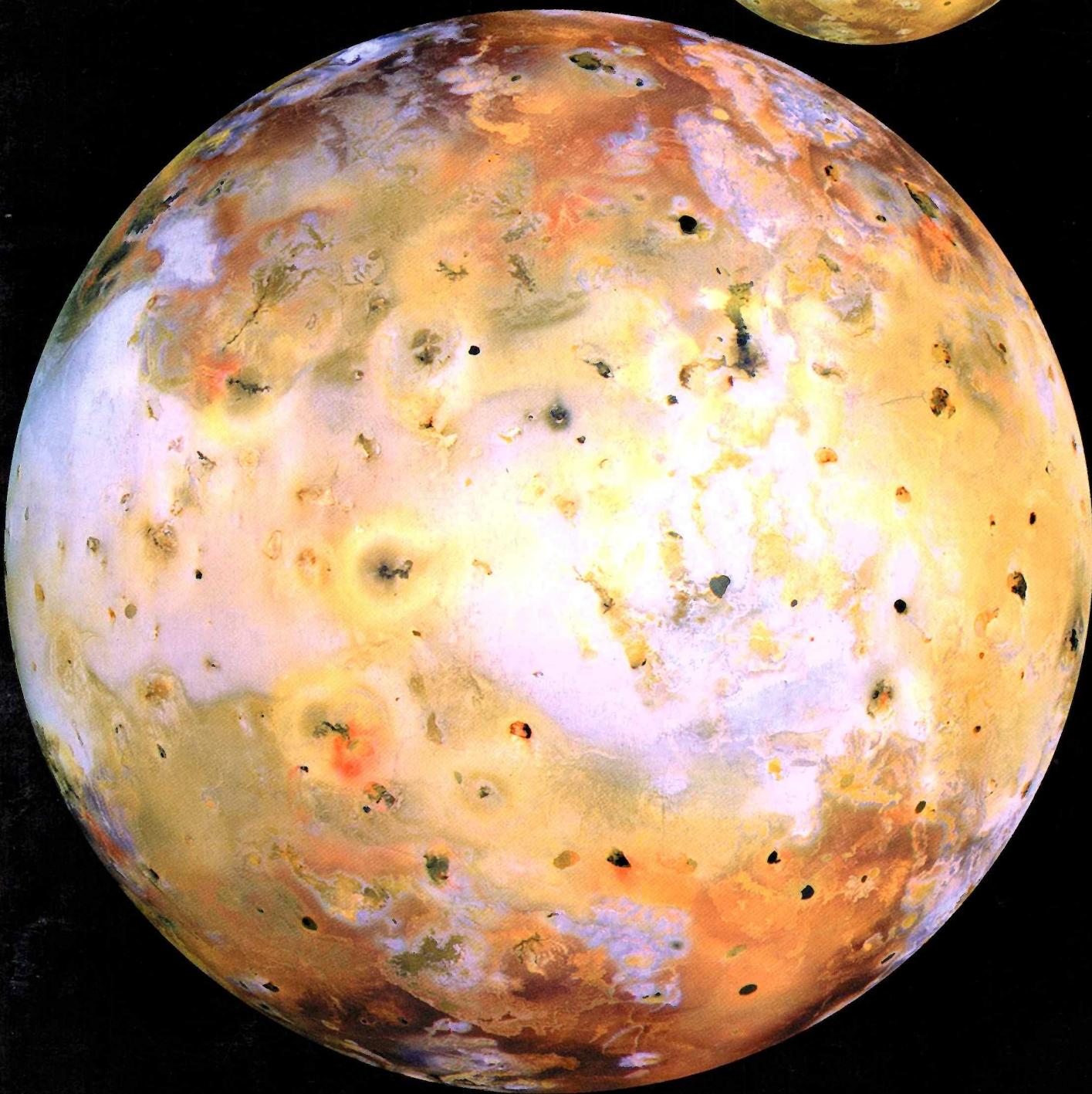
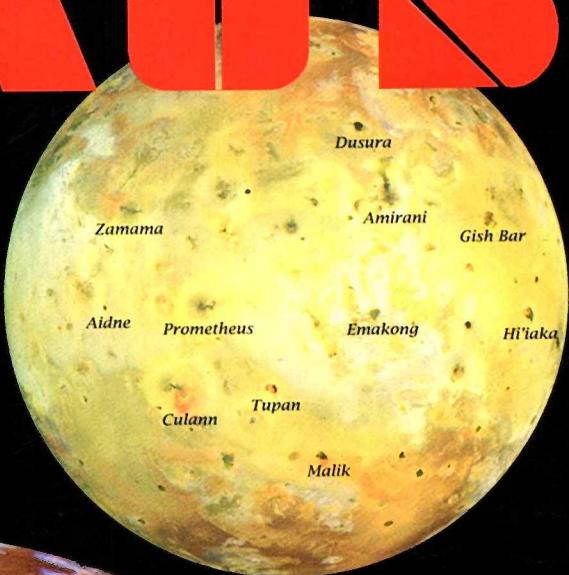


KOSMOS

2000
ROČNÍK XXXI.
Sk 30,-

4

Baj-baj Io





Mars: Gorgonum Chaos

(Jedna z oblastí, kde boli objavené vývery vody)



Na dolnej snímke s najnižším rozlíšením (nasnímala ju pred vyše 23 rokmi sonda Viking 1) vidíte chaotický terén stolových hôr v oblasti Gorgonum Chaos na južnej hemisfére Marsu. Obdĺžnik vymedzuje terén, ktorý nasnímala kamera MOC na palube sondy Mars Global Surveyor v januári tohto roku. Na pozdĺžnej snímke (vľavo) vidíte meandrovitý kaňon s jasne rozlíšiteľnými geologickými vrstvami. Na detaile kaňonu (vpravo hore) možno jasne rozlísiť pás výverov na svahoch, ktoré sa tiahajú v rovnakej výške. Hydrológovia predpokladajú, že rozhranie s vývermi a prameňmi tvorí nepriespustná geologiccká vrstva, tiahajúca sa niekolko sto metrov pod zlomom stolových hôr. Množstvo výverov naznačuje, že na tejto vrstve sa vytvorilo mimoriadne množstvo prírodných vodojemov, pričom nie je vylúčené, že celú vrstvu hornín v nadloží vytvára štrkovitá špongia „nasiaknutá“ vodou.

TÉMY ČÍSLA

4 Nový rodokmeň pre obrie planéty /

*/ Mark Sincell*Po Jupiteroch Saturny,
po Saturnoch...? (str. 6–7)9 Na Marse je voda a zavše aj tečie...! / Michael C. Malin, Kenneth S. Edgett
Mars Gorgonum Chaos (2. str. obálky); Sirenum Fossae (4. str. obálky)

13 Štefánik v Hurbanove / podľa príspevkov R. Rajchla jun. a M. Rybanského

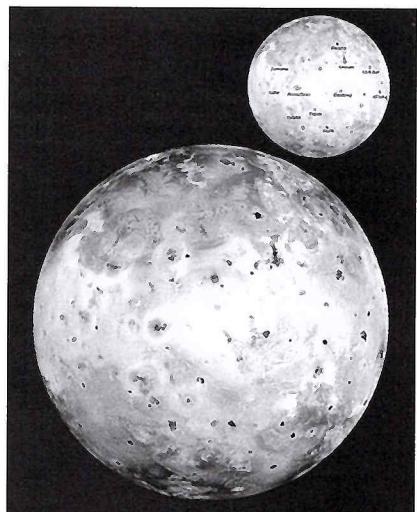
15 BAJ-BAJ IO, BOLA SI KRÁSNA

Jupiterov ohnivý mesiac je bizarný svet, plný prekvapení / Eugen Gindl

20 Žeň objevu 1999 / Jiří Grygar

25 Populácie častic kozmického prachu v okolohviezdnych obálkach / Miroslav Kocifaj

Obálka



RUBRIKY

28 SLNEČNÁ AKTIVITA (apríl – máj 2000) / Milan Rybanský

29 POZORUJTE S NAMI! Obloha v kalendári (august – september 2000) / Pavol Rapavý,
Michal Prorok, Rudolf Novák; Kalendár úkazov a výročí (jún – júl 2000) (str. 32)

33 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV! Stránka pre začínajúcich astronómov (9) / Milan Rybanský

34 Základy astrofotografie (4) / Milan Kamenický

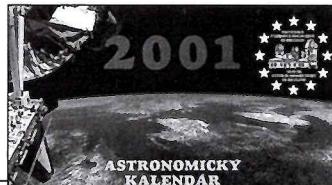
AKTUALITY



3. ob. C/1999 S4 (LINEAR)

CCD-kamerami / P. Kušnírák,
P. Rapavý, V. Čížek, R. Piffel2 Osem nových extrasolárnych
planét z La Silla8 Ako vznikli Urán a Neptún?
Motorom počasia i chémie
na Jupiteri sú búrky a blesky

Pri príležitosti solárneho seminára (jún 2000) v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove sa pokrstili aj dve nové publikácie: prvou bola kniha M.R. Štefánika v myšlienkach a obrazoch (Vydavateľstvo Elán), ktorú napísal Prof. Ján Fuska (na snímke s knihou) a kolektív, druhou bol Astronomický kalendár pre rok 2001, ktorý vydala SÚH. Kniha o Štefániku vyšla k 120. výročiu narodenia M.R. Štefánika, ktorého život a dielo zhodnotilo niekoľko zasvätených prednášok.



RÓZNE

27 K objasneniu fyzikálnej podstaty
Dopplerovho javu / Jozef Klačka35 Dr. Záviš Bochníček osemdesiatročný
/ Katarína Maštenová36 Stelárny seminár na Bezovci /
/ Zdeněk Komárek, Ladislav Hric
Václav Bumba má 75 rokov

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Tomáš Mikovíny – redaktor, Lídia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefániková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk. • **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčárik, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svořík, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného krahu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a.s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. • **Vychádza:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevracíame. Cena jedného čísla 30,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 150,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. **Predplatiteľia:** V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalová 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeč Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 20. 7. 2000

ISSN 0323 – 049X

Osem nových extrasolárnych planét z La Silla

Astronómovia zo Ženevského observatória ohlásili objav ôsmich nových exoplanet; sú medzi nimi aj objekty, ktoré majú hmotnosť Saturna, čo je naozajstná senzácia! (Jeden z objektov je dokonca menší ako Saturn. Iný tím (pozri nižšie) objavil aj ďalšie subsaturny). Technikom, ktorí vyvíjajú čoraz citlivejšie detektory, sa po prvýkrát podarilo prekročiť hranicu rozlíšenia etalonu (plus/mínus Jupiter) a objaviť planetárne telesá s trikrát menšou hmotnosťou, čo naše teórie o výskytu, vzniku a evolúcii extrasolárnych planetárnych systémov (i planéty, ktoré v nich vznikli a udržali sa), už v blízkom čase zrevolucionizuje. To isté platí aj o vzniku a vývoji planét našej Slnečnej sústavy. Učebnice astronómie sa horúčkovito prepisujú.

Objav „osmičky“ umožnilo mimoriadne presné meranie radiálnej rýchlosťi pomocou spektrometra CORALIE, vyvinutého pre 1,2 metrový teleskop Leonharda Eulera na observatóriu ESO v La Silla.

Táto pozorovacia metóda sa opiera o zmeny radiálnej rýchlosťi materskej hviezdy, na ktorú gravitačne pôsobí vizuálne nerozlíšiteľná planéta (či planéty), ktorá ju obieha. Vyhotovenie periodických zmen rýchlosťi umožňuje odhadnúť parametre obezejnej dráhy, periódu obehu a minimálnu hmotnosť exoplanéty.

Novovojené objekty sú veľmi rozdielne. Šesť z nich sú určite planéty, dva najväčšie objekty majú skôr parametre hnédych trpaslíkov s nízkou hmotnosťou.

HD 168746: subsaturnická planéta

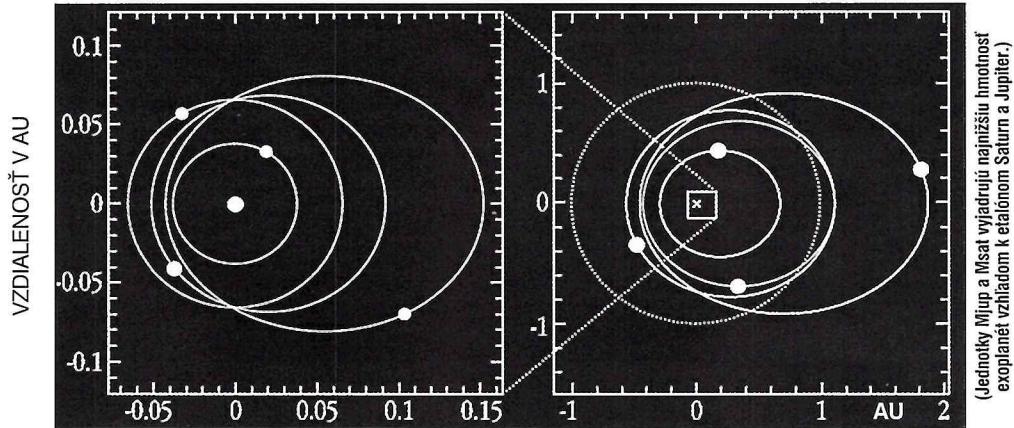
HD 168746 je Slnku podobná hviezdá typu G5 v súhvezdí Štít. Má o niečo nižšiu hmotnosť (0,92 slnečnej hmotnosti), nachádza sa vo vzdialosti 140 svetelných rokov. Vizuálna magnitúda: 7,9, čo je šesťkrát menšia svietivosť, akú by ešte dokázalo rozlísliť holé oko.

Planéta obieha materskú hviezdu po kruhovej dráhe. Períoda: 6,4 dňa. Hmotnosť: 80 % hmotnosti Saturna! Je to iba tretia z doteraz objavených exoplanét, ktoré majú menšiu hmotnosť ako Saturn.

HD 83443: nadsaturnická planéta na mimoriadne blízkej, kruhovej obezejnej dráhe

Materská hviezdá so svietivosťou 8,2 mag. sa nachádza v súhvezdí Plachty. Hmotnosť exoplanéty: 1,17 Saturna, alebo 0,35 Jupitera. Táto exoplanéta je mimoriadne zaujímavá, a to nielen kvôli nízkej hmotnosti: ide o prvú exoplanétu objavenú v takej diaľke, ktorá má takú krátku periódu (2,986 dňa) a takú blízku obežnú dráhu (0,038 AU), vzdialenosť iba 5,7 milióna kilometrov od materskej hviezdy,

OBEŽNÉ DRÁHY ŠIESTICH NAJNOVŠÍCH EXOPLANÉT A HNEDÝCH TRPASLÍKOV



Na obrázku vpravo vidíte obežné dráhy dvoch joviánskych exoplanet a dvoch hnédych trpaslíkov na pozadí takmer ideálne kruhovej (bodkovanej) obežnej dráhy Zeme. (Každá z nich obieha vlastnú materskú hviezdu.) Najväčšejšiu dráhu má exoJupiter (2,2Mjup), ktorý svoju hviezdu obehe za 443 dní. Ďalšie dva exoJupitery (1,07 a 2,96 Mjup) obehnú svoje hviezdy za 119 a 230 rokov. Štvrtým objektom je hnédý trpaslík (14,7Mjup), ktorý potrebuje na jeden oblet materskej hviezdy 259 dní. Na zväčšenie miništvraka z obrázku 2 vidíte obežné dráhy troch saturnických planét a jedného hnédého trpaslíka. Všetky obežné dráhy sú oveľa bližšie ako obežná dráha nášho Merkúra. Najkratšiu períodu, 2,86 dňa, má nadSaturn (1,17Msat); tento „horúci Saturn“ sa pohybuje po kruhovej dráhe. Najväčšejšiu dráhu s perídom 10,88 dňa má nadSaturn (1,05Msat). Ostatné dva objekty sú: subSaturn (0,8Msat) a hnédý trpaslík (13,7Mjup) ktoré obehnú svoje hviezdy za 6,4 a 8,37 dňa.

čo je 26-krát menšia vzdialenosť ako vzdialenosť Slnka – Zem.

HD 83443, hviezdá typu K0V, leží vo vzdialnosti 141 svetelných rokov, pričom jej hmotnosť je asi o päťinu menšia ako hmotnosť Slnka.

Najzaujímavejší je však „pulz“, či presnejšie – variácie radiálnej rýchlosťi, ktoré sa opakovane námerali. Túto poruchu najlepšie vysvetluje existencia ďalšej planéty s nižšou hmotnosťou. Gravitačný vplyv jednej z blízkych hviezd sa totiž vylúčil.

Tento „Horúci Saturn“ poskytuje pre budúcnosť dobré možnosti aj pre priame pozorovania, pretože blízka obežná dráha i poloha planéty na nej (voči pozemskému pozorovateľovi) je neobyčajne výhodná. Už v minulých mesiacoch monitorovali predpokladaný (periodický) pokles svietivosti materskej hviezdy dánski hviezdarí: pozorovania s 50-cm teleskopom na La Silla však predbežne neprinesli výsledok.

HD 108147: nadsaturnická planéta na blízkej, mimoriadne excentrickej dráhe

Druhá nadsaturnická planéta obieha Slnku podobnú hviezdú HD 108147 v súhvezdí Južný Kríž. Je to hviezdá typu F9-G0V, iba nepatrne hmotnejšia ako Slnko: 1,05. Svietivosť: 7,0 mag. Obežná dráha objavenej exoplanéty je prekvapujúco excentrická: $e = 0,56$, čo je pri krátkej període (10,88 dňa) neobyčajne kuriózne. Materská hviezdá je pomerne mladá, nemá viac ako 2 miliardy rokov. Hviezda jej vek odhadli z nápadne vysokej hodnoty rotácie a úrovne chromoférickej aktivity.

Tri jupiterovské planéty s dlhšími períodami

Prvá obieha hviezdú HD 52265 (6,3 mag; typ G0V; v súhvezdí Jednorozec). Jej minimálnu hmotnosť odhadli na 1,07 hmotnosti Jupitera.

Druhá je obežnicou hviezdú HD 82043 (6,5mag;

typ G0; v súhvezdí Hydra. Jej minimálnu hmotnosť: 2,2 Jupitera.

Materskou hviezdou tretej joviánskej planéty je HD 169830 (5,9 mag; typ: F8V) v súhvezdí Strečla.

Všetky tri novoobjavené joviánske planéty obiehajú svoje materské hviezdy po excentrických obežných dráhach (0,38; 0,61; 0,34), s períodami, ktoré sa pri tomto type systémov považujú za nadpriemerné (119, 443 a 230 dní).

Pripomíname, že zatiaľ čo všetky obrie planéty v našej Slnečnej sústave majú približne kruhové obežné dráhy, väčšina doteraz objavených extrasolárnych planét obieha materské hviezdy po predĺžených elipsovitých, ale oveľa bližších dráhach. Vedci zatiaľ iba hádajú, čo túto excentricitu spôsobuje.

Dvaja hnédí trpaslíci s nízkou hmotnosťou

Väčšina z doteraz objavených exoplanét majú hmotnosť, ktorá v jednotlivých prípadoch kolíše od 0,22 až po 8,13 hmotnosti Jupitera. Iba jeden z týchto objektov (súpútnik hviezdú HD 114762) má minimálnu hmotnosť 10 až 15 Jupiterov. Takéto objekty sa však už pokladajú za hnédych trpaslíkov a detegujú sa oveľa ľahšie, pretože ich hmotnosť indukuje oveľa vyššie zmeny radiálnej rýchlosťi materských planét. Doteraz prijaté teórie vzniku a evolúcie substelárnych objektov tvrdia, že vznik a evolúcia hnédych trpaslíkov sú dielom celkom odlišného (frikčného) procesu, aký formuje planetárne objekty.

Prvý hnédý trpaslík obehe hviezdú HD 162020, (9,1mag; typ: K2V), ktorá sa nachádza v súhvezdí Škorpióna za 8,43 dňa po priemerne excentrickej dráhe. Jeho minimálnu hmotnosť odhadli na 13,7 hmotnosti Jupitera.

Materskou hviezdou druhého hnédého trpaslíka s hmotnosťou 14,7 Jupitera je hviezdá HD 202206 v súhvezdí Kozoroha (8,1 mag; typ: G6V). Svoju hviezdu obehe po dost excentrickej dráhe za 259 dní.

Už 43 objavených exoplanét

Väčšina hviezd, okolo ktorých boli objavené extrasolárne planéty, má jednu zvláštnosť: v ich atmosfére, v porovnaní so Slnku podobnými hviezdami bez planetárnej rodiny, detegovali mimoriadne vysoké hodnoty fažkých prvkov. To platí aj pre väčšinu z ôsmich materských hviezd s čerstvo objavenými exoplanétami. Zdá sa, že abnormálne chemické zloženie hviezd, ktoré majú rodinu obrích (plynových) planét, sa stane významným indikátormi nielen pri selekcii hviezd, ktoré lovci extrasolárnych hviezd vtipujú do svojich programov, ale prispeje aj k lepšiemu porozumeniu mechanizmu, ktorý nevyhnutne vedie k vytvoreniu planetárnych systémov.

CORALIE je mimoriadne presný program meraania radiálnych rýchlosť vtipovaných hviezd na južnej oblohe. Cielom tejto preverky je diagnóza 1600 Slnku podobných hviezd v našom susedstve – či majú rodinu planét. Tím CORALIE objavil do dnešného dňa 11 exoplanét.

Do dňa uzávierky tohto čísla oznámilo deväť tímov 43 overných extrasolárnych planét a približne rovnaký počet nádejnych, ešte nepotvrdených, kandidátov, s hmotnosťou menej ako 15J. 34 planét z tohto počtu má hmotnosť menšiu ako 5J, hmotnosť ďalších šiestich sa pohybuje medzi 5 až 10, troch medzi 10 až 15 J.

VLT a HARPS

Lovci extrasolárnych planét spájajú veľké nádeje najmä s VLT (Very Large Telescope Interferometer), ktorý už začína pracovať na Cerro Paranal v Chile. Tento prístroj výrazne spresní astrometriu a dokáže detegovať aj neobyčajne malé rozdiely radiálnej rýchlosťi hviezd, týchto drobných zášklov, ktoré spôsobuje gravitácia hviezdu obiehajúcich planét. Údaje z VLT spresnia najmä odhadnuté hmotnosti exoplanét, čo mimoriadne urýchli dozrievanie teórií o vzniku a evolúcii planetárnych systémov, ale aj našej Slnečnej sústavy.

Zásadný pokrok v chápání formovania planetárnych systémov sa očakáva aj od spektrografovi HARPS. Tento mimoriadne citlivý prístroj dokáže detegovať už zmenu radiálnej rýchlosťi 1 m za sekundu(!); onedlho ho budú inštalovať na 3,6 m ESO dalekohľade v La Silla. HARPS dokáže rozlíšiť aj exoplanéty s hmotnosťou desiatich Zemí, a to aj na

neobyčajne blízkych obežných dráhach. HARPS (s 10- až 100-násobne vyššou citlivosťou, ako mali jeho predchodcovia), podstatne rozšíri aj naše možnosti detegovania planét s dlhými periódami, najmä však multiplanetárnych systémov.

Lovci planét (dopplerovci, zákytníci i mikrošoškovári) však už dnes snívajú o tom, že budú môcť využívať SIM (Space Interferometry Mission), vesmírne, špecializované observatórium, ktorého supercitlivé prístroje budú monitorovať okolie Slnku podobných hviezd vysoko nad hladinou zemskej atmosféry. SIM majú vypustiť v roku 2006 až 2008. Misia potrva päť rokov a predpokladanú korist bude tvoriť aj niekoľko tuctov planét s hmotnosťou desiatich Zemí.

Ďalšie technológie Dopplerovu metódu merania radiálnych rýchlosť definitívne (aspoň z tejto oblasti astronómie) odsunú.

NASA plánuje aj vypustenie satelitu Terrestrial Planet Finder, ktorý dokáže detegovať aj Zemi podobné extrasolárne planéty, rozlíšiť na nich kontinenty, moria, najväčšie pohoria, ba aj s ničím nezameniteľné spektrálne odtlačky života.

Súmrak starých teórií

Ešte nedávno sme si mysleli, že extrasolárne slnečné sústavy budú (v istom zmysle) kópiou tej našej. Očakávalo sa, že planéty budú kružiť v rovine ekliptiky po takmer dokonalých obežných dráhach. Teoretici vychádzali z fotografií mnohých protoplanetárnych diskov, ktoré majú kruhové obežné dráhy, takže sa predpokladalo, že planéty, bez ohľadu na to, aký proces ich vytvorí, budú materské hviezdy obiehať tiež po kružniach.

Väčšina extrasolárnych planét však má mimoriadne excentrické, elliptické obežné dráhy. Podaktoré majú oproti našim planétam viac ako dvojnásobne ellipticky predĺženú obežnú dráhu.

Prečo je to tak? Ak v graviitačnom hniezde hviezd vzniknú dve alebo viac veľkých planét vo vzdialosti niekolkých AU, ich osud je opred určený: jedna sa po špirále priblíži tesne k Slnku, druhá sa začne, rovnako po špirále, od Slnka vzdalať. Ak sa na tejto púti priblížia k dráham iných planét, narušia ich pôvodné, kruhové dráhy, pretiahnu ich do elips, alebo ich gravitačne vysotia zo slnečnej sústavy. Tieto graviitačné kolízie však narušia aj ich kruhové dráhy.

