónami vo chvíli, keď (veľmi zriedkavo/, dôjde k zrážke neutrína s atómom vody.

Aké ťažké je polapiť neutríno ukazuje príhoda spred desiatich rokov. Počas výbuchu supernovy v roku 1987, ktorý bol mimoriadne silným zdrojom neutrín, prešlo detektorom IMB v hlbokej sloľnej bani neďaleko Clevelandu (USA) v priebehu niekoľkých sekúnd desaťtisíc biliónov neutrín, ale prístroje zaregistrovali iba osem.

Prečo sú neutrína také malé

Najväčšou záhadou pre vedcov je hmotnosť neutrín. Vedci sa zatiaľ nedohodli, či je nautríno rovnako nehmotné ako fotóny, alebo má nepatrnú, mnohotisícnásobne menšiu hmotnosť ako elektrón. Druhým tajomstvom sú „chýbajúce neutrína": ide o neutrína, ktoré produkuje sedem základných jadrových reakcií vo vnútri Slnka. Vedci ich nazývajú elektrónové neutrína. Teórie spoľahlivo vyčíslujú, koľko z nich by sa malo dostať zo Slnka na Zem. Lovcom elektrónových neutrín je však do zúfania: pozemské detektory registrujú sotva tretinu predpokladaného počtu. Nuž a práve tieto „chýbajúce neutrína" priviedli poľských vedcov na myšlienku, že tieto čiastočky sa musia pohybovať rýchlejšie ako svetlo.

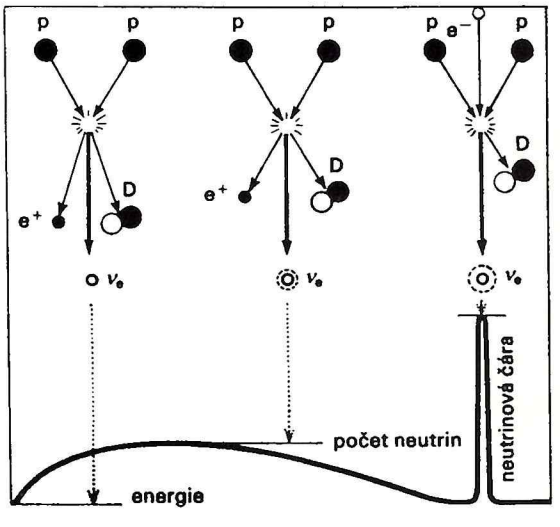
Hypotetické objekty, ktoré by sa mali pohybovať rýchlejšie ako svetlo nazývajú sa tachyóny.

Tachyóny a prírodné zákony

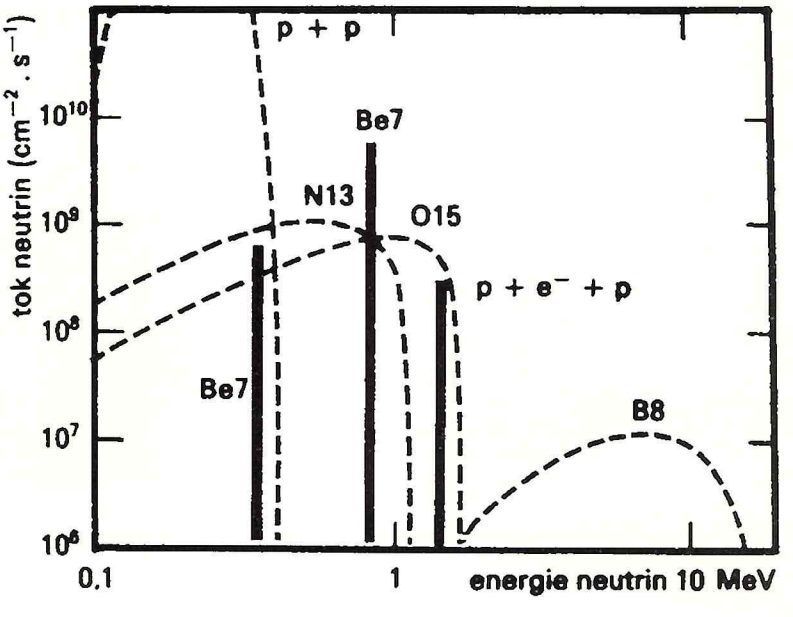
Všeobecná teória relativity, fundament modernej fyziky, pripúšťa existenciu tachyónov. Podľa tejto teórie môžu existovať tri druhy čiastočiek. Prvé, najmasívnejšie sa nazývajú **bradyóny**. Tieto najbežnejšie tehličky hmoty sú všeobecne známe: z protónov, neutrónov a elektrónov sa skladajú atómy. Tieto čiastočky sa vždy pohybujú pomalšie ako svetlo, pretože ich zrýchľovanie si vyžaduje kvadratický nárast energie, nezlučiteľný s prírodnými zákonmi.

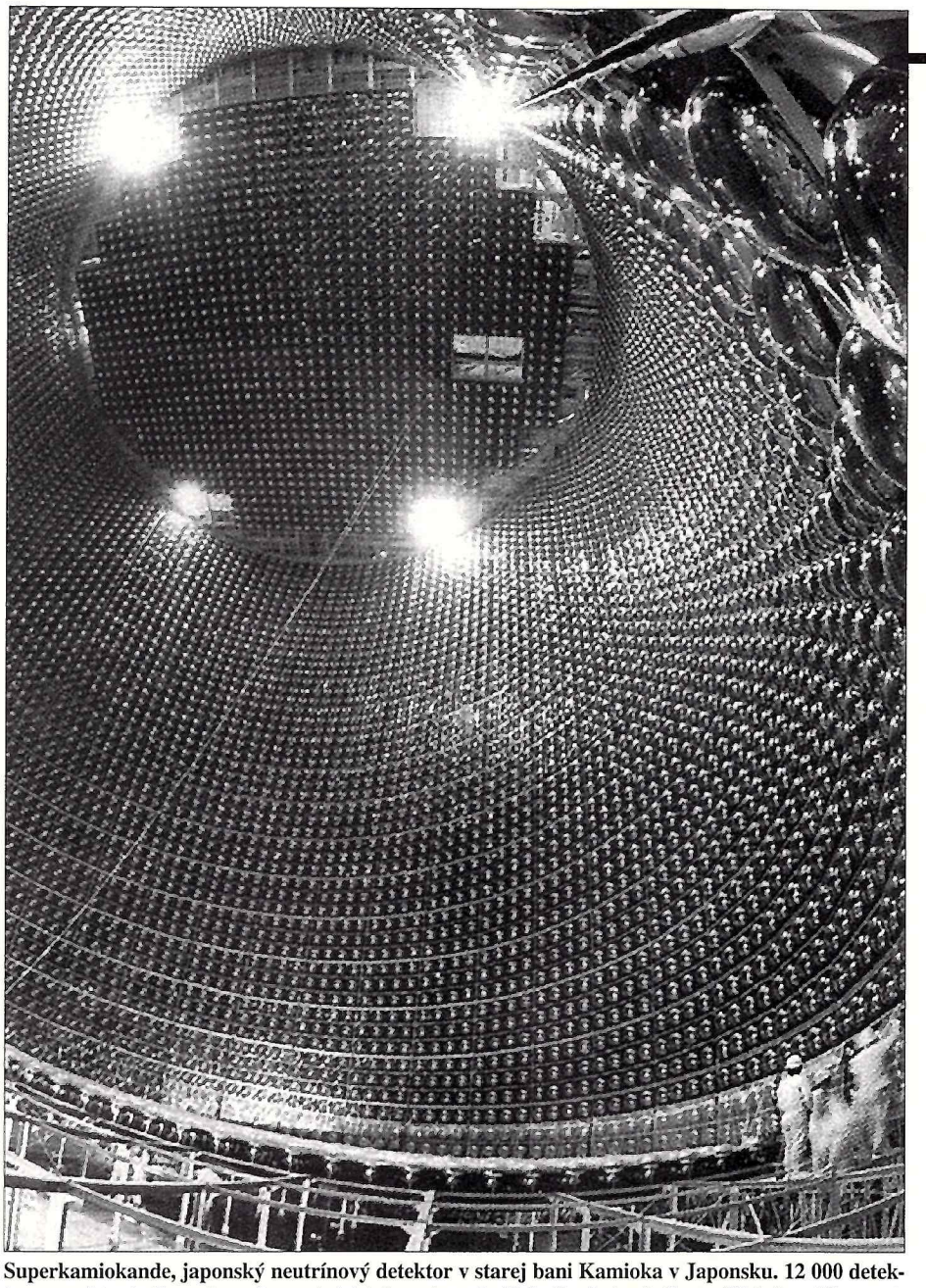
Do druhej skupiny patria čiastočky, ktoré nemajú hmotnosť. Nazývame ich **luxóny**. Patria medzi ne fotóny, (čiastočky svetla), gluóny, ktoré stmeľujú

Neutrínové spektrum (podobne ako spektrum fotónové) môže byť zložené zo spojitej časti (kontinua) a čiar. Pri vzniku deuterónu z dvoch protónov vznikajú tri častice, medzi ktoré sa energia nerovnomerne rozdelí: neutríno môže dostať malú energiu (vľavo), alebo veľkú (uprostred). Tak vzniká neutrínové kontinium. Naopak, ak vznikajú iba dve častice (celkom vpravo), neutríno dostane vždy rovnaké množstvo energie. Tieto neutrína vytvárajú neutrínovú čiaru. ▼



Vypočítané neutrínové spektrum Slnka. Na vodorovnej ose je energia neutrín, na zvislej ose ich tok za jednu sekundu plôškou 1 cm² na povrchu Zeme (V spojitom spektre z intervalu 1 Mev). ▼





Superkamiokande, japonský neutrínový detektor v starej bani Kamioka v Japonsku. 12 000 detektorov registruje žiarenie emitované elektrónami vo chvíli, keď veľmi zriedkavo dôjde k zrážke neutrína s atómom vody.

kvarky a doteraz iba hypotetické gravitóny, čiastočky, ktoré prenášajú silu gravitácie. Všetky tieto čiastočky sa pohybujú presne rýchlosťou svetla.

Do tretej skupiny čiastočiek, ktorých existenciu Einsteinova teória pripúšťa patria i naše hypotetické tachyóny, ktoré by sa mali pohybovať rýchlejšie ako svetlo.

Aké sú tachyóny?

Tachyóny sa nemôžu pohybovať pomalšie ako svetlo, ani rovnako rýchle ako svetlo. Tak ako obyčajné čiastočky svetla nedokážeme ani v najmocnejších urýchľovačoch zrýchliť na rýchlosť svetla, tak nemôžeme ani tachyóny spomaliť na hodnotu tejto rýchlosti.

Zdá sa, že „svetelnú barieru" nemožno prekročiť ani z jednej strany. Tachyón je čudesná čiastočka. Keď sa jeho energia zmenšuje, jeho rýchlosť narastá. Celkom opačne ako pri obyčajných čiastočkách. Tachyón, ktorý má zanedbateľnú hmotnosť môže sa pohybovať nekonečne veľkou rýchlosťou.

Paradoxné, ale pre fyzikou je oveľa nepochopiteľnejší fotón: ten sa pohybuje iba rýchlosťou svetla. Nemožno ho ani urýchliť, ani spomaliť.

Prečo sú tachyóny tabu

Predstavme si, že môžeme vesmír pozorovať tachyónovým teleskopom. Videli by sme aj najodľahlejšie kúty kozmu tak, ako vyzerajú v tej chvíli: informácie z ktorejkoľvek časti kozmu by sme mali priebežne naporúdzi. Taký skok v čase a priestore sa nám dnes vidí celkom utopický.

Nikto sa zatiaľ nevenoval seriózne možnosti existencie tachyónov, pretože sa nevieme preniesť cez jeden závažný problém: cez pravidlá kauzality.

Koncepcia tachyónov je totiž sporná z teoretického aspektu: nikto sa nodváži porušiť logickú previazanosť príčiny a následku. Predstavme si takú situáciu, že pred jedným pozorovateľom by sa istá udalosť prebiehala zdanlivo normálne, od príčiny k následku, ale druhý pozorovateľ by videl následok ako príčinu , teda presne naopak. V závislosti na pozorovateľovi by si príčina a následok vymenili miesta. Bolo by to neprirodzené a nelogické.

Relativita rýchlosti nikoho neudivuje. Pasažierovi autobusu sa zdá, že auto za oknami stojí na mieste. Chodec na chodníku však vidí, že auto sa ženie bláznivou rýchlosťou. Každého by však zarazilo, keby jeden pozorovateľ tvrdil, že polícia zastavila auto, pretože prešlo križovatku na červenú, ale druhý by tvrdil, že práve naopak, polícia najskôr zastavila auto a až potom prešlo križovatku na červenú. V teoretickej rovine si môžeme predstaviť aj absurdnejšie spory: čo bolo skôr, narodeniny, alebo krstiny? Takéto paradoxy sa nazývajú kauzálnymi.

Tachyóny bez paradoxov?

V sedemdesiatych rokoch vyrukoval Feinberg s teóriou, ktorá mala všetky problémy s tachyónami vyriešiť (zákon reinterpretácie). Inšpiroval tým desiatky vedeckých štúdií, ale nakoniec sa ukázalo, že paradoxom nemožno uniknúť. Odvtedy fyzici na tachyóny nadobro zanevreli. Nevhnutnou podmienkou postavenia hypotézy, že neutrína sú tachyónmi by bola teória oslobodená od paradoxou, spojeného nerešpektovaním kauzality.

– Takú teóriu som nedávno navrhol – vraví profesor Rembieliński z Lodžskej univerzity.– Kauzálne paradoxy zmizli, zaobídeme sa aj bez absurdne veľkých hodnôt energie. Na tomto základe môžeme vybudovať dokonca aj kvantovú teóriu, ktorá

Neutrína

Talianske slovo neutríno znamená „maličké a neutrálne". Neutríno vzniká pri rádioaktívnom rozpade jadra, kedykoľvek jadro vyšle alebo pohltí elektrón či pozitrón. Neutrína sú fermióny, lebo majú spin. Neutrína nemajú ani elektrický, ani baryónový náboj. Ich interakcia s ostatnými časticami, (vrátane inými nuetrínami) je teda veľmi slabá. Neutrína sú teda častice veľmi plaché, frigídne. Tok neutrín z jadra Slnka a hviezd nemôžu zadržať ani obrovské množstvá hmoty, ktorými je jadro Slnka obklopené. Iba jediné neutríno zo 100 miliárd sa cestou na povrch zachytí. Keby naše oči boli citlivé na neutrína, videli by sme tzv. neutrínové Slnko, teda horúce obnažené jadro, kde prebiehajú termonukleárne reakcie. Neutrínové Slnko je iba o málo väčšie ako naša Zem. Najmohutnejším zdrojom neutrín v našej slnečnej sústave je Slnko. V jeho jadre sa menia protóny na jadrá hélia a pritom sa polovica protónov mení na neutróny. Pri vniku každého heliového jadra vzniknú dva neutrína. Každú sekundu vyžiari Slnko $3{,}8 \times 10^{38}$ neutrín. Ďalším zdrojom neutrín sú hviezdy, kde neutrína vznikajú podobne ako v Slnku. Väčšina hviezd, podobne ako naše Slnko, vyžiari viac energie vo forme fotónov ako vo forme neutrín. Mohutnými zdrojmi neutrín sú aj supernovy, ktoré po niekoľko dní vyžarujú viac neutrín ako všetky hviezdy Galaxie dohromady. Neutrína vznikajú aj v medzihviezdnom poriestore pri kolíziach kozmického žiarenia s jadrami atomov v medzihviezdnom priestore. Pri týchto mimoriadne energetických zrážkach vznikajú hyperóny, mezóny a ich antičastice. Keďže všetky tieto častice sú nestabilné, po krátkom čase sa rozpadajú na neutrína a antineutrína s vysokou energiou. V medzihviezdnych priestoroch našej Galaxie vzniká asi 10^{44} vysokoenergetických neutrín za sekundu. Všetky hviezdy v Galaxii ich však vyprodukujú miliónkrát viac. Okrem hviezdnych a medzihviezdnych neutrín je vesmír preplnený bezpočtom neutrín s nepatrnou energiou, ktoré voláme neutrínami reliktovými, alebo fosílnymi. Sú to najstaršie neutrína vôbec, pretože vznikli na samom počiatku vesmíru, počas big bangu. Neutríno, ak raz vznikne, iba zriedka je polapené nejakým jadrom atomu: po vesmíre sa teda veľká väčšina neutrín bude pohybovať navždy. To je aj dôvod toho, prečo je neutrín vo vesmíre čoraz viac.

Podľa knihy Josipa Kleczka

bude mať všetky požadované vlastnosti, napríklad stav vákua by bol v nej stabilný. Nechceme však z toho robiť senzáciu. Vieme, že väčšina fyzikov sa bude aj tak pozerať na tachyóny cez prsty.

No nestačí iba oslobodiť sa zo zajatia paradoxov: poriadna teória by nemala iba objasňovať javy vo svete, kde existujú aj tachyóny, ale mala by si poradiť aj s celým diapazónom javov, ktoré by mali fungovať i za takéhoto predpokladu. (Životnosť častíc, šírka rozpadu atď.) Rozhodli sme sa preveriť našu teóriu tak, že sa s jej pomocou pokúsime vyriešiť záhadu „chýbajúcich" slnečných neutrín.

Prečo je ich tak málo?

Najpopulárnejším vysvetlením problému deficytu slnečných neutrín je mechanizmus transmutácie neutrín. Myšlienka je náramne jednoduchá: neutrína, ktoré vznikajú v jadre Slnka sa cestou menia na iný druh neutrín – miónové, alebo taónové neutrína. Tie premenené neutrína nedokážeme predbežne našimi detektormi zachytiť, pretože tie sú skonštruované iba ako pasce na elektrónové neutrína.

Proces transmutácie sa deje buď na dráhe Zem – Slnko, alebo už v Slnku, na ceste od jadra k fotosfére. Transmutácia je však možná iba v tom prípade, ak hmotnosť neutrín je väčšia ako nulová. To sa však zatiaľ spoľahlivo dokázať nepodarilo.

Poľský scenár vychádza z toho, že neutrína sú tachyónami, teda že sa pohybujú rýchlejšie ako svetlo. Neutríno – tachyón sa môže rozpadnúť na neutrína s nižšou hmotnosťou, alebo na pár neutríno – antineutríno. Ak sa tento proces odohráva na ceste Slnko–Zem, potom prúd elektrónových neutrín musí strácať energiu a tak sa k Zemi dostávajú iba neutrína z nižšou energiou. Nuž a preto sa nám zdá, že neutrín je menej ako by ich malo byť, že sa nám niekde strácajú.

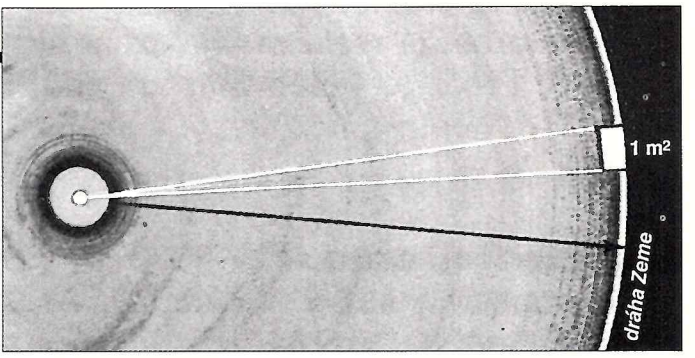
Tachyóny pomáhajú riešiť iné problémy

Tachyónová teória by mala podistým, bez ohľadu na vyriešenie problému slnečných neutrín, veľký vplyv i na porozumenie štruktúry vesmíru, vplyvu tmavej hmoty a inflácie.

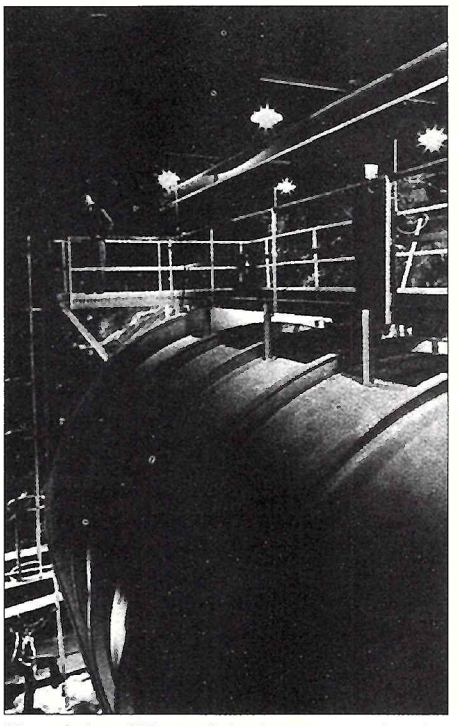
Napríklad problém inflácie. Z astrofyzikálnych údajov vieme, že vesmír vo veľkej škále je neobyčajne rovnorodý a izotropný. Inými slovami: je rovnaký v každom smere. To znamená, že všetky časti kozmu sa na seba neobyčajne podobajú, dokonca aj tie, ktoré sa ešte v najranejšom štádiu od seba oddelili a už nikdy sa nemohli kontaktovať. To sa dá vysvetliť iba tak, že hneď po big bangu vstúpil vesmír do tzv. inflačnej fázy, počas ktorej sa vesmír rozpínal v šialenom tempe. Táto brutálna expanzia mala vyhladiť všetky nerovnorodosti a rozdiely. Vesmír pred big bangom môžeme prirovnať k spľasnutému balónu, ktorého jednotlivé časti sa od seba odlišujú rozličné tvarovanými záhybami, viac, alebo menej roztiahnutou gumou.Ale keď ho rýchle nafúkame, všetky záhyby sa stratia, povrch balónu je ideálne hladký.