Ak špirálujúci obri stretnú na svojej púti malé, te-

restrické, Zemi podobné planéty, jednoducho ich zo slnečnej sústavy vykatapultujú. Vedci dnes nepochybujú, že Galaxia je priam prepcháť malými, terestrickými, tmavými planétami, vyhnancami s miliónov slnečných sústav. Ich počet sa odhaduje na bilióny.

Prečo práve našu Slnečnú sústavu nepostihol tento brutálny gravitačný biliard? Vysvetlenie, že naše planéty sú tak delikátne usporiadane, čo do vzdialenosťi, ktorá ich delí, i čo do hmotnosti, planetológov neuspokojuje. Posledné objavy, ktoré potvrdzujú výrazný drift niektorých planét (napríklad Neptúna smerom od Slnka), ale i teórie dočasnych či trvalých parkovacích dráh, svedčia o tom, že stabilita tohto domčeka z karát je doslova zázračná.

Takmer dokonalé kruhové obežné dráhy zabezpečujú konštantné žiarenie Slnka, na minimum znížujú výkyvy teploty. Iba v takýchto podmienkach sa mohol vyvinúť inteligentný život.

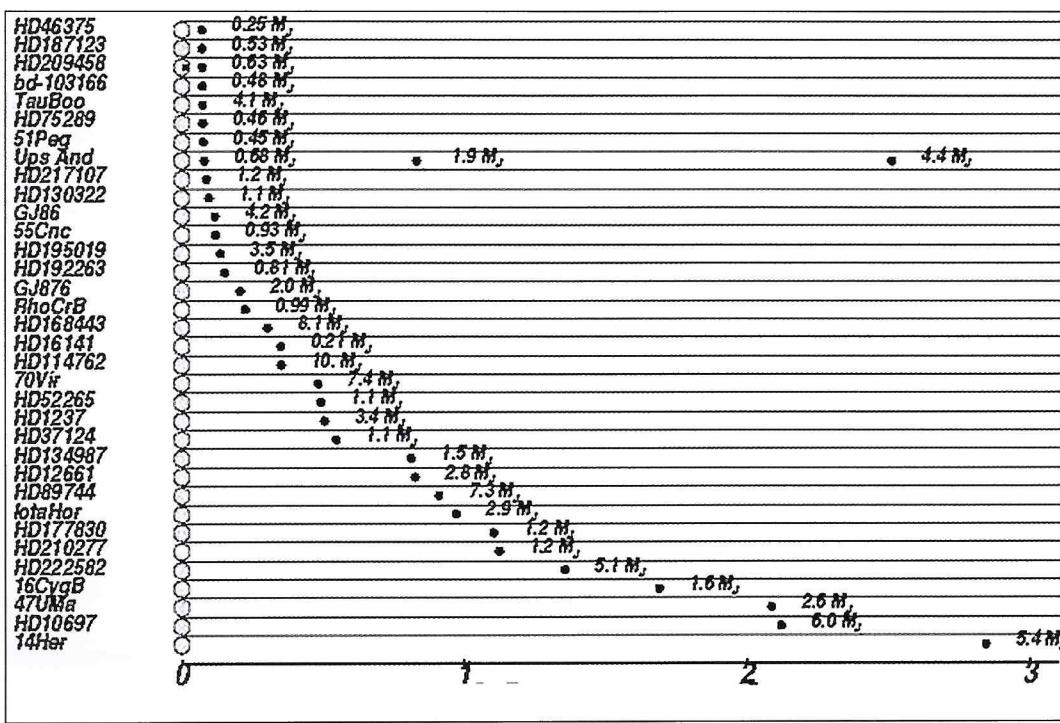
Väčšinu objavených exoplanét predstavujú (zatiaľ) jedináčkovia – obrie, plynové planéty, podobné Jupiteru. Ojav prvého systému, troch planét, ktoré obiehajú Slnku podobnú hviezu Epsilon Andromedae (vo vzdialenosťi 0,06, 0,82 a 2,4 AU) však planetárnych optimistov povzbudil. Tento systém sa dnes pravidelne monitorujú nielen objaviteľia, ale aj ďalšie tímy, ktoré budú mať už onedlho oveľa citlivejšie prístroje, schopné rozlíšiť aj veľké terestrické planéty. Možno práve tu objavíme prvú úplnú planetárnu sústavu.

Systém Epsilon Andromedae však ani zdaleka nie je kópiu toho našho. Prvá planéta s hmotnosťou 0,7J obejne materskú hviezu po veľmi blízkej (kruhovej) obežnej dráhe za 4,6 dňa. Strednej planéte s hmotnosťou 2J to na mimoriadne excentrickej obežnej dráhe trvá 241 dní. Rovnako excentrickú dráhu má aj tretia, najvzdialenejšia planéta, ktorej rok trvá asi 1200 dní. Planetológovia dúfajú, že možno práve tento systém sa stane Rosettiskou stelou planetológie, systémom, v ktorom koexistujú rozličné typy planét, čo nám (možno) umožní pochopiť vznik a evolúciu exotických, nám podobných slnečných sústav.

Hvezdári teraz animujú proces, ktorý vyústil do súčasnej architektúry systému Epsilon Andromedae.

Podľa Science, Nature, Astronomy
a internernetovských stránok spracoval
EUGEN GINDL

Takto vyzerala tabuľka doteraz overených exoplanét pred objavením poslednej „osmičky“ z La Silla. Okrem trojice exoplanét zo systému Upsilon Andromedae sú to všetko sóloplanéty joviánskeho typu, prevažne na veľmi blízkych obežných dráhach, čo uľahčilo detekciu. 19 z nich obieha materské hviezdy po bližších obežných dráhach ako Merkúr, 4 po obežných dráhach medzi Merkúrom a Venušou, 8 po vzdialenejšej obežnej dráhe ako Zem, 5 medzi obežnou dráhou Venuše a Zeme. Joviánska exoplanéta (1,9Mjup) obieha hviezu Upsilon Andromedae približne po obežnej dráhe Zeme. (Vzdialenosť v AJ vyjadruje, vzhľadom na odlišnú excentricitu, strednú vzdialenosť od materskej hviezdy.) Dva objekty s najnižšou hmotnosťou sú nedávno objavené subSaturny tímu Marcy/Butler.



MARK SINCELL /

Nový rodokmeň pre obrie planéty

Astronómovia sa ešte donedávna nazdávali, že obrie planéty sa formujú pomaly a pokojne. Kúsočky primordiálnej hmoty zo zárodočnej hmloviny (ktorá obklopuje materskú hviezdu), sa začnú gravitačne nabaľovať a tak vznikne kamenné jadro, niekolkokrát hmotnejšie ako Zem. Na najväčšie planetárne jadrá sa potom nabalí také množstvo plynu, ktoré jadro dokáže gravitačne udržať. Veľkosť jadra určuje aj veľkosť obrej planéty. Astronómovia predpokladali, že takýto akrečný proces nabaľovania môže trvať približne miliardu rokov. Táto teória v posledných rokoch padla.

Objavy viacerých extrasolárnych planét (a systémov) v posledných rokoch i počítačové modely evolúcie planetárnych sústav však naznačujú, že planetárni obri sú telesami, ktoré šťastivo prežili ovela búrlivejší a rýchlejší proces. Štúdie, ktoré sa zamerali na odlahlé zhluky mladých hviezd naznačujú, že planéty s hmotnosťou Jupitera či Saturna mohli vzniknúť už v priebehu niekoľkých miliónov rokov. Stihli sa „nabalíť“ skôr, ako mladá hviezd vypudila zvyšok zárodočného plynu zo svojho systému. Miestenka v slnečnej sústave však nie je zaručená ani pre jednu planétu. Ukazuje sa, že väčšina mladých, Jupiteru podobných planét budú splynie s materskou hviezdou, alebo ich gravitačný biliard z mladého, ešte chaotického systému vypudí do kozmického priestoru. Generátorom brutálneho biliardu sú vzájomné gravitačné interakcie mladých planét.

Nová teória vznikla v Lawrence Livermore National Laboratory, kde fyzik Bill Nellis namieril jedného dňa laserový lúč na disk tekutého vodíka s priemerom 25 centimetrov.

Nellisov laser premenil tekutý vodík na kovový: je to podivný stav, v ktorom sa neviazané protóny a elektróny slobodne pohybujú a generujú elektrický prúd. Astronómovia dospeli k názoru, že čosi podobné sa musí diať aj v jadrách obrieh planét. Keď sa výsledky Nellisových simulácií včlenili do počítačových modelov Jupitera, objavilo sa čosi, čo

nikto nečakal. – Vo všetkých modeloch sa objavilo kamenné jadro s nulovou hmotnosťou, – vráví Bill Hubbard, vedec z Lunar and Planetary Laboratory. Lenže: ak Jupiter nemá kamenné jadro alebo je toto jadro veľmi malé, potom sa dá iba veľmi ľahko vysvetliť, ako sa naň nabalilo také množstvo plynu.

Ako sa teda Jupiter sformoval? Alan Boss, fyzik z Carnegie Institution of Washington, vylúčil nabaľovanie jadra a preskúmal iné, alternatívne možnosti vzniku obrieh planét. Najprajateľnejšou alternatívou sa zdal byť kolaps časti slnečnej hmloviny do veľkého zhustku, podobne ako pri vzniku hviezd. – Medzi planetológmi ma majú za kacíra, ktorého nikto nechce pozvať na party. Urobil som im škrt cez rozpočet, – smeje sa Boss. – Ešte pred desiatimi rokmi o akrečnej genéze obrích planét nikto nepochyboval. Dnes všetci horúčkovo študujú nestability akrečných diskov, hoci tento model je iba oprášenou verziou bezmála tridsaťročnej, vtedy zamietnutej teórie.

Konfliktné modely

Model nestability akrečného disku hovorí: plyn zárodočnej hmloviny, sformovaný do podoby uniformného, rovnorodého disku sa môže stať nestabilným. Vytvorí sa v ňom miestne zhustenia, ktoré začnú gravitačne nabaľovať okolity materiál a komprimujú ho. Gravitácia tieto hrčie zhusteného

plynu stlačí do sférickej podoby a vytvorí tak obrie planéty. Roku 1970 však planetológovia analyzovali údaje sond Pioneer 10 a 11, z ktorých vyplýnulo, že Jupiter má kamenné jadro s hmotnosťou 10 až 20 Zemí. Jadro je uprostred plynného, sférického puzdra, ktoré má hmotnosť 300 Zemí.

– Údaje oboch Pioneerov model nestabilného disku celkom spochybnilo, – vraví Boss. Všetci sa opäť priklonili k teórii, podľa ktorej sa na veľké kamenné jadro postupne nabaluje kolabujúci oblak prachu a plynu.

Zo súboja dvoch modelov vyšiel víťazne akrečný model, ktorý ešte roku 1961 navrhol sovietsky astrofyzik Viktor Safronov. Podľa tohto modelu sa jadro planét vytvára pomalým nabaľovaním nepatrých čiastočiek zárodočnej hmoty, ktoré sa pohybujú v slnečnej hmlovine. Hiroshi Mizuno z Kyoto University vyhotobil roku 1970 celú sériu počítačových modelov, pomocou ktorých ukázal, ako sa kamenné jadro po dosiahnutí kritickej hmotnosti 15 Zemí zmení náhle na výkonny gravitačný vysavač, ktorý dramaticky urýchli nabaľovanie okolitého plynu. Nápadná zhoda sondami nameraných údajov s parametrami hmotností jadier, ktoré definovali na základe počítačových modelov, astronóm uveličila. Akrečná teória sa pokladala za dokázanú; dostať sa aj do školských učebníčkov.

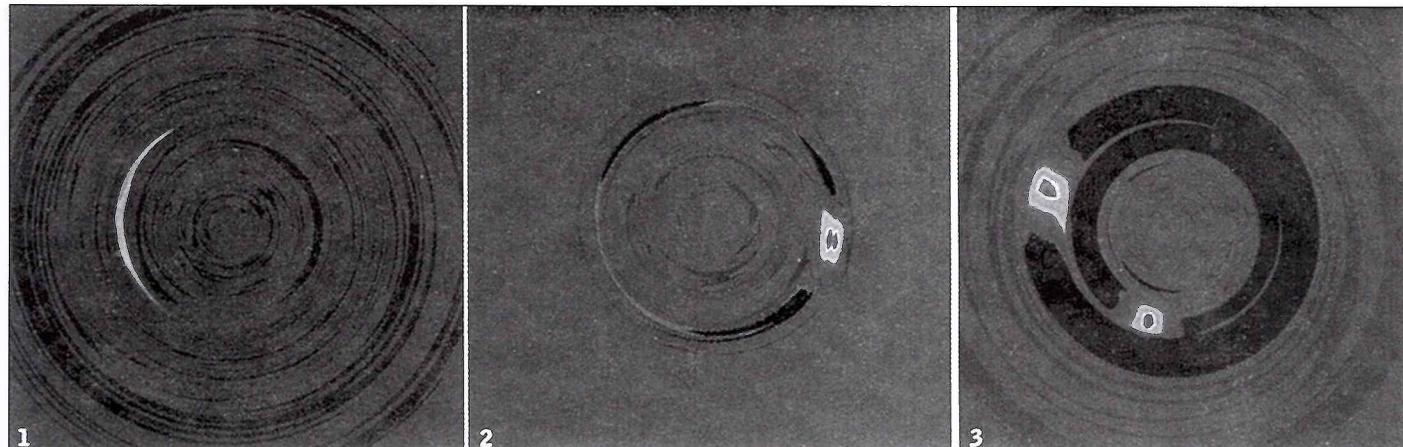
Zopár nových teórií sa nepresadilo. Akrečný model, naopak, obstál aj vo veľkom teste v polovici 80. rokov. Astronómovia vtedy zistili, že v oblastiach intenzívnej hviezdotvorby veľa mladých hviezd žiarí v infračervenej oblasti oveľa intenzívnejšie, ako sa očakávalo. – Infračervená anomália je jasným dôkazom existencie akrečného disku, – vraví astronóm Steve Strom z Optical Astronomy Observatory. Strom a ďalší navyše zistili, že mladé hviezy po uplynutí niekoľkých miliónov rokov svoje disky strácajú.

Stačí však niekoľko miliónov rokov na to, aby sa vytvorili obrie planéty?

Odpoveď nebola ani zdaleka jednoznačná. Najjednoduchšia forma akrécie jadra potrebuje na vytvorenie planéty s hmotnosťou Jupitera najmenej miliardu rokov. Jack Lissauer z Ames Research Center pri NASA sa rozhodol, že konfliktné modely preverí. Všimol si čosi, čo iní výskumníci prehliadli: ak sa všetky planetárne jadrá tvoria rovako, musia sa prejavíť aj dôsledky konkurenčného boja o stavebný materiál zo zárodočnej hmloviny. Proces gravitačného zliepania sa musí v prípade každej planéty spomalíť. – Ak však jedna z konkurenčúcich sa planét z nejakého dôvodu nabalí skôr viac plynu ako iné, – vysvetluje Lissauer, – väčšia gravitácia jej umožní akumulovať pevné planetesimály oveľa rýchlejšie. Tento proces, pomenovaný „expresná akrécia“, umožňuje skrátiť čas potrebný na formovanie planét na niekoľko miliónov rokov. Rozpor bol odstránený, akrečná teória sa považovala za definitívne potvrdenú. Objavili sa však dve nové výzvy.

Planetárny drift

Prvé extrasolárne planéty boli objavené v deväťdesiatych rokoch. Model, ktorý vysvetľoval vznik a evolúciu našej Slnečnej sústavy, však nijakovsky nemohol vysvetliť existenciu horúcich extrasolárnych planét s hmotnosťou 0,5 až 10 hmotností Jupitera, ktoré obiehajú materské hviezdy na blízkych obežných dráhach. Väčšina teoretikov sa dnes domnieva, že sa tieto planéty vytvorili v chladných, vonkajších končinách slnečnej hmloviny, ale neskôr sa k materskej hviezde po špirále priblížili,



Na prvej simulácii z dielne Alana Bossa vidíme disk s hmotnosťou jednej desatiny hmotnosti materskej hviezdy, v ktorom sa vytvorila špirálu pripomí-najúce ramená už po 2200 rokoch. Na 2. simulácii má už disk 3000 rokov: v jednom z ramién sa vytvorili dva zhluky, ktoré splynuli vo vzdialenosťi 8 AJ (vzdialosť Slnko/Jupiter je 5 AJ). Na 3. simulácii má disk 3500 rokov: prvá planéta obieha Slnko vo vzdialosti 10 AJ, druhá vo vzdialosti 7 AJ.

pričom ich teplota postupne vzrástala. Nové modely dynamiky slnečného systému dokazujú, že v novosformovaných planetárnych systémoch je migrácia veľmi častá. Všetky planéty, asteroidy, čiastočky prachu a plynu (či presnejšie ich premenlivá gravitácia) po vzniku systému na seba neustále gravitačne pôsobia, takže ich obežné dráhy sa neustále menia. V niektorých prípadoch má tento chaos dramatické dôsledky. – Niektoré gravitačné kopance môžu planétu „postrčiť“ na špirálovú, približoviaciu dráhu, ktorá po niekolkých miliónoch rokov skončí v Slnku, – vraví astrofyzik George Wetherill z Carnegie Institute. (Iné planéty sa dostanú na vý-stredné, elliptické dráhy, čím sa chaos v systéme ešte zväčší, pričom väčšina z nich skončí nakoniec v medziplanetárnom priestore, kde sa podľa najnovších odhadov pohybuje viac osirelých planét ako v materských sústavách!)

– A tak sa vynorila otázka, – dopĺňa ho Scott

Tremain, – prečo sa na špirálovitú dráhu nedostal aj Jupiter a nestrhol so sebou aj Zem a ostatné terestrické planéty? Ak Jupiter vznikol pomalou akrečiou plynu, jemná gravitačná kopanca ostatných teles ho mali postupne premiestňovať na čoraz menšie, a teda aj rýchlejšie obežné dráhy.

Astronómovia majú nezvratné dôkazy o tom, že sa Neptún z obežnej dráhy, na ktorej vznikol, významne posunul smerom od Slnka. V prípade Jupi-téra takýchto dôkazov nict: všetko svedčí o tom, že po vzniku nedriftoval ani k Slnku, ani od Slnka, ale krúži po tej istej obežnej dráhe, na ktorej sa sfornoval.

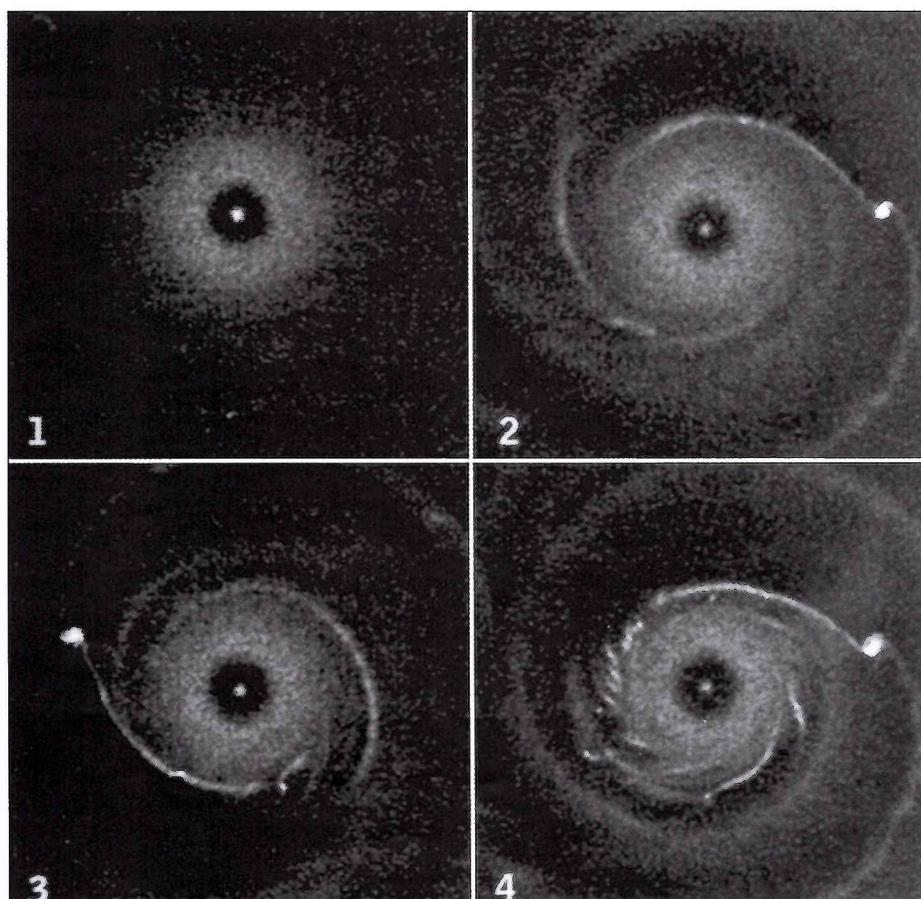
Jedno z vysvetlení, prečo je Jupiter taký stabilný, ponúka možnosť, že sa sfornoval neobyčajne rýchlo. Tak rýchlo, že plyn okoloj hmloviny už nedokázal jeho pohyb významnejšie spomalíť. Navyše: Jupiter vôbec nemusí mať kamenné jadro, a ak aj nejaké má, nebude asi veľké. Neurčitosť v odhade

jadra je pochopiteľná: astronómovia nedokážu jeho hmotnosť priamo zmerať. Malé jadro obrej planéty a komplex premenlivých rotujúcich štruktúr v jo-viáske atmosfére mimoriadne stlačuje izolovanie gravitačných efektov jeho jadra. – Ani keby sme získali mimoriadne presné charakteristiky Jupite-rovoho gravitačného poľa, problém by sme nevyrie-sili, – vraví planetológ Dave Stevenson z California Institute of Technology. Teoretici sa preto rozhodli pre počítačové simulácie vnútra našej najväčnej planéty.

Ešte pred niekolkými rokmi by bol každý pokus o vytvorenie podmienok v Jupiterovom jadre odsú-dený na neúspech. Dnes, s pomocou svetelnej pušky, ktorá dokáže stlačiť vzorku tekutého vodíka pod laserovým lisom, sa podarilo Nellisovmu tímu vytvoriť kovový vodík, ktorý si udrží pevné sku-penstvo iba 100 nanosekund. Za taký krátky čas ne-môže Nellisov tím uskutočniť merania; dokáže však odhadnúť skutočný stav v jadre. Je to viac ako nič.

Po porovnaní laboratórnych výpočtov Jupiterovej vnútornej štruktúry s údajmi sondy Galileo, ktorá zmerala chemické zloženie atmosféry i gravitačné pole obrej planéty, mohli Hubbard a jeho kolégovia spresniť vlastný odhad veľkosti Jupiterovho jadra. Vyhlásili, že musí mať menej ako 10 hmotnosťí Zeme, z čoho vyplýva, že nemôže ísť o ka-menné jadro. – Som si skoro istý, že hmotnosť Ju-piterovho jadra sa blíži k nule, – vraví Hubbard: – Ak je hmotnosť nenulová, potom sa jej hodnota leží niekde medzi 5 až 10 hmotnosťami Zeme. Mi-mochodom: ani 10 hmotnosťí Zeme by však nevyvolalo takú mohutnú akrečiu.

Mohol Jupiter nabaliť z hmloviny takú obrovskú gundžu plynu (s hmotnosťou 300 Zemí), ak jeho kamenné jadro váži menej ako desaťásobok hmotnosti Zeme? Ako dokázal tak bleskove zväčší svoju hmotnosť? (Vďaka čomu sa nestal obetou slnečného kanibalizmu?) Boss pomocou svojho modelu dokáže odpovedať na obe otázky: – Za všetko môže nestabilita disku, pretože umožňuje aj rýchle for-movanie planét. V nestabilnom disku sa planéty



Na tejto simulácii Armitagea a Hansena vidíme:
1. evolúciu protoplanetárneho disku, v ktorom
sa nevytvorili planéty,
2. a disk v ktorom sa vytvorila jediná planéta
s hmotnosťou Jupitera, 3. Disk s planétou sa
stáva nestabilným, začína sa fragmentarizovať,
4. a napokon sa celkom rozpadne.

môžu sformovať už v priebehu niekoľkých tisícok rokov, – vraví Boss.

Ak sa planéta, ktorá má proporcie Jupitera, sformuje rýchle, jej gravitácia rýchle vymetie z obežnej dráhy plyn, ktorý by jej pohyb spomaľoval. Ako ozrnutý sférický pluh vytvorí v hmlovine široký tunnel, v ktorom jej pohyb nič nebrzdí, a preto ju príťažlivosť Slnka nestiahne po špirále do žeravého solárneho hrobu.

Kto bude mať pravdu?

Adam Burrows, astrofyzik z University of Arizona, sa však akrečného modelu nemieni vzdať: – Je možné, že hmotnosť Jupiterovho jadra je primalá na to, aby vysvetlila akréciu, – vysvetľuje. – Predbežne iba odhadujeme, akú hmotnosť jadro Jupitera naozaj má. Ak sa potvrdia najvyššie hodnoty (priemere 7 hmotností Zeme), nemožno akréciu vylúčiť.

Philipp Armitage z Canadian Institute for Theoretical Astrophysics spolu s Bradom Harrisom (Princeton University) uviedli nedávno v Nature článok, z ktorého vyplýva, že tým, čo riadi formovanie obrích planét, je predovšetkým veľkosť protoplanetárneho disku okolo mladej hviezdy. Ak je disk relativne malý, joviánske planéty budú puchnúť pomaly, vyše 10 miliónov rokov. Výsledok planétotvorby v takom disku náramne pripomína našu Slnečnú sústavu – vraví Armitage. – Ak je disk veľký, obrie planéty sa v ňom môžu tvoriť miromiadne rýchle, pričom búrlivé procesy v takejto maternici môžu sformovať celkom bizarné systémy planét.

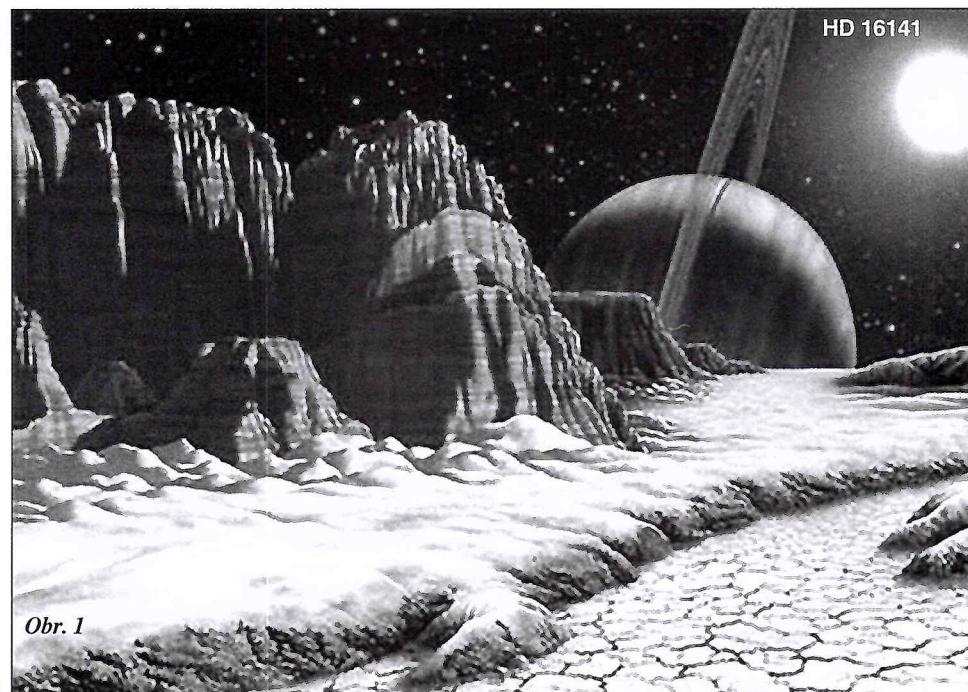
Viacero astronómovia vzápäť vyhlásili, že akrécia jadra a nestabilita disku sa navzájom nevylučujú, – vraví Alan Stern zo Southwest Research Institute. – Podľa mňa sa na začiatku rozbehnú oba procesy. Rozhodujúce je, kedy a za akých podmienok začne jeden z nich dominovať. Tobias Owen z Havajskej univerzity poznamenáva, že aj opak môže byť pravdivý: – Extrasolárne planéty nás varujú, aby sme sa neunáhlovali. Je pravdepodobné, že v procese formovania planét sme ešte čosi podstatné nepochopili.

Všetci požadujú viac údajov. Boss navrhuje urobiť prehliadku zhlukov mladých hviezd a zistiť, či sa na nich prejavuje gravitačné pôsobenie planét. Akrécia jadra je pomalý proces. Vyplýva z neho, že iba hviezdy, ktoré majú viac ako niekoľko miliónov rokov, stihnuť si opatrit planetárne systémy, ktoré na ne pôsobia. Na druhej strane: nestabilita disku umožňuje rýchlejšie sformovanie planetárnej sústavy okolo najmladších hviezd. Ak sa ukáže, že gravitačný vplyv planét sa prejavuje iba na starších hviezdach, bude to test v prospech akrécie jadra; keď však zistíme, že všetky mladé hviezdy v zhluku majú gravitačný „tik“, potom to bude test v prospech nestability disku.

Doug Lin, teoretický astrofyzik z Lick Observatory v Kalifornii predvída, že už nasledujúca generácia teleskopov umožní hvezdárom zmapovať protoplanetárne disky okolo veľmi mladých hviezd s rozlišením, ktoré umožní pozorovať vznik planetárnej sústavy priamo. – Bude to vzrušujúce, – vraví Lin. Termain je dnes šťastný ako blcha, pretože sa mu podarilo neurčitosť okolo formovania planét znížiť: – Náše hádky sú pozitívne. Svedčia o tom, že sme sa už mnohému priučili.

MARK SINCELL

Podľa Astronomy spracoval E. G.



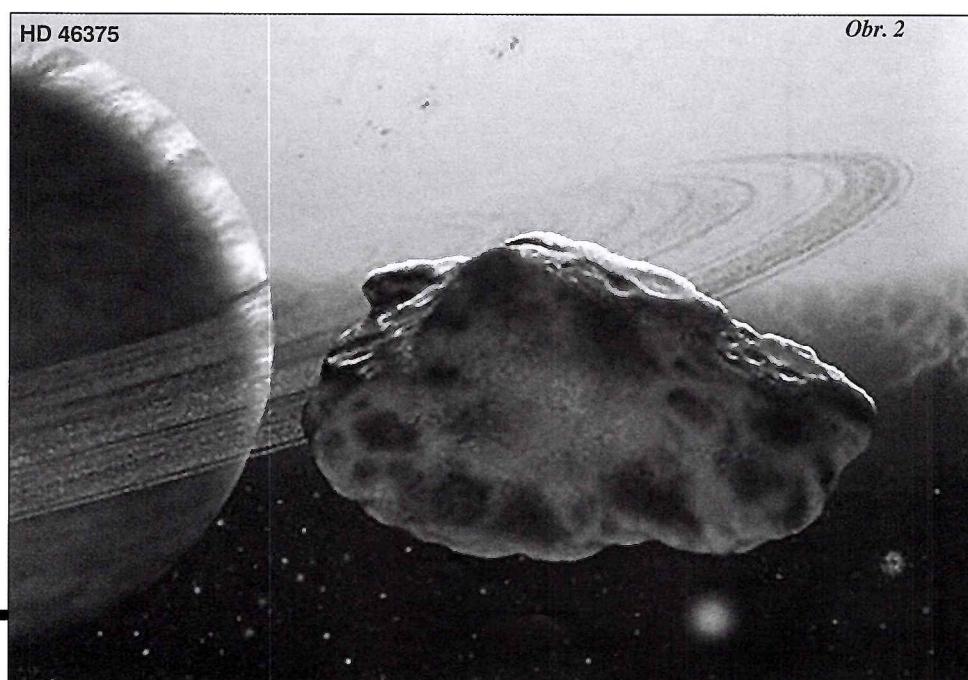
Po Jupiteroch a Saturnoch, po Saturnoch...?

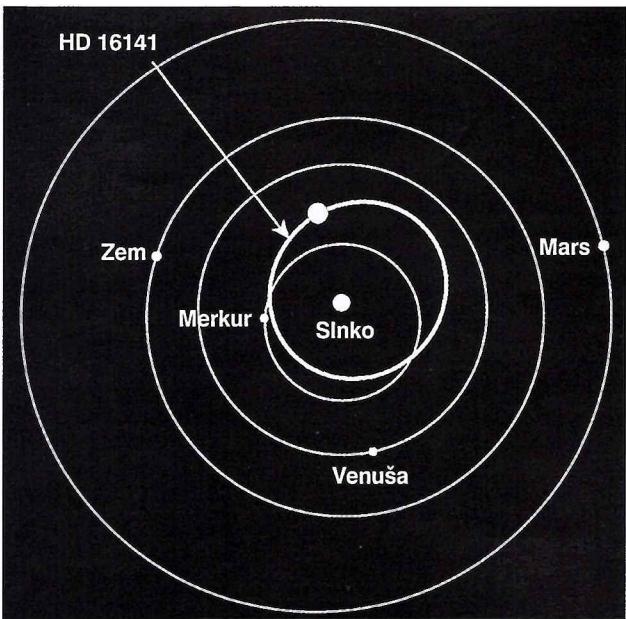
Lovci exoplanét, ktorých je čoraz viac, prekročili významnú hranicu: podarilo sa im objaviť ďalšie dve planéty, ktoré sú menšie ako Saturn. Väčšina extrasolárnych planét, ktoré sa zatiaľ objavili pri Slnku podobných hviezdach, malí hmotnosť Jupitera, alebo boli väčšie. Existencia obrích planét podobných Saturnu (ktorý má trikrát menšiu hmotnosť ako Jupiter) svedčí o tom, že mnohé hviezdy majú planetárne systémy, v ktorých by mohli krúžiť aj menšie planéty.

Objav saturnických planét spochybnil teóriu formovania planét pomalým gravitačným nabaľovaním primordiálneho materiálu v protoplanetár-

nom disku. (Dnes sa uprednostňuje teória nestabiliti v disku, kde sa veľmi rýchle vytvoria zhustky, zárodky protoplanét.) Dnes sa predpokladá, že počet menších planét je neporovnatne väčší ako ich obrích „príbuzných“, pričom sa zdá, že aj to príbuzenstvo bude veľmi vzdialené.

– Ak hľadíte z diaľky na morskú pláž, – povedal Geoff Marcy, jeden z najúspešnejších polovníkov na exoplanéty, – najprv vidíte iba najväčšie balvany. Aj my sme najskôr objavili najväčšie balvany – planéty s hmotnosťou Jupitera a väčšie. Teraz už vidíme aj menšie kamene – Saturny. Planéty s priemerom a hmotnosťou našej Zeme zatiaľ de-





tegovat nedokážeme. Z istej vzdialenosť jednotlivé kamienky na plázi nerozlišíte.

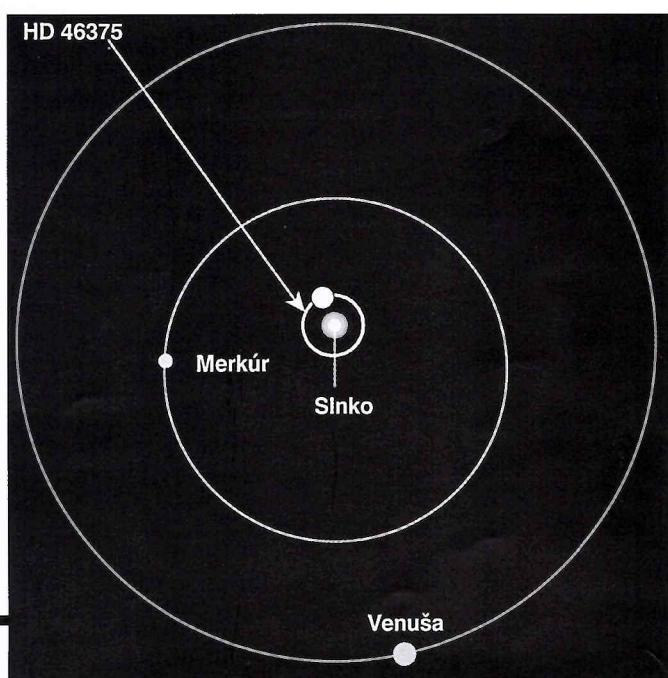
Jupiter je trikrát väčší ako Saturn. Planetológovia sa spôsobili nazdávali, že tito planetárni exobri sú skôr malými hnedými trpaslíkmi, teda nepodarenými hviezdami, ktorým nízka hmotnosť nedovoľuje vznieť a udržať jadrové reakcie v ich vnútri.

Táto teória definitívne padla. Exojupiteri sú iba vrcholkami ľadovca, najväčšími členmi početných planetárnych rodín. – Sme si istí, – dodáva Marcy, – že to, čo vidíme, je populáciu objektov, ktorá vznikla z protoplanetárnych diskov. Zo snímok, ktoré naexponoval Hubbard vesmírný teleskop, vieme, že protoplanetárny disk, väčší alebo menší, sférický, thorioidný alebo plochý, má (skoro) každá mladá hvieza.

Tento objav Marcyho tímu (porovnaj s objavom tímu CORALIE) sa uskutočnil pomocou mohutného dalekohľadu Keck na Mauna Kea (Havajské ostrovy).

Prvá objavená exoplanéta tímu Marcy/Butler/Vogt má o päťinu menšiu hmotnosť ako Saturn a materskú hviezdu (HD46375), ktorá sa nachádza vo vzdialenosťi 109 svetelných rokov (súhvezdie Jenerozec), obieha vo vzdialenosťi 5,8 milióna km (obr. 2).

Druhá subsaturnická planéta tohto tímu má iba 70 % hmotnosti Saturna a svoju hviezdu v 79 Ce-



Subsaturnická planéta 0,8 Msat, ktorú objavil tímar Marcy/Butler obehne hviezdu HD 16141 za 75 dní.

tí, známu ako HD 16141 v súhvezdí Južný Križ (kresba na obr. 1), vzdialenosť 117 svetelných rokov obieha vo vzdialenosťi 52 miliónov kilometrov.

Obežné dráhy oboch subsaturnických planét sú veľmi blízke, krátke sú aj ich periódny: 3,02 potážne 75 dní. Tieto parametre ulahčili astronómom objav.

Marcy s Butlerom objavili technikou merania radiálnych rýchlosť už 21 extrasolárnych, joviálnych planét. Keď

sa dostali ku Kecku, ich možnosti sa rozšírili. V prípade posledného objavu dosahovala hodnota zmeranej radiálnej rýchlosť sotva 12 metrov za sekundu, čo je rýchlosť, ktorá iba o málo prevyšuje rýchlosť špičkového sprintéra.

Saturnické obrie planéty sa skladajú najskôr z primordiálneho vodíka a hélia. Objevené Subsaturny však krúžia okolo materskej hviezdy v takej blízkosti, že ich atmosféra musí doslova vŕieť. Pri exosurture, ktorý obieha hviezdu 79 Ceti, namerali teplotu 830 stupňov Celzia, čo je bezmála dvojnásobok teploty na povrchu terestrickej Venuše. Teplota planéty krúžiacej okolo HD 46375 dosahuje až 1130 stupňov Celzia.

Obe subsaturnické planéty sa (podľa všetkého) sformovali v oveľa väčšej vzdialnosti od svojich materských hviezd. Na tvrdé skalnaté jadro sa gravitačne nababilo obrovské množstvo chladného plynu. Obrovské gule plynu sa postupne (po špirále) približili k materskej hviezde. Na svojej ceste narušili obežné dráhy nespočetného množstva menších telies, komét a asteroidov, ale aj menších terestrických planét, pričom väčšinu z týchto objektov gravitačné praky oboch planetárnych chuličanov vymietli navždy mimo slnečnej sústavy.

Nakoľko väčšina z doteraz objavených masívnych planét krúži okolo materských hviezd po mimoriadne blízkych obežných dráhach, možno predpokladať, že evolúcia slnečných sústav prebieha väčšinou podľa tohto scenára. Ukazuje sa, že naša Slnečná sústava je aj v tomto prípade vzácnou výnimkou.

Posledný projekt najúspešnejších lovcov exoplanét predpokladá monitorovanie radiálnych rýchlosť asi 1100 hviezd vo vzdialosti do 300 svetelných rokov.

Spracoval EG

Ďalšia subsaturnická planéta (0,7 Msat, objavená tímom Marcy/Butler) obehne hviezdu HD 46375 za 3,02 dňa.

Slnečná sústava môže mať 10. planétu!

Britskí a americkí astronómovia nezávisle na sebe objavili dôkaz o existencii 10. planéty. Ide o teleso s trojnásobnou hmotnosťou Jupitera, ktoré mení dráhy komét kdekoľvek na periférii našej Slnečnej sústavy. Dôkaz je nepríamy: odvodéný z dráh dlhoperiódnych komét, ktorých rezervoár je Oortov oblak.

Briti študovali dráhy 13 komét a dospeli k názoru, že na ne vplyva veľký, neviditeľný objekt, ktorý sa pohybuje po excentrickej dráhe, s veľkým sklonom k rovine ekliptiky. (Sklon dráhy Pluta predstavuje 17 stupňov.)

Americký tím nezávisle dospel k podobnému uzáveru: pri 88 kometách, ktoré študovali, pri 22 zistili, že pochádzajú z Oortova oblaku, odkiaľ ich gravitačne uvoľňuje obria planéta. Astronómovia sa domnievajú, že toto teleso môže byť hnedým trpaslíkom alebo degenerovanou hviezdou, ktorá spolu s naším Slnkom vytvára binárny systém. Hvezdári odhadli sklon dráhy záhadného telesa vzhľadom k ekliptike na 30 stupňov.

Skpetici sa domnievajú, že krst 10. planéty je predčasný. Brian Marsden: „Kolegovia by mali preštudovať dráhy oveľa viac komét. Okrem toho: aj keby boli ich výpočty správne, komety s ‘podozrivými’ dráhami’ mohla z Oortovho oblaku uvoľniť aj hviezu, ktorá sa pred stovkami rokov dočasne priblížila k našej Slnečnej sústave.“

Astronomy 1/2000

Diamantové dažde na Neptúne a Uráne?

Strednú vrstvu atmosféry Neptúna vytvárajú uhlovodíky, z ktorých pravidelne príša diamanty. Tento poznatok vedcov z Kalifornskej univerzity je ohromujúci. Hypotéza sa zrodila v laboratóriu, kde obláčik metánu, nie väčší ako špendlíková hlavička, vložili na laserom nahrievanú diamantovú nákovu, aby nasimulovali atmosferický tlak na Neptúne, niekoľkotisíčásobne väčší ako na Zemi. V extrémnych podmienkach sa metán, ktorého molekula obsahuje 1 atóm uhlíka a 4 atómy vodíka, premenil na diamantový prach, teda na sto-percentný uhlík a vedľajšie produkty uhlovodíkov.

Chémia metánu komplikuje prítomnosť amoniaku a vody, ale to neustály dážď diamantov nijako neovplyvňuje. Vedci sú presvedčení, že dnešné prostredie planetárnej seismológie im umožnia dokázať, že Neptún má diamantové jadro. Jupiter a Saturn diamantové jadro nemajú, pretože v ich atmosféri je príliš málo metánu - základného zdroja uhlíka. (Nie je vylúčené, že fyzikálne podmienky v atmosférach Jupitera a Saturna generujú oveľa intenzívnejšie chemické procesy, takže zásoby metánu sa už spotrebovali).

Velkoprodukcia diamantov na Neptúne (a pravdepodobne aj na Uráne) vysvetluje záhadu, prečo tieto planéty vyžarujú (na rozdiel od Jupitera) menej tepla ako príjmajú od Slnka. Neustály dážď diamantov, veľkých ako kamienky, vytvára štít, cez ktorý teplo vyžarované z jadra neprenikne.

Ak majú kalifornskí vedci pravdu, dozvieme sa, že všetky obrie planéty majú tvrdé, diamantové jadrá, alebo jadrá, obalené kôrou diamantov, ktoré hrúbka môže dosahovať niekoľko stoviek kilometrov.

Sky and Telescope

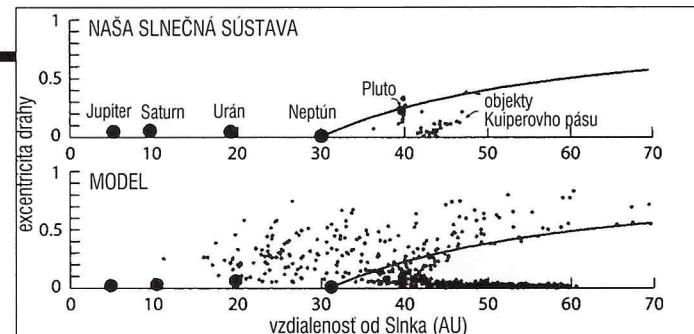
Ako vznikli Urán a Neptún?

Tieto dve planéty planetológov už oddávna dráždia. Podľa doterajších modelov ani jedna z nich nemala vzniknúť, aspoň nie na miestach, kde sa v súčasnosti nachádzajú. Na ich obežných dráhach (19 a 30 AU od Slnka) by vznik takýchto obrích planét trval dlhšie ako vznik slnečnej sústavy. Naďalej najnovšie počítačové modely vedia tento paradox vysvetliť. Simulácie ukázali, že Urán a Neptúnom mohli vzniknúť oveľa bližšie pri Slnku – v oblasti Jupitera, kde bolo dostatok materiálu a obrie planéty mohli vzniknúť a vyvinúť sa v pomerne krátkom čase – asi za 100 000 rokov; vo vonkajších častiach rodiačej sa Slnečnej sústavy by tento proces prebiehal veľmi pomaly.

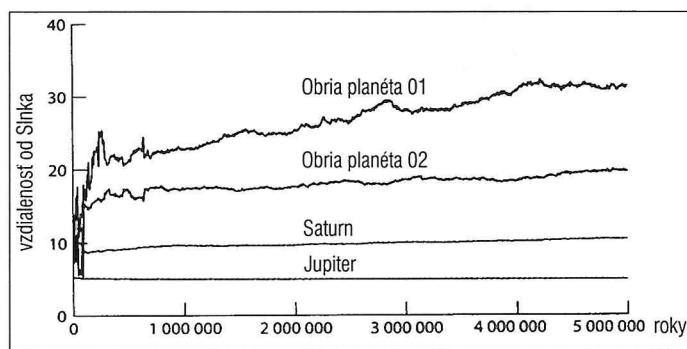
Pri modelovaní umiestnili zárodky týchto planét (planetesimály) do vzdialenosťí 4 až 10 AU od Slnka. Potom ich gravitačné sily Jupitera a Saturna vyvrhli na vzdialenejšie (15 až 20 AU), pomerne eliptické dráhy. Interakciami s planetesimálami v tejto časti slnečnej sústavy sa však dráhy Uránu a Neptúna stabilizovali a upravili na takmer kruhové. Po nabalení určitého množstva hmoty v tejto oblasti, migrovali mladé planéty až do vzdialenosťí 20 až 30 AU od Slnka. Tako alebo ďalšimi podobne prebehlo 13 z 24 simulácií: vznikli teda sústavy s po-

dobným usporiadaním obrích planét ako v Slnečnej sústave. V ostatných prípadoch ich gravitačný bilirad zo Slnečnej sústavy vyvrhol, alebo vzniklo viac planét. Kritici modelu vyčítajú, že nezohľadnil niektoré efekty, na čo vedúci tímu zareagovali slovami: – Je nám jasné, že na vznik planét vnímame zatiaľ dosť zjednodušené. A dodáva: – Ešte donedávna sme si scenár, podľa ktorého vznikli Urán a Neptún, vôbec nedokázali predstaviť.

Podla Sky and Telescope spracoval –tm–



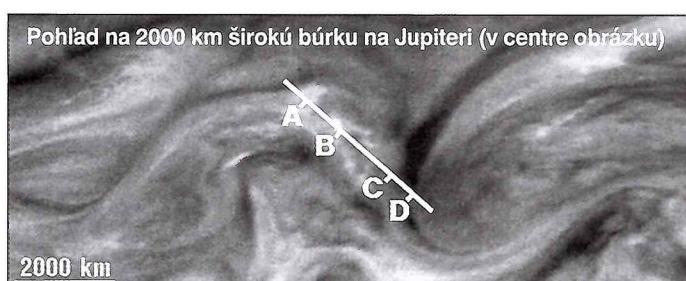
Slnečná sústava skutočná a simulovaná. Oba diagramy ukazujú závislosť excentricity dráhy na vzdialenosť od Slnka. Obrie planéty v modeli sú naznačené veľkými bodkami – zlava prvé dve sú veľké planéty, ktoré spôsobili vyvrhnutie hypotetických malých zárodkov, z ktorých vynikli Urán a Neptún – zvyšné dve veľké bodky. Zvyšné planetesimály sú naznačené malými bodkami. Dráhy, ktoré sa na grafoch nachádzajú pod naznačenou zakrivenou čiarou, sú stabilné, ostatné sú nestabilné.



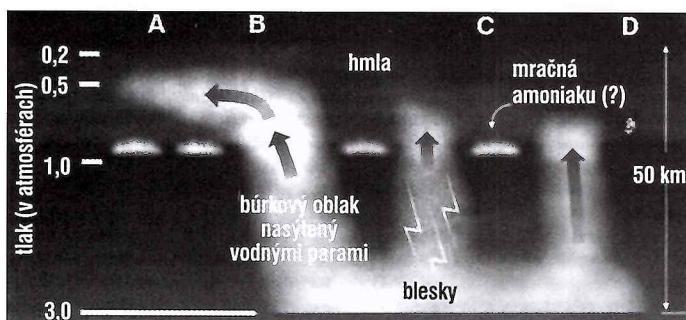
Simulácia pre štyri veľké planéty. Prebehla tak, že sa do vzdialenosťí Jupitera od Slnka umiestnilo teleso s jeho hmotnosťou a ešte tri zárodky planét. Po piatich miliónoch rokov vzniknuté planéty odmigrovali na vonkajšie orbity, podobne, aké majú v súčasnosti Saturn, Urán a Neptún.

Motorom počasia i chémie na Jupiteri sú búrky a blesky

Tmavé pásy a svetlé zóny v horných vrstvách atmosféry Jupitera patria medzi oblúbené oblúbené terče pozorovateľov. Vedci skúmajúci atmosféru Jupitera ešte donedávna nevedeli, čo generuje silné vetry, ktoré formujú tieto rýchlo pohybujúce sa pásy. Planetológovia už dávno tušia, že vetry generuje teplo neustále stúpajúce z vnútra Jupitera; je to zdroj energie, ktorý dodáva do joviánskej atmosféry viac energie ako Slnko. Ako sa toto teplo premieňa na vysokorychlosťné prúdenie? To zatiaľ nevieme.



Takto si vedci predstavujú prierez búrkovým mračnom na hornom obrázku (pre lepšiu identifikáciu rezu sú naznačené polohy A, B, C, D) a prenos tepla z vnútra Jupitera do vonkajších viditeľných pásov, tvorených rýchlymi vetrami.