Profesor Rembieliński sa nazdáva, že táto hypotéza je umelá a mohla by fungovať iba v prípade, keby existovalo špeciálne kozmické pole, riadiace infláciu. Keby sa však ukázalo, že neutrína sú tachyónmi, jednorodosť a izotropia vemíru by už neboli záhadou. Tachyóny nerešpektujú nijaké rýchlostné bariery, môžu sa teda premiestňovať medzi ľubovoľnými oblasťami kozmu a rovnako ako voda v spojených nádobách vyrovnáva svoju hladinu na rovnakú úroveň, nivelizovať rozdiely medzi nimi. Mimoriadne účinné by to bolo najmä vo fáze formovania sa kozmu.

Keby neutrína boli tachyónmi, ich vlastnosti by možno pomohli vysvetliť i záhadu tmavej hmoty.



Tok slnečných neutrín, ktoré prejdú za sekundu plôškou 1 cm², postavenej vo vzdialenosti Zeme kolmo na slnečné lúče.



Na snímke vidíte zariadenie na meranie toku neutrín zo Slnka. Veľká nádrž s perchloretylénom bola zabudovaná do hlbokej bane v južnej Dakote. V atómoch chlóru sa každý mesiac zachytí niekoľko neutrín. Jadro chlóru sa po karambole zmení na rádioaktívne jadro argónu. Atómy rádioaktívneho argónu sú takto akoby „označené" a dajú sa spočítať.

Vieme, že táto hmota predstavuje 90–99 % hmoty vesmíra.Neveľmi vieme, prečo je táto hmota tmavá, prečo nesvieti. Vedci pripúšťajú, že prinajmenšom jej časť tvoria neutrína. Neutrín je vo vesmíre naozaj viac ako fotónov svetla: odhaduje sa, že v každom kubickom centrimetri je v priemere 300 neutrín.

Ako zistiť, že neutríno je tachyón?

Je možné vykonať na Zemi taký experiment, ktorý všetkým pochybovačom dokáže, že neutríno je tachyón? Podľa profesora Rambielińského odpoveď na túto otázku budeme vedieť už o niekoľko rokov. Jedným z najsľubnejších experimentov je meranie koncového spektra energie elektrónu po rozpade beta trítia na hélium 3, elektrón a antineutríno. Ukazuje sa, že tvar tohto spektra náramne pripomína stopy emitovaného antineutrína, nech už ide o občajnú čiastočku, alebo o tachyón.

V priebehu posledného desťročia všetky merania týchto efektov privádzali vedcov do zúfalstva, pretože sa nazdávali, že výsledky budú presne opačné. Profesor Rembieliński spolu s Jackom Ciborowským z varšavskej univerzity previedli potrebné výpočty a namodelovali v počítači priebeh tohto procesu s predpokladom, že neutríno je tachyón. Ukázalo sa že teoretická a experimentálne získaná krivka sa prekrývajú. Poliaci sú na dobrej ceste, môže sa im podariť vysvetliť anomáliu tohto procesu.

Nie je pravdaže vylúčené, že aj do tohto experimentu sa vkradol nejaký omyl či systémová chyba. Poliaci teraz konfrontujú svoje výsledky s kolegami v Trojickej, pod Moskvou a vo Frankfurte, kde už dlho prevádzajú najprecíznejšie merania rozpadu trítia. Predniesli ich i na augustovej konferencii v Jeruzaleme.

Rozpad trítia je doteraz jediný presne zmeraný proces spojený s neutrínami. Ak má elektrónové neutríno nulovú hmotnosť , potom musí aj spektrum energie elektrónov slabnúť až na nulovú hodnotu.Ak má neutrínu nenulovú hmotnosť, (tak ako iné čiastočky), potom sa spektrum musí na konci ohnúť smerom nadol. Ale doterajšie výsledky ukazujú, že je to presne naopak: vidmo sa neohýba nadol.

Intuícia priviedla Poliakov k tomu, aby rovnaký experimet previedli z predpokladom, že ide o rozpad tachyónových neutrín. A čo sa ukázalo: získaná amplitúda smeruje ku spektru s hrbolčekom na konci. Na základe konvenčnej fyzyiky sa doteraz nikomu nepodarilo túto záhadu objasniť, hoci vedci zvažovali tucet najrozličnejších príčin. Navyše sa ukázalo aj to, že hypotéza tachyonového neutrína vysvetľuje aj narušenie efektu „párovosti" vo vzájomnom pôsobení neutrín, čo je jav pozorovaný nespočetnekrát už vyše 40 rokov, hoci sa ho dodnes nepodarilo vysvetliť.

Komcom jari lanského roku previedli nemeckí fyzici doteraz najpresnejšie meranie koncového spektra elektrónov, čo vznikajú po rozpade trítia. Výsledky tahto experimentu sa zverejnili na viacerých konferenciách. Poľské spektrum na prvý pohľad pripomína spektrum nemecké, ale až v týchto týždňoch sa porovnáva na počítačoch. Veľmi podobné je aj spektrum, ktoré získali Rusi.

Aj v prípade, keby sa tieto porovnávačky skončili pozitívne, dôkaz o tom, či neutríno je naozaj tachyónom ešte nezískame. Budeme však mať v rukách naozaj presvedčivé argumenty pre podporu tejto hypotézy. Doterajšie výsledky nepokladám za náhodné – vraví Ciborowski. – Je veľmi pravdepodobné, že neutrína sú tachyónmi.

Jednoznačné výsledky v prospech krásnej hypotézy však môžu vydodať až ďalšie experimenty. Dva už Poliaci vymysleli, hoci predbežne ich z dôvodov technických a finančných nebudú môcť realizovať.

Teda: ak sú neutrína naozaj najrýchlejšími čiastočkami vo vesmíre, ako by sme ich mohli prakticky využiť?

Ak by sa raz podarilo skonštruovať silné vysielače a príjmače neutrín, nebolo by ťažké vyvinúť ani neutrínové teleskopy, pre ktoré by nebolo vo vesmíre nedostupných, vzdialených, či prekrytých objektov, pretože neutrína nepoznajú prekážky. Mohli by sme tak pozorovať vesmír taký ako je, v reálnom čase. Ak sa tachyónova hypotéza ukáže byť reálnou, svet by sa stal ešte vzrušujúcejším, ba možno i krajším.

Piotr Ciesliński

Trójania, elektróny a planetoidy

Krúžia vari elektróny okolo jadra atómu tak ako planéty okolo Slnka? Tento naivný obraz mikrosveta mala nadobro, ešte na začiatku tohto storočia rozbiť kvantová mechanika. Ukazuje sa však, že aj v tomto modele naivnej fyziky tkvie zrnko pravdy.

„Našli sme peknú analógiu medzi atómom a slnečnou sústavou – vraví Iwo Białynicky-Birula z Centra jadrovej fyziky Poľskej akadémie vied. – Ešte donedávna sme si mysleli, že taká analógia je primitívna."

Ako si predstaviť jadro atómu s elektrónami? Najpríhodnejším sa nám bude zdať planetárny model – okolo jadra krúžia po obežných dráhach elektróny. Tento model vymyslel ešte v roku 1913 Niels Bohr. Musel však trochu zreparovať dovtedy uznávané zákony fyziky, pretože podľa nich mali elektróny, uväznené na kruhovej dráhe žiariť, strácať postupne energiu a neodvratne dopadnúť na jadro.

Bohr sa však zaťal: vyhlásil, že vo svete atómov platia úplne iné pravidlá. Elektróny sa môžu zdržiavať iba na niektorých obežných dráhach a na tých ostatných dráhach, alebo medzi nimi, majú zakázaný pobyt. Vo chvíli, keď preskakujú z jednej „dovolenej" dráhy na druhú – žiaria, čiže vysielajú svetlo viditeľné, ultrafialové a rentgenové. Bohrov model bol koktailom starých zákonov a nových, trochu svojvoľných obmedzení týchto zákonov.

Heisenbergov model

Nemecký fyzik Heisenberg svojho času vyhlásil, že model atómu, ktorý navrhol Bohr je primitívny a na tom nič nemenia ani Bohrove empirické úspechy. Dokonalejší model atómu však vydodala až kvantová mechanika o niekoľko rokov neskoršie. Podľa tejto teórie predstava elektrónov, obiehajúcich jadro atómu ako planéty Slnko po vypočítateľnej dráhe s presne vypočítateľnou polohou je celkom nezmyselná. V mikrosvete platí Heisenbergov zákon, podľa ktorého nie je možné vypočítať presnú polohu a rýchlosť čiastočiek.

Hlavným organizátorom vnútra atómu je náhoda. Rovnice kvantovej mechaniky dovoľujú vypočítať nanajvýš pravdepodobnosť nájdenia elektrónu na tom – ktorom mieste. Preto je lepšie predstaviť si atóm tak, akoby elektróny vytvárali obláčik, akýsi obal jadra, v ktorom je elektrón, alebo elektróny všade a zároveň nikde. Pri elektrónoch, aspoň z pohľadu fyzika možno iba ťažko hovoriť o obežných dráhach. Experimenty však ukázali, že najľahšie možno elektrón pristihnúť v tých najhustejších obláčikoch. Hoci: nikomu sa zatiaľ nepodarilo vyhotoviť zreteľnú, ostrú snímku elektróna. Na modeloch kvantovej mechaniky vidíme skôr zahmlené, akoby rozpité šmuhy, pripomínajúce momentky rýchle sa pohybujúcich predmetov.

A predsa pripomínajú planétky

Fyzici z Rochesterskej univerzity, J. H. Eberly a Maciej Kalinski však pred tromi rokmi upozornili na to, že elektrón môže občas pripomínať pohyb planéty a zároveň byť aj v zhode i s kvantovou mechanikou. Stáva sa to vtedy, keď elektrónový obláčik, rovnomerne rozprášený okolo jadra, skolabuje pod vplyvom mikrovĺn a vo chvíli dosiahnutia najväčšej hustoty začne obiehať jadro.

Atóm, ktorý bombardujú mikrovlny je excitovaný, vybudený. Jeho elektróny sa začínajú správať ako pevné nebeské telesá, či presnejšie, správajú sa tak ako Trójania, asteroidy patriace do špeciálnej rodiny planetoidov, pohybujúcich sa v slnečnej sústave. Kvôli tejto zarážajúcej podobe nazvali fyzici elektróny v tomto stave trójanskými.

Trójanské planetoidy nepatria do rodiny veľkého pásu planétiek a asteroidov, krúžiacich medzi Marsom a Jupiterom. Trójania krúžia po tých istých obežných dráhach ako planéty, ale nikdy s nimi nekolidujú, pretože sú gravitačne stabilne ukotvené v dvoch bodoch – 60 stupňov pred planétou a 60 stupňov za planétou. Tieto neviditeľné gravitačné pasce vytvára súhra vzájomného gravitačného pôsobenia medzi Slnkom a tou – ktorou planétou, ale aj sily spojené s rotáciou.

Existenciu takýchto stabilných bodov na obežných dráhach okolo Slnka teoreticky zdôvodnil už v 18. storočí matematik Lagrange. Do roku 1906 to bola iba matematická raritka. Až vtedy, keď na Lagrangeho body na obežnej dráhe Jupitera zameral svoj teleskop astronóm Max Wolf, riaditeľ observatória v Heidelbergu, ukázalo sa, že Lagrange sa nemýlil: udivený Wolf zistil, že v oboch Lagrangeho bodoch sa nachádzajú gravitačne polapené asteroidy. Časť z nich robí Jupiterovi na jeho dráhe „forfárerov", predjazdcov, časť ho naháňa, ale nikdy sa k nemu nepriblíži.

Wolf bol náruživým čitateľom Homéra. Objavené asteroidy pokrstil, dal im meno Trójania. Zoskupeniu v prvom bode dal meno útočiacich Grékov, (napríklad Agamemnon, Ajaksa, Nestor, Menelaos), druhú pomenoval podľa obrancov Tróje, (Priamos, Eneas, atď.). Táto konvencia sa neudržala, pretože krstní otcovia ďalších objavených Trójanov zo sprievodu Jupitera sa pomýlili a Hektora i Patrokla zaradili do nesprávnej skupiny. Po niekoľkých rokoch sa navyše minula aj zásoba homérovských mien. Dnes už poznáme celú spústu Trójanov.

Trójanský asteroid má na svojej obežnej dráhe aj Mars. V tomto roku sme objavili Trójana aj v susedstve Zeme: do katalógov ho zaniesli pod číslom 3753. Podrobnejšie prepočty stability polôh Trójanov ukázali, že gravitačné poruchy spôsobené inými planétami a telesami môžu Trójanov z gravitačnej pasce aj oslobodiť. V Lagrangových bodoch však strávia obyčajne dlhú dobu – aj miliardu rokov. Astronómovia sú presvedčení, že niektoré kométy boli kedysi trójanskými asteroidmi až dovtedy, kým ich náhodná súhra gravitačných porúch neoslobodila.

Lagrangeho body aj vo svete atómov?

Je to šokujúce, ale naozaj: body gravitačného vybalansovania pripomínajúce Lagrangeho pasce sa nachádzajú aj na obežných dráhach atómov, ktoré riadi kvantová mechanika.

Za istých podmienok, keď na atóm dopadnú farebne spolarizované mikrovlny, rovnomerne rozptýlený obláčik všetkých možných polôh elektrónu sa zdisciplinuje, zhrčí sa do jedného bodu a ten začne krúžiť okolo jadra. Vtedy elektrón pripomína Trójana z makrosveta.

– Takéto trójanské elektróny sme ešte v laboratórnych podmienkach nepozorovali – vraví Iwo Białynicki-Birula, spolupracovník fyzikov z Rochestru – presne však vieme ako budú vyzerať. Vzápätí nám predvedie útvar nasimulovaný počítačom: vidíme, že skumulovaný elektrónový obláčik má najskôr podobu bumerangu, či skôr banánu, a ten sa postupne zhrčí do guľky, a tá obieha okolo jadra tak, ako mesiac okolo planéty.

Kedy ich uvidíme?

Fyzici nedávno vypočítali, aký trvalý je takýto stav elektrónu. Každý stav excitovaného, vybudeného elektrónu musí po istom čase vyžiariť časť svojej energie a klesnúť na nižšiu obežnú dráhu. Výpočty, ktoré v novembri lanského roku publikovala Physical Review A naznačili, že vybudené elektróny – Trójania, majú podstatne dlhšiu životnosť ako ako iné stavy excitovaných atómov. Žijú, podľa všetkého dlhé sekundy, čo sú v živote elektrónov miliardy rokov v podmienkach makrosveta. Nuž, a práve kvôli tejto „dlhovekosti" vedci veria, že majú šancu rozlíšiť ich od iných stavov elektrónov.

Experimentálna cesta selekcie trójanskych elektrónov je otvorená. Dnes ešte nevedno ako sa bude dať objav trójanských elektrónov využiť. Čosi také bizarné sa však raz na niečo podistým zíde – smeje sa profesor Białynicky-Birula.

Podľa Science a GW
spracoval Eugen Gindl

Ako sme presvedčili montáž Dobson, aby fungovala ako kváziparalaktická s hodinovým pohonom

Nikdy som sa nezapodieval optikou, až kým sme so 14-ročným vnukom neprepadli pozorovaniu nočnej oblohy. Začalo to nenápadne návštevou v SÚH Hurbanovo. Potom veci nabrali rýchly spád: Najprv hurbanovský ďalekohľad MDN 130. Potom naše nároky stúpli a o tom bude vlastne reč: Popisovaná konštrukcia je Newton s parabolickým zrkadlom 250/1500. Najprv sme mali drevenú montáž Dobson, ale keďže už predtým sme poznali jemný pohyb s mikroskrutkou a paralaktickú montáž, začali sme s vnukom špekulovať. Tak sme bádali nad popisom konštrukcie Split-Dob Mount v októbrovom čísle Sky & Teleskope 1996, kde autor obohatil montáž typu Dobson o novú os – voči polárke. Tak vznikla popisovaná konštrukcia, ktorú si môže doma spraviť skoro každý.

Montáž je vlastne kombinácia klasickej dobson-montáže s paralaktickým náklonom na polárku. Elektrický hodinový pohon (220 V) sme vyriešili pomocou pohonu z domáceho grilu s trecím prevodom 60 cm 2,48 cm s uspokojivou presnosťou.

Pri realizácii sme použili tubus s optikou (pomocné a hlavné zrkadlo 250) od pána Jávorku z Gabčíkova. Okulár f = 5,5 nám dodal pán Holubec z ATC Přerova. Za perfektný výťah okuláru s výbavou pre fotografovanie cez optiku dalekohľadu vdačíme konštruktérovi optiky, pánu Dvončovi z Bratislavy, ktorému pri jeho 87 rokoch želáme veľa zdravia.

Keďže o klasickej optike sa už napísalo dosť, popíšem skôr naše riešenie problémov realizácie mechanických častí montáže. Polárna os sa opiera o dve axiálne ložiská. Jedno (hlavné) pochádza z tzv. „UFO" točne od V.D. Universal Průhonice (Praha) a malé pomocné je pod maticou skrutky, ktorá spája pevnú dosku s otočnou základňou polárnej osi. Dosky montáže sú z klasického nábytkového bukasu. Otáčanie funguje veľmi ľahko, takže postačuje trecí pohon. Za zmienku stojí výroba 60 cm kruhu základne polárnej osi (bukas), ktorým pohybuje hodinový stroj.

Problém bol vyrobiť kruhovú dosku. Pomohli sme si tak, že zhruba odvrtaný kruh sme namontovali na svoje miesto na polárnu os a odspodu fixovaná rozbrusovačka potom počas ručného otáčania doskou zarovnávala jej obvod. Trecí pastorek elektrického pohonu pri pozorovaní zrakom postačuje. Funkčnosť pohonu ako výsledok, je v porovnaní s jednoduchosťou riešenia – prekvapujúco dobrá.

Pre niekoľko minútové fotografovanie na film to však už samozrejme nepostačuje.

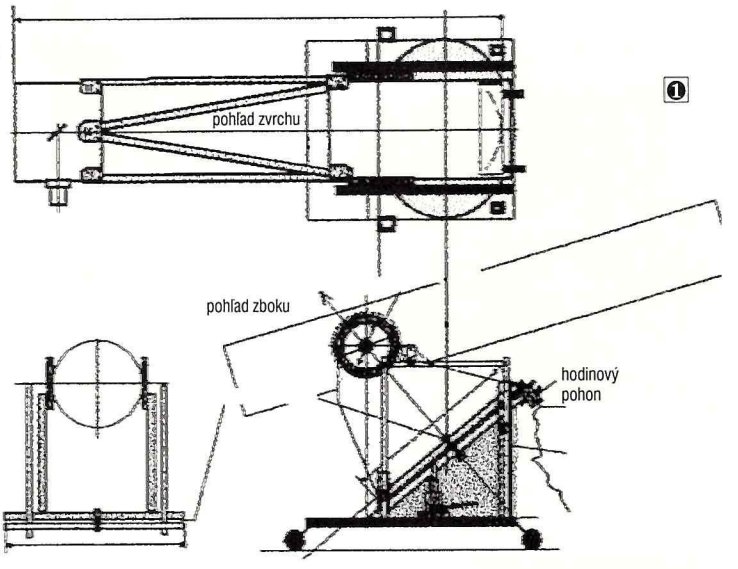
Preto sme začali hľadať možnosť zkrátenia doby expozície. Riešenie poskytuje CCD kamera. Keďže ale CCD ST 4 nie je ľahko dostupná, privítali sme príchod CCD fotoaparátov na bežný trh. Pohyb azimutálnej osi je klasický – prenáša sa cez oporné kruhy a klzné teflonové kocky. Azimut fixuje jednoduchá pásová brzda, pôsobiaca na jeden z oporných kruhov.

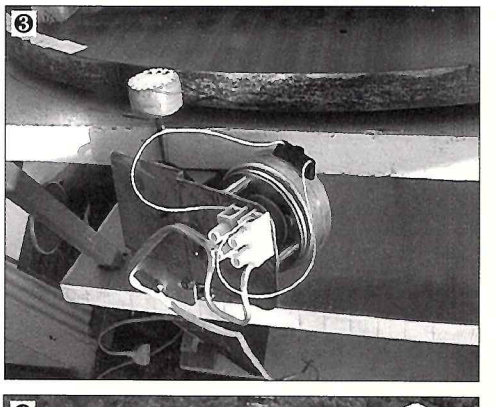
Keďže naša pozorovateľňa funguje v stiesnených podmienkach loggie na treťom poschodí paneláku v Bratislave a celý systém váži cca 60 kg, bolo treba spodnú základovú dosku montáže vybaviť kolieskami a na prekonanie výšky zábradlia inštalovať hydraulické dvíhanie systému. Funguje to dobre: Pred pozorovaním sa vyvezie ďalekohľad do pracovnej polohy bez problémov z rohu, kde odpočíva.