Vďaka sonde Galileo pochopili vedci aspoň časť tohto mechanizmu. V máji 1999 tím vedený Peter J. Gieraschom (Cornell University) a Andrew P. Ingersollom (Caltech) využil sondu Galileo na sledovanie izolovaného búrkového systému v Južnom Rovníkovom Pásme, západne od Veľkej Červenej Škvrsy. Pri prechode búrky z tieňa do časti osvetlenej Slnkom, nachádzali sa niektoré oblaky, v ktorých v noci „prskali“ obrovské blesky, až o 50 km vyššie. Vysvetlenie: stúpanie tepla zo spodných oblastí do hornej, viditeľnej vrstvy spôsobuje vodou nasýtený vzduch, podobne ako pri búrkach na Zemi. Ak sa pri každom blýskaní vyskytne spomínaná konvektívna búrka, klimatický „výťah“ môže dodávať do vrchých, viditeľných častí Jupiterovej atmosféry výkon až 5 miliónov Wattov, čo predstavuje 60 % z celkového tepla z vnútra Jupitera.

Ak sa blýska (a na Jupiteri sa blýska často), plyny z hlbokých vrstiev musia stúpať a klesať v rozmedzí rozlíšiteľných zón. – Blesky sú vlastne majáky, ktoré označujú miesta, kde rýchlo padajú daždové kvapky a vzdušné prúdy rýchlo stúpajú vyhlásil Ingersoll a dodal: – Tento konvektívny proces vytvára ozrnuté víry s priemerom niekoľko tisíc kilomet-

rov. Ich energia podľa všetkého poháňa silné východné a západné prúdenie. Vela z týchto vírov pohlcuje Veľkú Červenú Škvru a získava z nich dostatok energie, ktorá udržuje jej stabilnú rotáciu.

Na Jupiteri udrie každú sekundu asi 20 bleskov, pričom každým z nich pretečie miekolikostokrát viac elektrickej energie ako pri beskoch na Zemi. Vedci sa nazdvävajú, že svetlé joviánske noci nie sú jediným produkтом tejto elektrickej iluminácie. Yan Béremieux a Roger V. Yelle (Boston University) tvrdia, že nadbytok acetylénu (C_2H_2) v hornej troposfére Jupitera, spôsobujú práve blesky. Ultrafialové spektrum získané v roku 1993 pomocou HST ukázalo nečakane silnú absorciu v oblasti 2070 Å. Toto sa dá vysvetliť iba tak, že acetylén sa elektricky vytvára 10-krát rýchlejšie ako v procese rozkladu metánu (CH_4) slnečným svetlom v stratosfére. Ak majú Béremieux a Yelle pravdu, blesky na Jupiteri v oblačných vrstvách premenia za jednu sekundu asi 50 ton metánu na acetylén, čo je dosť na to, aby sa v priebehu 400 rokov vytvorilo jazero tekutého acetylénu s objemom veľkého jazera Erie, na rozhraní Spojených štátov a Kanady.

Podla Sky and Telescope spracoval –tm–

NA MARSE JE VODA a zavše aj tečie....!

Na Marse je oveľa viac vody, ako sa donedávna myšlelo. Nielen v podobe ľadu, ktorý tvorí polárne čiapočky, alebo v podobe suchých kryštálikov tvoriacich riedke oblaky či poprašok, ba až záveje rozoznateľné na vyprahnutom povrchu červenej planéty. Na Marse existuje voda aj v tekutom skupenstve. Uchovala sa v početných, malých i väčších rezervoároch hlboko pod povrhom, ale na niektorých miestach vyviera (a je veľmi pravdepodobné, že vyviera i dnes) aj na povrch. Vyplynulo to z analýzy početných snímkov sondy Mars Global Surveyor, ktoré spracoval Malinov tím pri NASA. Tento objav je naozaj senzačný.

Martanské vodojemy sa nachádzajú v stredných a vyšších martanských šírkach, najmä na južnej hemisfére, kde vedci naznamenali niekoľko tuctov výverov. Martanské pramene sa väčšinou nachádzajú na stenách niektorých impaktných kráterov, na svahoch početných údolí v polárnich končinách, ale i na zrázoch dvoch veľkých kaňonov. Prezradili ich geomorfologické štruktúry, ktoré ľahko mohlo vytvoriť niečo iné ako tekutá voda.

Zaujímavé je, že všetky vývery sa

nachádzajú v relatívne mladom teréne; v okolí výverov neboli zatiaľ objavený ani malý impaktný kráter, ani významnejšie piesočné duny, ani eróziu vysústružené mozaikové polygóny, také typické v oblastiach, kde prevláda starý povrch.

Na vyprahnutom povrchu dnešného Marsu sa tekutá voda dlho neudrží, pretože priemerná teplota (0 °C) a nízky atmosférický tlak (610 Pa – pascaiov) vodu v tekutom skupenstve vylúčujú. Snímky sond Mariner 9 (1972),

Mars 4 a 5 (1974), oboch Vikingov (1976 až 1980) a Mars Pathfinder (1997) zviditeľnili sice na povrchu červenej planéty útvary, ktoré vedci identifikovali ako kaňony a korytá vyhlbené mohutnými prívalmi vody (na základe čoho vznikol dojem, že v dávnej minulosti Marsu, pod hustou, soplami dopĺňanou atmosférou bolo vody dosť aj na povrchu), lenže tento „objav“ bude treba prinajmenšom zrevidovať. Analýza snímok sondy Mars Global Surveyor (MGS), ktorej vý-

sledky boli zverejnené v polovici júna, túto už vžitú predstavu nadobro rozmetala.

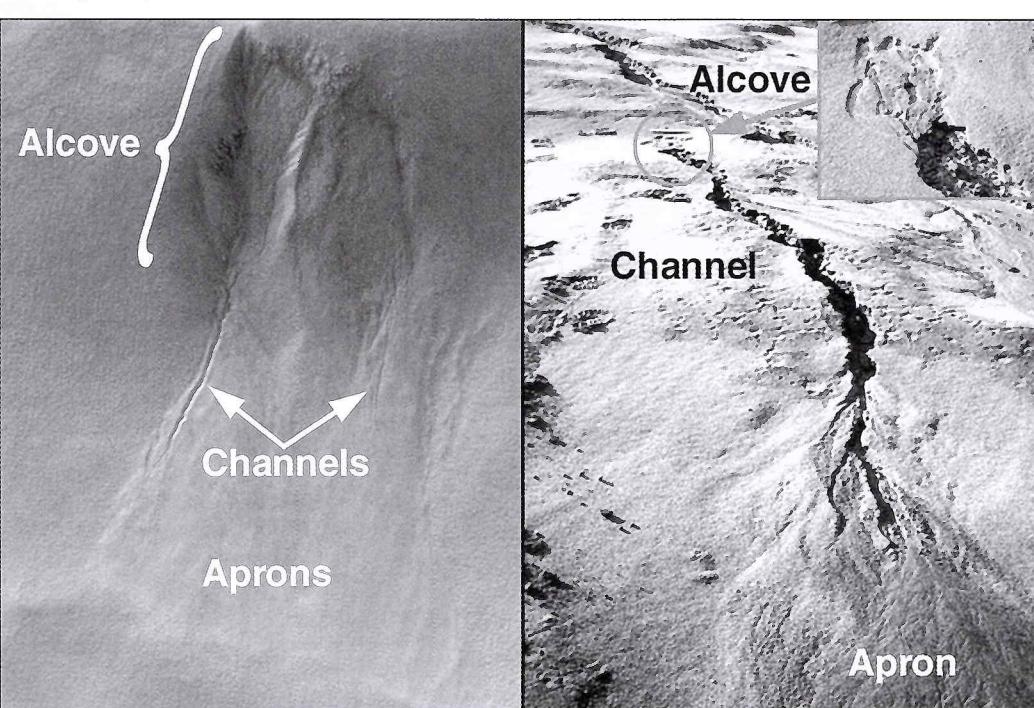
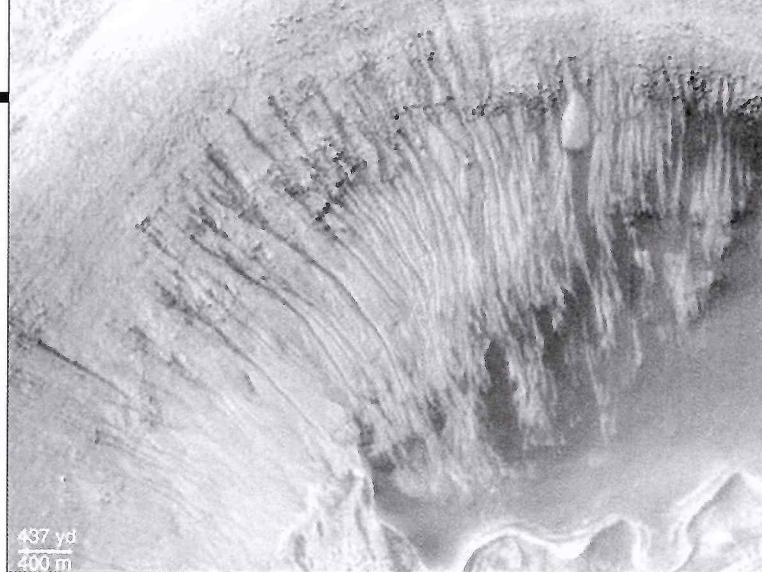
Vedci na snímkach s vysokým rozlíšením neobjavili okolo údajných riek a kanálov ani stopy po mohutných záplavách, ani rozvetvenú sieť prítokov, ani ich pramene. Geológovia sú dnes presvedčení, že mohutné martanské kaňony a sieť hlbokých, križujúcich sa údolí nevytvorila voda, ale zložité tektonické kolapsy terénu pozdĺž hornín s rozličným zložením. Nie je sice vylúčené, že mohutná, stá-milióny rokov trvajúca erózia využívala povrchu Marsu všetky „sekundárne“ pozostatky „po dávnych záplavách a povodniach“, ale predstava, že sa v dávnej (či nedávnej) minulosti valili po povrchu červenej planéty mohutné periodické prívaly, sa pokladá za vyvrátenú. A to je ďalšia naozajstná senzácia. Učebnice planetológie sa budú opäť prepisovať.

20 000 snímok z MGS

Kamera MOC na pláube sondy Mars Global Surveyor nasnímala vyše 20 000 snímok s rozlíšením od 1,5 po 12 m na pixel. V januári 2000 získali členovia 150 snímok z oblasti, ktorej stred tvorí priesiečnik rovníka s nultým poludníkom. Analýza týchto snímok po prvýkrát odhalila štruktúry, ktoré prezrádzajú vývery vody: altánky (alcoves), ktoré prezrádzajú morfológiu „prameňov“; hlavné a sekundárne kanály, ktorími vytvára voda stekala do nižších polôh; a depozity (aprons), kde sa ukladali vodou uvoľnené a premiestnené horniny.

Geografická štatistika

Vyše tretiny výverov sa nachádzajú na vnútorných svahoch impaktných



kráterov, alebo na stenách ich centrálnych výdutí; štvrtinu objavili na svahoch hlbokých údolí v južných polárnych oblastiach; približne päťtinu na stenách dvoch mohutných martanských kaňonov – Nirgal Vallis a Dao Vallis.

Vyše 50 % výverov objavili na južných, asi 20 % na severných svahoch týchto útvarov. Vývery sa dvaapokrát častejšie vyskytujú na svahoch privŕtených k polo. Vyše 90 % výverov objavili na južnej hemisfére, južne od rovnika, pričom sa, s výnimkou prameňov na svahoch Nirgal Vallis, všetky nachádzajú pod 30. stupňom južnej šírky.

Vyššia koncentrácia výverov sa nášla najmä na svahoch oboch, vyššie spomenutých kaňonov, vo viacerých polárnych údoliach, v kráteroch oblasti Gorgonum Chaos a vo vnútri kráterov Hale, Maunder, Newton a Rabe (pozri snímku 1).

Hlavný altánok

Pramene vyvieraajú v takzvaných hlavných altánkoch (head alcove). Identifikovať ich možno podľa typickej, zväčša oblúkovej galérie (spod ktorej voda vyviera) a bočných strží, ktoré ho lemujú, vytvárajúc tak „martanskú studničku“. Altánky vytvárajú útvar, pripomínajúci antické divadlo vo svahu alebo v stene, kde vznikli. Na úpatí svahov pod altánkami sa často vytvárajú šikme sute vodou uvoľneného, zosúvajúceho sa materiálu, ktorý sa vrší ako halda a neraz dorastie až pod altánok, alebo prinajmenšom k svahom bočných zlomov. V kužeľovitých zosuvoch sa rozbiehajú početné zárezy vyhlbené vodou, ktoré sa postupne stenčujú, až úplne zaniknú. (Podobné erozívne zárezy poznáme z väčšiny pozemských púští). Pri zárezoch sa neraz vyskytujú aj nepravidelné valy uvoľneného materiálu, vytvorené sekundárnom, gravitačnou eróziou.

Štyri typy altánkov

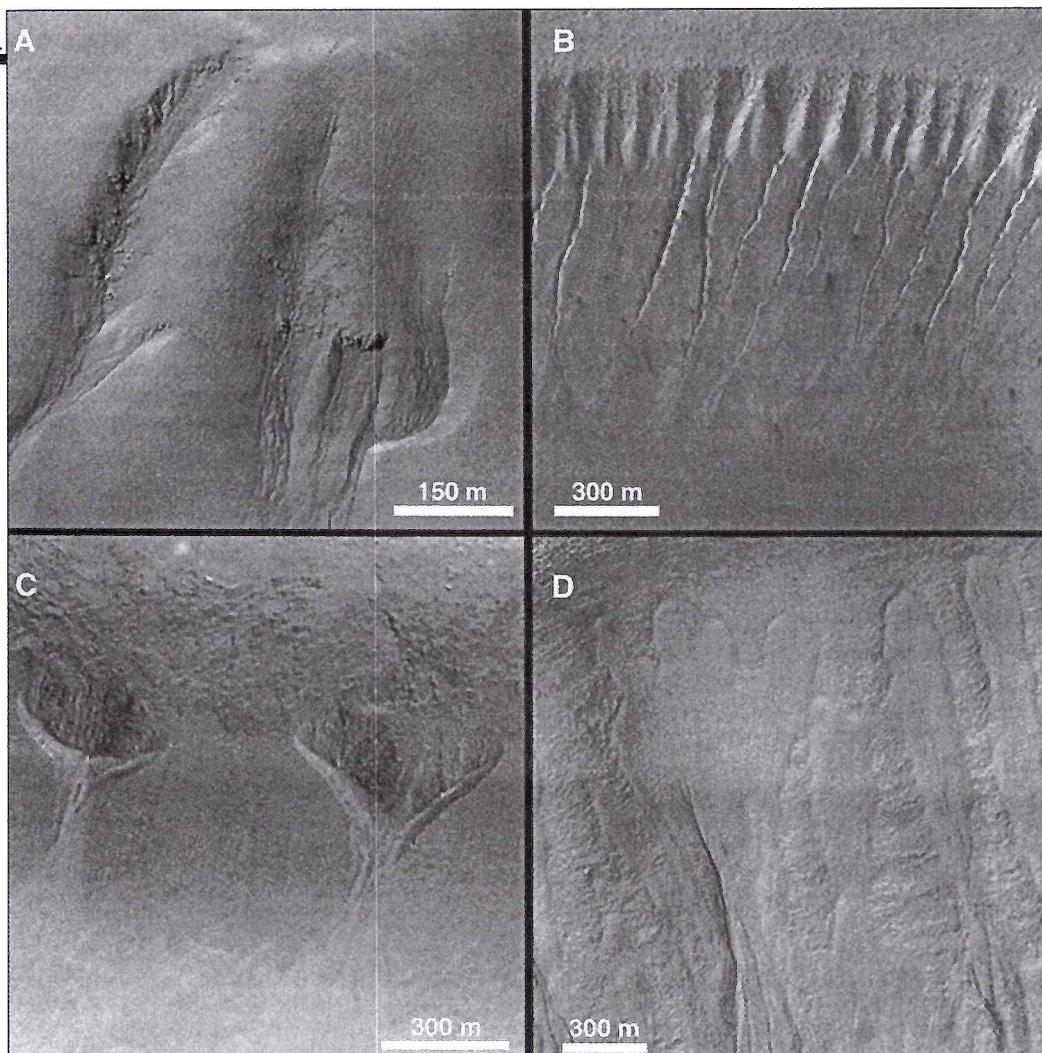
Geológovia zatiaľ rozlíšili štyri typy altánkov:

pozdĺžne: klesajúce dolu svahom, dlhé aj niekoľko sto metrov, ktoré sú dosť široké a priberajú neraz aj vodu zo sekundárnych altánkov;

paralelné: vznikajú okolo menej výdatných prameňov, vyvieraajúcich na približne rovnakej vrstvenici, kopírujúcej nepriepustnú vrstvu, oddelené hrebienkami, pripomínajúce tzv. „badlands“, hrebene z odolnejších hornín, príznačné pre americký štát Montana;

rozšírené: ktoré preprádzajú viac výverov z jedného lona;

zanesené: ktoré vršiace sa haldy a zosunutý materiál z okolitých svahov „zalepili“ a zarovnali. Tento typ altánkov sa vyskytuje pozdĺž celého kaňonu Dao Vallis. Degenerované altánky sú typické najmä pre oblasť



Na štvoricu snímkov vidíte štyri typy altánkov, na dne ktorých vyviera z obnaženej vodonosnej vrstvy voda: pozdĺžne (A), paralelné (B), rozšírené (C) a zanesené (D). Všimnite si, že vodonosná vrstva sa vo všetkých prípadoch tiahá niekolko sto metrov pod zlomom stolovej hory či okraja impaktného kráteru.

s mimoriadne výrazným reliefom rôznorodým zložením hornín. Tam, kde je nadložie z pevnnejších hornín, altánky sa vôbec nevytvoria.

Hlavné a sekundárne kanály

Výrazným znakom prameňov je výskyt rozvetvených, prepojených, do

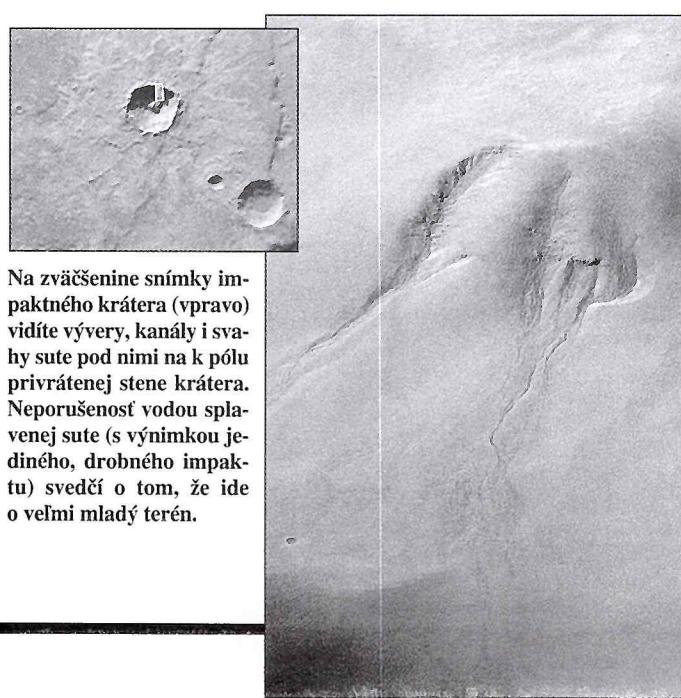
„vček“ sa zbiehajúcich kanálov, ktoré „pramenia“ v altánkoch. Na rozdiel od iných martanských údolií a kaňonov sa tieto kanály (často žlaby) nezačínajú vrezávať do svahov pod hranou zlomu, ale hlbšie, pod úrovňou vodonosnej vrstvy. Na začiatku sú najširšie a najhlbšie, ale postupne sa zužujú

a sú čoraz plytšie. Na ich tvar má vplyv terén a zloženie hornín. V podajnejšom teréne sa kanál skoro zahĺbi, neklukatí sa, nemigruje po svahu, spadá priamo dole, kde zaniká v kužeľovitých depozitoch – apronoch. Príčinou miernutia vyvretej vody však nie je vsakovanie. Po vyvretí z rezervoáru voda v nízkom atmosférickom tlaku rýchle zovrie a vyparí sa.

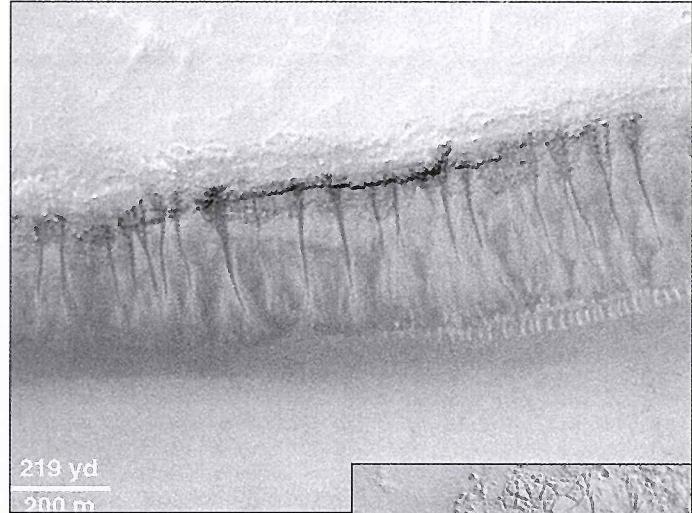
Geológovia a hydrologovia, s prihlásením na dĺžku a hlbku spádových kanálov a na fyzikálne podmienky Marsu vypočítali objem vody, ktorá vyvrela z podpovrchových rezervoárov, kým sa zásoby nevyčerpali, alebo sa rezervoár neuzavrel. Vyšli z predpokladu, že voda stekajúca po svahoch z výveru neobsahovala menej ako 10 %, ani viac ako 30 % sute. (Ak je vody menej, mobilita sute je nízka, ak jej bude viac, do údolia sa nesplaví súť, ale potoky bahna. Usadeniny na svahoch ani na dne však o ničom takom nesvedčia).

Aprony

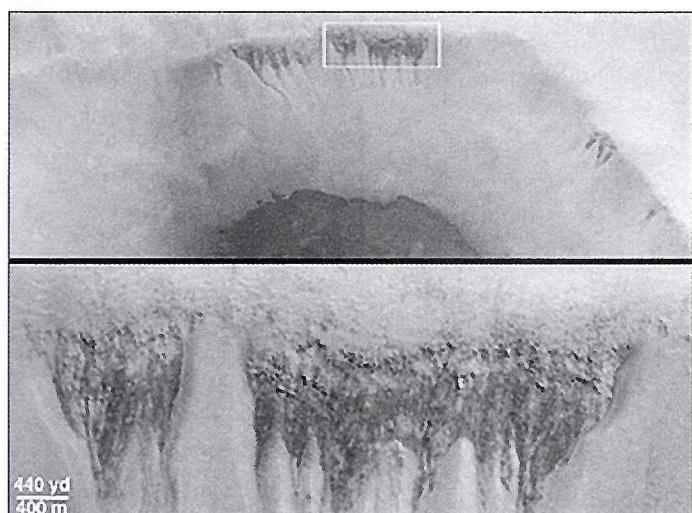
Depozity vodou uvoľneného a na svahoch pod altánkami uloženého materiálu majú často tvar trojuholníka (ak sa vytvára na svahu), alebo sa uložia (ak je svah strmý a vodu z altánku



Na zväčšenine snímky impaktného kráteru (vpravo) vidíte vývery, kanály i svahy sute pod nimi na k polo privŕtenej stene krátera. Neporušenosť vodou splavenej sute (s výnimkou jediného, drobného impaktu) svedčí o tom, že ide o veľmi mladý terén.

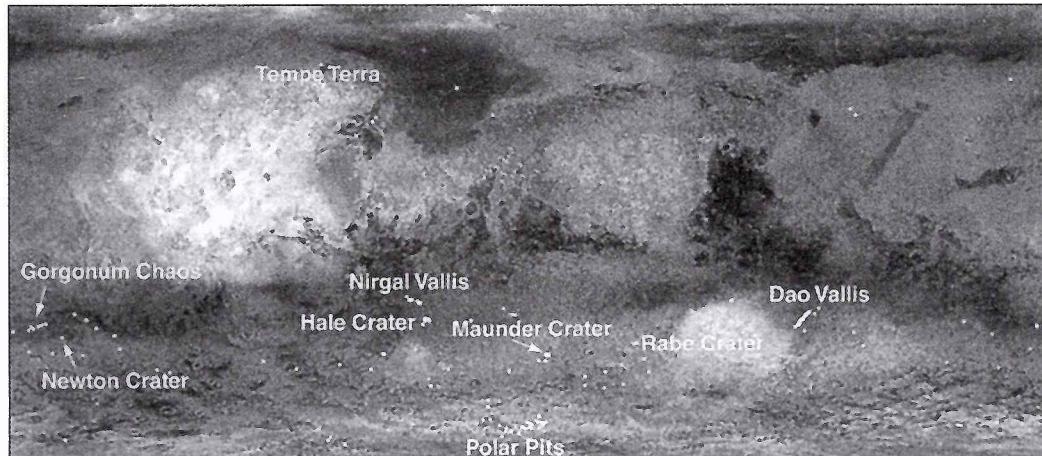


Na zväčšenie obdĺžnika z menšej snímky z južnej polárnej oblasti Marsu jasne rozoznáte miesta, kde vyviera či presakuje voda z rezervoáru, ktorého stenu tvoria zamrznuté horniny. Odtokové kanály na svahoch sa stenčujú, pretože vriaca voda sa postupne vyparuje, zamrza a vsakuje do podložia. Sute pod vývermi tvorí zmiešaná drvina splavených hornín a ľadu.



Táto snímka, ktorú sonda MGS získala už roku 1997, po prvýkrát vzbudila podozrenie, že na Marse je ešte aj dnes voda, ktorá (aspôň niekoľko mi-nút) tečie. Na spodnej snímke viditeľne detail steny impaktného krátera v oblasti Noachis Terra na 65 stupni južnej šírky a 15 stupni západnej dĺžky. Kanály v tvaru véčka pripomínajú žlaby na svahoch pozemských hôr.

Stred tejto snímky marťanského povrchu tvorí priesiečník rovníka s nultým poludníkom. Vyznačené miesta označujú impaktné krátery a veľké kaňony, na stenách ktorých sa objavili vývery.



odvádzia iba dominantný kanál) až na rovnejšom teréne pod úpatím strminy. Povrch depozitov je buď hladký (možno iba v rámci dosiahnutého rozlíšenia), alebo sa v ňom vytvorí „vráska“, tenké klinovité zárezы, vyhlbované stekajúcou vodou. Jedna z vrások sa často premení na hlavný kanál, ktorý sa do apronov vreže hlbšie. Väčina vrások pripomína zhora kliny.

Iný typ usadení sa vytvára pod paralelnými vývermi, ktorých môže byť na svahu, na úrovni vodonosnej vrstvy, aj niekoľko tuctov. Ide zväčša o slabšie pramene, ktorých kanály sa navzájom preplietajú, pričom vodom unášaný materiál vytvára neraz dočasné bariéry, ktoré stekajúca voda ďalej rozvetvujú do početných kaskád a vodopádov.

Vek apronov

Z bezmála 150 doteraz preskúmaných apronov iba na jednom objavili vedci malý impaktný kráter. To dokazuje, že tieto depozity sú geologickej veľmi mladé. Starší terén okolo výverov neboli zatiaľ objavený. Geologickú mladosť „vodných svahov“ potvrdzuju aj rozlíšiteľné znaky okolitého terénu: staré piesočné duny a mozaika eróziou vybrúsených polygónov. Na povrchu splavených usadení sa neobjavujú. Ak sú mladé aprony, potom aj kanály a altánky museli vzniknúť iba nedávno. To je nepriamy dôkaz toho, že na povrchu Marsu môže tieť voda aj dnes.

Ako na Zemi, tak na Marse?

Všetky spomenuté geologicke formy, objavené na svahoch marťanských úzlabín, pripomínajú pozemské útvary, ktoré vznikajú kombináciou týchto procesov: pôsobenie vody tečúcej po povrchu, zosuvy vyvolané eróziou podložia, zosuvy erodovaného materiálu zo svahov. V pozemských podmienkach generuje tieto procesy voda. Na povrchu Marsu sa však tečúca voda dlho neudrží. Vedci preto preverili aj vplyv suchých erozívnych procesov. Suché lavinky jemného sypkého materiálu môže vyvolať aj veteor či plyny unikajúce z podzemia.

Na svahoch marťanských kráterov, kaňonov a úzlabín rozlíšili celú paletu eróziou vytvorených útvarov, lenže vývery z altánkov a všetko čo s nimi sú. Blízko oblasti Gorgonum Chaos, na stenách Newtonovho krátera, v úzlabinách južnej polárnej oblasti i pozdĺž kaňonov Nirgal a Dao Vallis musí byť množstvo podzemných, vyprázdených, polopráznych, (ale možno aj opäť ľadom zaplnených a doplnujúcich sa) podzemných nádrží a rezervoárov. Vo väčších vodojemoch by mohlo byť aj 250 000 kubických metrov vody, čo by stačilo pre potreby 100 ľudí na dvadsať rokov!

Väčšina „suchých“ pohybov hornín bola objavená na svahoch kráterov a úzlabín privŕtených k rovníku, teda k Slnku. „Mokré“ geologicke procesy pod altánkami s kanálmi a apronmi sa nachádzajú skoro výhradne na svahoch privŕtených k pólu! Súhrnom vonkajších znakov pripomínajú skôr podobné útvary na Zemi. Hlavným dôkazom ich výnimočnosti sú jasné príznaky „mokrej erózie“. Altánky sa skoro vždy objavujú tam, kde sa na svahu dajú jasne rozlíšiť geologicke vrstvy; všeade tam, kde sa objavuje jasné sendvič, alebo hrubá dominantná vrstva, môžeme objaviť altánok. Práve z týchto studničiek sa spúšta do hlbky aj hlavný kanál. Aprony, usadeniny vodom splavených hornín pod altánkami, sú na nerozoznanie od pozemských. Je však nápadné, že v hlavných kanáloch sa neobjavujú balvany, či veľké kusy horniny, čo svedčí, že prúd po svahu sa rútiacej vody musel byť naozaj silný.

Altánky sa vždy objavujú vysoko na svahoch, ale dosť hlboko (až 600 m) pod okrajom zlomu, a to bez ohľadu na to, či ide o tektonickú trhlinu, alebo vnútornú stenu impaktného krátera.

Vedci si všimli aj to, že vo vulkanických oblastiach sa altánky nikde neobjavujú; nejde teda o geotermálnu aktivitu, o prenikanie teplej vody z podložia. (Jedinou výnimkou sú juhovýchodné svahy Dao Vallis, kaňonu, ktorý pretína aj sopečné horniny, stuhnuté okolo prastarej sopky Hadriaca Patera).

Ako sa vytvorili marťanské studničky?

Marťanské vodojemy majú jeden, ale aj tucet výtokov. Aj preto sa pôvodný objem vody, ktorý pred „naranžením“ obsahovali, tak fažko odhaduje. Podľa mimoriadne opatrých odhadov mohlo z priemerného apronu vytieť niekoľko tisíc kubických metrov vody. V niektorých oblastiach však počet altánkov a veľkosť apronov naznačujú, že objem vody mohol byť až stonásobný i väčší. Blízko oblasti Gorgonum Chaos, na stenách Newtonovho krátera, v úzlabinách južnej polárnej oblasti i pozdĺž kaňonov Nirgal a Dao Vallis musí byť množstvo podzemných, vyprázdených, polopráznych, (ale možno aj opäť ľadom zaplnených a doplnujúcich sa) podzemných nádrží a rezervoárov. Vo väčších vodojemoch by mohlo byť aj 250 000 kubických metrov vody, čo by stačilo pre potreby 100 ľudí na dvadsať rokov!

Vedci zatiaľ presne nevedia, ako sa podzemné rezervoáry vytvorili. (Ide o splašky povrchovej vody, alebo o vodu, ktorá vznikla v podloži?) Vedia však, aký proces ich otvoril. Najprv



Michael C. Malin a Kenneth S. Edgett / NA MARSE JE VODA...



Na prvej snímke vidíte oblasť Nirgal Vallis blízko marťanského rovníka, ktorá patrí do sústavy veľkých kaňonov, o ktorých sa ešte donedávna predpokladalo, že ich vytvorili periodické záplavy, generované pulzujúcim, vulkanickou činnosťou zosilňovaným skleníkovým efektom na mladom Marse. Snímky s vyšším rozlíšením túto hypotézu podkopali, pretože ani na najpodrobnejších snímkach vedci nedokázali rozlíšiť sief prítokov a pramenných oblastí. Je teda pravdepodobné, že marťanské kaňony a úzlabiny vytvorili tektonické procesy. Detail steny Nirgal Vallis (vpravo) je zaujímavý preto, lebo ide o najsevernejšie miesto južnej hemisféry (niekolko stupňov pod rovníkom), kde sa zatiaľ vývery vody objavili.

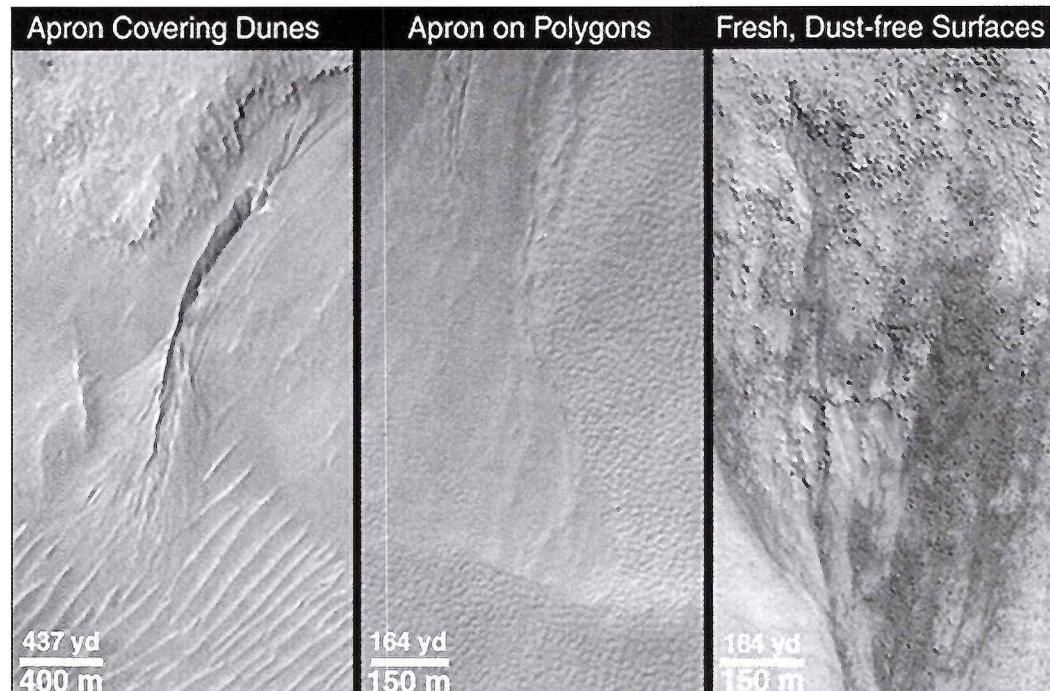
muselo dôjsť k narušeniu marťanskej kôry: buď tektonickou aktivitou, alebo dopodom veľkého impaktu. Ak k rozčesnutiu kôry došlo blízko vodojemu, voda mohla preniknúť na svah trhlinami, alebo ju z vodojemu vysal podtlak. K výveru však mohlo dôjsť aj dlho po obnažení geologických vrstiev, napríklad vtedy, ak vodojem ležal ďalej od svahu. V takých prípadoch mohli uplynúť aj milióny rokov, kým erózia neokresala svahy a neuvolnila tak vodu z púzdra zamrznutých hornín.

Voda tečie iba v tieni

Vedci dlho nevedeli vysvetliť záhadu, prečo sa vývery objavujú najmä vo vyšších zemepisných šírkach (za hranicou 30 stupňov pod rovníkom) a zväčša na svahoch obrátených k pólam. Navyše: v týchto oblastiach dosahuje teplota na povrchu mňus 70 až 100 stupňov Celzia. Povrch je zamrznutý do hĺbky 3 až 6 kilometrov. Môže voda v takýchto podmienkach tieť?

Na svahy privrátené k pólam nemá teplota vzdialenejho Slnka významnejší vplyv. Nedokáže rozmraziť zabetónované horniny. A predsa sa vývery v altánkoch objavujú práve na privrátených svahoch k pólam, a nie na svahoch privrátených k rovníku, kde ľadové zátky vodných rezervoárov mohlo Slnko rozmraziť. Jedným z možných vysvetlení tejto záhady je ľadová „vývrtnka“, erozívne pôsobenie rozpínajúceho sa ľadu, ktorý dokáže postupne rozrušiť aj najtvrdšie horniny. Ľad mohol zvonka vytlačiť aj zátky podmarťanských vodojemov.

Tento mechanizmus môže vysvetliť aj záhadu, prečo sa vývery v altánkoch neobjavujú aj na svahoch privrátených k Slnku. Voda, ktorá vytviera na povrch na slnečných svahoch, okamžite sublimovala, nestihla sa vytvoriť vonkajšia „vývrtnka“, rozšíriť vý-



Vek Marsu sa odhaduje na 4,5 miliardy rokov. Najstaršie vývery nemajú viac ako milión rokov. Odhad sa opiera o zistenie, že na usadeninách sute pod vývermi nie sú stopy po impaktných kráteroch. Iné geoindikátory však naznačujú, že vývery môžu byť podstatne mladšie, ba dokonca, že sú občas činné aj dnes. Na prvej snímke vidíte piešočné duny, ktoré končia na okrají sute. Duny sú určite staršie ako súf, ale ani na nich nerozlišíte impaktný kráter. Na druhej snímke vidíte polygonálnu mozaiku, príznačnú pre vysoké zemepisné šírky, ktorú vytvorili periodické výkyvy teploty. Podobné štruktúry nájdeme aj na Zemi. Fakt, že kusy sute prenikli až na polygón, ako aj to, že sa pologlyny nestihli vytvoriť aj na suti, svedčí o tom, že usadeniny sú veľmi mladé. Tretia snímka je najzaujímavejšia: jasne na nej rozlišíte vlhký (tmavý) terén od suchého (svetlejšieho). Z tohto výveru podľa všetkého ešte v januári 2000 vytviera voda!

ver. Preto sa nevystvoriли ani altánky, kanále a aprony.

Marťanská hydrologia je iba v plienkach

Malin a Edgett upozorňujú na to, že tieto objavy a ich vysvetlenia nie sú ani zdaleka definitívne. V najbližších mesiacoch sa preto sonda Mars Global Surveyor zameria najmä na naj-

mladšie vývery. Porovnaním starších snímok s najnovšími vedci zistia, či sa v teréne objavili zmeny svedčiace o vývere vody. Porovnaním dvadsať rokov starých snímok z Vikingov so snímkami MGS sa nijaké zmeny nezistili. Možno iba preto, že rozlišovacia schopnosť kamier na Vikingoch bola rádovo nižšia. Ak zmeny teraz objavia, bude jasné, že voda môže

tieť aj na povrchu Marsu. Hoci: objavili sa skeptici, ktorí upozorňujú, že tekutina, ktorá vytvorila vývery, nemusí byť voda. Musela by to však byť tekutina s vlastnosťami vody. Takú tekutinu však nepoznáme.

Podľa internetovských stránok
a Science spracoval
EUGEN GINDL

Štefánik v Hurbanove

21. júla uplynie 120 rokov od narodenia Milana Rastislava Štefánika. Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, pri príležitosti solárneho seminára, usporiadala spolu so Slovenským národným múzeom výstavu, ktorá pripomenula život a dielo tohto priekopníka slovenskej astronómie. V rámci seminára odznelo aj niekoľko referátov, ktoré priniesli aj zopár doteraz nevelmi známych faktov zo Štefánikovho života. Z dvoch z nich sme vybrali pasáže, ktoré približujú jeho pôsobenie na vrchole Mont Blancu, v observatóriu, ktoré bolo začiatkom 20. storočia najvyššie položeným astronomickým pracoviskom na svete.

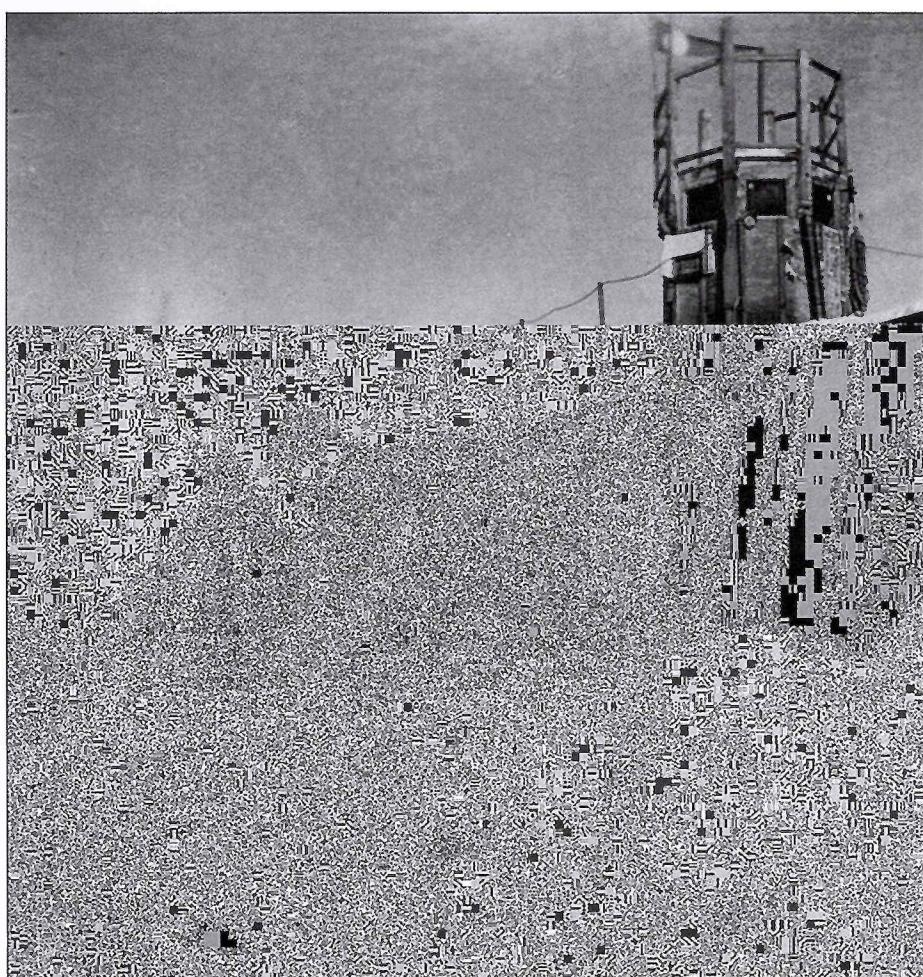
2. júna 1905, v deň letného slnovratu, zišla sa vo veľkej sále astronomickej spoločnosti elita vedeckého Paríža. „Sviatok Slnka“, oživenie prastarých tradícii rôznych národov, stal sa spoločenskou udalosťou, ktorú parížski astronómovia ponúkli rozmažanej parížskej smotánke. Stodvanásť popredných členov Francúzskej astronomickej spoločnosti, Inštitútu, Akadémie, Parížskej univerzity a všetkých observatórií, zúčastnilo sa na slávostnom bankete. Keď zábava vrcholila, dostal Flammarion depešu, ktorej obsah prítomným hned prečítal: – Štefánik a Millochau posielajú z vrcholu Mont Blancu pozdrav svojim priateľom, ktorí sa zišli k oslavie Slnovratu. Depeša prišla zo sveta večného ľadu, z drevenej budovy Jansenovho observatória na najvyššej hore Európy, ktorej konštrukciu navrhli sám inžinier Eifell. Na svitaní, vystúpilo 150 učastníkov „Sviatku

Slnka“ na najvyššiu plošinu Eifellovej veže, kde pri šampanskom čakali na úsvit a východ Slnka nad Parížom.

V tom istom čase členov Štefánikovej expedície na Mont Blancu prebúdzalo zavýjanie víchrice, ktorá na streche Európy zúrila už štvrtý deň. Vtedy ešte netušili, že nepohoda ich na Mont Blancu uväzní na ďalších desať dní. Štefánik do knihy návštiev observatória napísal: – Prvý Slovák, hvezdár, dosiahnul tejto výšky, ako člen vedeckej expedície... Nuž chcem byť v pravde občanom sveta, preto i na Mont Blancu verným som synom úbohej Tatry – národu slovenského.

Do tejto hory vložil svoj osud. Astronomické pozorovania, ktoré chcel na tejto hore vykonať, mali byť základom pre jeho vedecké práce, ktoré by mu zabezpečili postavenie na vtedajšom Olympe vied a umení v Paríži.

Hvezdáreň na Mont Blancu, vysunuté pracovisko parížskeho observatória Meudon, projektoval chýryň inžinier G. Eifell. Observatórium tvorila Eifelova železná konštrukcia, obložená drevom. Hmotnosť stavebného materiálu, ktorý bolo treba vyniesť na Mont Blanc: 15 ton.



Šestkrát na Mont Blancu

Riaditeľ parížskeho observatória Meudon, profesor Janssen, zriadil na Mont Blancu observatórium, v ktorom sa dali prevádzkať pozorovania pomocou 33 cm refraktora. Janssen očakával, že v tejto výške aj menší prístroj dokáže získať údaje (najmä zo slnečnej fyziky), ktoré vedcov a Janssena zvlášť zaujímali.

V roku 1905 strávil Štefánik na Mont Blancu 18 dní, ale priaznivého počasia sa nedočkal. V roku 1906 vystúpil na Mont Blanc dvakrát a spolu s doktorm Ganským (z ruského observatória Pulkovo) vykonali tam viaceré úspešné pozorovania.

Roku 1908 vystúpil na Mont Blanc trikrát. Ako správca vtedy najvyššie položenej hvezdárne na svete, organizoval jej likvidáciu, pretože pod observatóriom sa otvorila ľadovcová trhlina a budove hrozilo zrútenie.

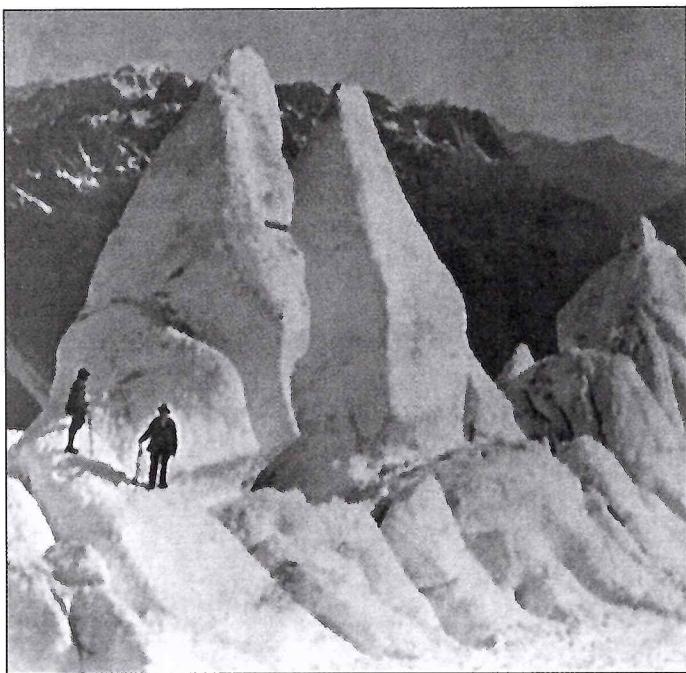
Štefánik sa na Mont Blancu sústredil najmä na slnečnú korónu; pozoroval Slnko najmä v červenej oblasti spektra. V tejto oblasti sú dva pásy spektier molekulového kyslíka, ktoré Fraunhofer označil A a B. Pri pozorovaní z Mont Blancu správne opísal zmeny v týchto pásoch počas dňa, ktoré súvisia s rozdielnymi vzdušnými hmotami. Mimoriadne kontrastné sú najmä počas súmraku.

Pri pozorovaniach z Mont Blancu, že na slnečnom kotúči možno pozorovať množstvo jasných bodov; tieto útvary sa neskôr (nesprávne) interpretovali ako škvarky, ktoré sa pozorujú v röntgenovej oblasti.

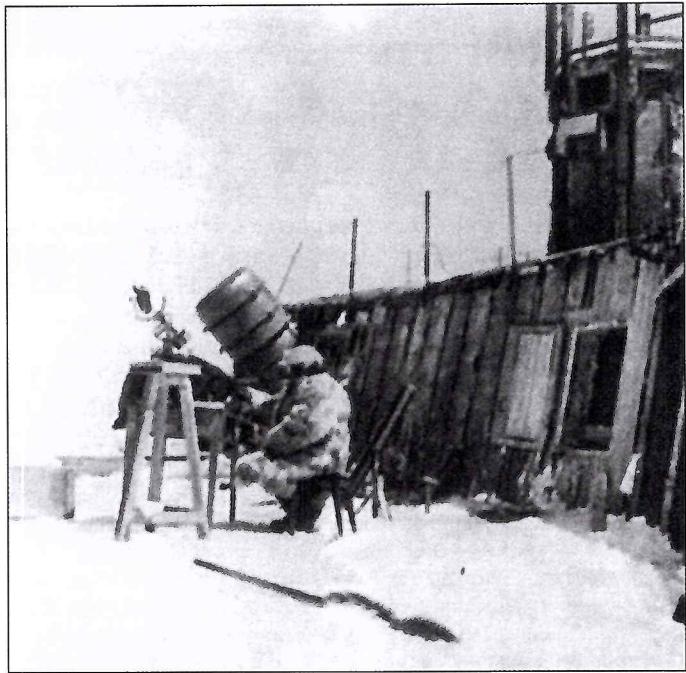
Spolu s dr. Ganským z Pulkova pozorovali z Mont Blancu aj rôzne detaily na povrchu planét, s rozlíšením až 0,6". Napísal: – Atmosferické podmienky na vrchole Mont Blancu poskytujú také zreteľné obrazy, že toto pozorovacie miesto je jedným z najpriaznivejších na štúdium povrchu planét.

Po skúsenostiach z Mont Blancu sa snažil využiť zdokonalenosť a zjednodušiť spektrohelioskop, čo bol v podstate spektrograf so vstupnou a výstupnou štrbinou, ktoré sa synchronne posúvajú (pri pevnej konštrukcii spektrografo): jedna po obrazu, ktorý vytvorí ďalekohľad, druhá po fotografickej platni. Už pri najmenšej nepravidelnosti chodu vznikne nesúlad medzi pohybom štrbín a obraz je nedokonalý.