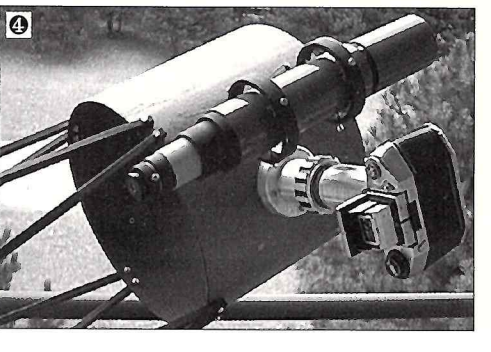
Pevný výťah okuláru nám vyrobil pán Dvonč z duralu. Pri zmene zaostrenia sa neotáča celý, takže namontovaný fotoaparát sa iba posúva v smere osi výťahu. Fotografovanie cez teleobjektív vykonávame tak, že fotoaparát je fixovaný v ťažisku na povrchu zadnej časti tubusu ďalekohľadu.

Posledný problém nám vznikol po získaní digitálneho fotoaparátu, keďže tento nemá odnímateľnú optiku. Možnosť okamžite vidieť svoj záber – to stojí za námahu. Aparát RICOH RDC-2 nahráva snímky rovno do RAM čipu 4 MB, odkiaľ sa po naplnení 9 snímkov pri 720 DPI (ev. 18, alebo 36 pri menšom DPI). Po skončení snímania sa cez kábel (RS 232) prenesú snímky v zvolenom formáte, napr. BMP do počítača, kde sa dajú vo veľmi širokom rozsahu upravovať v niekoľkých možných programoch. (Výrezy, zmeny kontrastu a jasu, farebnej sýtosti, prechodu medzi modrou a červenou a triky pri sčítavaní alebo miešaní obrazov.) Keďže aparát má najdlhší čas 1/8 s, ale dokáže automaticky postupne zosnímať sériu snímkov, skúsime urobiť súčet niekoľkých snímkov miesto dlhej expozície. Najprv však treba rozšíriť zorné pole na také, ako vidíme v okulári okom. Predbežne robíme pokusy s rozptylnou čočkou, ktorá by mohla predĺžiť ohnisko von z okuláru tak, aby CCD čip „utopený" v hĺbke cca 2 cm v púzdre fotoaparátu videl toľko ako naše oko. Zatiaľ „vidí", priložený na dotyk ku okuláru iba asi tretinu toho, čo vidíme okom. Rád si pri tomto probléme nechám poradiť optikom.

Ing. František Závodský,
Rovníková 14,
821 02 Bratislava







❶ **Konštrukčná schéma ďalekohľadu.**

❷ **Celkový pohľad na montáž ďalekohľadu.**

❸ **Hodinový pohon s trecím prevodom.**

❹ **Detail okulárového výťahu.**

Antarktické mikrometeority

Už viac ako desaťročie vieme o nálezoch meteoritov v Antarktíde. Množstvo expedícií obohatilo zbierky o unikátne exempláre. Úlomky z Marsu i Mesiaca sme videli na mnohých snímkach. Dnes však máme možnosť po prvý krát na stránkach Kozmosu sledovať príbeh hľadania, svedectvo priameho účastníka – popredného svetového odborníka a nášho dobrého priateľa Dr. Giordana Cevolaniho. Dr. Cevolani je vedúcim oddelenia meteorov Ústavu fyziky vysokej atmosféry v talianskej Bologni. Spolupracuje s astronómmi z oddelenia medziplanetárnej hmoty Astronomického ústavu SAV v oblasti radarového výskumu meteorov. Bol účastníkom talianskej expedície do Antarktídy, kde sa venoval najmä hľadaniu mikrometeoritov. Tento článok napísal špeciálne pre čitateľov Kozmosu a jeho pohľad nie je len stroho vedecký. V prvej časti nás zoznamuje s antarktickou pevninou, v druhej takmer osobne cez vyjadrenie vlastných pocitov a trošku filozofie nás vovedie do úplného stredu diania, aby v tretej, poslednej, zavŕšil pomocou vedeckých výsledkov svoju pravdivú rozprávku.

Pomerne veľký mikrometeorit o rozmeroch 300–400 mikrónov medzi čiastočkami pozemských hornín, zhromaždených v meteorologickom kontajneri v Campo Icaro.

GIORDANO CEVOLANI, FISBAT Bologna
(Pre časopis KOZMOS)

Prečo Antarktída? Súčasná zemepisná poloha Antarktídy, izolovanej v polárnych oblastiach a pochovanej pod hrubým ľadom, je výsledkom dlhého a zložitého vývoja, ktorý ešte stále pokračuje. Mnoho aspektov tohto vývoja ešte stále dobre nechápeme. Antarktída je pevnina s rozlohou 13 miliónov km^2 (väčšia než jeden a pol Európy) a z väčšej časti nepreskumaná. Zvláštna geografická poloha, fyzikálne podmienky, vzdialenosť od zdrojov znečistenia a malé pôsobenie ľudí, robia z Antarktídy špeciálnu oblasť umožňujúcu pohľad na planétu ako celok, hlavne ak sa skúmaju vplyvy činnosti ľudstva na životné prostredie. Antarktída tiež poskytuje dobrý pohľad na javy súvisiace so vzťahmi Slnko–Zem a je ideálnym miestom pre astronomické pozorovania a pre pozemné skúšky vesmírnych experimentov. Špičkové technológie používané medzinárodnými výskumnými skupinami a skúsenosti získané počas rokov vedeckých výskumov v tejto oblasti sú ďalším stimulom hlavne v odboroch, ktoré sa stávajú životne dôležitými, ako napr. štúdium úbytku ozónu a skleníkový efekt.

Zmluva o Antarktíde a SCAR

Medzinárodná zmluva o Antarktíde a nedávny madridský protokol položili základy pre dlhodobý vedecký výskum a mierovú spoluprácu pri prieskume posledného a najmenej pohostinného kontinentu. Antarktída nepatrí žiadnemu štátu, pričom antarktická zmluva reguluje prítomnosť na kontinente. Zmluva o Antarktíde bola podpísaná 12 štátmi (Argentína, Austrália, Belgicko, Chile, Francúzsko, Japonsko, Nový Zéland, Nórsko, Juhoafrická republika, Rusko, Veľká Británia a Spojené štáty) a začala platiť 23. júna 1961. Priniesla nasledovné výsledky:

1. Zmrazenie teritoriálnych nárokov;
2. Zákaz vojenských aktivít, nukleárnych výbuchov a ukladania jadrového odpadu;
3. Slobodu vedeckého výskumu s povinnosťou oboznamovať ostatné národy s vysielaním vedeckých expedícií alebo budovaním výskumných staníc;
4. Medzinárodnú spoluprácu vo vedeckých aktivitách so slobodnou výmenou informácií a ľudí. Všetky krajiny, ktoré pristúpili ku Zmluve majú právo prístupu na kontinent, právo uskutočňovať mierové aktivity na celom kontinente, bez akéhokoľvek obmedzenia.

Počas Medzinárodného geofyzikálneho roku (IGY) v rokoch 1957–58 medzinárodná vedecká komunita vytvorila Vedecký výbor výskumu v Antarktíde (Scientific Committee on Antarctic Research – SCAR). SCAR je medzinárodné vedecké fórum členských krajín Zmluvy. SCAR sa skladá z nasledovných častí:

1. Výkonný výbor, ktorý skúma návrhy na vedeckú spoluprácu predložené členskými krajinami;
2. Stála pracovná skupina vytvorená z expertov z rozličných vedeckých oblastí na schvaľovanie a koordináciu výskumu a vedeckých aktivít na kontinente a diskusiu výsledkov;
3. Interdisciplinárne pracovné skupiny špecialistov, ktoré sa zaoberajú špeciálnymi problémami, často globálneho významu.

Život v Antarktíde

Miesto vybrané pre postavenie talianskej stálej základne, ktoré sa volá Terra Nova Bay Station, je na pobreží v Severnej Viktóriinej krajine medzi ľadovcami Campbell a Drygalski. Názov dostalo po veľrybárskom parníku Terra Nova, postavenom v roku 1884, ktorý bol loďou poslednej Scottovej výpravy. Základňa leží na 74° južnej šírky a 164° východnej dĺžky. Antarktída nie je ľahko dosiahnuteľným miestom a preto vzhľadom k nákladom, všetky výskumy sú tak komplexné ako to len ich povaha dovoľuje. Jednotlivé experimenty prebiehajú v táboroch, často značne vzdialených od základne, ktoré sú dosiahnuteľné len vrtulníkom. Výskumníci žijú často dlhé obdobia v príbytkoch zo sklovitej živice tvaru červeného jablka a výskumy vedú aj v zložitých meteorologických podmienkach, v ktorých je jediným kontaktom so svetom rádiové spojenie so základňou. Z týchto dôvodov kandidáti na pobyt v Antarktíde absolvujú prísne lekárske a psychologické vyšetrenia a podrobujú sa tréningovým pobytom v Alpách vo veľkých výškach.

Moje dobrodružstvo na stanici Terra Nova Bay Station začalo začiatkom decembra 1994 počas desiatej talianskej expedície, keď po dlhej Antarktickej zime začínalo leto. Koncom novembra po viac ako 25 letových hodinách z Ríma cez Los Angeles a Auckland sme pristáli v Christchurchi na južnom ostrove Nového Zélandu. Bolo to posledné miesto civilizovaného sveta pred nastúpením do vojenského lietadla Hercules C-130 letiaceho do Antarktídy. Po 6-hodinovej ceste, počas ktorej členovia výpravy

museli komunikovať len posunkami vzhľadom na neznesiteľný hluk vo vnútri lietadla, Hercules pristál pomocou svojich obrovitých lyží priamo pred talianskou základňou. Veľká únava naakumulovaná v posledných dňoch z nás spadla, keď sa otvorili veľké vráta lietadla a pred nami sa zjavila surealistická krajinka s vrchmi osvetlená odrazeným a rozptýleným svetlom na ľadovcoch.

Naša základňa je podobná malej dedine, skladá sa zo skupiny červených a modrých budov pokrývajúcich plochu približne 4000 štvorcových metrov, 2 pristávacích plôch pre helikoptéry, 2 hangárov, prístavného móla pre čln a vedeckých observatórií. Obýva ju spoločnosť približne 70 ľudí, vrátane výskumníkov, technikov, obslužného personálu, vodcov a pilotov vrtulníkov.

Práca začala ihneď, pretože antarktické leto je veľmi krátke. Nič nás neoboznamovalo s plynutím hodín, keďže Slnko bolo stále na oblohe opisujúc úplne kruhy nad horizontom.

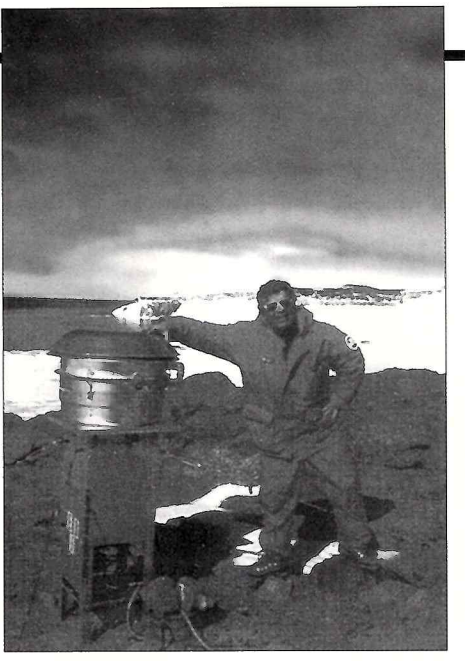
Mojím prvým obydlím mimo základňu, dosiahnuteľným snežným skútrom, bol v prvých dňoch decembra Campo Icaro vzdialený 3–4 km od základne. Cesta na skútri je skutočne fascinujúca, pretože počas nej máte možnosť uvidieť z bezprostrednej blízkosti množstvo zvierat ako napr. tulene, tmavohnedé polárne čajky a tučniaky. Pri viditeľnosti tuleňov musíte byť minoriadne opatrný, aby ste nespadli do niektorej z dier v ľade, cez ktoré tieto zvieratá vyliezajú von. V Campo Icaro sme zbierali každý deň aerosoly, častice prirodzeného, kozmického pôvodu i pochádzajúceho z ľudskej činnosti, prenesené vetrom. Používali sme zariadenia podobné pumpám na vzduch, ktoré boli schopné zachytiť aerosoly a roztriediť ich podľa rozmerov.

Niekoľko dní pred Vianocami, delegácia tučniakov navštívila Campo Icaro. Druh tučniakov pobývajúcich v okolí dosahoval výšku pol metra. Tieto najznámejšie antarktické vtáky sú skutočne veľmi priateľské, aj keď sa vyhýbajú tesným kontaktom. V Antarktíde žije 8 druhov tučniakov obývajúcich husto mnohé lokality – ich telá dosahujú až 90 % biomasy vtákov obývajúcich kontinent. V tých dňoch pristála v zálive pri základni aj talianska loď, ktorá doviezla vedecké prístroje, rôzny materiál a jedlo. Stravovanie v Antarktíde hrá dôležitú úlohu, pretože vplýva na chovanie a medziľudské vzťahy na základni, keďže stimuluje dobrú náladu. Drsné antarktické prírodné prostredie môže značne ovplyvniť život človeka. Je preto dôležité študovať prispôsobovanie človeka týmto podmienkam. Izolácia poškodzuje imunitný systém, čo môže viesť k depresiám.

Antarktída je miestom ohromných kontrastov a vytvárania silných dojmov. Človek môže prejsť z neskrotnej eufórie pohľadu na fascinujúcu scenériu, ktorá má v skutočnosti len málo pozemských znakov do úzkosti z hlbokej samoty. Tá istá osoba môže upadnúť do meditácií spôsobených nerealistickým a takmer nebeským tichom, čo niekedy vedie k hľadaniu vnútornej rovnováhy a odmietaniu normálneho života prejavujúce sa úplnou izoláciou vo výskume. Pocity, vzrušenia, ktoré môžeme popísať niekoľkými slovami: „antarktická choroba", ktoré možno interpretovať v kladnom i zápornom zmysle. Podivná choroba, ktorá vedie mnohých z nás späť do tejto ľadovej púšte, ktorá má neodolateľný pôvab. Pre tých, ktorí sa nevrátia, zostáva v mysliach navždy neopakovateľná skúsenosť.

Antarktída – bájna baňa kozmického prachu: obrovské mikrometeority

Kozmický prach je termín, ktorý popisuje čiastočky menšie než 0,1 mm, ktoré sa neroztavili teplom z trenia počas preletu cez atmosféru a vďaka ich



Meteorologický kontajner, zhromažďujúci troposferické aerosoly v Campo Icaro, 3–4 km od základne.

veľkým povrchom v pomere k hmotnosti, vytvoreného tepla sa zbavili vyžarovaním. Premenou svojej kinetickej energie na žiarenie sú tieto čiastočky silne pribrzdené skôr ako dosiahnu ablačnú teplotu. Potom sú schopné dosiahnuť zemský povrch pôsobením gravitácie veľmi nízkymi rýchlosťami (rádove m/s) – z toho je ich pomenovanie mikrometeority. Medzi mikrometeoritmi sa tiež nájdu pretavené častice, ako produkty ablácie z povrchu väčších častíc. Už tri desaťročia sú mikrometeority (s priemerom pod 50 mikrometrov) zbierané v zemskej stratosfére, zatiaľ čo sa predpokladá, že väčšie častice (nad 100 mikrometrov) sa vyparia pri vstupe do atmosféry.

Kozmický prach predstavuje pre nás materiál, ktorý nie je zastúpený medzi meteoritmi. Najdôležitejší je špongiovitý, pórovitý materiál, ktorý nemohol prežiť let cez atmosféru vo veľkých hmotnostiach (napr. materiál z komét) a častice medzihviezdneho prachu pochádzajúce z priestorov mimo Slnečnej sústavy. Z pozorovaní rozličnými metódami v rozličných intervaloch hmotností je možné vytvoriť jednoduchú distribučnú funkciu medziplanetárnych telies prichádzajúcich k celému povrchu Zeme za rok platnú pre rozsah hmotností pokrývajúcich 36 rádov (10^{-21}–10^{15} kg). Štatistika kumulatívnych čísel vo vnútri jednotlivých intervalov hmotností je pomerne nepresná v blízkosti oboch hraníc každého intervalu a len superpozícia pozorovaní rozličnými metódami v rôznych rozsahoch hmotností zmenšuje nepresnosti. Zistilo sa, že toky v rozsahu hmotností od mikrogramových po miligramové častice reprezentujúce oblasť radarových častíc a veľkých mikrometeoritov, sú najhoršie známe zo všetkých údajov o tokoch v oblasti od 50 mikrometrov do 1 milimetra v priemere, ktorá vytvára prechodovú populáciu medzi medziplanetárnymi prachovými časticami a meteoritmi a predstavuje takmer 80 % všetkej meteorickej hmoty (s výnimkou výnimočných, veľkých impaktov s hmotnosťou väčšou ako 10^{11} kg) dopadajúcej na Zem.

Vstup do atmosféry týchto veľkých kozmických častíc poskytuje dôkaz, že len častice s nízkou geocentrickou rýchlosťou prežijú čiastočne roztavené a neroztavené bez toho, aby sa vyparili. Podmienku nízkej rýchlosti spĺňajú niektoré asteroidy a kométy s nízkym sklonom.

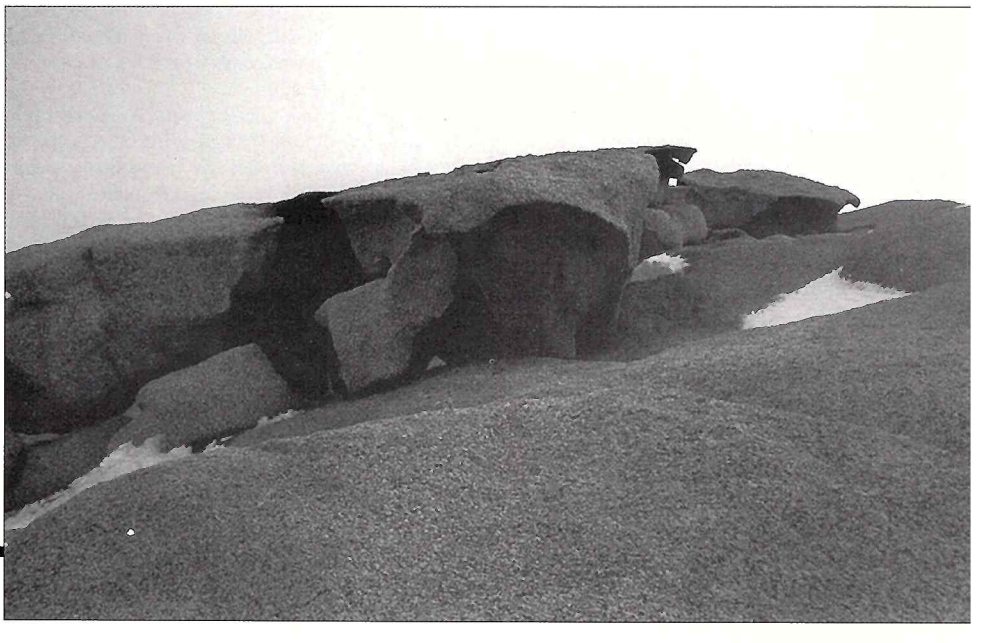
Na Zem sa ukladajú desiatky ton kozmického prachu, ale je mimoriadne ťažké odlíšiť ho od obrovského množstva prachu pozemského pôvodu. Existujú 2 prístupy k riešeniu tohto problému:

1. zachytenie kozmického prachu vo veľkých výškach v atmosfére;
2. návrat kozmických častíc zo sedimetov z hĺbky morí alebo z polárnych (arktických alebo antarktických) ľadov.

Antarktický ľad je mimoriadne dôležitým zdrojom veľkých mikrometeoritov, ktoré majú udivujúcu rôznorodosť, čo sa týka ich chemického, aj mineralogického zloženia. Majú veľa podobných znakov s uhlíkatými chondritmi a medziplanetárnymi prachovými časticami. Je dokázané, že niektoré neroztavené alebo čiastočne roztavené častice majú neznáme chemické zloženie, prinajmenšom čo sa týka porovnania s meteoritmi, dokumentovanými v modernej dobe. Toto môže rozšíriť naše vedomosti o:

- novej populácii objektov Slnečnej sústavy;
- iných medziplanetárnych telesách prichádzajúcich k Zemi dnes;
- procesoch v slnečnej prahmlovine. Nedávny objav novej populácie malých asteroidov s extrémne veľkých zastúpením ľahkých prvkov napovedá, že v Slnečnej sústave je množstvo populácií malých telies.

Existuje ešte jeden veľmi dôležitý aspekt. Hmotnostné rozdelenie meteoridov má úzky vrchol pri $1{,}5\times10^{-5}$ g zodpovedajúce časticiam s rozmermi 200 mikrometrov. To je v zhode s predpovedou existencie populácie úlomkov za zrážok špirálujúcich ku Slnku pod vplyvom Poytingovho-Robertsonovho efektu. Tieto boli nedávno nájdené radarmi schop-



Zriedkavo veľký meteorit (ide o obyčajný chondrit, vážiaci 1 kg), ktorý našli členovia talianskej expedície v roku 1993/94 v pohorí Frontier Mountains.

nými monitorovať veľké úlomky slabých meteorov s rozmermi 100–200 mikrometrov práve na hranici citlivosti, doteraz nezaznamenanými konvenčnými radarmi.

Kozmický prach predstavuje zdroj troposférických častíc (aerosolov). Medzi klasické zdroje antarktických aerosolov patria:

1. čiastočky zemskej kôry zo suchých údolí Antarktídy samotnej a zo susedných kontinentov,
2. aerosoly z morskej soli,
3. mimozemské úlomky,
4. produkty znečistenia vytvorené ľudstvom,
5. aerosoly z vyparovania a z vulkanických emisií do atmosféry,
6. produkty „mimoriadne obohatené" ťažkými kovmi z úlomkov kôry.

Aerosoly zo zberačov vo vnútri Antarktídy obsahujú najmä:

- sulfáty, ale nie z morskej soli, pravdepodobne z biogénnych zdrojov (70 %),
- morskú soľ prenesenú z oceánov (25 %),
- úlomky z kôry pravdepodobne vetrom premiestnené z púští (4 %),
- aerosoly z mimozemských častíc (1 %).

Predbežná analýza mineralógie vetrom naviatych veľkých častíc (až do rozmerov 1 milimetra) zachytených na zberačoch pokrytých viskóznymi látkami vo vnútri meteorologických kontainerov v blízkosti Campo Icaro ukázala, že veľké mikrometeority sú nápadne vzácne medzi ostatnými časticami pozemského pôvodu. Mineralogický výskum ukázal, že:

Pohľad na základňu Terra Nova Bay.

a) tieto častice sú tvorené jednoduchými kryštálmi s nízkou alebo žiadnou mineralizáciou
b) úlomky ukazujú na malý počet zrážok medzi kryštálmi
c) niklo-chrómové častice môžu indikovať systematické znečisťovanie
d) niekoľko častíc rozmerov 300–400 mikrometrov s olivínom a živcom naznačuje mimozemský pôvod (pôvodne uhlíkaté chondrity?)

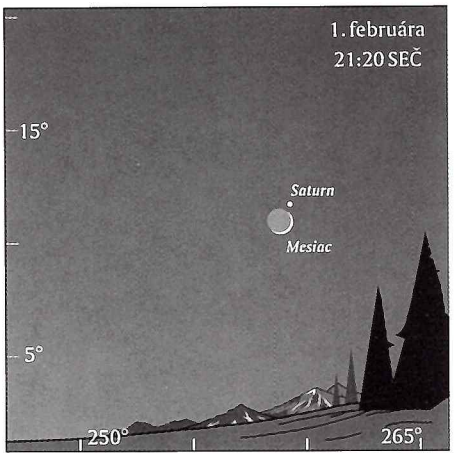
Mechanizmus sústreďovania kozmického prachu v polárnych oblastiach sedimentačnými procesmi, vyskytujúci sa v sezónne rozpustených jazerách na ľadovcoch v blízkosti pobrežia, je považovaný za rozhodne efektívnejší mechanizmus než prenos týchto veľkých častíc v dobe kamennej. Takéto depozity kozmického prachu boli nájdené na mnohých miestach v tzv. antarktickom modrom ľade. Na ľadovci Nansen (30–40 km od základne v Terra Nova Bay) existuje približne 200 sezónnych jazier, ktorých umiestnenie nie je závislé na čase a vytvárajú sa v lokálnych priehlbinách na povrchu, kde je prach sústreďovaný sedimentačnými procesmi. Predpokladá sa, že proces sústreďovania prebieha tak, že po dopade do priehlbiny ľad časticu uzavrie. Ľadovec pomaly tečie a so sebou nesie aj časticu smerom k pobrežiu. V lete sa ľad rozpustí a uvoľnené častice možno nájsť v plytkých bazénoch.

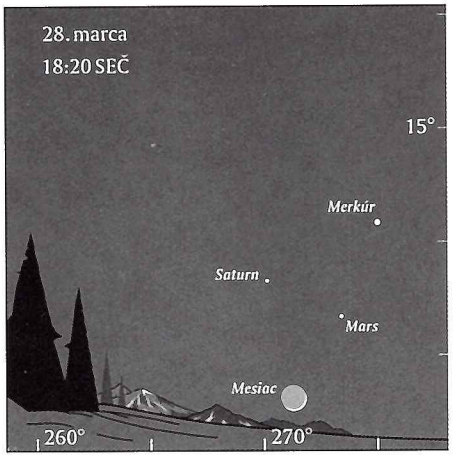
Veľké mikrometeority vstupujúce do zemskej atmosféry sú heterogénnejšie v stavbe i mineralógii v porovnaní s materiálom reprezentovaným meteoritmi. Tesná súvislosť týchto materiálov s uhlíkatými chondritmi je vcelku akceptovaná. Keďže sa ukazuje, že aj značná časť asteroidov sa skladá z materiálu podobného uhlíkatým chondritom, je celkom pravdepodobné, že mikrometeority s rozmermi 50–200 mikrometrov v skutočnosti reprezentujú vzdialené asteroidy.

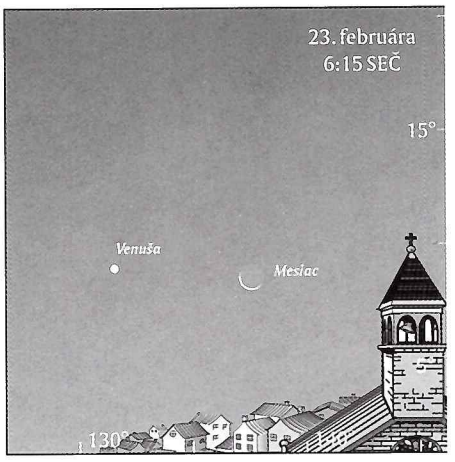
Z častíc s rozmermi 100–200 mikrometrov je až 85 % sférického tvaru. Patria sem chondritické kamene, chondritické sklá a železo-niklové sférule. Zvyšných 15 % sú pórovité materiály. Naopak, antarktické častice sú obecne menšie čo do rozmerov (50–100 mikrometrov). Izotopická analýza obsahu uväznených inertných plynov (napr. neón) potvrdzuje mimozemský pôvod pre značnú časť nepravidelných častíc a malú časť sférických častíc, pričom sa ukazuje, že časť svojho života strávili tieto častice v priestore ako mikrometeoroidy. V prospech tohto záveru hovorí aj skutočnosť, že antarktické veľké mikrometeority nie sú kontaminované organickými zlúčeninami (s výnimkou bakteriálneho znečistenia) na rozdiel od častíc vybraných z modrého ľadu v Grónsku, ktoré sú kontaminované.

Preložil, upravil a predslov napísal
RNDr. JÁN SVOREŇ, DrSc.

Erózia hornín (vľavo) a modrého ľadu (vpravo), spôsobená katabatickými vetrami v Antarktíde.







Obloha v kalendári február marec

Pripravili: ROMAN PIFFL, PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK **Všetky časové údaje sú v SEČ**

Február a marec môžeme pokojne nazvať mesiacmi zákrytov a zatmení. Hoci tie najzaujímavejšie – úplné zatmenie Slnka 26. februára a čiastočné polotieňové zatmenie Mesiaca – si u nás veľmi neužijeme, stále zostane pre pozorovateľov v našich zemepisných šírkach dosť úkazov, ktoré stoja za pozornosť. Z planét budeme môcť sledovať len tie vnútorné, planétky sa zúčastňujú najmä na zákrytových úkazoch. Zaujímavé bude sledovať kosáčik mladého Mesiaca na večernej oblohe 27. februára a 28. marca. Aj tento rok budeme v občianskom živote používať letný čas, zmena nastane v noci z 28. na 29. marca. Jar sa tento rok začína 20. marca pred deviatou večer.

Planéty

Merkúr po januárovej najväčšej západnej elongácii vstúpi do hornej konjunkcie so Slnkom 22. februára doobeda. Z konjunkcie sa rýchlo vymaní a už začiatkom marca vystúpi na rannú oblohu. V najväčšej východnej elongácii (maximálne 19° od Slnka) bude planéta 20. marca. Geometrické podmienky tejto elongácie sú pomerne priaznivé, Merkúr krátko pred svitaním nájdete zhruba 10° nad východným obzorom, kde sa jeho jasnosť bude pohybovať v období najlepšej viditeľnosti okolo +0,5 mag. Na poslednú chvíľu sa nám podarilo získať informáciu, podľa ktorej by mal 4. marca nastať zákryt hviezdy SAO 146752 planétou Merkúr. O pozorovateľnosti tohto úkazu u nás sa môžete informovať na ktorejkoľvek hvezdárni.

Venuša je v najlepšej forme – 20. februára bude mať planéta najväčšiu jasnosť -4,7 mag, 27. marca potom Venuša dosiahne najväčšiu západnú elongáciu (47° od Slnka). Venuša sa v role Zorničky udrží až do septembra, pravda, len nízko nad juhovýchodným obzorom.

Mars je v strede pozornosti najmä vďaka sonde Mars Global Surveyor, ktorá by 15. marca mala začať komplexné mapovanie Červenej planéty. Samotný Mars sa pre pozemského pozorovateľa nachádza na večernej oblohe, kde prechádza z Vodnára do súhvezdia Rýb. Má jasnosť +1,2 mag a blíži sa do konjunkcie so Slnkom, ktorá nastane 12. mája.

Jupiter bude v konjunkcii so Slnkom už 23. februára, planétu teda voľným okom uvidíme na rannej oblohe až v apríli. Ešte predtým, 26. marca, však o 12:45 SEČ nastane zákryt Jupitera Mesiacom. Na dennej oblohe však úkaz veľmi výrazný nebude, napriek tomu si svoje sily a skúsenosti môžete overiť.

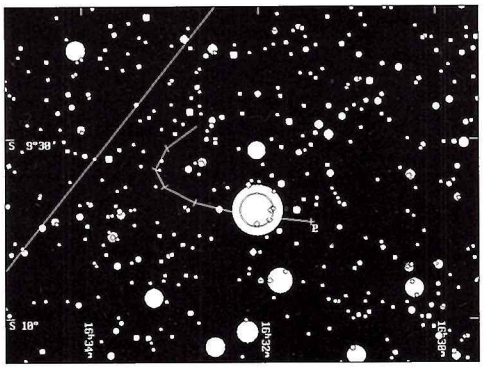
Saturn nájdete stále na večernej oblohe. Pohybuje sa v súhvezdí Rýb, dosahuje jasnosť +0,7 mag, jeho výška nad obzorom však rýchlo klesá, pretože už 13. apríla aj Saturn dospeje do konjunkcie so Slnkom.

Urán a **Neptún** absolvovali konjunkciu so Slnkom v januári a na rannú oblohu sa príliš nepoháľajú. Najlepšie podmienky na sledovanie tejto dvojice budú až na jeseň. Najzaujímavejším na oboch planétach teda bude azda 50. výročie od objavu Uránovho mesiaca Mirandy, ktorý urobil G. Kuiper 16. februára 1948.

Pluto sa nachádza na rannej oblohe, kde v súhvezdí Hadonosa svieti ako hviezdička s jasnosťou +14,2 mag.

Efemerida Pluta (február–marec 1998)

dátum	RA(2000.0)	D(2000.0)	mag
1. 2. 1998	16 31.4	–9 43.9	14.3
11. 2. 1998	16 32.2	–9 42.7	14.3
21. 2. 1998	16 32.7	–9 40.7	14.3
3. 3. 1998	16 33.1	–9 38.1	14.3
13. 3. 1998	16 33.2	–9 35.0	14.3
23. 3. 1998	16 33.0	–9 31.5	14.3
2. 4. 1998	16 32.7	–9 27.9	14.3



Pluto 1. 2.–2. 4. 1998, int 10 dní, * do 15. mag.

Planétky

Z malých telies slnečnej sústavy dosiahnu hranicu desiatej vizuálnej magnitúdy dve planétky – **(3) Juno** a **(6) Hebe**. Ich jasnosť však prekročí magickú desiatku len o málo. Bližšie údaje nájdete v tabuľke efemeríd. Zaujímavé sú niektoré tesné priblíženia planétok k Zemi, najbližšie zo známych telies bude 28. februára planétka 1988 EG, ktorá Zem minie vo vzdialenosti 0,036 astronomickej jednotky, teda približne 5,4 milióna kilometrov.

Oveľa zaujímavejšia je ale tabuľka zákrytov. Podľa predpovedí IOTA by vo februári a v marci malo nastať až 13 priblížení či zákrytov niektorej jasnejšej hviezdy. Perný bude najmä 14. február, keď v predpovediach nájdeme hneď tri úkazy. Najzaujímavejší je rozhodne úkaz, v ktorom planétka **(1116) Catriona** prejde popred hviezdu **beta Aurigae** (SAO 40750), ktorá má jasnosť 1,9 magnitúdy. Zmena jasnosti hviezdy o dvanásť magnitúd v prípade centrálneho zákrytu potrvá 4 sekundy. Úkaz nastane

Zákryty hviezd planétkami (febr.-marec 1998)

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

Dátum	Poz.int.UT		Planétka	hviezda SAO	mag	dm	dur	h*	hM	el	%
Feb 04	22h50	23h20	* 569 Misa	98393	9.20	4.1	8	57	17	76	60+
Feb 14	18h10	18h30	449 Hamburga	92836	9.25	5.1	3	38			
Feb 14	18h05	18h35	1116 Catriona	40750	1.90	12	4	80			
Feb 14	20h10	20h40	* 790 Pretoria	*1222 1009	9.53	5.0	8	30	8	140	89–
Feb 15	02h00	02h30	394 Arduina	139 380	8.70	6.1	14	39	40	16	88–
Feb 15	23h00	23h30	417 Suevia	*712 339	9.40	5.2	10	25	24	115	82–
Feb 18	17h30	18h00	* 66 Maja	*1887 1448	8.80	4.1	35	61			
Feb 28	23h12	23h42	* 506 Marion	*2406 250	10.88	2.8	9	31			
Mar 11	23h00	23h30	* 94 Aurora	58323	9.17	4.4	14	24	47	72	99+
Mar 20	00h25	00h55	405 Thia	P192583	9.50	1.9	23	13	10	105	63–
Mar 21	18h45	19h15	* 39 Laeticia	95235	6.75	4.7	9	50			
Mar 26	21h10	21h40	* 578 Happelia	78830	8.60	5.2	7	42			
Mar 28	23h15	23h45	1258 Sicilia	P194002	9.90	5.5	4	32			

hviezda: označenie hviezdy v katalógu SAO (* – katalóg GSC, **P** – katalógPPM); **Vmag**: viz. jasnosť hviezdy; **dm**: pokles jasnosti **dur**: trvanie zákrytu v sekundách; **h***: výška hviezdy nad obzorom; **hM**: výška Mesiaca nad obzorom; **el**: uhlová vzdialenosť Mesiaca; **%**: percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

U planétiek označených * nastane veľmi tesná konjunkcia, ich pozorovaniu venujte zvýšenú pozornosť a samozrejme si nenechajte ujsť zákryt jasnej hviezdy SAO 40750 (beta Aurigae) 14. februára!

Efemeridy planétiek (február–marec 1998)

dátum	RA(2000.0)	D(2000.0)	mag
(27) Euterpe			
1. 2. 1998	05 24.1	+23 37.9	9.9
11. 2. 1998	05 28.5	+23 49.3	10.1
21. 2. 1998	05 36.4	+24 01.0	10.4
3. 3. 1998	05 47.3	+24 10.9	10.6
13. 3. 1998	06 00.8	+24 16.9	10.8
23. 3. 1998	06 16.3	+24 17.1	10.9
2. 4. 1998	06 33.4	+24 09.7	11.1
(6) Hebe			
1. 2. 1998	16 30.0	−8 10.6	10.3
11. 2. 1998	16 42.4	−8 02.3	10.2
21. 2. 1998	16 53.7	−7 44.7	10.1
3. 3. 1998	17 03.7	−7 18.0	10.0
13. 3. 1998	17 12.3	−6 42.9	9.8
23. 3. 1998	17 19.2	−6 00.3	9.7
2. 4. 1998	17 24.0	−5 11.8	9.5
(3) Juno			
1. 2. 1998	12 24.2	−2 47.6	9.3
11. 3. 1998	12 22.4	−1 54.4	9.1
21. 3. 1998	12 18.2	−0 43.3	9.0
3. 3. 1998	12 12.0	+0 42.1	8.9
13. 3. 1998	12 04.5	+2 15.7	8.7
23. 3. 1998	11 56.5	+3 49.6	8.7
2. 4. 1998	11 49.0	+5 16.1	8.9
(4) Vesta			
1. 2. 1998	01 49.5	+5 11.4	8.2
11. 2. 1998	02 01.0	+6 42.6	8.3
21. 2. 1998	02 13.6	+8 14.4	8.3
3. 3. 1998	02 27.0	+9 45.6	8.4
13. 3. 1998	02 41.3	+11 15.0	8.4
23. 3. 1998	02 56.3	+12 41.5	8.5
2. 4. 1998	03 12.0	+14 04.2	8.5

medzi 19:05 a 19:35 SEČ 14. februára a bude, samozrejme, viditeľný aj voľným okom.

Hoci náš **Mesiac** medzi planétky vonkoncom nepatrí, ak tu píšeme o zákrytoch, spomeňme na tomto mieste zákryt hviezdokopy **Hyády** Mesiacom. Mesiac bude popred hviezdokopu prechádzať večer 4. marca. Prvý zákryt nastane o 18:13 SEČ, posledný 5. marca o 0:09 SEČ.

Mesiac zakryje aj Slnko, **úplné zatmenie** nastane 26. februára o 18:35 SEČ. Pás totality prechádza cez sever Južnej Ameriky a končí za ostrovmi Galapágy. Ak teda máte peniaze nazvyš, môžete si spraviť generálku pred európskym zatmením, ktoré nastane už na budúci rok, 11. augusta 1999.

Kométy

Hale-Bopp, kométa storočia, už nie je ani z južnej pologule viditeľná voľným okom. A ani žiadna iná kométa, či už na južnej, alebo na severnej oblohe, sa hranici +6 magnitúd neblíži. Pozornosť však práve teraz púta kométa dávno známa, materské teleso meteorického roja **Leonidy**, známeho mohutnými meteorickými dažďami, kométa **55P Tempel-Tuttle**. Toto teleso dosiahne 27. februára perihélium a v tomto období by jeho jasnosť na oblohe mala dosiahnuť zhruba +8 magnitúd. Prvé záznamy o pozorovaní tohto objektu pochádzajú z roku 869, štúdium historických prameňov dokázalo pozorovanie kométy aj v rokoch 1366 a 1699. Meno však dostala až podľa pozorovateľov z deväťnásteho storočia, keď ju nezávisle na sebe objavili naprv 19. decembra 1865 Tempel v Marseille a potom 5. januára 1866 Tuttle v americkom Harvarde. Po veľkom meteorickom daždi v novembri 1866 kométu označil Oppolzer za materské teleso tohto roja s radiantom v súhvezdí Leva.