Štefánik chcel spektrohelioskop zdokonalniť pomocou rôznych kvapalinových filterov, ktoré by zmenšili rozptyl, a tým zväčšili kontrast. Jedna z jeho prác sa zaobrája návrhom pozorovania zelenej koronálnej čiary. (Tento problém vyriešil o štvrti storočia neskôr B. Lyot, ktorý zstrojil prvý koronograf).



Dvaja zo Štefánikových horských vodcov z Chamonix – Bozon a Zournier.



Štefánik na Mont Blancu počas pozorovania Slnka s 33 cm teleskopom.



Štefánik (vzadu) na exponovanej časti hrebeňa v časti Mont Blanc du Tacul.

Pobyt na Mont Blancu Štefánika fascinoval: na vrchole Európy naplno precítil symbolické spojenie hôľ so slobodou, tak ako si ho osvojil z monumentálnej básne Jána Bottu Smrt Jánošíkova.

– Na hory, na hory, na ten svet slobody.

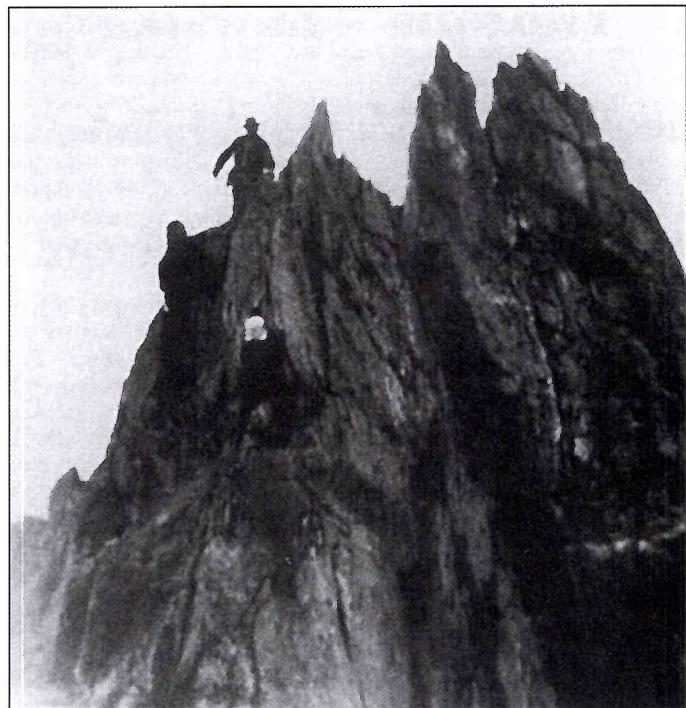
Na Tatry, tento symbol Slovenska, upíнал Bottov Jánošík svoj posledný pohľad. Vysokohorské observatórium na Mont Blancu sa stalo pre Štefánika zosobnením túžob po slobodnej vedeckej práci na vlastnej hvezdárni, túžob, ktoré sa mu splnili, keď postavil hvezdáreň na Tahiti. Ďalšie hvezdárne, ktoré chcel postaviť v Alžírsku, Čechách, Equadore, Maroku či na hore Mont Salava pri Ženeve, ostali iba v projektoch.

V Meudone sa však dlho neudržal. Prišiel

tam v čase, keď vo vedení hvezdárne prebiehala generáčná výmena vedúcich pracovníkov. Staručkého profesora Jenssena, ktorý bol Štefánikovym ochrancom, vystredal Deslandres; ten nemal rád cudzincov. – Doteraz som staval na ľade, – napísal Štefánik v roku 1908 Eiffelovi, majúc na mysi paralelu medzi jeho neistým vedeckým podnikaním a observatóriom na Mont Blancu, kde ľadovcova trhlina prerušila jeho nádejné vedeckú prácu.

**Podľa príspevkov
ROSTISLAVA RAJCHLA JUNIORA
a MILANA RYBANSKÉHO,
ktoré odzneli pri príležitosti solárneho
seminára v Hurbanove spracoval E. G.**

Snímky: archív



Štefánik na lane medzi horskými vodcami, počas výstupu na Mont Blanc.



Hvezdáreň na Mont Blancu, vo výške 4810 metrov.

Putujúce sopky, červené údolia, na krajce rozkrájané pohoria

Jupiterov ohnivý mesiac je bizarný svet, plný prekvapení

Tri mesiace trvalo, kým skupina, ktorá spracúva a analyzuje snímky sondy Galileo, dostala, spracovala, vyhodnotila snímky z posledného, najbližšieho obletu vulkanického mesiaca – 22. februára tohto roku. Náklady spojené s predĺžením misie neuveriteľne produktívnej sondy sa bohatou vrátili. Planetológovia majú k dispozícii priam senzačné snímky a údaje, ktorých vyhodnocovanie potrvá celé roky; už dnes však možno povedať, že planetológia vďaka Galileovi prežíva zlatý vek. Vedecká korisť spolu s výsledkami tímov, ktoré hľadajú a študujú extrasolárne planétarne systémy, spôsobili v planetológii hotovú revolúciu: prepisuju sa učebnice astronómie, vznikajú nové teórie a hypotézy, naše predstavy o vzniku, vývoji a súčasnom stave našej planetárnej sústavy sa od základu menia. Planetológov inšpirujú najmä tie údaje o Galileovych mesiacoch (ide najmä o Europu, ale aj o Callisto, Saturnov Titan a prípadne i Neptúnov Tritón), ktoré naznačujú, že aj v najnehostinnejších končinách našej Slnečnej sústavy mohli nastať a udržať sa podmienky, kde mohli vzniknúť a vyuvíjať sa najjednoduchšie formy života. Po poslednom blízkom oblete Io však jasajú najmä vulkanológovia. To, čo vďaka Galileovi vidia na vlastné oči, je skutočné vedecké dobrodružstvo, ktoré nadchýňa nielen najzasvätejších, ale aj širokú verejnosť, a čo je najdôležitejšie, aj čoraz skúpejších prerozdelenovacov štátnych peňazí do astronómie a vedeckej kozmonautiky. V dnešnom čísle prinášame mozaiku najunikátnnejších, najkrajších a vedecky najhodnotnejších snímok z blízkych obletov Io, ktoré boli zverejnené.

Naše súčasné predstavy o Io nerozšírila iba sonda Galileo. Snímky a údaje najúspešnejšej sondy v dejinách vedeckej kozmonautiky dopĺňa čoraz častejšie aj Hubblov vesmírny teleskop. Na povrchu tohto vulkanického raja podchvíľou vybuchujú staré známe, ale aj čerstvo objavené sopky (je ich už bezmála 150), na termálnych mapách bliká čoraz viac horúcich škvŕn, v pestrofarebnej krajine tečú obrovské prúdy lávy, vypĺňajú rozľahlé depresie; Io sa na vidomoči mení, strieda farby, veľké pohoria sa rozpadajú ako rozkrájané bochníky chleba a posúvajú; pod povrchom Io sa vznášajú obrovské „gule“, slapovými silami rozťavenej magmy a otvárajú sa nové a nové krátery a kaldery.

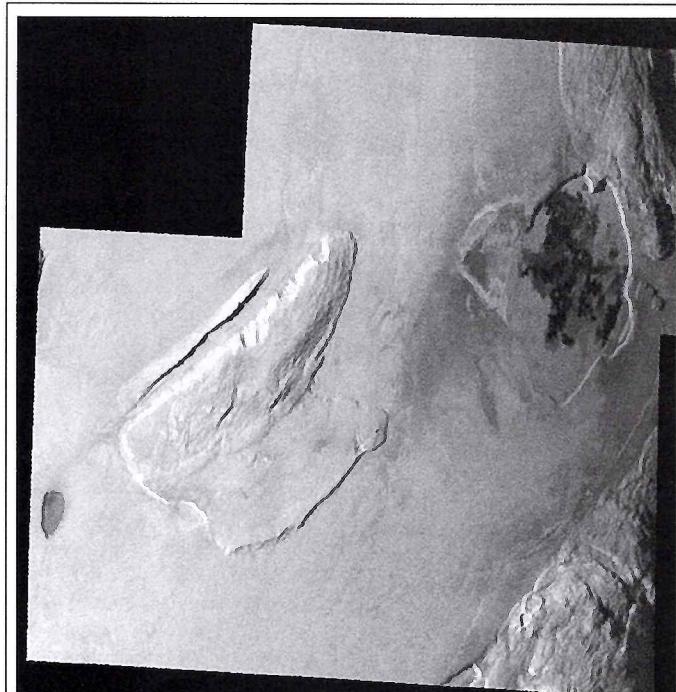
Ioanské vulkány na neuverenie pripomínajú sopky na Havajských ostrovoch, sú však nepomerne väčšie. Nad Prometheom sa takmer neustále vznáša ozrutný, až 80 kilometrov vysoký chochol plynu a vyvrnutých čiastočiek popola a hornín, ktoré však nestúpajú z krátera, ale z horúceho čela lávových tokov, čo opäť pripomína Havaj; tam prúdy

riedkej lávy (vytekajúce z krátera po periodických výbuchoch) neraz dorazia až k oceánu, kde sa pri styku ohnivého lekváru s vodou vytvárajú mohutné oblaky par a plynu.

Prometheus je v posledných de-safróciach najaktívnejšou sopkou na Io. Jeho tvar a podoba sa navonok neveľmi zmenila, chochol z lávového prúdu sa však medzi rokmi 1979 až 1996 premiestnil až 85 kilometrov na západ.

– Nepremiestňuje sa hlavný kráter a jeho početné vyhasnuté sopúchy, Prometheov vulkanický chochol však čulo vandruje, – vyhlásila Rosaly Lopes-Gautier z Jet Propulsion Laboratory pri Caltech. – Takéto správanie sme na Zemi nikde nepozorovali, – dopĺňa ju Susan Kieffer z Kieffer Science Consulting.

Vedci zistili, že Prometheov chochol sa vytvára vo chvíli, keď „snehové polia“, ktoré okolo sopky vytvárajú periodické chumelice kryštálikov zamrznutého oxidu siričitého (hojne vyvrhovaného sopkou), sa pod kobercom lávy opäť premenia na plyn, niekoľko stoviek metrov za čelom prúdu vytryskne dutinami



Pohorie Shamshu a sopka Patera

Na snímke vidíte tri horské hrebene a medzi nimi dve lávou zaliate depresie v oblasti Shamshu. Tmavá škvRNA vľavo je zvyškom depresie, ktorú láva už skoro celkom zarovnala. Pohorie vpravo od škvry pretína 10 km dlhý kaňon. Severozápadný okraj pohoria vytvorila erózia; vyzerá to tak, akoby eróziou uvoľnený materiál bol uložený na dne kaňonu.

Na pravom okraji snímky vidíme časti dvoch ďalších pohorí. V depresii medzi nimi leží Shamshu Patera, vulkanická horúca škvRNA (hot-spot). Severovýchodný okraj Shamshu Patera je zarezaný do pohoria.

v tuhnúcej láve do riedučkej atmosféry.

Geochemici a vulkanológovia sa dlho nazdávali, že jasnočervené krajiny na Io tvoria nestabilné zmesy síry – kondenzátu rôznych sírnatých plynov. Vďaka sonda Galileo, ale aj HST, sa však o úlohe síry v ioanských vulkánoch dozvedeli viac. Galileo ešte v roku 1999 objavil tri najmladšie toky lávy (z ktorých unikali chocholy plynu); HST vzápäť prescanoval povrch Io pomocou ultrafialového spektrografu, čo umožnilo zmerať zloženie plynu unikajúceho aj z týchto sopiačiek.

HST objavil i 350 km vysoký chochol plynnej síry – výtvor sopky Pele. Vedcov doslova šokovalo, keď zistili, že sírnatý plyn v chochole

tvoria dvojice spárených atómov, čo sa predtým na Io nikdy nepozorovalo; takéto väzby sa stávajú stabilnými iba vo vysokej teplote, ktorú namerali len v horúcich gágoroch ioanských vulkánov. Keď tieto molekuly dopadli na chladný povrch Io (mínus 160 stupňov Celzia), daleko od materskej sopky, okamžite sa prekombinovali do väčších molekúl s tromi až štyrmi atómmi síry. Ne-skôr typy síry sú červené; to, čo potvrdzujú aj snímky sopky Pele z HST, na ktorých je jasne viditeľný červený prstenec s priemerom 1200 kilometrov. Tento prstenec vytvoril rovnomerne rozptýlený dážď molekúl síry, ktoré sa vytvorili v gejzíro-vitej, prachoplynovej fontáne nad aktívnu sopkou.

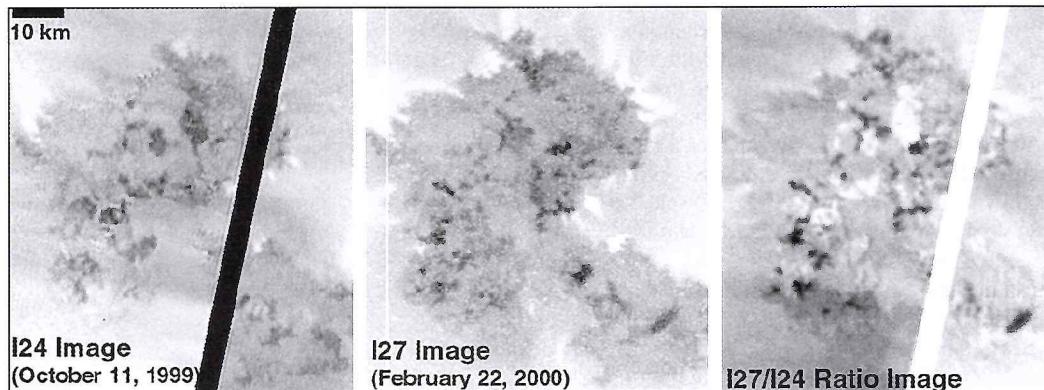
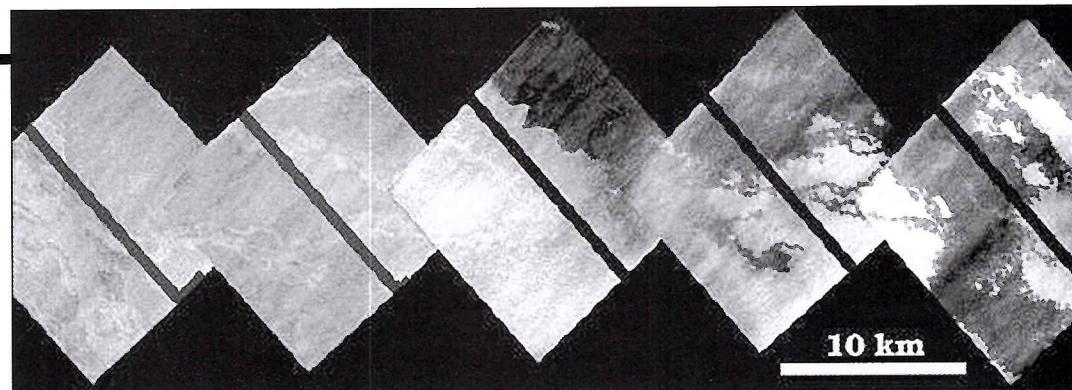
– Objav HST, nám umožnil pochopiť chémii ioanského vnútra, – vráví John Spencer z Lowell Observatory vo Flagstaffe. Galileo našiel aj celý rad iných červených škvŕn, všetky v okolí aktívnych sopiek, na ktorých prebieha podobný proces konverzie síry. Tieto depozity sa nášli najmä blízko kalder a štítových vulkánov; tam, kde sa láva uzavretými tunelmi napokon predejrie až na povrch, neraz dosť ďaleko od chocholov (ktoré sú, ako v prípade Prometheusa, väčšinou iba sekundárnym prejavom sopečnej aktivity), a svojím teplom vyparuje zamrznuté depozity a horniny na povrchu.

Zloženie zelených škvŕn sa zatiaľ nepodarilo rozlúštiť. Na niektorých miestach sa objavujú tam, kde sa „červená síra“ ukladá na čerstvých prúdoch lávy, najmä na dne kalder, a mení sa na zelený materiál. Nie je vylúčené, že vychladnutá láva je ešte vždy teplá, čo urýchľuje transformáciu červenej síry i sublimáciu oxidu siričitého. Je pravdepodobné, že červený a zelený materiál vytvárajú falosné žlté škvŕny. Prirodzenú žltú farbu však má iba síra, ktorú tvorí prstenec ôsmich atómov.

Napriek tomu, že Io je najvulkanickejším telesom Slnečnej sústavy, tamojšie pohoria (vysoké až 16 km!) nie sú sopkami. Nevidieť na nich so-púchy, nelemuju ich goliere lávových prúdov. Väčšina z nich má podobu ozrutnej stolovej hory. Nad okolitým terénom sa vypínajú preto, lebo pod okolitým povrhom sa vyprázdnili kozuby roztavenej magmy, takže povrchové kryhy sa postupne zosunuli do dutín v podloži.

Na rozdiel od Zeme má väčšina ioanských kalder mimoriadne strmé, ostro zalomené svahy, pričom väčšina z nich sa vypína nedaleko stolových hôr. Na nových snímkach depresie Hi'iaka Patera a prilahlých pohorí jasne vidíme, že pôvodná mesa/stolová hora praskla, rozdvojila sa, pričom jednotlivé kryhy sa vzdialili od seba na 145 kilometrov. Medzi nimi vzniklo údolie, ktoré pripomína Death Valley v Kalifornii alebo jazero Salton nad severnými hranicami Mexika. Geológov to prekvapilo, pretože takéto veľkoškálové laterálne posuny spôsobuje na Zemi iba platňová tektonika, po ktorej niet na Io ani chýru, ani slychu.

– Nazdávame sa, že tieto laterálne posuny a drifty riadia najskôr pohyb obrovských „bublín“ magmy v plášti Io, ktoré sa vznášajú v hutejšom pastickom materiale. Aj pohyb týchto bublín však podľa všetkého riadia sláporé sily generované Jupiterom, – vráví Alfred McEwen z Arizonskej univerzity.



Prometheus: Vždy s novým mejkapom

Na snímke vľavo: sopka Prometheus v októbri 1999, nasnímaná počas 24. obletu Jupitera. Belavé škvŕny sú podľa všetkého depozity malých chocholov oxidu siričitého, ktorý unikal spod horúcej lávy, zalievannej hrubo zasneženým povrhom. (Sneh z kryštálikov zo sopky unikajúceho a rýchle zamrzajúceho plynu okamžita pokryje každé dostatočne vychladnuté miesto na povrchu.) Trnavšie oblasti prezádzajú čerstvým lávovým poliam.

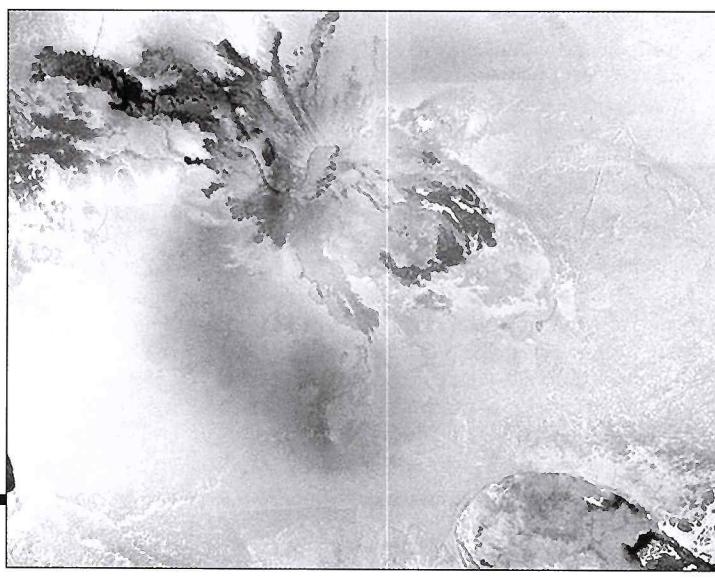
Na strednej snímke: sopka Prometheus o 134 dní neskôr. Na prvý pohľad postrehneme zmeny tvarov rozličných lávových polí, zväčšili sa i depozity oxidu siričitého na okrajoch lávového koláca.

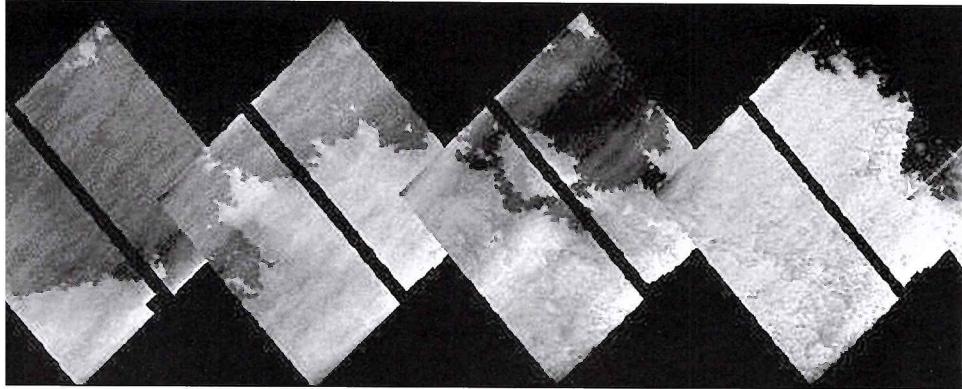
Snímka vpravo vznikla dôtipným spracovaním predchádzajúcich dvoch. Všetko, čo medzi októbrom a februárom stmallo, je tmavé aj na tretej snímke. Všetko, čo zbelelo, je biele. Porovnanie tmavých a svetlých oblastí prezádzza, že tmavý, čerstvý príkrov na snímke z februára je predĺžením oveľa menšieho, (ale toho istého) príkrovu z októbra vlaňajšieho roku. Príkrov sa v priebehu 134 dní zväčšil o 60 štvorcových kilometrov. Za jediný deň sa teda lávový príkrov rozrástol o 0,45 štvorcového kilometra. Z tohto výpočtu vyplýva, že Prometheus v tomto období vyvrhol 10 – krát viac lávy ako havajská sopka Kilauea počas svojich najväčších erupcií.

Culann Patera: Najfarebnejšia sopka

Na zvýraznenie prekrásneho farebného mejkapu tohto vulkánu použili vedci tri snímky naexponované cez tri rozličné filtre: červený, zelený a fialový. Rozlíšenie: 200 m/na pixel. Na snímke jasne rozlišíme vztah medzi difúznymi červenými, ohraničenejšími zelenkovými depozitmi a rôznofarebnými prúdmami lávy. Centrálna kaldera Culanna, (nájdete ju nad stredom, mierne doprava) má nepravidelný, štrbavý okraj a zelenkové dno. Láva z kaldery vytieká na všetky strany. Tmavočervený, kľukatý pruh, ktorý sa tahá z kaldery na severovýchod, zviditeľňuje podľa všetkého podzemný, prírodný „lávovod“ (podobné tuby vo vychladnutej láve poznáme aj z Islandu), ktorý gravitačne pre-miestňuje horúcu lávu ďaleko na severozápad. Mimoriadne tmavočervené prúdy, smerujúce z kaldery na juhozápad, tvorí sŕnatá láva alebo kremičitá láva, ktorej povrch sa zmenil. Difúzny červený materiál okolo kaldery vytvorili rozptýlené čiastočky sŕnatej zmesi z plynového chocholu.

Kalderu Culann a viaceré výhonky jej lávového okvetia lemuje zelenkový materiál. Rovnaký materiál vystieľa aj dno inej kalder (Tohil Patera). Zelený materiál býva často ostro ohraničený a prevažuje najmä na dnach kalder a v najtmavších prúdoch lávy. Vedci zistili, že zelený materiál vzniká vtedy, keď vznikne lávový sendvič potom, ako teplú kremičitú lávu zaleje, alebo pokryje materiál bohatý na síru.

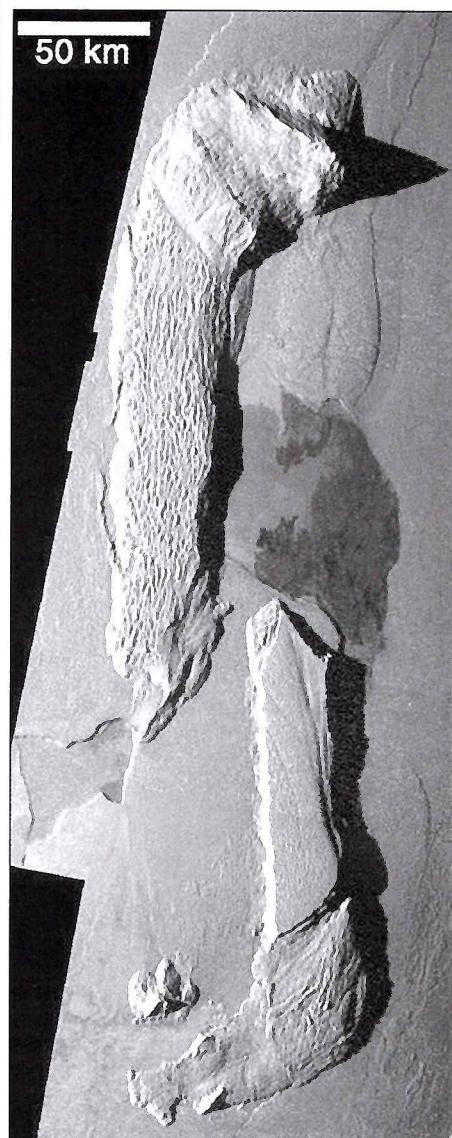




Zamama: Čipkovaná láva

Na mozaike malých fotografií vidite časť dlhočíznych prúdov lávy, ktoré zaplavili terén okolo sopky Zamama v priebehu 27 rokov, ktoré uplynuli medzi rokom 1979 (oblet sondy Voyager) a rokom 1996, keď začal pracovať Galileo. Prúd lávy je dlhý 100 kilometrov.