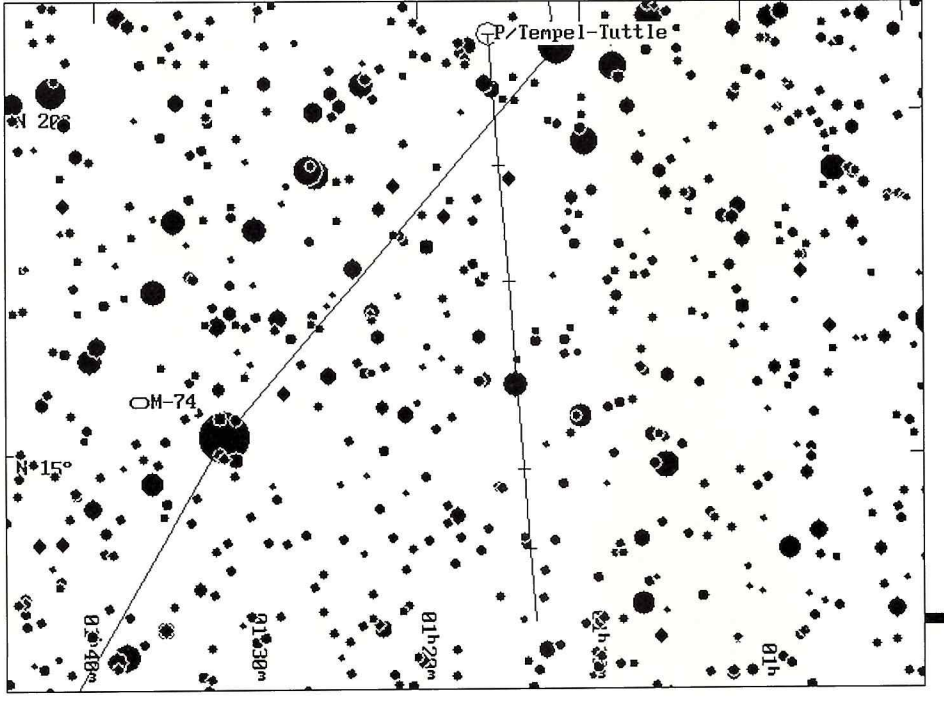
104P Kowal 2

dátum	α2000.0	δ2000.0	mag
5. 2.	01 14 47,3	+09 41 18	+13,7
10. 2.	01 30 07,9	+10 12 57	+13,7
15. 2.	01 45 48,4	+10 44 51	+13,7
20. 2.	02 01 47,1	+11 16 27	+13,7
25. 2.	02 18 02,4	+11 47 09	+13,7
2. 3.	02 34 32,3	+12 16 26	+13,7
7. 3.	02 51 14,3	+12 43 44	+13,8
12. 3.	03 08 05,7	+13 08 32	+13,8
17. 3.	03 25 04,2	+13 30 22	+13,9
22. 3.	03 42 07,3	+13 48 51	+13,9
27. 3.	03 59 12,7	+14 03 40	+14,0

Efemerida kométy 55P/Tempel-Tuttle

dátum	RA(2000.0)	D(2000.0)	r(AU)	delta(AU)	mag
1. 2. '98	01h19.0m	+29 15.0'	1.068	0.658	8.7
3. 2. '98	01h17.6m	+26 06.3'	1.055	0.720	8.8
5. 2. '98	01h16.5m	+23 28.3'	1.043	0.783	8.8
7. 2. '98	01h15.7m	+21 14.2'	1.032	0.846	8.9
9. 2. '98	01h15.0m	+19 19.1'	1.022	0.910	9.0
11. 2. '98	01h14.5m	+17 39.3'	1.013	0.973	9.1
13. 2. '98	01h14.0m	+16 11.7'	1.005	1.037	9.1
15. 2. '98	01h13.6m	+14 54.3'	0.997	1.099	9.2
17. 2. '98	01h13.3m	+13 45.1'	0.991	1.161	9.2
19. 2. '98	01h13.0m	+12 42.9'	0.986	1.221	9.3
21. 2. '98	01h12.7m	+11 46.6'	0.982	1.281	9.4
23. 2. '98	01h12.5m	+10 55.1'	0.979	1.339	9.4
25. 2. '98	01h12.2m	+10 07.9'	0.977	1.396	9.5
27. 2. '98	01h12.0m	+ 9 24.3'	0.976	1.452	9.6
1. 3. '98	01h11.8m	+ 8 43.9'	0.976	1.505	9.7
3. 3. '98	01h11.6m	+ 8 06.1'	0.978	1.558	9.8
5. 3. '98	01h11.5m	+ 7 30.8'	0.980	1.608	9.9
7. 3. '98	01h11.3m	+ 6 57.5'	0.984	1.656	10.0
9. 3. '98	01h11.1m	+ 6 26.1'	0.989	1.703	10.1
11. 3. '98	01h11.0m	+ 5 56.3'	0.994	1.748	10.2
13. 3. '98	01h10.8m	+ 5 28.0'	1.001	1.791	10.3
15. 3. '98	01h10.7m	+ 5 00.4'	1.009	1.832	10.4

Kométa 55P Tempel-Tuttle 7.–19. 2. 1998.



Pri terajšom návrate budeme môcť teleso pozorovať pri jeho ceste zo severu na juh. Vo februári bude prechádzať súhvezdím Rýb, kde sa zdrží až do konca marca, keď prejde do Veľryby. Najväčšiu jasnosť dosiahla kométa koncom januára, v nasledujúcich dvoch mesiacoch sa jej jasnosť bude meniť len pomaly, no koncom marca už bude menšia ako +11 magnitúd.

Vo februári a v marci prejde perihéliom ešte ďalších päť komét (pozri Kalendár úkazov), z nich najznámejšia je azda **104P Kowal 2**. Táto kométa bola pozorovaná v rokoch 1979 a 1991. Najväčšiu jasnosť dosiahne teleso v polovici februára, keď sa bude nachádzať v súhvezdí Rýb, necelých 15° východne od kométy Tempel-Tuttle. Efemeridu oboch telies nájdete v pripojenej tabuľke.

Meteory

Ani tento rok sa nič nemení – február a marec sú na meteory veľmi skúpe. Po januárových Kvadrantidách bývajú každoročne najbližším ďalším výdatným meteorickým rojom až **Lyridy** s maximom aktivity okolo 20. apríla. Pre tých, čo až do apríla nevydržia, pre poriadok uvedieme aspoň zoznam drobných rojov, ktorých aktivita prevýši aspoň o málo sporadické pozadie februárovej a marcovej oblohy: ω **Sagittaridy** (1. 2.), χ **Capricornidy** (13. 2.), δ **Leonidy** (26. 2.), **Virginidy** (15. 3.) a η **Virginidy** (18. 3.).

Noční obloha

Pomineme-li některá tělesa sluneční soustavy, pak je nejnápadnějším objektem zimní oblohy Sirius ze souhvězdí Velkého psa. Najdete jej jednoduše, nad jižním obzorem, vlevo dolů od výrazného Oriona.

Sirius je se svou hvězdnou velikostí –1,42 mag nejjasnější stálicí noční oblohy. Se vzdáleností asi devět světelných let je pak pátou Slunci nejbližší hvězdou a po Tolimanovi (alfa Centauri) dokonce druhou nejbližší hvězdou viditelnou bez dalekohledu. Svoji velkou roli sehrál mimo jiné i v dějinách lidstva – především v egyptské říši. V polovině července na Nilu připlouvala první vlna rozsáhlých a pro zdejší zemědělce životně důležitých záplav. Jejich příchod přitom spolehlivě předpovídal ranní, tzv. heliakální, východ Siria těsně před východem Slunce.

Původ jména hvězdy není příliš jasný. Mnozí řečtí etymologové jej však odvozují od slov „žár", „požár" či „výbuch". Pro Řeky a Římany totiž heliakální východ Siria předznamenával začátek nepříjemného období horka a sucha, tzv. „psích dní". Odtud také vyplývá další název „Psí hvězda".

Shodou okolností právě na Siriovi otestoval prvního ledna 1862 slavný americký optik Alvan Clark tehdy největší čočkový dalekohled světa o průměru 45 centimetrů. Když čekal, než se Sirius vynoří zpoza zdi protější budovy, všiml si, že se pouhé tři sekundy před jasnou hvězdou zjevil desettisíckrát slabší průvodce. Jako první tak na vlastní oči spatřil Siria B, jehož existenci o několik let dříve předpověděl F. W. Bessel. Ten si totiž všiml, že se jasná hvězda nepohybuje po obloze přímo, ale provádí malé kličky.

Od chvíle svého objevu se Sirius B stal středem pozornosti: má zářivý výkon stokrát menší než Slunce, co do hmotnosti se však naší denní hvězdě zcela vyrovná, jeho rozměry jsou přitom takřka zanedbatelné. Proto má v astronomických kuloárech přezdívku Štěně. Jasnější složka dvojice, kterou nazýváme Sirius A, je hvězda hlavní posloupnosti s povrchovou teplotou 9200 kelvinů. Její průměr je 1,6

Kalendár úkazov

deň	čas	úkaz
1. 2.	21:36	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 1° severne
2. 2.		maximum **R Aql** (A=5,5-12,0 mag, P=284^d)
5. 2.	0:10	**zákryt** hviezdy SAO 98393 planétkou (569) Misa
6. 2.	1:48	minimum ζ **Gem** (A=3,62-4,18 mag, P=10,15073^d)
6. 2.	5:05	minimum β **Lyr** (A=3,25-4,36 mag, P=12,913834^d)
6. 2.	22:44	minimum β **Per** (A=2,12-3,39 mag, P=2,8673043^d)
8. 2.		planétka **(3800) Karayusuf** najbližšie pri Zemi (0,588 AU)
9. 2.	19:33	minimum β **Per**
9. 2.	21:21	minimum δ **Cep** (A=3,48-4,37 mag, P=5,366341^d)
9. 2.		planétka **(1951) Lick** najbližšie pri Zemi (0,524 AU)
11. 2.	11:23	**spln** Mesiaca
11. 2.		maximum **R Lyn** (A=7,2-14,3 mag, P=379^d)
12. 2.		planétka **(3361) Orpheus** najbližšie pri Zemi (0,1668 AU)
14. 2.	19:20	**zákryt** hviezdy SAO 92836 planétkou (449) Hamburga
14. 2.	19:20	**zákryt** hviezdy SAO 40750 planétkou (1116) Catriona
14. 2.	21:25	**zákryt** hviezdy GSC 1222 1009 planétkou (790) Pretoria
15. 2.	3:15	**zákryt** hviezdy SAO 139380 planétkou (394) Arduana
16. 2.	0:15	**zákryt** hviezdy GSC 712 339 planétkou (417) Suevia
16. 2.		**50. výročie** Kuiperovho objavu Mirandy, mesiaca planéty Urán
18. 2.	18:45	**zákryt** hviezdy GSC 1887 1448 planétkou (66) Maja
19. 2.		**525. výročie** narodenia Mikuláša Kopernika (1473)
20. 2.	2:30	najväčšia zdanlivá jasnosť **Venuše** (-4,7 mag)
22. 2.	9:30	**Merkúr** v hornej konjunkcii so Slnkom
22. 2.		planétka **(5590) 1990 VA** najbližšie pri Zemi (0,2383 AU)
22. 2.		maximum **R Aur** (A=6,7-13,9 mag, P=458^d)
22. 2.		maximum **R Ser** (A=5,2-14,4 mag, P=356^d)
22. 2.		maximum **RT Cyg** (A=6,0-13,1 mag, P=190^d)
23. 2.	9:48	**Jupiter** v konjunkcii so Slnkom
23. 2.		kométa **P/1991 S1 McNaught-Hughes** v perihéliu (2,116 AU, max. jas. +17 mag)
24. 2.		**30. výročie** objavu prvého pulzara
26. 2.	18:26	**nov** Mesiaca
26. 2.	18:35	**úplné zatmenie Slnka**, viditeľné na severe Juž. Ameriky, Galapágoch a v Karibiku
26. 2.		objekt Kuiperovho pása **1997 CQ29** v opozícii (40,176 AU, +22,6 mag)
27. 2.		večer mladý **Mesiac** nízko nad juhozápadným obzorom
27. 2.		kométa **55P Tempel-Tuttle** v perihéliu (0,977 AU, max. jasnosť +8 mag)
27. 2.		kométa **P/1997 G1 Montani** najbližšie pri Zemi (3,577 AU)
28. 2.		planétka **1988 EG** najbližšie pri Zemi (0,0316 AU)
1. 3.	0:27	**zákryt** hviezdy GSC 2406 250 planétkou (506) Marion
1. 3.	21:15	minimum β **Per**
1. 3.		kométa **104P Kowal 2** v perihéliu (1,397 AU, max. jasnosť +14 mag)
1. 3.		maximum **W Cet** (A=7,1-14,8 mag, P=351^d)
3. 3.		kométa **129P Shoemaker-Levy 3** v perihéliu (2,817 AU, max. jasnosť +17 mag)
4. 3.	18:13	**zákryt** Hyád Mesiacom (koniec 5. 3. o 0:09)
4. 3.		**zákryt** hviezdy SAO 146752 Merkúrom
5. 3.		kométa **P/1997 C1 Gehrels** najbližšie pri Zemi (4,582 AU)
5. 3.		kométa **C/1997 BA6 Spacewatch** najbližšie pri Zemi (5,575 AU)
10. 3.		kométa **C/1997 J2 Meunier-Dupouy** v perihéliu (3,058 AU)
12. 3.	0:15	**zákryt** hviezdy SAO 58323 planétkou (94) Aurora
13. 3.	5:20	čiastočné polotieňové **zatmenie Mesiaca**
13. 3.	5:34	**spln** Mesiaca
14. 3.		**Merkúr** v perihéliu
18. 3.		maximum **T Cet** (A=5,0-6,9 mag, P=159^d)
19. 3.		maximum **S Her** (A=6,4-13,8 mag, P=307^d)
20. 3.	0:40	**zákryt** hviezdy PPM 192583 planétkou (405) Thia
20. 3.	4:42	**Merkúr** v najväčšej východnej elongácii (19° od Slnka)
20. 3.	20:55	**jarná rovnodennosť** - začiatok astronomickej jari
21. 3.	20:00	**zákryt** hviezdy SAO 95235 planétkou (39) Laeticia
23. 3.		sonda **Cassini** v perihéliu (0,68 AU)
24. 3.		maximum **T Cam** (A=7,3-14,4 mag, P=373^d)
26. 3.	12:45	**zákryt** Jupitera Mesiacom (výstup 13:43)
26. 3.	22:25	**zákryt** hviezdy SAO 78830 planétkou (578) Happelia
27. 3.	19:24	**Venuša** v najväčšej západnej elongácii (47° od Slnka)
28. 3.	4:14	**nov** Mesiaca
28. 3.		večer mladý **Mesiac** nízko nad juhozápadným obzorom
29. 3.	0:30	**zákryt** hviezdy PPM 194002 planétkou (1258) Sicilia
29. 3.	2:00	**zmena SEČ na LSEČ** (posun hodín na 3:00)
30. 3.	4:29	minimum δ **Cep**
30. 3.		maximum **S CMi** (A=6,6-13,2 mag, P=333d)
31. 3.		planétka **(5145) Pholus** v opozícii (12,128 AU, +18,2 mag)

Slunce, hmotnost asi dvojnásobná. Štěně naproti tomu patří mezi tzv. bílé trpaslíky, horká jádra zaniklých hvězd. Jeho hmotnost se odhaduje na jedno Slunce, průměr na pouhých deset tisíc kilometrů. Je tedy menší než Země! Lehce si spočítáte, že má naprosto fantastickou hustotu. Jeden krychlový centimetr Siria B váží 2,3 tuny. Kolem společného těžiště obíhají s periodou asi padesát let. Vzdálenost systému byla stanovena na 8,7 světelného roku, během oběhu se proto hvězdy přiblíží až na osm astronomických jednotek a naopak vzdálí na třicet dva astronomických jednotek. (Astronomická jednotka je definována jako průměrná vzdálenost Země-Slunce, tedy 1, 496 milionu kilometrů.) Kdyby bylo Štěně stejně velké jako tečka na konci této věty, měl by Pes průměr asi deset centimetrů. Jejich vzdálenost by se pohybovala v rozmezí 45 až 210 metrů.

Určitě vás zajímá, jak by vypadalo Štěně při pohledu z hypotetické planety obíhající kolem Psa. Pohled by pro vás byl zřejmě velkým zklamáním. Ani tím sebevětším dalekohledem byste toho na povrchu průvodce moc neviděli. I když by se nacházel nejblíže, tedy osm astronomických jednotek, měl by úhlový průměr pouze jednu vteřinu. Tedy asi jako poloviční Neptun při pohledu ze Země. Zato by však byl nesmírně zářivý. Doslova a do písmene. Jeho jasnost by kolísala mezi –13 a –15 magnitudami. Byl by sice bodový, ale jasnější než je pro nás pozemšťany Měsíc v úplňku.

Máte nějaké šance spatřit Siria B na vlastní oči? Bohužel je téměř beznadějně utopen v záři jasnějšího společníka. Počátkem roku 1994 prošel periastrem (byl prostorově nejblíže k Siriovi A) a nyní se od něj až do roku 2023 vzdaluje. Pravděpodobnost na jeho nalezení tedy pomalu roste. Roku 1995 byl trpaslík od primární složky vzdálen 3, 1" v pozičním úhlu 231 stupňů, roku 2000 to již bude 4,6" a o deset let později 8,8". Za téměř třicet let pak dosáhne úhlová vzdálenost obou složek maximálních 11,2 úhlové vteřiny. Tehdy ho bude možné spatřit už ve dvaceticentimetrovém dalekohledu.

K nejjasnější hvězdě noční oblohy se váže ještě jedna legenda: před několika tisíci roky byl prý Sirius načervenalý. Do dnešních dob vybledl a je bílý. Dočtete se o tom v nejedné knížce věnované astronomii. Existuje také hned několik seriozních astrofyzikálních vysvětlení. Je například možné, že ještě před dvěma tisíci roky byl Sirius B červeným obrem. Nebo že před svítivějším Siriem A rychle prošel rozsáhlý oblak mezihvězdné látky, který způsobil jeho odmodrání, stejné jako provádějí molekulární oblaka v rovině Galaxie se vzdálenými hvězdami. Také je možné, že v těsné blízkosti Siria proletěla třetí, neznámá hvězda a došlo k vyvrhuntí oblaku látky, jenž fungoval obdobně jako červený filtr.

Všechny tyto úvahy se opírají o popisy několika starověkých vědců: o Ptolemaiův Almagest, o spisy filozofa Senecy a další. Skutečnost ale byla pravděpodobně mnohem jednodušší. Sirius byl červenou hvězdou, i když byl bílý. Nehledě na to, že jiní astarověcí básníci přirovnávali jeho zabarvení k „mořské modři" či čerstvě napadlému sněhu, Sirius pro Řeky a Římany představoval hvězdu oznamující začátek „psích dní". Pro toto období byla přitom typická rezavá barva. Také na starých vyobrazeních

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY PSA A ŠTĚNĚTE

	Štěně (Sirius B)	Pes (Sirius A)
pozorovaná hvězdná velikost	–1,46 mag	–8,45 mag
absolutní hvězdná velikost	1,41 mag	11,24 mag
průměr	1,6 Slunce	0,008 Slunce
zářivý výkon	25,4 Sluncí	0,038 Slunce
hmotnost	2,1 Slunce	1,1 Slunce

Na fotografii z druhé tzv. Palomarské prohlídky oblohy si můžete prohlédnou otevřenou hvězdokupu M 41. Sever nahoře, západ vpravo. Na výšku má snímek asi dvacet úhlových minut.

Siria představoval zrzavý vlk. Při pečlivě sledovaných heliakálních východech se pak tato stálice mohla jevit naoražovělá vlivem zemské atmosféry. Ostatně právě podle jeho zabarvení Egypťané předpovídali budoucnost: *Když vychází jasný a bílý, pak vody Nilu budou vysoké a vše bude hojné, jestliže ale vychází ohnivý a červený, bude válka...*

Jen necelé čtyři stupně jižně od Siria najdete jasnou otevřenou hvězdokupu M 41 (NGC 2287). Jako mlhavá skvrnka je viditelná i bez dalekohledu. Hvězdokupa je ale překrásným objektem pro malé dalekohledy, které ji zobrazí jako kruhovou skupinku asi dvaceti jasných hvězd různých barevných odstínů a mnoha hvězd slabších. Na jejím jihovýchodním okraji leží hvězda 12 Canis Maioris.

Vzdálenost M 41 se odhaduje na 2400 světelných let. Nejjasnější členku kupy najdete téměř přesně uprostředu. Má hvězdnou velikost 6,9 mag a je oranžovým obrem spektrální třídy K3 II. Součástí kupy je i několik dalších zářivých oranžových obrů. Věk M 41 se odhaduje na 200 milonů roků.

Na tmavé obloze, když budete mít dobrý výhled na jižní obzor, si určitě také všimnete, že jižní část souhvězdí Velkého psa obsahuje nápadně velký počet jasnějších hvězd. Není to žádná náhoda. Delta, eta, omikron$_1$, omikron$_2$ a sigma CMa jsou součástí asociace Canis Maioris OB1, jejíž střed leží asi dva a půl tisíce světelných let daleko. Velmi zajímavé bude, když se na tuto skupinku podíváte loveckým triedrem 7×50. Spatříte totiž množství hvězd s různými barevnými odstíny. Některé budou bílé (eta, omikron$_2$ CMa), jiné naopak naoranžovělé (sigma, omikron$_1$ CMa).

Zářivá epsilon Canis Maioris, jež tuto oblast ohraničuje ze západu, však k asociaci neptří. Leží jen v asi čtvtinové vzdálenosti. Zajímavé je, že se dříve její jasnost udávala kolem druhé magnitudy. Leží přeci jenom velmi nízko nad obzorem a tak fotoelektrická měření z hvězdáren na severní polokouli byla zřejmě značně nejistá. Přesné proměření na lépe položených jižních pozorovatelnách ovšem ukázalo, že jasnost epsilon CMa je přesně 1,49 mag. Těsně, ale přece tak patří mezi hvězdy 1. velikosti. Pro je také Velký pes, spolu s Orionem, Křížem a Kentaurem jediným souhvězdím, jež obsahuje dvě hvězdy první velikosti.

Fakt, že asociace CMa OB1 obsahuje i červené veleobry, naznačuje stáří skupiny. Je relativně stará, např. mnohem starší než asociace Orion OB1, jejíž věk se pohybuje kolem deseti milionů let.

Pro větší dalekohledy má Velký pes přichystánu zajímavou otevřenou hvězdokupu NGC 2362 obklopující jasnou tau CMa. Kupa má na první pohled podobu několika slabých hvězd těsně semknutých kolem jasné hvězdy (tau CMa, 4,4 mag). Při bedlivém pohledu jich ale uvidíte mnohem více. Ve větším zvětšení je sice úhlově malá (osm minut), ale pěkná a různorodá.

Vzdálenost NGC 2362 se odhaduje na čtyři a půl tisíce světelných let. To znamená, že modrá tau CMa, žhavá hvězda spektrální třídy O9Ib, musí mít absolutní jasnost kolem –7 mag. Tato hodnota koresponduje se svítivostí nejméně padesát tisíc Sluncí.

Pohodlněji spatříte NGC 2354, uprostřed mezi tau a delta CMa. Má průměr asi půl stupně a neobsahuje žádné jasné hvězdy. Jako mlhavá skvrnka s malým jasem je tudíž na první pohled lehce přehlédnutelná. Bočním pohledem ji ale rozeznáte snadno. V Sometu binaru 25x100 se vám může zdát zrnitá či z mlhavého podkladu může vystupovat pár velmi slabých hvězd. Určitě se na ni podívejte!

Nová planéta v Corona Borealis

Do katalógu extrasolárnych planét pribúdajú podchvílou novoobjavené objekty. Tím astronómov z Harvard University oznámil, že hviezdu Rho Coronae Borealis, ktorá leží vo vzdialenosti 80 svetelných rokov, obieha planéta s hmotnosťou Jupitera.

Planétu objavili pomocou už overenej techniky merania uhlovej rýchlosti, ktorou objavili aj väčšinu doteraz objavených, viac či menej potvrdených extrasolárnych planét. Doteraz nepomenovaná planéta má o desatinu väčšiu hmotnosť ako Jupiter, obieha materskú hviezdu vo vzdialenosti 0,23 AU. V našej slnečnej sústave by obiehala Slnko vo vnútri obežnej dráhy Merkúra. Planéta obehne Rho Coronae Borealis, (ide o hviezdu G0, magnitúda 5) za 39,6 pozemských dní. Materská hviezda je väčšia a horúcejšia ako Slnko, ale je oveľa staršia: jej vek odhadli na 10 miliárd rokov. O niekoľko miliárd rokov bude mať podobný vzhľad a parametre aj naše Slnko.

Novoobjavená planéta neobieha svoju materskú hviezdu tak po takej blízkej obežnej dráhe ako štvorka doteraz objavených „horúcich Jupiterov" objavených pri 4 iných hviezdach, takých ako planéta obiehajúca 51 Pegasi, ktorá krúži okolo svojej hviezdy vo vzdialenosti 0,1 AU. V porovnaní s naším Jupiterom a planétou, ktorá obieha hviezdu 47 Ursae Majoris, však krúži po oveľa bližšej obežnej dráhe.

Podľa doteraz akceptovaných planetárnych modelov nemôžu sa obrie planéty s hmotnosťou Jupitera tvoriť bližšie k materskej hviezde s podobnými parametrami aké má Slnko ako 5 AU. Planetológovia predpokladajú, že tomu inak nebolo ani v novoobjavených planetárnych systémoch. Aj v tých sa Jupiteru podobné planéty sformovali v predpokladanej vzdialenosti, ale neustále interakcie s materiálom v nespotrebovaných protoplanetárnych diskoch postupne znižovali ich obežnú rýchlosť a planéty sa postupne po gravitačne podmienenej špirále približujú k materským hviezdam.

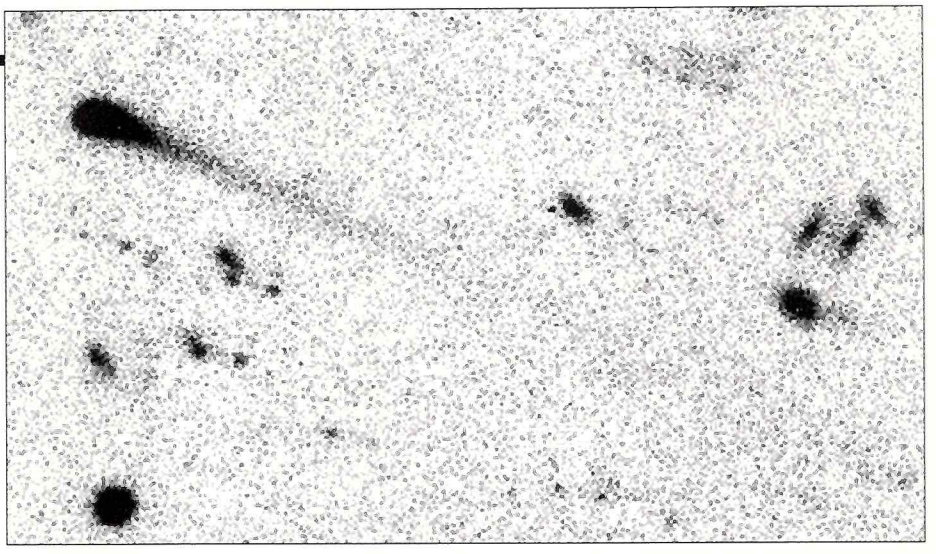
V prípade už spomínaných štyroch planét, krúžiacich po bližšej obežnej dráhe ako Merkur došlo až k takému priblíženiu, že slapové sily upravili ich obežnú dráhu zo špirálovitých opäť na relatívne stabilnú, kruhovú dráhu.

Novoobjavená planéta, krúžiaca okolo Rho Coronae Borealis sa však nachádza v takej vzdialenosti, kde by už slapové sily hviezdy s takou hmotnosťou mali na ňu pôsobiť. Ešte teda nedokážu ich zostupnú špirálovitú dráhu stabilizovať. Robert Noyes hovorí: - Aj táto planéta po sforomovaní krúžila okolo svojej hviezdy po kruhovej dráhe čo je dostatočným dôkazom toho, že sa sformovala z materiálu v protoplanetárnom disku. Nechápeme však, že keď sa po špirále „skĺzla" až do takej blízkosti Slnka, prečo ju tam slapové sily nezastavili. Vo vzdialenosti 0,23 AU by obežná dráha mala byť ideálne kruhová a teda stabilná. Tento fenomén sa zatiaľ nepodarilo vysvetliť.

–eg–

Kométa či asteroid?

Posledné objavy niekoľkých malých telies v slnečnej sústave opäť položili pred astronómov starú otázku: kedy je malé teleso kométou a kedy planétkou?



Snímka objektu P/1997 T3, získaná pomocou ďalekohľadu NTT. Snímka je mozaikou záberov z obdobia medzi 21. a 25. októbrom, ktoré získali Hermann Boehnhardt a Oliver Hainaut pomocou prídavného zariadenia EMMI. Po počítačovom spracovaní sa ukázal obraz objektu s chvostom (naprieč snímkou s rozmermi 105×60 oblúkových sekúnd). Objekt sa v čase pozorovania nachádzal 2,8 AU od Zeme a 3,8 AU od Slnka.

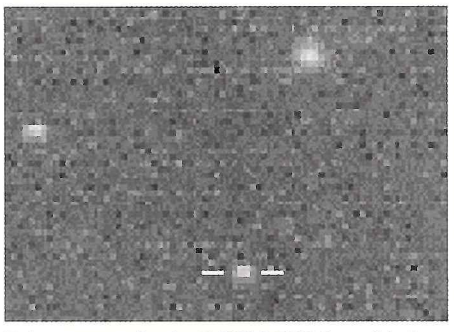
Až donedávna bola odpoveď na túto otázku jednoduchá: ak bol novoobjavený objekt difúzny a prikrášlený chvostom, išlo o kométu, zhluk ľadu a prachu; ak difúzny vzhľad a chvost chýbali, bol to asteroid, pevná skala. Navyše, kométy sa normálne pohybujú po výstredných dráhach, zatiaľčo asteroidy krúžia okolo Slnka po temer kruhových dráhach blízko roviny ekliptiky, tak, ako všetky planéty.

Nedávno však astronómovia objavili zopár objektov, ktorých vlastnosti ich radia do obidvoch skupín. Napríklad v roku 1996 astronómovia Elst a Pizarro objavili na observatóriu ESO v Chile objekt P/1996 N2, ktorý si vyvinul ostrý chvost, pohybuje sa však po dráhe, typickej pre planétky. Takmer v rovnakom čase zasa Američania objavili objekt 1996 PW, ktorý sa pohybuje po veľmi excentrickej dráhe, žiadne známky difúznosti či chvosta však uňho nebadať. V októbri do kategórie „medziobjektov" pribudol ďalší – na ESO objavili teleso, ktoré až po detailnejšom skúmaní označili ako kométu: P/1997 T3.

Uppsala Trojan Survey

Pred nejakým časom švédsky astronóm Claes-Ingvar Lagerkvist prišiel s iniciatívou študovať rozdelenie asteroidov v blízkosti Jupitera. Tieto asteroidy sa pohybujú v takzvaných Lagrangeových bodoch 60° pred a za Jupiterom v jeho dráhe a poznáme ich ako Grékov a Trójanov. Program je zameraný najmä na Trójanov.

Inšpekcia, ktorá prebehla v októbri a v novembri 1996 prostredníctvom snímkovania Schmidtovým ďalekohľadom ESO, ukázala vyše 400 Trójanov. Mnohé z týchto telies boli doposiaľ neznáme. Následné snímkovanie 60 cm Bochumským teleskopom malo zistiť presné dráhy pozorovaných telies a ich absolútne jasnosti. V rámci tohto snímkovania našiel Lagerkvist 1. októbra 1997 aj objekt, dnes známy ako P/1997 T3. V čase objavu sa zdalo, že sa jedná len o ďalšiu novú planétku.



Teleso s označením P/1996 PW je príkladom opačného extrému – asteroid na výstrednej kometárnej dráhe.

Následné pozorovania však ukázali, že teleso má vlastný chvost s dĺžkou 15 oblúkových sekúnd. Jasnosť objektu v červenej farbe bola v čase objavu zhruba 19 magnitúd, objekt bol teda 150-tisíckrát slabší, ako najslabšie hviezdy viditeľné voľným okom. Pozorovania pokračovali aj pomocou výkonnejšieho NTT a obrázky len potvrdili, že okrem slabého chvostu sa okolo jadra objektu rozvinula aj riedka koma.

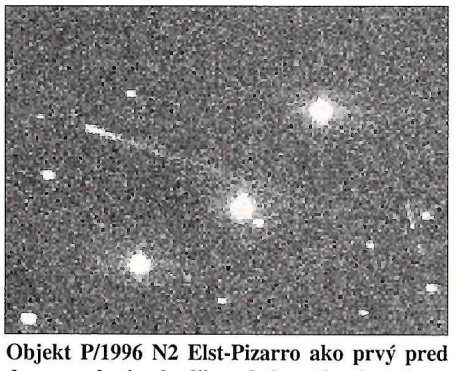
Pozičné pozorovania umožnili vypočítať dráhu novej kométy. Excentricita jej dráhy okolo Slnka je 0,36, perihélium sa nachádza vo vzdialenosti 4,23 astronomickej jednotky (635 miliónov kilometrov od Slnka) a obežná doba telesa je asi 17 rokov. Teleso sa však pohybuje prevažne vo vzdialenosti 6,67 AU od Slnka (1 miliarda kilometrov). Inak povedané, kométa osciluje okolo dráhy blízkej k dráhe Jupitera a len podrobnejšie prepočty umožnia zrátať evolúciu dráhy novej kométy, teda to, či sa teleso zaradí medzi Trójanov, alebo pozorujeme len epizódnu zhodu, ktorá skončí ďalšou zmenou dráhy objektu vplyvom silnej gravitácie Jupitera.

Ďalšie pozorovania

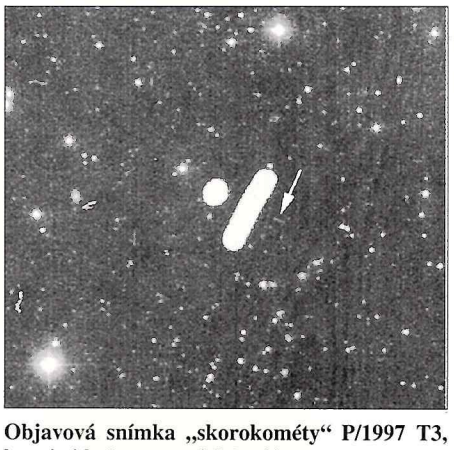
Kometárny objekt v blízkosti Trójanov je jav pomerne nezvyčajný, doteraz vlastne nepozorovaný. Sledovanie tohto objektu však môže priniesť odpoveď na veľa základných otázok: Sú „medziobjekty" naozaj len akýmsi vývojovým medzistupňom pri premene komét na planétky? Alebo sme objavili novú skupinu efemérnych objektov, ktoré si vyžiadajú zaradenie do samostatnej triedy? Aká je vnútorná štruktúra týchto hybridov? Je možné, že niektoré planétky si udržali tesne pod povrchom akési staré depozity ľadu, ktorý sa môže náhodne uvoľniť a premaskovať planétku na kométu? Môže takéto kometárne mimikry spôsobiť zrážka planétky s menším telesom, ktorá túto transformáciu spôsobí?

Odpoveď na tieto otázky môže dať práve skúmanie trojice hybridov, objektov P/1996 N2 Elst-Pizarro, 1996 PW a P/1997 T3, a snáď i niekoľkých ďalších. Astronómovia okolo Claesa Lagerkvista po nich usilovne pátrajú.

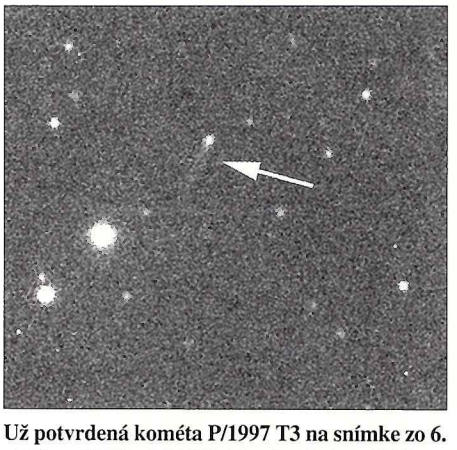
Podľa ESO PR 11/97 pripravil –rp–



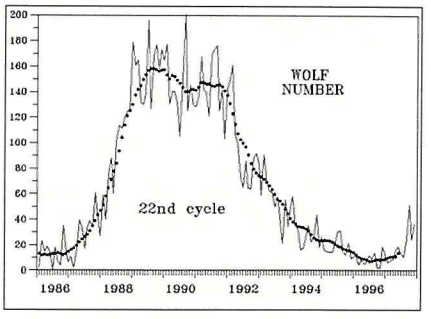
Objekt P/1996 N2 Elst-Pizarro ako prvý pred dvoma rokmi vzbudil pochybnosti pri strohom delení malých objektov v slnečnej sústave na kométy a asteroidy: má chvost a pohybuje sa po dráhe, typickej pre planétky.



Objavová snímka „skorokométy" P/1997 T3, ktorú získala metrová Schmidtova komora ESO na La Silla v Chile 1. októbra 1997. Objekt sa na platni zobrazil ako ostrá „asteroidálna" stopa napravo od hrubej bielej stopy v strede záberu (ukazuje na ňu šipka).



Už potvrdená kométa P/1997 T3 na snímke zo 6. októbra 1997 o 5:14 UT, ktorú získal na ESO pomocou 60 cm Bochumského ďalekohľadu Andreas Nathues. Jemný chvost je už zreteľný, smeruje na číslicu 7 v 12-hodinovom ciferníku pomyselných hodiniek.



Slnečná aktivita

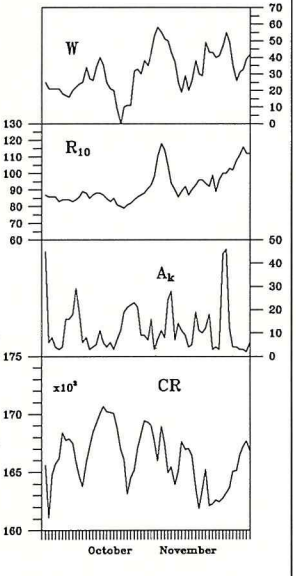
(október - november 1997)

V uplynulom roku, hlavne ku jeho koncu, sa úroveň slnečnej aktivity zvyšuje. Epocha minim a je určená na 1996,5. Časové údaje pre cyklus sa určujú podľa vyhladených mesačných priemerov. Vyhladenie sa robí podľa vzorca:

$W = (R_{-6}+R_{+6}+2^* \ R_i)/24,$

kde i je z intervalu od –5 do 5. Na obrázku sú znázornené mesačné priemerné aj vyhladené Wolfové čísla (W aj R).

SOHO po celý rok sledovalo Slnko a v odbornej tlači sa objavujú prvé výsledky. O jednom objave referuje článok v novembrovom čísle Bulletinu ESA (č. 92). Skupina zo Stanfordskej univerzity, ktorá študuje slnečné vnútro na hélioseizmologickom princípe objavila na Slnku zonálne, aj meridionálne prúdenie a predpokladá, že tak, ako na Zemi tieto prúdenia určujú počasie, na Slnku sú spojené so slnečnou aktivitou – slnečným počasím.



Autori tvrdia, že na Slnku sa vyskytujú pásy zonálnych prúdení, ktoré majú šírku okolo 65000 km a ktoré sa pohybujú s rýchlosťou 15 km/h voči okolitej hmote. Hrúbka takejto vrstvy je najmenej 20000 km. Prirovnávajú ich k pásmu obchodných vetrov (tradewinds) na Zemi, alebo k farebným pásom na Jupiteri. Pásy zonálnych prúdení na Slnku sa posúvajú v priebehu cyklu smerom k rovníku, podobne, ako škvrny, pričom tieto sa vyskytujú na ich hranici.

Meridionálne prúdenie prebieha pod povrchom Slnka smerom od rovníka k pólu s rýchlosťou 80 km/h. Oproti rotačnej rýchlosti (6000 km/h) je to málo, ale stačí to na to, aby sa prenieslo napr. pásmo výskytu protuberancií za pol roka asi o 30° v šírke. Tento pohyb možno sledovať na polárnych vetvách protuberancií (pozri KOZMOS 6/94, s.17), pomocou prístrojov na SOHO však zistili, že sa takto pohybuje hmota aj mimo zóny protuberancií a najmenej do hĺbky 25000 km.

Milan Rybanský

Ponuka z akcií

Hornonitrianskej hvezdárne na tento rok

7. február: Výročná schôdza Miestnej organizácie Slovenského zväzu astronómov amatérov. – Mgr. Rudolf GÁLIS: „Astronómia na Internete"

7. marec: Virtuálne planetárium – Jarná obloha – Z kroniky kozmonautiky – videoprojekcia z cyklu COSMOS – pozorovanie.

21. marec: ASTROBURZA astronomickej techniky a optiky, astronomickej a sci-fi literatúry.

22. marec: DEŇ ASTRONÓMIE – s astronómom RNDr. J. Žižňovským, CSc. na tému „Ako astronómovia spoznávajú vesmír".

4. apríl: „Gagarin nás pozval do vesmíru" (prvopočiatky letov človeka do vesmíru).

22. apríl: DEŇ ZEME – Z praveku Hornej Nitry – výstava fragmentov paleobotaniky a paleozoológie z detozitov Tríbečského a Hornonitrianského múzea.

20. jún: Malý ebicykel – K prameňom... (členovia Stellar klubu spoznávajú kultúrne a prírodné pamiatky regiónu).

21. jún: ASTRONOMICKÉ LETO – Virtuálne planetárium - príbehy z letnej oblohy.

18. až 25. júl: M.A.R.S. '98 (Malé astronomické regionálne stretnutie). – ASTROTECH – kurz brúsenia astronomických zrkadiel.

31. júl až 8. august: E.S.A. '98 (Ebicykel slovenských astronómov) – severná Morava – Slovensko.

5. september: Virtuálne planetárium – príbehy z jesennej hviezdnej oblohy, Z kroniky kozmických letov, videoprojekcia „COSMOS".

29. september až 1. október: Celoštátny astronomický seminár „Televízna kamera a CCD technika v astronómii ".

Október: Seminár k 10. výročiu hvezdárne: „STRETNEME SA V NEKONEČNE".

7. november: Praktikum pre pozorovateľov meteorov.

Prípadné zmeny v termínoch akcii sú možné.

Bližšie informácie o jednotlivých akciách získate na č. tel. 0815/497108, e-mail: hvezdapnetlab.sk www. coseco.sk/hvezdaren

Astrostop 1997

Kysucká hvezdáreň už po piaty raz zorganizovala v predvianočnom období vedomostnú súťaž s názvom Astrostop pre žiakov druhého stupňa základných škôl z regiónu Kysuce. V uplynulých rokoch sme súťaž realizovali v priestoroch hvezdárne. Vzhľadom na rastúci počet záujemcov o toto podujatie, ale aj malé priestorové kapacity hvezdárne, ďalej aj s ohľadom na nové územno-správne členenie SR, sa Astrostop 1997 konal dvojkolovo. Súťaž pre okres Čadca sa uskutočnila v priestoroch Kysuckej knižnice v Čadci a pre dolnokysučanov v Kysuckej hvezdárni v Kysuckom Novom Meste. V tomto roku plánujeme súťaž rozšíriť pre celý žilinský kraj, prípadne uskutočniť aj krajské kolo.