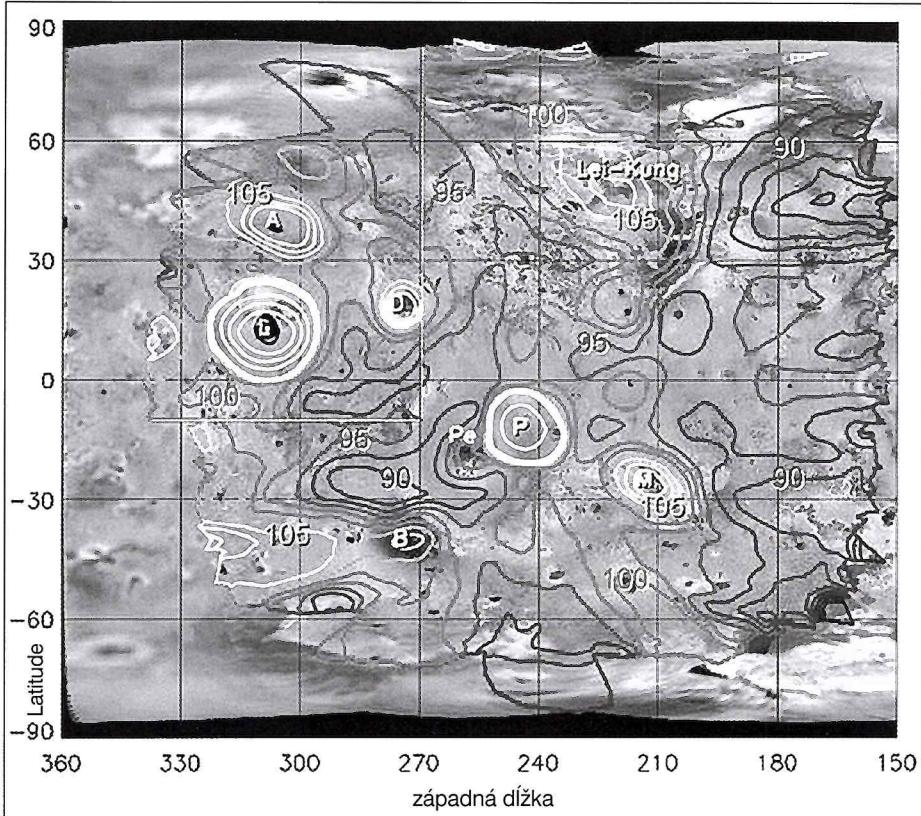
Tmavé prúdy vytvárajú okolo sopky „čipkovaný podbradník“, ktorý nachádzame aj okolo pozemských vulkánov, čo chrlia lávu typu pahoehoe. Láva vytieká z 25 kilometrov dlhej trhliny, ktorá sa ťahá na východ od hlavného sopúcha, pričom vytvára charakteristickú čipkovanú mozaiku. V lávových poliach na západnej časti mozaiky sa tvoria kanály s nápadne svetlým dnom. Tieto kanály mohla vytvoriť sŕpnata láva; v prípade, že ich vyhľbila kremičitá láva, musel ju neskôr pokryť nejaký svetlý materiál.



Hi'iaka Patera: Rozpad horského masívu

Táto snímka vojde do dejín planetárnej geológie. Mozaika Hi'iaka Patera (ide o tmavú depresiu v strede snímky) a dvoch blízkych pohorí svedčí o rozpade horského masívu na dve, vzdialujúce sa časti. Ostré vrcholky na severe väčšieho pohoria dosahujú výšku 11 kilometrov; obe relatívne ploché kryhy sa vypínajú nad okolitým terénom do výšky 3,5 kilometra. Ryhy, či presnejšie nahustené hrebeňe na severnej mene, sformoval do podoby tenkých krajcov gravitačný rozpad.

Na snímkach s nízkym rozlíšením vyzerajú tieto tmavé škvírny (patery) medzi masívmi ako kaldery – depresie, ktoré vznikajú zanorením kryhy povrchu do vyprázdnenej magmatickej komory v podloží. Zo snímkov s vyšším rozlíšením však môžeme vyčítať iný pôvod: všimnite si, že severná a južná mesa by do seba zapadli ako skladačka. To môže znamenať, že na tomto mieste kôra pukla a dve kryhy sa začali od seba vzdalovať. Depresiu medzi nimi zaliala láva. Poskladat by sa dali aj štrbavé okraje rozdávajúcej sa patery Hi'iake. Možno, že v oboch prípadoch ide o náhodu. Iba ďalšie štúdium pohorí a útvarov „patera“ môže ukázať, či kusy ioanskej kôry naozaj driftujú, a ak, čo generuje tento mysteriozny pohyb.



Io: Termálna mapa nočnej strany

Toto je prvá termálna mapa povrchu nočnej časti Io, ktorú vyhotobil fotopolarimeter – rádiometer na palube sondy Galileo počas blízkych oblietov v októbri 1999 a februári 2000. Teplotné rozhrania vymedzujú hodnoty v Kelvinoch: 90 K = -189 °C, 105K = -168 °C. Na snímke jasne dominuje niekoľko horúcich škvŕn. Najjasnejšie sú Loki (L); Amaterasu (A); Daedalus (D); Pillan (P); Pele (Pe); Marduk (M); Babbar (B); a starý lávový prúd s názvom Lei-Kung. Lei-Kung vybuchla okolo v roku 1979, ale dodnes nevychladla. Na základe takýchto termálnych máp možno vypočítať celkový objem teploty, ktorú vyrába „slapový generátor“ vo vnútri Io. (Čierne pásy na hornom a dolnom okraji mapy nevyjadrujú teplotu povrchu.)

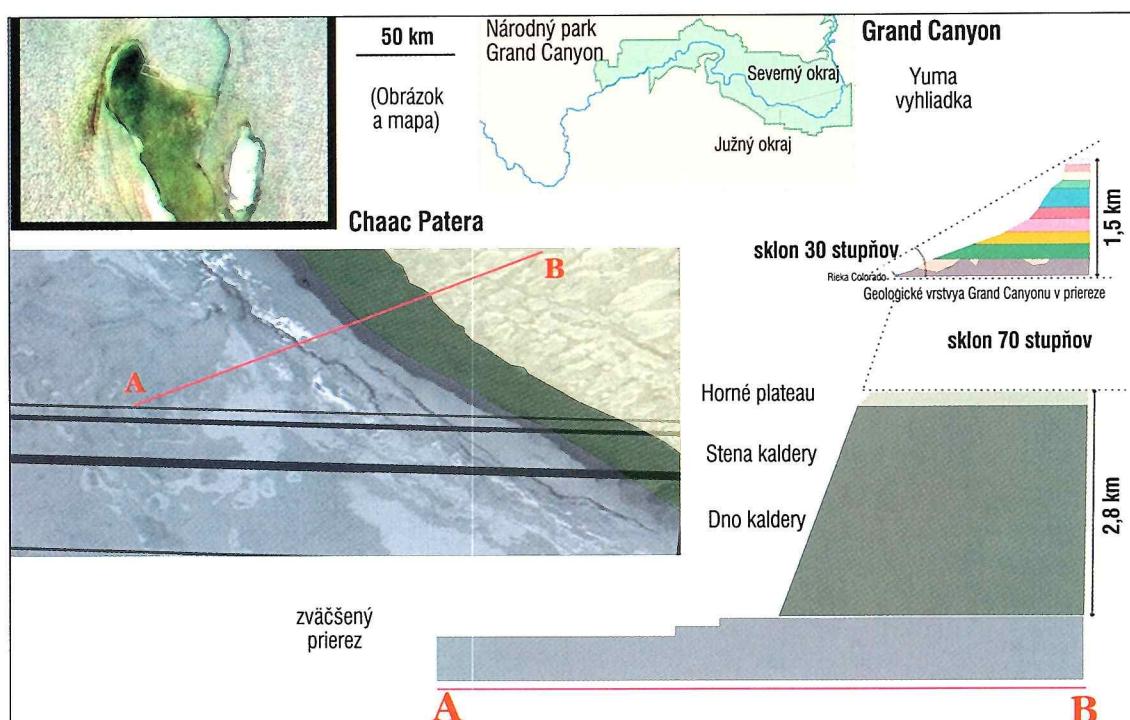
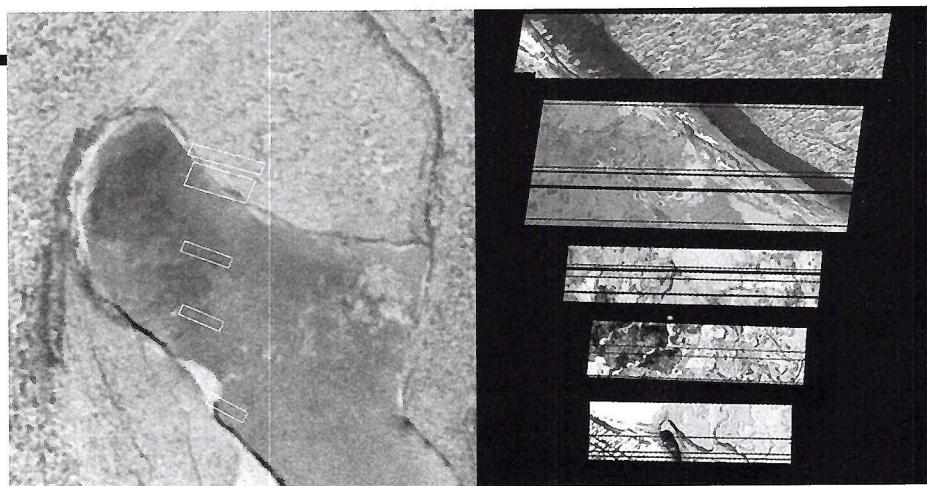
Podla Media Relations Office Jet Propulsion Laboratory, Kalifornia Institute of Technology, National Aeronautics and Space Administration a časopisu Science spracoval Eugen Gindl

Chaac: Caldera s najvyšším rozlíšením lávového koberca

Na snímkach vidite južný i severný okraj kaldery a časť jej dna. Veľká snímka (hore vľavo) má rozlíšenie 8 m na pixel, malé snímky zviditeľňujú fascinujúce detaily jednotlivých častí (v obdlžníkoch) prvej snímky s rozlíšením 5 m na pixel. Podobnosť tejto kaldery s kaldерou sopky Kilauea na Havají je zarážajúca. O to záhadnejší je materiál za okrajom kaldery. Vedci si nedokážu ani len predstaviť proces, ktorý tento terén sformoval.

Na najjužnejšej časti kaldery vidieť niekoľko rozfahľých plateau a medzi nimi hlboký, tmavý bazén, dlhý 400 metrov. Táto časť miromadne pripomína havajskú sopku Kilauea; tá je sice desaťkrát menšia ako Chaac, ale po erupcii roku 1959 vytvorila podobné štruktúry, vrátane pozdĺžneho bazéna, ktorý láva naplnila po okraj. Neskôr, keď láva stuhla, začala sa postupne prepadať do hĺbky, čím vznikol bazén. Na ioanskej sopke Chaac prebehol nedávno podobný proces, ibaže jednotlivé kryhy stuhnutej lávy sa do bazény ponárali nerovnomerne. Tak vzniklo súostrovie pomerne veľkých tabuľovitých planín.

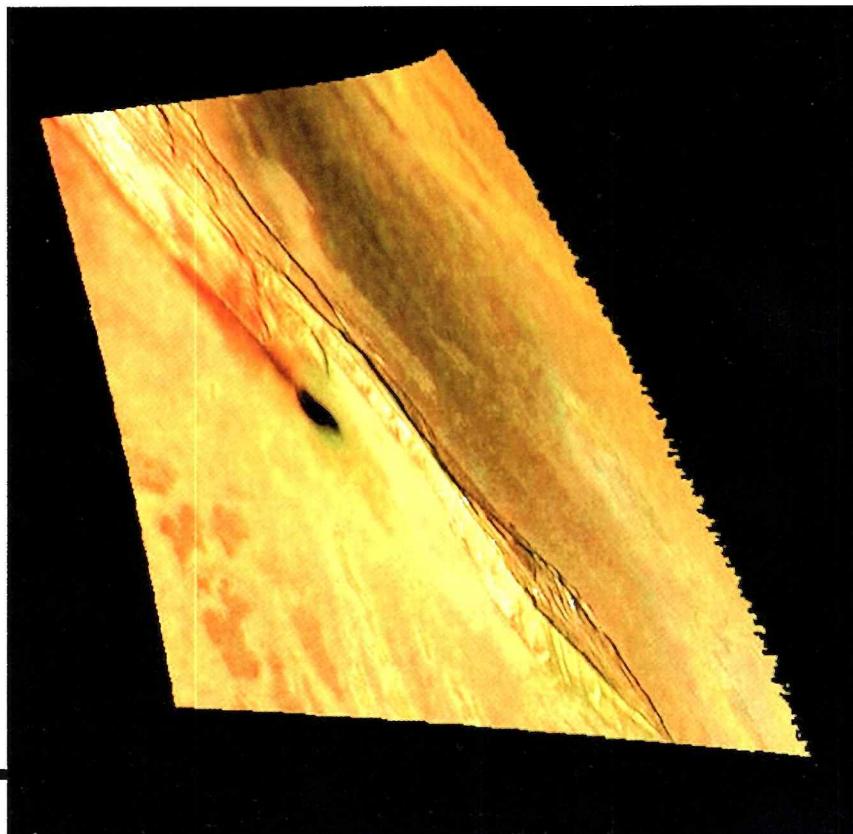
Pomocou snímkov a grafov umiestnených nižšie môžete porovnať calderu Chaac s americkým Grand Canyonom.

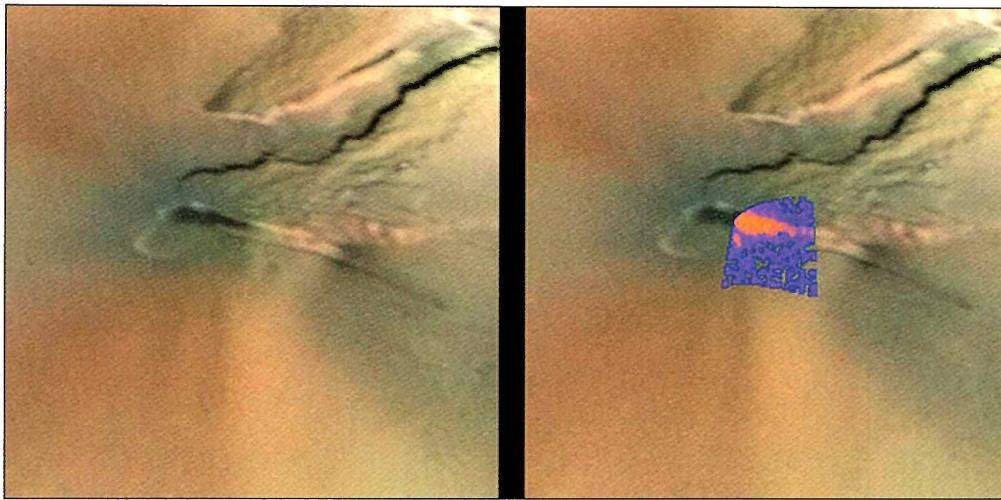


Zal: Kolorizovaná horúca škvRNA

Na povrchu Io sa nachádza množstvo bizarných pohorí. Jedným z nich je úzky, ale 240 km dlhý hrebeň Zal. Snímka vznikla kombinovaním černobielej snímky (zviditeľňujúcej najmä tvar pohoria, ako aj jeho obrovské odvalené kusy horniny na úpätí jeho strmých svahov) a farebnej snímky, ktorá lepšie rozlišuje rozličné typy hornín. Napríklad: svetlejší (červený) materiál obsahuje zmes síry, ktorá vzniká, keď sa síra vari pri vysokej teplote. Červená síra sa objavuje všade tam, kde láva vyviera na povrch. Iné zmesi síry sa nachádzajú v žltých oblastiach. Čierne oblasti pokrýva kremičitá láva, ktorá sa nezmiešala so žltou, sŕmnatou lávou. Zelené škvRNA sú však záhadou: vznikajú asi vtedy, keď sa červená síra zmieša s horúcou lávou, pričom reagujú spôsobom, o ktorom vulkanológovia zatiaľ nič nevedia.

Z tejto snímky je zrejmé, že červený materiál bol z dlhej trhliny/kaňonu pozdĺž západných svahov pohoria vytlačený. Touto trhlinou vykypela na povrch láva z podložia a vyplnila celú depresiu – kalderu. Časť červenej síry v blízkosti trhliny sa premenila na zelený, neznámy materiál. Fakt, že láva vytieká z trhlin, ktoré vznikajú pozdĺž pohorí, naznačuje, ako tieto pohoria vznikajú. Vedci sa nazdávajú, že vplyvom tepla puchnúcej horniny v podloží sa vzdúvajú, vytvoria nad sebou pohorie a tento proces trvá až dovtedy, kým vzdúvajúca sa kryha nepraskne a láva sa nevyleje na povrch.





Pele: Tepelná mapa

Pele je jednou z najznámejších sopiek na Io. Fotografovala ju už sonda Voyager v roku 1979 (snímka vľavo). Vedci ju spracovali na počítači, aby dodatočne, vo falošných farbách, získali tepelnú mapu jej povrchu v roku 1979 a mohli ju porovnať so infrasnímkou, ktorú vo februári 2000 získal infračervený spektrometer na palube Galilea. Červená farba zviditeľňuje najhorúcejšie lávové prúdy, purpurová chladnejší materiál. Z predchádzajúcich meraní vyplýva, že teplota najhorúcejších ioanských lág dosahuje 1 400 Kelvinov, čo je aj teplota čerstvej lávy vytiekajúcej z havajskej sopky Kilauea. Je viac než pravdepodobné, že pôvodná teplota lávy z Pele bola krátko po erupcii ešte vyššia.



Zal Patera: Tabuľová hora

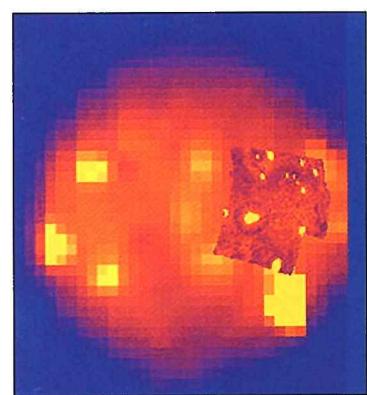
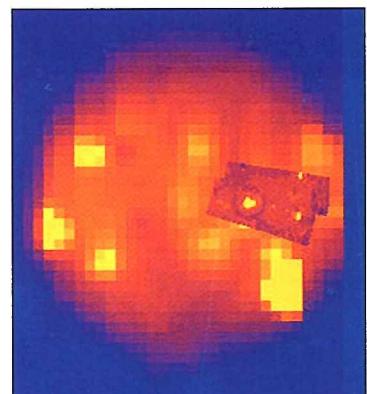
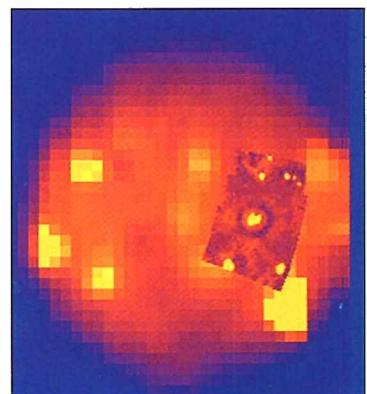
Aj tátó stereosnímka vznikla tak ako snímka Tvhastar Cateny. Tabuľová hora západne od kaldery je široká 120 km. Podla tieňa, západne od tabule a uhla dopadajúceho svetla, odhadli vedci výšku západných svahov na 1,5 km. Aj v tomto prípade spôsobil pokles okolitého terénu, tzv. sapping. (Pri tomto procese odtečie počas erupcie z podložia roztavený materiál, čo vyvolá deštrukciu povrchu.) Východne od tabule vidíme rozľahlé polia vychladnutej lávy.

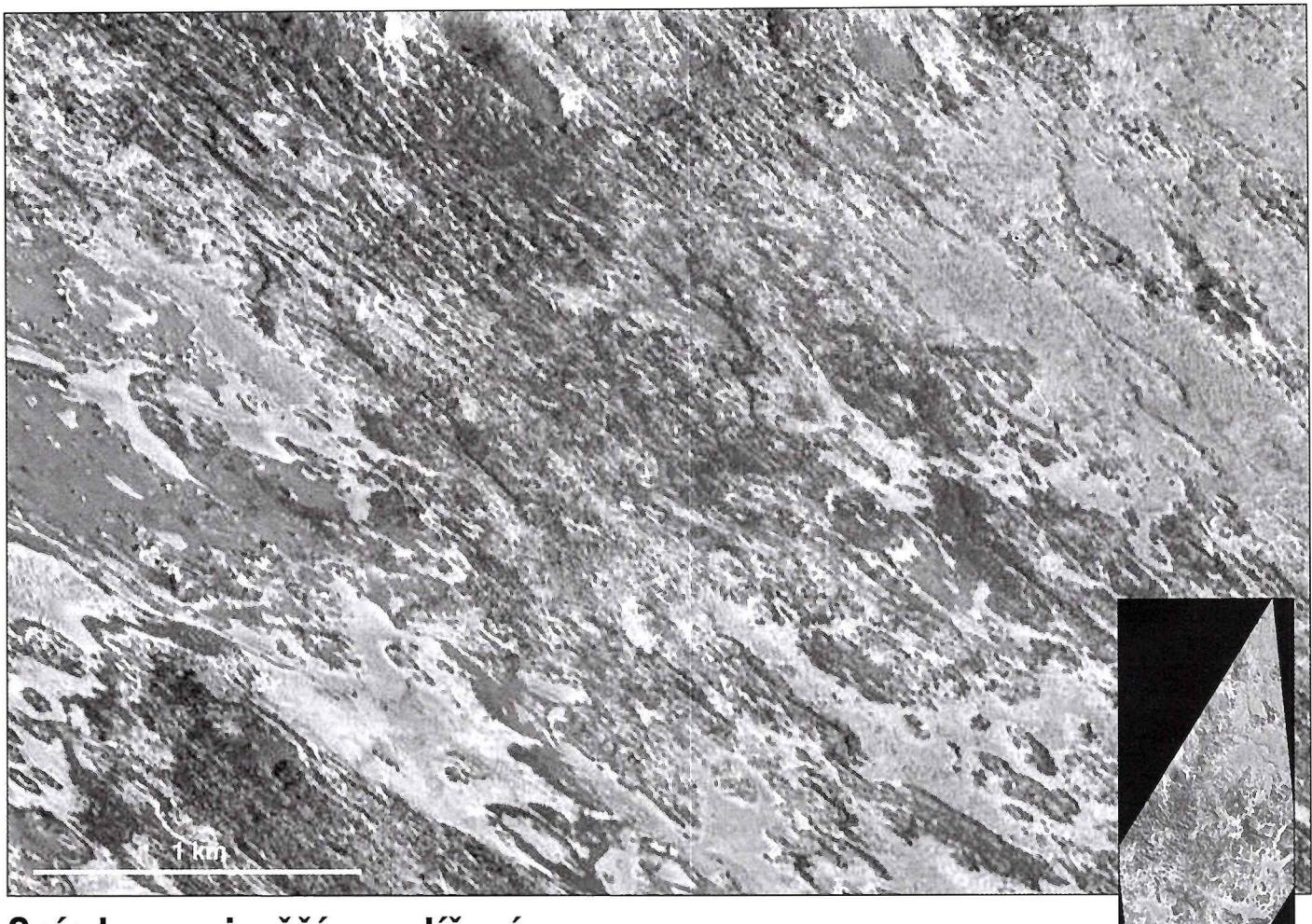
Tvhastar Catena: Sapping

Tátó stereosnímka bola vytvorená z dvoch snímok: prvý (červenú) získal Galileo v lani v novembri, druhý (modrú) tohto roku vo februári. Kalderu s centre poskladanej snímky lemuje rozľahlá, vyvýšená planina. Vnútorné i vonkajšie svahy planiny vznikli poklesom terénu. Tento erozívny proces (zvaný sapping) vzniká vtedy, keď podložie pevninskéj kryhy zmení skupenstvo a vulkanické sily ho premiestnia, alebo vytlačia na povrch v podobe lávy. Pevninská kryha sa vzápäť (naraz alebo postupne) do vyprázdeného priestoru prepadne. Aj toto bolo pozorované na Havaji. Vedci onedlho tieto snímky spracujú na topografické mapy s výškami a hĺbkami rozličných útvarov, čo nám umožní dešifrovať hrúbku a formovanie ioanského povrchu, ale aj iné jeho vlastnosti.

Io: Množstvo horúcich škvŕn

Porovnaním troch snímok Io (október 1999, november 1999, február 2000) zistíte, ako rýchle sa povrch tohto super-vulkanického mesiaca mení. Všetky aktívne sopky sú zviditeľnené žltou farbou, ktorá korešponduje s prídmu horúcej lávy, intenzívne vyžarujúcej na infračervených vlnových dĺžkach. Ozrnutú sopku Prometheus vidíte vpravo od stredu všetkých troch snímok. Pred poslednými troma obletmi sme v tejto oblasti poznaли iba Prometheus a tri ďalšie sopky. Vďaka týmto a celému radu ďalších snímok s vysokým rozlíšením, rozlíšili vedci v tejto oblasti 14 sopiek, pričom na celom povrchu ich rozlíšili bezmála 150!!! Na menších sopkách môžete rozlíšiť isté zmeny už v priebehu troch mesiacov. (Znázornený povrch má veľkosť 2 milióny štvorcových kilometrov.)