Súťaž prebiehala nasledovne: Po písomnom teste a tzv. obrázkovom kole nasledovala zábavnejšia časť. Predovšetkým to bolo rozlúštenie zašifrovanej správy. Najlepší z najlepších mali ďalej možnosť lúštiť tajničky a vo finálovom kole bolo pomocou počítačovej animácie úlohou uhádnuť skrytý obrázok. Samozrejme, v každom súťažnom kole bola všadeprítomná astronómia.

Víťazmi sa stali Ladislav Jančík zo ZŠ Horný Vadičov a Michal Laš zo ZŠ Podvysoká.

Ján Mäsiar, Kysucká hvezdáreň

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, ktorého sa môže zúčastniť každý záujemca o astronómiu a prírodné vedy, vo veku od 15 do 22 rokov.

Odborný program v sekciách z rôznych oblasti 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
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo
tel.: 0818-2484, fax: 0818-2487

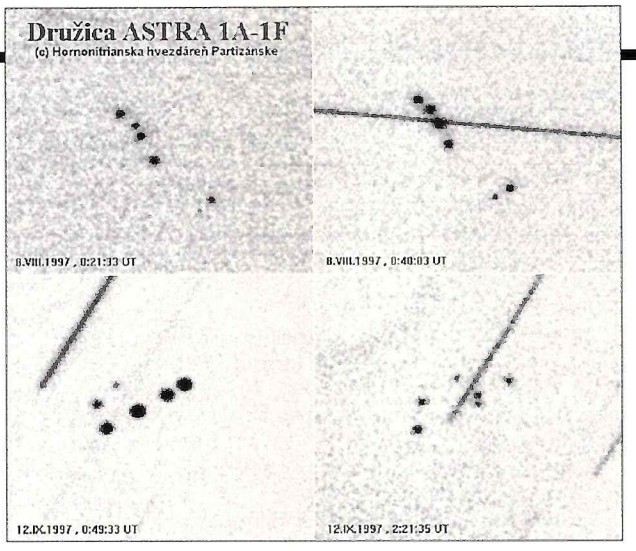
31st ESLAB Symposium

V holandskom Stredisku kozmického výskumu ESA ESTEC (European Space Technology Center), ktoré sa nachádza pri prímorskom mestečku Noordwijk, sa 133 odborníkov z oblasti fyziky Slnka a geofyziky z 22 krajín sveta (zo Slovenska sme sa zúčastnili traja) zaoberalo v dňoch 22-26. septembra 1997 problematikou vzájomne súvisiacich javov na Slnku, v heliosfére a v okolí Zeme. To bol aj názov 31. sympózia ESLAB (European Space laboratory – Európske kozmické laboratórium) – Correlated Phenomena at the Sun, in the Heliospere and in Geospace.

Nové družicové pozorovania (SOHO, Ulysses, Yohkoh, Wind Polar, SAMPEX, Geotail a Interball) poskytujú odborníkom v obore slnečnej fyziky a vzťahov Slnko-Zem mimoriadne kvalitné údaje v obrovskom množstve a otvárajú tak novú éru slnečno-zemského výskumu. Cieľom sympózia bolo stimulovať a koordinovať spoluprácu v tejto oblasti. Hlavné zámery sympózia ďalej boli: prehľad množstva slnečných javov pozorovaných družicami SOHO, Yohkoh a inými družicovými a pozemskými observatóriami, hľadať súvis medzi týmito pozorovaniami a javmi v heliosfére a v okolí Zeme, koordinovať pozorovacie ciele pre družicové pozorovania počas začínajúceho 23. cyklu slnečnej aktivity.

Počas piatich pracovných dní boli prezentované vedecké práce v štyroch hlavných tematických oblastiach - Slnečná koróna a slnečný vietor, Tranzientové javy, Slnečná variabilita a klíma na Zemi, Ciele budúceho koordinovaného výskumu po následovné maximum slnečnej aktivity. Najväčší rozsah mali prvé dve tematické oblasti, v rámci ktorých boli prezentované najmä výsledky pozorovania prístrojmi úspešnej družice SOHO. Pri rozprave o výtryskoch koronálnej hmoty sa teoretici i pozorovatelia zhodli na tom, že je potrebné sledovať ich čo najviac z družíc, aby sme získali komplexnejší obraz o zdrojoch a mechanizmoch urýchľovania slnečného vetra a následných geoaktívnych prejavoch. Pozorovania polárnych koronálnych lúčov s vysokým rozlíšením prispievajú k dokonalejšiemu popisu štruktúry celkového magnetického poľa Slnka. Pokrok bol dosiahnutý aj v meraní variability slnečného výskumu Slnka po maximum 23. cyklu aktivity ako aj v období maxima (International Solar Cycle Studies 1998–2002).

RNDr. Ivan Dorotovič
SÚH Hurbanovo



Mozaika štyroch snímok z dvoch rôznych nocí. V dôsledku zmenenej orientácie kamery sa zmenil aj smer pohybu hviezd pozadia. V rámci jednotlivých dvojíc zreteľne vidieť zmenu polohy a celkovej jasnosti satelitov. CCD ST4 + refraktor 80/500, expozície 30s (vľavo a vpravo hore, vľavo dole) a 120s (vpravo dole, po vnorení sa satelitov do tieňa Zeme). Rozmer snímky 18'×18'.

ASTRA cez CCD!

O pozorovaní geostacionárnych družíc pomocou ďalekohľadu už na stránkach tohoto časopisu reč bola. Konkrétne to bol článok M. Znášika v Kozmose 2/1993, ktorý bol aj pre mňa impulzom vyskúšať si takéto netradičné pozorovanie. Keďže tu bol uverejnený kompletný výpočet neváhal som. Ešte v roku 1994 som si vypočítané súradnice overil aj pozorovaním cez 15 cm ďalekohľad na hvezdárni v Partizánskom. Družicu som vtedy pozoroval niekoľkokrát. Jasnosť bola v zhode s článkom, teda asi 9^{mag}. Miesto jednej družice som tam však videl dve (asi sa teraz niektorí pousmiali...). Bolo to v dôsledku toho, že družica ASTRA je komplexom viacerých družíc (v tom čase dvoch) umiestnených v "jednom bode", z hľadiska príjmača. Bolo pekne vidieť ako sa v priebehu noci mení nielen vzájomná poloha telies, ale aj ich jasnosť. Keďže sa to každú noc opakovalo, zakrátko som s tým prestal.

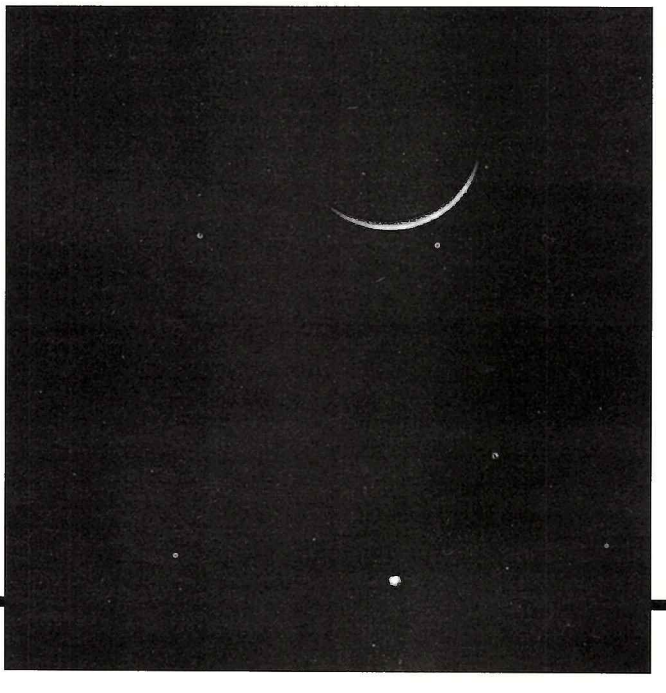
Opäť som si na družicu ASTRA spomenul v auguste 1997. Aké bolo moje prekvapenie, keď som tu namiesto dvoch hviezdičiek našiel hneď 5 telies pomerne blízko seba. Vypnutý pohon ďalekohľadu potvrdil, že ide o geostacionárne objekty. Pozorovania v nasleduj[úich nociach to tiež potvrdili – vždy päť hviezdičiek, ktorých vzájomná poloha sa časom menila. V lete minulého roku tento komplex pozostával už zo šiestich satelitov. Keďže sme v tom čase mali zapožičanú CCD kameru ST4, rozhodli sme sa Astru nasnímať. Kameru sme umiestnili na malý refraktor 80/500. Ako som už spomínal vizuálne bolo vidieť päť družíc, pri spracovaní snímok sa zviditeľnilo aj šieste, podstatne slabšie teleso v ich blízkosti. Po spracovaní snímok bolo pekne vidieť nielen zmenu vzájomnej polohy telies ale aj ich jasností počas pozorovania. Tento fakt dokumentujú aj priložené snímky.

O tom, že aj takéto pozorovania majú svoj zmysel, nás presvedčil mail z operačného strediska v Luxembursku (ASTRA patrí totiž im), so žiadosťou o zaslanie týchto snímok na premeranie. Pri znalosti súradníc pozorovateľa a presného času možno takto kontrolovať presnú polohu telies v priestore. Od letového analytika sme sa dozvedeli okrem iného napr., že

- vzájomné vzdialenosti satelitov ASTRA v priestore kolíšu od 8 km po vyše 100 km,
- najslabší satelit na všetkých snímkach je ASTRA 1A, prvá z rodiny ASTRA,
- jasnosť satelitov je maximálna dvakrát do roka – pre našu zemepisnú šírku koncom februára a okolo 14.X., pri výstupe z polotieňa,
- koncom novembra minulého roka odštartovala posledná, už siedma, družica ASTRA 1G, a k ostatným sa pripojila počas Vianoc,
- ďalšie satelity už nebudú umiestňované na pozíciu 19.2°E kvôli nebezpečenstvu vzájomnej kolízie.

Na záver by sme chceli poďakovať SÚH Hurbanovo a HaP Hlohovec za požičanie CCD kamery. Zároveň oznamujeme celej astronomickej verejnosti, že vďaka pochopeniu ing. Gabriela Okšu a organizácie BAA (Anglicko) je v tomto čase CCD kamera už aj v Partizánskom.

Peter Kušnirák
Hornonitrianska hvezdáreň, Partizánske



Novoročná konjunkcia: Venušu s Mesiacom fotografoval na Nový rok o 17.20 h Peter Pír z Lábu fotoaparátom 50/540 ZEIS – PRACTICA.

Obzretie za minuloročným letom s Perzeidami

Perzeidy sa vraj nemali vydariť. Maximum malo nastať takmer na pravé poludnie a nočné pozorovanie mal rušiť Mesiac.

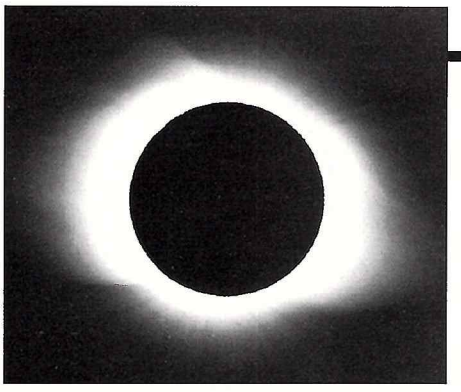
Hneď prvú pozorovateľskú noc (12. 8. 1997) som od 1:38 h do 4:35 h SEČ napozoroval 42 meteorov, z toho 38 z roja Perzeíd a 4 sporadické, alebo z iného roja. Okrem Perzeíd som si totiž nevšímal žiaden iný roj. Hodinová frekvencia bola 14,237 meteorov. Pri všetkých meteoroch som sa pokúšal zaznamenávať informácie o ich jasnostiach, časoch preletu, súhvezdia, v ktorých padli, dĺžku... Najjasnejší meteor z tohto dňa mal jasnosť okolo -1 mag a padol asi o 2:09.48 h SEČ. Najjasnejšie meteory padli v súhvezdí Veľryba hneď za sebou a mali podobnú jasnosť. Ten prvý o 3:31.50 s jasnosťou +1,5 mag a ten druhý hneď za ním o 3.31.51 s jasnosťou +1 mag. Pri vyhodnocovaní som si rozdelil pozorovací čas 2,95 hodiny na polhodinové úseky a zistil som, že aktivita meteorov sa stupňovala v priemere každú polhodinu o dva meteory.

Druhú noc (13. 8.) som pozoroval 3,616 hodiny (od 0:13 h do 3:50 SEČ). Napozoroval som 68 meteorov, čo predstavovalo hodinovú frekvenciu 18,805. 47 meteorov bolo z roja Perzeíd a 21 sporadických, alebo z iného roja. V tú noc som videl najjasnejší a zároveň najkrajší meteor za všetky tri dni. Už som sa pripravoval na ukončenie pozorovania, keď som zrazu v súhvezdí Vodnára (o 3:43.19 h SEČ) zazrel nádherné zjasnenie. Do vzdialenosti asi 15 stupňov letel priamo. Jeho jasnosť som pomocou zapadajúceho Jupitera odhadol približne na -3 mag. Potom však nastal obrovský výbuch a meteor sa rozpadol na všetky strany. Žltkastú stopu som zaznamenával ešte 5 až 10 sekúnd po prelete. Potom sa stopa zvlnila a zmenila farbu na dymovo bielu. Meteor bol celkove pomalý, a prekvapilo ma, že nešlo o Perzeidu, ba dokonca nebol ani z roja δ Aquaridy S, o ktorých som vedel, že boli v ten deň v maxime. Pravdepodobne bol sporadický. Opäť som si rozdelil pozorovací čas na polhodinové intervaly a zistil som, že za polhodinu padlo 7 až 14 meteorov.

14. 8. som pozoroval 2,5 hodiny (od 1:40 h do 4:10 h SEČ) s takmer rovnakou hodinovou frekvenciou ako v predchádzajúci deň: 47 meteorov, z toho 35 z roja Perzeíd a 12 sporadických, alebo z iného roja. Najjasnejší meteor tej noci som videl v súhvezdí Býka o 3:48.34 h SEČ. Polhodinový interval mi vyšiel na 4 až 11 meteorov, z čoho vyplýva, že aktivita pomaly klesala.

Po vyhodnotení som zistil, že za 9,066 hodiny som napozoroval 157 meteorov, z toho 120 z roja Perzeíd a 37 sporadických, alebo z iného roja. Najviac ich padlo 13. 8. 1997 medzi 1:46 h a 2:17 h, keď za polhodinu padlo 14 meteorov. Väčšinou prevládali meteory so strednými rýchlosťami s jasnosťou +3 mag. V dĺžkach meteorov najviac dominovali 10-stupňové vzdialenosti a najviac som ich napozoroval v súhvezdí Pegas, už aj preto, že som bol otočený na túto stranu oblohy.

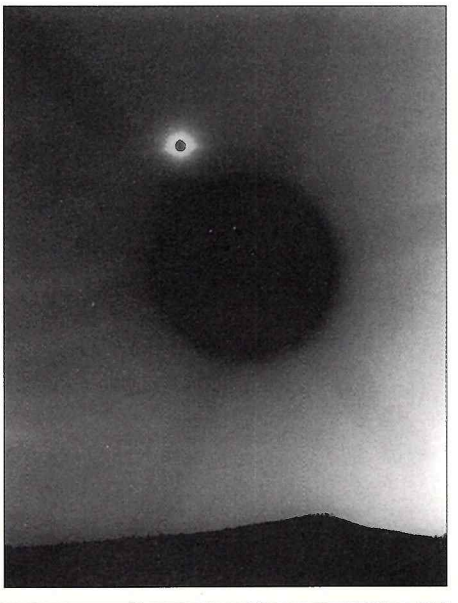
Branislav Gálik



Minuloročné úplné zatmenie Slnka

fotoobjektívom Teodora Pintéra

(Pervomajskij, Rusko, 9. 3. 1997)



Hore: **Biela koróna fotografovaná Pentaconom six, ktorý bol namontovaný na refraktor 80/1200, exponovaná na materiál Kodak T-MAX 400 Professional 1 sekundu.**
Uprostred: **Slnečná koróna 7 s pred koncom úplného zatmenia fotografovaná aparátom Pentacon six s objektívom 2,8/80 na fotomateriál Kodak T-MAX Professional expozíciou 1 s. Na obrázku vidieť tmavú škvrnu, ktorá je spôsobená umelým mesiačikom, ktorý bol umiestnený v špeciálnom tubuse a namontovaný na objektív. Kvôli zorientovaniu je umelý mesiačik úmyselne posunutý zo Slnka bokom. Originálne zakrýval vnútornú korónu pri expozíciách 20–40 sekúnd.**
Dole: **Účastník našej expedície RNDr. Daniel Očenáš so svojim prístrojom, so skupinkou obdivovateľov blízkeho mestečka.**

Pozorovanie úplného zatmenia Mesiaca CCD kamerou členmi Astroklubu v Hurbanove

16.09.1997 okolo 19:00 UT mieril na hurbanovskú oblohu teleobjektív Tair 4,5/300 a očakával úplne zatmenie Mesiaca, ako už mnohokrát, ale tento raz bolo všetko trochu inak. Objektív bol namontovaný na paralaktickej a nie na azimutálnej montáži ako inokedy, nebol tu pokoj, ale menší zhon, všade plno káblov a pod celtou sa krčil na stolíku počítač a videorekordér. Dôvodom týchto zmien bola CCD kamera zapožičaná z Gymnázia L. J. Šuleka v Komárne. Je to farebná CCD kamera z rozlíšením 600 riadkov, minimálne osvetlenie 3 luxy pri clone 1,2.

Hneď ako vyšiel Mesiac spoza stromov, začali sme snímať priebeh zatmenia na videopásku. Kvôli tomu sme použili paralaktickú montáž. Každú celú minútu sme urobili záznam obrazu na harddisk počítača pomocou videokarty. Obraz sme kontrolovali na počítačovom monitore v reálnom čase. Získali sme asi dve hodiny záznamu na videopáske a 104 obrázkov v počítaci s rozlíšením 648×480 pixelov v 24-bitovom formáte. Takto získaný obraz sme po konverzii na 8 bitov (grayscale) poskladali do animácie.

Cieľom tohto experimentu bolo odskúšanie možností záznamu obrazu, ktoré nám ponúka nová technika. Pri týchto experimentoch je potrebné ako prvý výsledok uviesť, že obraz na obrazovke, resp. na monirore, má oveľa vyššiu kvalitu ako zosnímaný na harddisku alebo na videu. Nie je to spôsobené nedokonalosťou použitej technológie záznamu obrazu, ako by sa na prvý pohľad zdalo, ale nedokonalosťou ľudského oka. Vďaka jeho zotrvačnosti sa pri pozeraní na monitor obraz javí takmer bez šumu, ale pri pohľade na zastavený obraz videa alebo obraz z harddisku, keď sa pozeráme na jeden obrázok (akých je v pohyblivom zázname 25 za sekundu) vidíme veľmi málo detailov. Väčšina z nich je prekrytá šumom. Jeden zo spôsobov ako šum odstrániť, je nahradenie kamery kvalitnejšou (a drahšou!), ktorá má väčší odstup signálu od šumu. Iná možnosť sa nám naskytuje elektronickým spracovaním obrazu a to tak, že poskladáme niekoľko obrázkov na seba. Výsledkom takéhoto spracovania by mali byť zábery bez šumu, alebo so šumom potlačeným na prijateľnú mieru. Celá myšlienka je založená na nasledujúcich predpokladoch: a) stupeň šedi pre daný obrazový element (pixel) je funkciou súčtu osvetlenia a šumu; b) hodnota šumu nezávisí od osvetlenia daného pixelu a nadobúda náhodné hodnoty z istého ohraničeného intervalu; c) pri skladaní zodpovedajú tým istým pixelom rovnaké oblasti obrazu. Tieto predpoklady vyzerajú na prvý pohľad dosť obmedzujúco, ale o ich dobrom priblížení k skutočnosti, nás presvedča pohľad na pohyblivý (nezastavený) obraz na monitore. Zosnímaný obraz je na obrázku 1.bmp a priebeh intenzít (aj so šumom) je na grafe (1rez.bmp).

Na odhad počtu obrázkov potrebných na sčítanie dostaneme zo vzťahu N=(dx0/dxp)2, kde dx0 je veľkosť šumu na originálocb a dxp je požadovaný šum na spracovanom obraze. Tento vzťah platí pre gaussove rozdelenie hodnôt šumu.

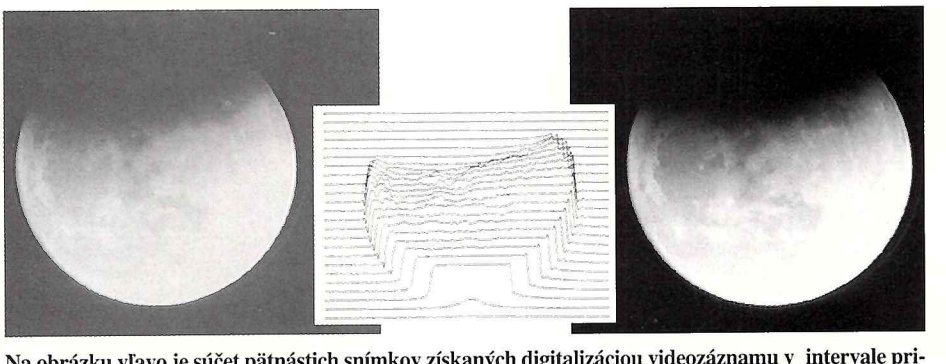
Potrebné programy na uskutočnenie takéhoto spracovania sme vytvorili v Q-Basicu. Problém pri skutočnom obraze je v tom, že Mesiac (alebo iný snímaný objekt) treba umiestniť do tej istej polohy na všetkých obrazoch (predpoklad c). Nedodržaním tejto podmienky, by nám vznikol obraz veľmi mäkký s neostrými kontúrami. Na to, aby sme to mohli spraviť, potrebujeme teda získať vždy viac (aspoň 15) obrázkov časovo nie veľmi vzdialených. Záznam na harddisk trvá od 8 do 50 sekúnd v závislosti od rýchlosti zápisu, čo je pre tieto účely veľmi dlhý čas. Tento problém sa dá vyriešiť digitalizáciou záznamu na videopáske, kde sa vieme k potrebnému „políčku" vrátiť.

Takto získaný obraz obsahuje oveľa viac detailov a šum je vyrovnanejší, aj keď ešte stále pozorovateľný. Na počudovanie klesne aj jeho kontrast. Toto je spôsobené zmenšením rozdielov intenzít (stupne šedej) na susedných pixeloch, spôsobených šumom. Ináč povedané, klesne kontrast šumu a vzrastie kontrast skutočného obrazu, čo vytvára dojem jeho zmäkčenia.

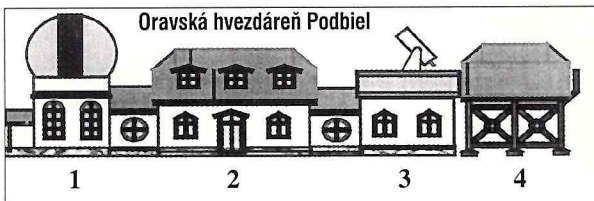
Ďalšou nepríjemnosťou, s ktorou sme sa stretli bola expozičná automatika kamery, ktorú nebolo možné vypnúť. Priemerné osvetlenie CCD článku bolo nízke, čím sa kamera automaticky nastavovala na vyššie zosilnenie, čo malo za následok zvyšovanie šumu a prežiarenie disku Mesiaca, ktorý bol takmer bez detailov.

Najlepší obraz bol pri okraji tieňa, kde bolo predsalen nižšie osvetlenie povrchu Mesiaca. Priclonenie objektívu nemalo kladný vplyv na kvalitu obrazu, lebo priclonením kleslo aj priemerné osvetlenie CCD článku a ďalší nárast zosilnenia aj so zosilnením šumu. Niekoľko obrázkov sme zosnímali tak, že sme úplne otvorili clonu na minimum (4,5) a počkali, kým sa citlivosť kamery prispôsobí na tieto podmienky. Potom sme prudko zavreli clonu na hodnotu asi 11–22 . Počas asi dvoch až troch sekúnd, kým sa kamera neprispôsobila, sme zosnímali obraz, na ktorom je neporovnateľne viac detailov, ako na snímkach ponechaných napospas automatike.

Peter Dolinský a Roman Jekkel
členovia Astroklubu v Hurbanove



Na obrázku vľavo je súčet pätnástich snímkov získaných digitalizáciou videozáznamu v intervale približne pol sekundy a na obrázku v strede je zobrazený priebeh intenzít. Na obrázku vpravo je predošlý obrázok so softwareovo zvýšeným kontrastom.



Zem. šírka: +49° 18'·30".
Zem. dĺžka: +1h 17m 54s.
Nadmorská výška: 680 m.
1. Kupola 900 mm ďalekohľadu. **2.** Prednášková miestnosť a ubytovacia časť. **3.** Pozorovateľňa s 300 mm ďalekohľadom. **4.** Konštrukcia pre odsuvnú strechu.

Bude mať Orava novú hvezdáreň?

Vedecko-kultúrne centrum na Orave (VKCO) vzniklo v roku 1995, a je to občianske združenie. Jeho náplňou sú astronomické pozorovania a popularizačná práca v oblasti prírodných vied. Ústredný sekretariát sídli v Podbieli a pracujú v ňom výlučne dobrovoľní pracovníci.

Z činnosti VKCO vyberáme:

Pracujú 3 astronomické krúžky v Podbieli, Trstenej a Tvrdošíne. Približne raz mesačne sa koná návšteva niektorej obce s ďalekohľadom a sprievodnou prednáškou. Každý jesenný večer mali záujemcovia z radov verejnosti využiť techniku VKCO na prehliadku nočnej oblohy. Odborný pozorovací program pozostáva z monitorovania ôsmich kataklyzmických premenných hviezd (program AÚ SAV) a sledovania zákrytov hviezd planétkami. V obci Podbiel je zriadená kancelária VKCO, vybavená počítačovou technikou, knižnicou a videometeriálmi. Uskutočňujú sa dva pozorovacie programy pomocou prenosného prístroja typu Newton 203/1400 mm na Dobsonovej montáži. (Tieto programy by mali prerásť do hlavnej odbornej náplne budúcej hvezdárne.) Ide o monitorovanie vybraných kataklizmických hviezd a sledovanie zákrytov hviezd planétkami. Využívajú sa aj prístroje MDN 130 hurbanovskej výroby, umiestené v Dolnom Kubíne a Bernolákove. VKCO organizuje a sprostredkováva účasť na letných sústredeniach na Čingove, na pozorovaní meteorického roja Perzeíd a na Malom astronomickom regionálnom stretnutí v Partizánskom. Na tento rok VKCO pripravuje semináre na témy Veda a viera na prelome tisícročí a Svetelné znečistenie atmosféry. Ďalej ešte pripravuje rekreačné podujatie Dovolenka s ďalekohľadom.

Hlavným programom VKCO je výstavba ľudovej hvezdárne v lokalite Na pálenici pri obci Podbiel. Sú už uzavreté kúpne zmluvy s vlastníkmi pôdy. S M. Kamenickým (ako predpokladaným dodávateľom) sú prerokované podmienky výroby a dodania astronomických prístrojov (Newton-Cassegrain s priemerom 300 mm v spojení s CCd kamerou ST-8, Maksutova komora s priemerom 200 mm a ďalekohľad s priemerom 900 mm). V roku 1997 bola podaná žiadosť s finančnú podporu Pro Slovakia, ale projekt nebol podporený. V tomto roku VKCO podá ďalšiu žiadosť. Okrem snahy o získanie podpory sa otázka financovania rieši aj inými cestami. Boli oslovené viaceré subjekty z podnikateľského sektora, väčšinou s pôsobnosťou na Orave. Možno povedať, že vyčkávajú na postoj štátu voči projektu.

Pavol A. Dubovský, Peter Križo

Pozor pri predaji!

Vážená redakcia,
píšem kvôli jednému problému, s ktorým si neviem poradiť. Už v roku 1992 som pánovi M. H. z Prahy (jeho meno máme v redakcii, ale keďže nemáme možnosť na overenie si sťažnosti, tak ho neuverejňujeme) *predal sústavu zrkadiel Cassegrain. Po mnohých listoch i telefonátoch som od neho dodnes peniaze (ani naspäť zrkadlá) nedostal. Dopočul som sa, že nie som jediný, kto takto dopadol.*

Čestmír Černý

Keďže v našom časopise uverejňujeme inzeráty ako bezplatný servis amatérom-astronómom, upozorňujeme ich na možnosť podobných nepríjemností s rôznymi špekulantmi a podvodníkmi. Po tomto ozname dúfame, povedané slovami Čestmíra Černého, že takýto záujemca už „více lidí nenapálí".

Redakcia

Prodám 2 dalekohledy Newton 100/600 a 100/100 mm (Monary – 20 a 30×. Dále prodám hledáčky průměru 40 mm (zvětšení 10×). Cena dohodou. Tel.: 0659/35 82 83. Adresa: David Vodecký, Návsí 395, 739 92, Hvězdárna, ČR.

Prodám mikroskopické okuláre ∅ 23,2 mm H5×, H6×, H10×, H15× (á 330 Sk) a P10× (150 Sk), achromatické objektívy ∅ 45 f=300 mm (400 Sk) a ∅ 27 f=100 mm (250 Sk), pravouhlé hranoly 28×30 a 25×30 mm (á 150 Sk), klinový hranol 30×51×57 mm (250 Sk) a zväčšovák OPEMUS 5A (1300 Sk). **Kúpim** achromatický objektív (najlepšie Zeiss ∅>60, f>400 mm a teleobjektív MTO 1000. René Anovčin, Stredná 563, 956 31 Krušovice.

Kúpim zenitálny hranol v puzdre, rozner 30×30 mm, okulár O-16. Ľuboš Hrdlovič, Národná 38, 900 02 Modra, tel.: 070447/3143.

Predám časopisy KOZMOS, ročníky 1976–1990 (20 Sk za ročník), 1992 (50 Sk), 1993–94 (80 Sk), 1995–96 (100 Sk). Edo Prokeš, Kukorelliho 6, 92 101 Piešťany, tel.: 0838 26 384.

Predám všetky ročníky časopisu KOZMOS za 5000 Sk. Karol Minárik, Žižkova 24, 81102 Bratislava, tel. 531 2668.

Výročí hvězdáren v jižních Čechách

60. výročí českobudějovické hvězdárny

Právě nyní si připomínáme 60 let českobudějovické hvězdárny, druhé nejstarší hvězdárny v Čechách sloužící veřejnosti. Její slavnostní otevření 14. listopadu 1937 bylo výsledkem desetiletého usilování členů Jihočeské astronomické společnosti, kterou založila skupina příznivců astronomie v Českých Budějovicích v roce 1928. Za cíl si vytkli nejen pozorování hvězdné oblohy, ale i šíření poznatků astronomie mezi širokou veřejností a vybudování hvězdárny k tomuto účelu.

Hlavním přístrojem v kopuly hvězdárny byl a dosud je zrcadlový dalekohled systému Cassegrain o průměru hlavního zrcadla 31 cm. Pro přenosné dalekohledy byla určena pozorovací terasa. V přednáškovém sálku bylo vytvořeno astronomické muzeum z pozůstalosti amatérského astronoma J. J. Zinka. Členové Jihočeské astronomické společnosti se věnovali jak veřejným pozorováním a přednáškám, tak vlastní odborné činnosti – hlavně zakreslování povrchu planet, sluneční fotosféry i astronomické fotografii.

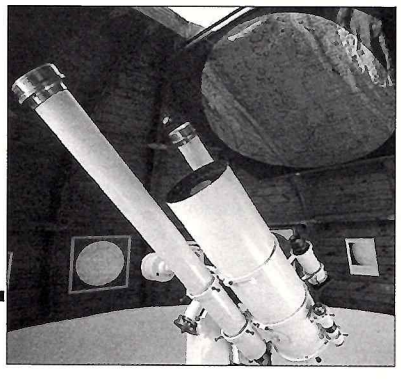
V polovině padesátých let bela hvězdárna začleněna pod státní správu. Od šedesátých let se připravovala stavba planetária, otevřeného v roce 1971. Ve speciálním sále planetária je přístroj Zeiss Jena ZKP-1, který umožňuje rozšířit porady o různé projekce. V devadesátých letech byl velký sál vybaven možností velkoplošné videoprojekce a projekce počítačových dat, videoprojekcí byl doplněn i sál planetaria. Nové informace hvězdáren získáva prostřednictvím Internetu. Od založení hvězdárny do dnešních dnů navštívilo hvězdáren dva miliony návštěvníků.

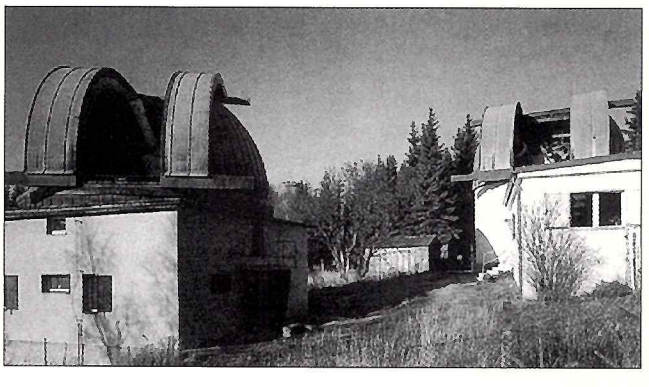
40 let Observatoře Kleť

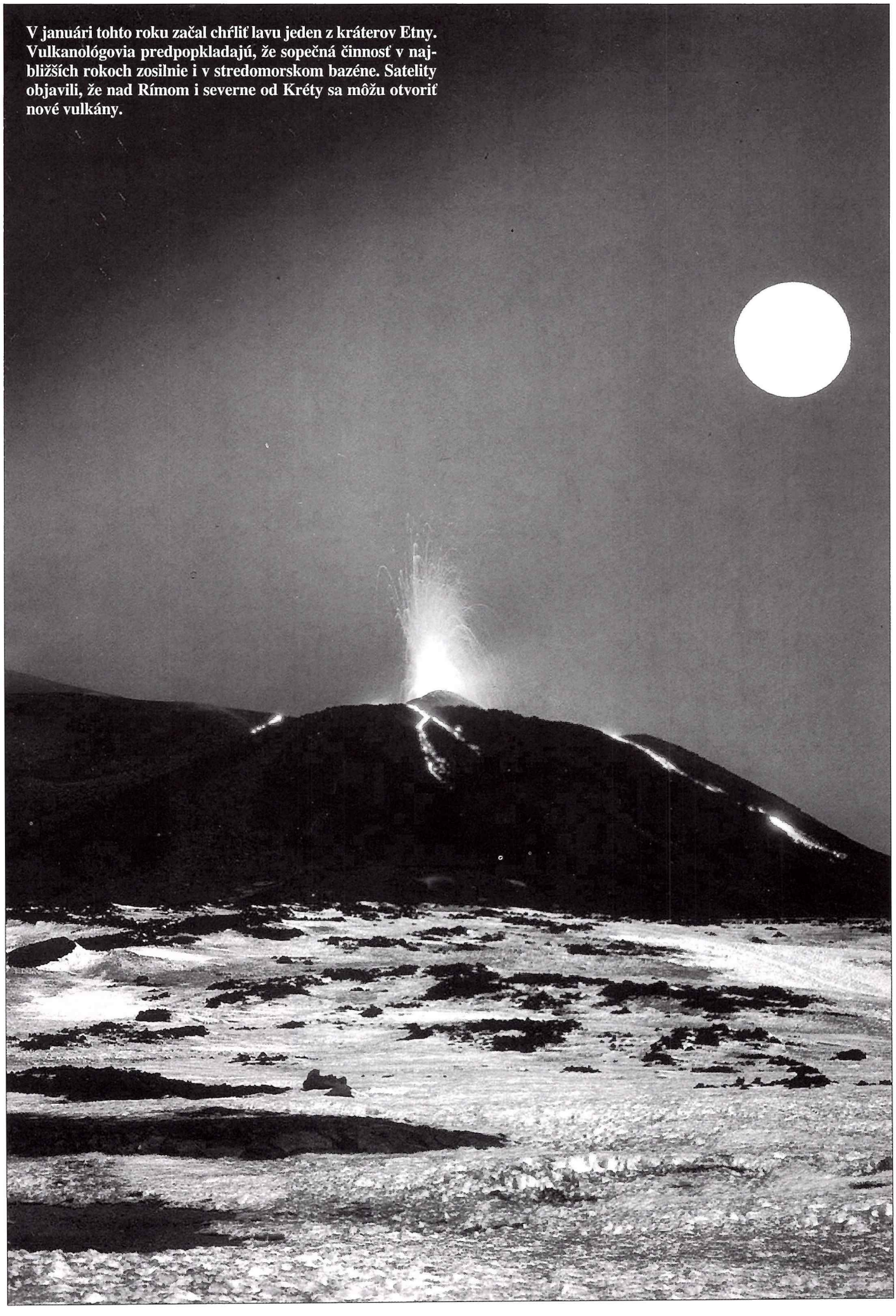
Observatoř Kleť je postavěna na vrcholu hory Kleť v nadmořské výšce 1070 m, čímž je nejvýše položenou hvězdárnou v Čechách. Je pobočkou českobudějovické hvězdárny. Začala se budovat v roce 1957. Observatoř Kleť je známá u nás i ve světě výzkumem planetek a komet. Mezi observatořmi věnujícími se hledání dosud neznámých planetek je Kleťsestá na světě. Překročení počtu 300 potvrzených objevů planetek v květnu 1997 je tedy třetím výročím. K začátku listopadu 1997 počet kleťských potvrzených objevů dosáhl již 321. K dalším objevům, které bude po upřesnení dráhy nutné sledovat v následujících letech, patří dle našich výpočtů drah i velmi zajímavá tělesa jako dvě planetky vzácného typu Trojan, označené předběžně 1997 TB12 a 1997 VB1, které se nacházejí v blízkosti dráhy Jupiteru, nebo planetka s více než třicetistupňovým sklonem k oběžné rovině Země kolem Slunce, označená předběžně 1997 BG.Observatoře Kleť se dále ve spolupráci s centrálou Mezinárodní astronomické unie podílí na přesních měřeních poloh asteroidů, křižujících či blížících se dráze Země a ověřování nových objevů komet. Za období 1993–1996 byl tým Observatoře Kleť ve složení J. Tichá, M. Tichý, Z. Moravec 20. komisí Mezinárodní astronomiccké unie vyhodnocen jako pátý na světě a zároveň první v Evropě podle množství zaměřených přesných poloh komet.

Jana Tichá

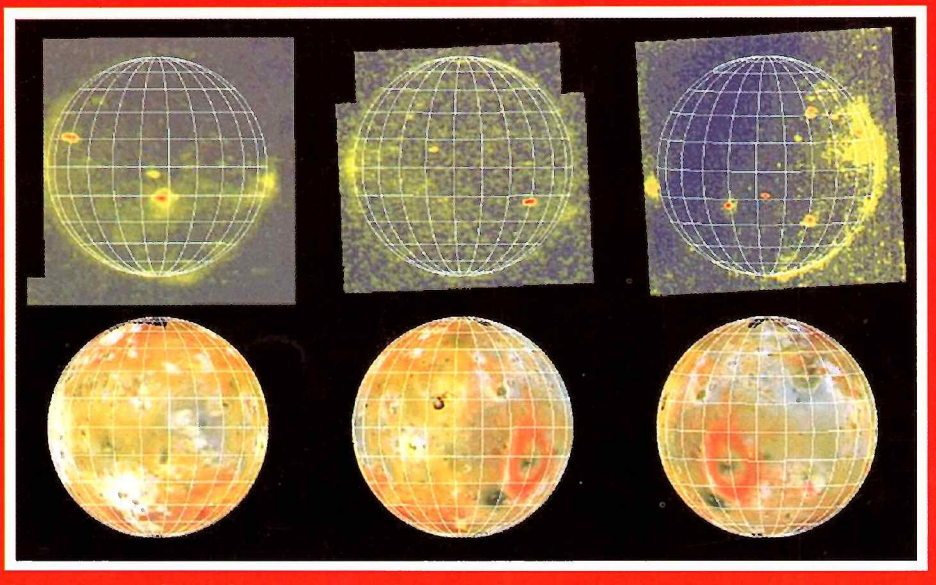
Hvězdárna a planetárium České Budějovice (vlevo). Hvězdárna Kleť (vpravo).







V januári tohto roku začal chŕliť lavu jeden z kráterov Etny. Vulkanológovia predpopkladajú, že sopečná činnosť v najbližších rokoch zosilnie i v stredomorskom bazéne. Satelity objavili, že nad Rímom i severne od Kréty sa môžu otvoriť nové vulkány.



Túto farebnú snímku Io nasnímal Galileo tesne pred dokončením šiesteho obletu Jupitera. Počas tesného priblížnia sa k Io mal exponovať oblasti, kde sa pozoruje najčulejšia vulkanická aktivita na povrchu tohto mesiaca: okolo sopky Pelé opásanej veľkým červeným kruhom a okolo sopky Loki, ktorej sopúch leží uprostred tmavej podkovy. Sopka Amaterasu Patera, tmavý bod severne od Loki, od prvého obletu viditeľne stmavel. Nové depozity okolo sopky Ra Patera, (pod Loki), zmenili od prvého obletu vzhľad terénu.

(Podrobnejšie vo vnútri čísla).

Na troch horných snímkach Io, ktoré sonda získala počas zatmenia mesiaca kotúčom Jupitera vidíte na infračervených snímkach horúce škvrny starých i nových vulkánov, ale i horúce oblaky plynov a rozptýleného popola, chladnúcom v okolitom priestore. Na spodných troch snímkach vidíte rovnaké oblasti Io v dennom svetle. Na mieste horúcich nočných škvŕ môžete jasne identifikovať jednotlivé vulkány.