Snímka s najvyšším rozlíšením

Na tejto snímke vidíte aj detaily s rozlíšením 5,5 m na pixel. Galileo na políčku nasnímal zvláštnu krajinu, ktorej povrch zvetral pod vplyvom neznámeho procesu. Krajina je ožiareň zlava, ale topografiu povrchu napriek vysokému rozlíšeniu znejasňuje výrazný kontrast v jasnosti zerođovaných povrchových vrstiev, ktorý eliminuje tienie. Biele oblasti majú zväčša väčšiu výšku ako tmavé. Vedci predpokladajú, že erózii povrchu, prejavujúcu sa separovaním bieleho a tmavého materiálu, mohlo spôsobiť aj vyparovanie pevného ľadu. Na čiernobielej, obdĺžnikovej snímke (3,5×2,5 km) z vtáčieho pohľadu, ktorá vznikla po počítačovom spracovaní, vidíte skutočnú distribúciu bieleho a tmavého materiálu.

Prometeus: Prúdy lávy a zvlnený terén

Aj túto snímku s rozlíšením 12m na pixel získala sonda Galileo 22. februára 2000. Okraje lávového poľa priopomínajú podobné útvary na Zemi, najmä v okolí vulkánov typu horúca škvRNA (hot spot) na Havajských ostrovoch, ktoré produkujú mimoriadne riedku lávu. Láva vyplňajúca pole pod priečnou diagonálou sa nachádza priamo pod dásžnikom zo sopúcha vyvrhovaného materiálu. Najtmavšie škvRNA tvorí podľa vedcov načerstvejšia láva, pretože niet na nich ani stopy po usadenom, svetlejšom materiáli, ktorý chrlí sopka. Možný dôvod: mladá láva je ešte príliš horúca, takže svetlý plyn, bohatý na oxid uhličitý, nemôže na nej kondenzovať. Nad diagonálou vidíme staršie, zvlnené planiny, fahajúce sa smerom na severovýchod. Pozdĺžne hrebene, priopomínajúce vlny, mohli vzniknúť bud „pokrčením“ povrchových vrstiev, alebo eróziou. Vylúčiť nemožno ani to, že ide o depozity sopkou vyvrhnutého materiálu. Biele, krížom sa tahajúce pásy sú svahmi hrebeňov, ktoré sú obrátené k sопke. Po kŕvá ich svetlý materiál, ktorý musel byť rozptylovaný pod nízkym uhlom, pretože za hrebeňmi nie je po ňom ani stopy.

Galileo Press Release
Spracoval: Eugen Gindl



Jiří Grygar:

Žeň objevů 1999 (XXXIV.)

Věnováno památce vynikajícího pozorovatele Observatória na Skalnatom Plese Milana Antala (1935–1999) z Piešťan, zakladatele a prvního ředitele Hvězdárny v Úpici, čestného člena České astronomické společnosti Vladimíra Mlejinka (1920–1999) a dlouholetého pozorovatele Hvězdárny v Ondřejově Zdeňka Pěkného (1923–1999).

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

1.2. Meziplanetární látka

1.2.1. Planetky

Dne 2. března 1999 byla překročena magická hranice **deseti tisíc** očíslovaných planetek. Předtím vzplála mezi 500 členy sekce IAU pro Sluneční soustavu elektronická bitva, kterému tělesu by se mělo dostat cti získat jubilejný číslo 10 000. Někteří astronomové – mezi nimiž je asi nejnájemnější B. Marsden – navrhovali, aby do katalogu planetek byl pod tímto kulačním číslem zařazen Pluto s Charonem (a tím byli zároveň vyřazeni ze seznamu planet Sluneční soustavy!). Jiní – jako třeba autor „turínské škály“ rizika impaktu planetek na Zemi R. Binzel – byli rovněž pro degradaci Pluta a Charonu, kteří se však měli stát prvními tělesy v novém katalogu transneptunských objektů. Ani jeden názor však nezískal dostačenou podporu členů sekce, takže nakonec vše zůstalo při starém a jubilejní čísle dostačovala úplně obyčejná planetka, kterou 30. září 1951 objevil A. Wilson jako objekt 1951 SY. Má průměr nanejvýš 5 km, velkou poloosu 2,6 AU; výštednost 0,3; sklon 21° a oběžnou dobu 4,2 roku. Dostala jméno **Myriostos** (z řeckého názvu pro deset tisíc).

Jak známo, první a největší planetka **Ceres** byla shodou okolností objevena v první noci 19. století a během téhož století našel astronomové celkem 300 planetek. K objevu první tisícovky planetek potřebovali pak úhrnem 124 let; tempo se však neustále zrychlovalo, takže pro druhou tisícovku stačilo jen 53 let a objev poslední tisícovky před dosažením zmíněné metry si vyžádal pouhých 7 měsíců! Nejúspěšnější observatoř se 1498 objevy za 45 let je americký Mt. Palomar; na neobyčejně skvělém 7. místě pak jihočeská Kleť s 387 objevenými planetkami za 21 let. Jak uvádí M. Carpino, v archivu centrály pro planetky bylo jen do r. 1996 uloženo jeden a čtvrt milionu pozorování planetek, z toho plných 13% pochází z posledně udaného roku.

Velká statistika dává také možnost zřetelně rozlišit následující **třídy planetek** v pořadí podle velikosti hlavních poloos:

A) Planetky typu AAA (Atens, Apollo, Amor); též NEO (planetky v okolí Země resp. křížiči). Tato tělesa, jejichž nejstarším známým představitelem je planetka (433) Eros (typ Amor), objevená již r. 1898, se vesměs pohybují v blízkosti dráhy Země. Tělesa Atens mají hlavní poloosu dráhy menší než 1 AU, ale afel dráhy větší než je perihel dráhy Země (0,983 AU). Tělesa Apollo (praví křížiči) mají perihel menší než 1,017 AU (afel Země), ale velkou poloosu větší než 1 AU. Konečně tělesa typu Amor mají velkou poloosu rovněž větší než 1 AU, ale perihel v rozmezí od 1,017 AU do 1,3 AU; pohybují se tedy uvnitř dráhy planety Mars.

B) Planetky hlavního pásu s poloosami dráh v rozmezí od 1,8 do 5,2 AU (poloměr dráhy Jupiteru). Kdybychom spojili všechny planetky hlavního pásu dohromady, dostaneme těleso o ekvivalentním průměru 1900 km. Vzhledem k nižší průměrné hustotě planetek v porovnání se Zemí však rozdíl v hmotnostech činí bezmála tři řády v neprospech hlavního pásu planetek; jejich úhrnná hmotnost je tedy bezmála o řád menší než hmotnost našeho Měsíce a název „hlavní pás“ je proto anachronismem.

C) Trójáne v libračních bodech L₄ a L₅ (vrcholech rovnostranných trojúhelníků o délce stran 5,2 AU) soustavy Slunce-Jupiter.

D) Kentauri s velkými poloosami většími než 5,2 AU, avšak menšími než 30 AU. Prvním představitelem této počtem nevelké skupiny těles je (2060) Chiron, objevený r. 1978. Dráhy Kentaurů jsou dlouhodobě nestabilní, takže za tělesa odtud vymetená musejí neustále přicházet „náhradníci“.

E) Transneptunské objekty (TNO) s poloosami v rozmezí 35–45 AU, poprvé pozorovaná v r. 1992. Tvoří patrně vnitřní hraniční dálky (1951) předpokládaného Edgeworthova-Kuiperova pásu (EKP) a jejich celkový počet a zejména souhrnná hmotnost z nich činí nejvýznačnější součást komplexu drobných těles slu-

neční soustavy. S. Tabachnik a N. Wyn Evans dále uvedli, že existují také **Trójan Marsu**. První z nich byla planetka (5261) Eureka a druhým je těleso 1998 VF31. Další dvě tělesa, objevená r. 1998, se mohou stát Trójaný Marsu během příštího půl milionu let.

Mezi tělesy AAA budila loni mimořádnou pozornost planetka (433) **Eros**, objevená již r. 1898 a náležející k typu S. Její dráha křížuje dráhu Marsu, ale nikoliv Země, jak o tom svědčí dráhové elementy: $a = 1,46$ AU; $e = 0,22$; $q = 1,13$ AU; $Q = 1,78$ AU; $i = 11^\circ$; pro 1,76 r. K Zemi by Eros nejbližši v lednu 1975 ve vzdálenosti 0,15 AU. Závada řídícího programu způsobila, že poněkud předčasně již 23. prosince 1998 proletěla kolem Erota kosmická sonda **NEAR** v minimální vzdálenosti 3827 km relativní rychlostí 965 m/s. Pořídila přitom 222 snímků dvou třetin povrchu planetky s rozlišením až 400 m. Podle J. Veverky aj. jde o planetku protáhlého nepravidelného tvaru s hlavními osami 40×14×14 km typu S s povrchem mladším než má Ida a rotačním periodou 5 h 16 min. Největší krátery na povrchu planetky mají průměry 8,5 km resp. 6,5 km. Teploty na povrchu se pohybují v rozmezí od +100°C do -150°C. Planetka nemá žádnou družici s rozměry většími než 50 m; je asi 2,5× hustší než voda a její hmotnost určil D. Yeomans na 7 Tt. Jelikož se z technických důvodů nezdářilo plánované zaparkování sondy NEAR na oběžné dráze kolem Erota počátkem roku 1999, všichni odborníci po celý rok s napětím očekávali, zda se vydaří druhý pokus v polovině února r. 2000.

S. Ostro a R. Scott Hudson oznámili výsledky radarového pozorování blízkého průletu křížiče (4179) **Toutatis** z přelomu listopadu a prosince 1996. V období let 1353–2562 se planetka nejvíce přiblíží k Zemi 29. září 2004 na vzdálenost 1,55 milionu km. Ačkoliv svou poloosou 2,5 AU zasahuje do hlavního pásu, neobvykle velká výstřednost dráhy 0,64 ji přivádí stříďavě do blízkosti Venuše, Země i Marsu také proto, že se sklonem dráhy 0,5° nejvíce přimyká k ekliptice. Při dnešních výkonoch radarů lze sledovat planetky do vzdálenosti 0,04 AU (6 milionů km) od Země.

W. Bottke aj. studovali v srpnu a září 1994 radarem planetku (1620) **Geographos** a zjistili, že je extrémně protáhlá o rozdílu mezi hlavními osami 5×2 km, což je vůbec největší známá deformace tělesa ve Sluneční soustavě. Autoři tvrdí, že jde o důsledek těsného setkání se Zemí, a tedy slapořího vlivu Země. Planetka rotuje v periodě 5,2 h a dost možná ztrácí na obou vnějších koncích hmotu, zejména pakud je tvorená „hradem“ sestaveným z L. Benner aj. sledovali radarem v Goldstone planetku (2063) **Bacchus** v březnu 1996. Také tato drobná planetka je protáhlá s typickými rozdíly 1,1×0,5 km a rotačním periodou 15 h. Nejbližší Zemi (0,068 AU) byla 31. března 1996, což se nebude opakovat až do r. 2271. P. Mahapatrovi aj. se zdařilo sledovat tímž radarem křížič typu Apollo (1566) **Icarus** v červnu 1996; poprvé od r. 1968. Zatímco v r. 1968 proletěl Icarus ve vzdálenosti 0,10 AU od Země, v r. 1996 to bylo jen 0,043 AU od Země, takže ozvěny byly až 30× silnější. Elementy dráhy $a = 1,08$ AU; $e = 0,83$ (!); $q = 0,19$ AU; $i = 23^\circ$ znamenají, že těleso patří mezi planetky, jež se nyní nejvíce přibližují ke Slunci. Má rovněž třetí nejkratší rotační periodu 2,3 h mezi všemi měřenými planetkami. V principu se hodí k testování obecné teorie relativity lépe než Merkur. Icarus se znovu přiblíží k Zemi v červnu 2015 na vzdálenost 0,05 AU.

G. Sitarski počítal pohyb „kalamitní“ planetky 1997 XF11, objevené 6. prosince 1997, jež v březnu 1998 pronikla do sdělovacích prostředků kvůli možnému riziku srážky se Zemí v říjnu 2028. Sitarski využil všech dostupných pozorování z let 1990–1998 k přesnému výpočtu dráhy s elementy: $a = 1,44$ AU; $e = 0,48$; $q = 0,74$ AU; $i = 4,1^\circ$; oběžná doba 1,73 let. Planetka se nejvíce přiblížila k Zemi v letech 1957 (na 0,015 AU) a 1971 (na 0,032 AU). V nejbližší budoucnosti bude blízko u Země 31. října 2002 ve vzdálenosti 0,064 AU a potom zejména 26. října 2028 ve vzdálenosti 0,006 AU (900 tisíc km), takže i tehdy nás bezpečně mine. V červenci r. 2042 projde uzlem své dráhy se Zemí a od té chvíle se počne od Země opět vzdalovat.

Jiným potenciálně nebezpečným křížičem se stala planetka 1999 AN10, obje-

vená 13. ledna loňského roku, jež se znovu vynořila v polovině května, což umožnilo A. Milanimu aj. spočítat její dráhu. Při elementech $a = 1,5$ AU; $e = 0,56$; $q = 0,64$ AU; $i = 40^\circ$; per 1,76 r a abs. magnitudě 18 vychází její průměr na minimálně 0,5 a maximálně 2,0 km. Planetka se nejvíce přiblíží k Zemi 7. srpna 2027, kdy proletí 37 tisíc km od Země a tudíž nás i tehdy bezpečně minе.

Další křížící 1999 JM8 nalezl systém LINEAR 13. května a při těsném přiblžení k Zemi počátkem srpna 1999 se podařilo sledovat její radarem. Těleso o průměru 3,5 km má extrémně pomalu rotaci s periodou 14 dnů a velmi starý povrch, pokrytý množstvím kráterů. V nejbližším tisíciletí se však už k Zemi nikdy ne-priblíží natolik jako právě loni.

Vůbec největší nebezpečí pro Zemi představuje planetka (1036) **Ganymed** vinnou svých velkých rozměrů. Proto se P. Michel aj. zaměřili na podrobný výpočet charakteru jeho dráhy pro následujících 10 milionů let. Ukázali, že souběžně se mění výširodost a sklon dráhy, což v důsledku znamená, že vinou poruch od Jupiteru planetka nakonec spadne na Slunce, anebo opustí Sluneční soustavu navždy.

Rezvici statistického **rizika srážek** s křížící ohlásil D. Rabinowitz na základě zpracování prvních tří let objevu křížicí teleskopem NEAT. V porovnání s původním odhadem z r. 1995, že potenciálně nebezpečných křížicí s průměrem těles nad 1 km je ve Sluneční soustavě na 2000, se nyní toto riziko snižuje na polovinu. Autor rovněž soudí, že tři přístroje typu NEAT, rozmištěné na různých kontinentech by mohly odhalit 90% rizikových křížicí již do r. 2010.

J. Hilton odvodil **hmotnosti velkých planetek** v násobcích $10^{-10} M_\odot$: (1) Ceres (4,4); (2) Pallas (1,6) a (4) Vesta (1,7). Odtud pak plynou jejich hustoty po řadě 2,0; 4,2 a 4,3-násobek hustoty vody. Ceres se tak docela podobá planetce Mathilde. J. Veverka aj. uveřejnili výsledky měření planetky hlavního pásu (253) **Mathilde** při těsném přletu kosmické sondy NEAR 27. června 1997 ve vzdálenosti 1212 km. Celkem zpracovali 330 záběrů 60% povrchu tělesa a odtud dostali typické rozměry planetky $66 \times 48 \times 44$ km (ekvivalentní koule by měla poloměr 26 km). Největší impaktní krátery na povrchu mají průměr 33 a 29 km a nasycenosť povrchu krátery svědčí o stáří planetky alespoň 4 miliardy let. Planetka patří k typu C a vykazuje albedo 0,047, takže je dosti tmavá. Její střední hustota pouze $(1,3 \pm 0,3)$ -násobku hustoty vody svědčí o značné porozitě tělesa, jež je tedy spíše „hromadou sutě“. **Hustotami planetek** a rovněž Marsových družic, jež se považují za zachycené planetky, se loni zabývali též L. Wilson aj., jak plyně z následující tabulky:

Objekt	Rozpětí hustot (voda = 1)	Poréznost %
Phobos	1,5÷2,2	6÷35
Deimos	1,3÷1,7	28÷43
Mathilde	1,3	36÷53
Ida	2,6 11÷42	

Z tabulky názorně vidíme, že planetky jsou mnohem řidší než vzorky meteoritů, které dopadly na Zemi, a odtud vyplývá ona vysoká míra poréznosti jejich inter. Autoři soudí, že je to způsobeno tím, že většina planetek byla zcela rozbita a pak se znova poskládala, podobně jako Uranova družice Miranda. Srážky planetek mohou vytvářet uvolnění prachových vleců, takže objekty pak nesprávně klasifikujeme jako komety. Příkladem je periodická kometa 107P/Wilson-Harrington, která je patrně planetkou, jež se kolem r. 1940 stala obětí takové srážky. Podle E. Asphauga přezívají srážky nejlépe planetky typu hromad sutě, případně planetky poskládané z původních planetesimál (s velkou porézností).

A. Storrs aj. využili HST k zobrazení planetek (9) **Metis**, (18) **Melpomenne**, (19) **Fortuna** a (624) **Hektor**. Všechny jeví oválnost; střední průměr Fortuny je 225 km a Hektor má hlavní rozměry 370×195 km. U žádné z planetek nenašli průvodce. To se naopak podařilo velkému týmu, vedenému W. Merlinelem u planetky typu C (45) **Eugenia** s průměrem 215 km, kterou pozorovali v infračerveném oboru pomocí adaptivní optiky 3,6 m dalekohledu CFHT. Záběry, pořízené v listopadu 1998 a v lednu 1999, prokázaly přítomnost průvodce o průměru 13 km na kruhové dráze o poloměru 1190 km, obíhajícího v přímém směru podél rovníku planetky v období 4,7 d. Odtud pak vychází nízká hustota Eugenie, jen o 20% vyšší než hustota vody, čili opět jde buď o hromadu sutě, nebo o ledovou planetku. F. Marchis aj. objevili v říjnu 1999 pomocí infračervené kamery 3,6 m dalekohledu ESO, že planetka (216) **Kleopatra** je dvojitá a rozmnožili tak seznam dvojplanetek, jež jsou zřejmě dosti běžné.

Kosmická sonda nové generace s iontovým motorem Deep Space 1 proletěla koncem července 1999 relativní rychlosť 15 km/s ve vzdálenosti pouhých 26 km od planetky (9969) **Braille**, objevené r. 1992. Hlavní rozměry planetky, která rotuje v období 9,4 d, činí $2,2 \times 1,0$ km. Spektrálně se planetka podobá Vestě, takže není vyloučeno, že jde o její úlomek, který se za 4 tisíce let stane křížicem Země.

V září byl rozpoznán již 8. Kentaur v prostoru mezi drahou Saturnu a Neptunem s označením 1998 SG35. Počátkem roku bylo známo již více než 70 členů typu TNO, jež jsou pozorována od r. 1992, kdy D. Jewitt a J. Luuová na Havaji objevili prvního představitele – objekt 1992 QB1. Právě tito autoři objevili loni četné další TNO, mezi nimi i objekt 1999 CF19 s dosud nejdéle oběžnou dobou přes 1200 let a afelem ve vzdálenosti plných 194 AU. Koncem roku přesáhl počet TNO hranici 200 kusů. R. Brownovi aj. se podařilo pořídit infračervené spektrum

TNO 1996 TO66, jež naznačuje, že na povrchu objektu se vyskytuje rozsáhlé plochy vodního ledu. W. Romanishin a S. Tegler odvodili z fotometrie, že rotační periody TNO se pohybují v rozmezí $6,0\text{--}10,4$ h, což se velmi podobá periodám klasických planetek. E. Chinag a M. Brown využili Keckova teleskopu k „vlasové“ prohlídce EKP. Sledovali plošku o výměře 0,01 čtvrtéčního stupně po dobu 4,8 h a přitom nalezli 2 TNO ve vzdálenosti 33 a 44 AU od Slunce. Odtud usuzují, že EKP obsahuje asi 10 miliard jader komet, a že souhrnná hmotnost TNO v pásmu $30\text{--}50$ AU dosahuje 0,2 hmotnosti Země (M_\oplus). To se vcelku shoduje se zjištěním W. Teplitze aj., kteří studovali rozložení hmoty v EKP pomocí údajů z družic IRAS a COBE. Odtud usuzují, že hustota látky v pásmu začíná stoupat až ve vzdálenosti kolem 90 AU. Celková hmotnost drobného prachu v tomto pásmu dosahuje stěží $10^{-5} M_\oplus$, ale větší tělesa mají úhrnnou hmotnost $13 M_\oplus$ v rozmezí vzdáleností $40\text{--}70$ AU od Slunce; prakticky stejná hmotnost připadá i na pásmo $70\text{--}120$ AU od Slunce. Zásluhou usilovných pozorovatelů planetek zejména z Kletě a z Ondřejova přibyla loni na obloze řada „domácích“ planetek, z nichž výjimkou: (4405) Otava, (4671) Drtikol, (4691) Toyen, (4698) Jizera, (4702) Berounka, (4801) Ohře, (4823) Libenice, (4824) Stradonice, (5089) Nádherná, (5103) Diviš, (5122) Mucha, (5363) Kupka, (5719) Krášek, (5894) Telč, (5946) Hrozný, (5958) Barrande, (6060) Doudleby, (6064) Holašovice, (6441) Milenajesenská, (6539) Nohavica, (6550) Parlér, (6700) Kubišová, (6701) Warhol, (7328) Casanova, (7390) Kundera, (7440) Závist, (7496) Miroslavholub (7631) Vokrouhlický, (7739) Čech, (7799) Martinšolc, (7896) Švejk, (7999) Nesvorný, (8222) Gellner, (8336) Šafařík, (8719) Vesmír, (8740) (9008) Bohšternberk, (9028) Konrádbeneš, (9087) Neff, (9102) Foglar, (9551) Kazi (9665) Inastronoviny, (9884) Příbram, (10170) Petrkjasek, (10173) Hanzelkazikmund, (10205) Pokorný, (10207) Comeiana, (10213) Koukolík (10390) Lenka (Šarounová), (10395) Jirkahorn (10403) Marcelgrün, (10581) Jeníkhollan, (10626) Zajíc, (10634) Pepibican, (10872) Vaculík, (11118) Modra (11124) Mikulášek, (11126) Doleček, (11134) České Budějovice, (11167) Kunžák, (11325) Slavický, (11326) Ladislavschmied a (11333) Forman.

1.2.2. Bolidy a meteoryty

Hned 14. ledna na samém počátku roku v ranních hodinách místního času pozorovali na Havaji **oslepující bolid** –20 mag,jenž po 10 s viditelného letu explodoval. O 30 s později slyšeli očití svědkové ohlušující hrumbotit. Jak uvedl E. Tagliaferri, dnes nejlepší data o velkých bolidech přináší – byť s jistým zpožděním – vojenské špiónažní družice s infračervenými, popřípadě i optickými čidly. Infračervená měření jsou k dispozici od r. 1972 a poskytla dobrá data o více než 400 bolidech do r. 1998. Potíž je pouze v tom, že operaři totiž data nepovažují z vojenského hlediska za zajímavá a často je vymažou dříve, než jsou uvolněna pro astronomy civilisty. Optická data umožňují v posledních letech kalibraci uvolněné energie exploze v kt TNT (1 kt TNT ~ 4 TJ). Statistika praví, že jednou za desetiletí je zaznamenán bolid s energií exploze 60 kt TNT. Poslední takový případ zaznamenaly špiónažní družice poblíž **Kosrae v Mikronézii** 1. února 1994 dopoledne místního času. K hlavnímu výbuchu došlo ve výši 21 km nad zemí a odpovídající optický záblesk zaznamenali dva místní rybáři.

L. Foschini aj. se zabývali výpočty heliocentrických dráh pro 20 bolidi s jasností vyšší než –10 mag, pozorovaných v letech 1993–96. Zjistili, že jejich **dynamické stáří** se pohybuje kolem 10 milionů let. Při výpočtu budoucích dráh (když by se byl bolid netrefil shodou okolností do Země) po dobu 5 milionů let se ukázalo, že 42% z nich by během sledovaného intervalu spadlo do Slunce a 17% by získalo hyperbolické rychlosti k opuštění Sluneční soustavy, zatímco 10% se pohybuje po typický kometárních dráhách. Zbylá třetina by přežívala uvnitř sluneční soustavy. Pokud dopadá kamenný meteorit až na zem, nestačí se uvnitř ohřát, takže je sice po dopadu na povrch teplý, jenže se rychle ochladí a pokryje na chvíli námrázou. Známý **arizonský kovový meteorit** měl průměr 50 m a vstoupil do atmosféry rychlosť 18 km/s. Při dopadu se uvolnila energie 20 Mt TNT (80 PJ). Dopad 100 m kamenného meteoritu, jenž do atmosféry vstoupí rychlosť 20 km/s, vyvolá na souši zemětřesení o magnitudu 12 Richterovy stupnice a v moři vlny cunami o výšce 1 km, postupující rychlosť 800 km/h. L. Foschinimu se též podařilo kalibrovat údaje o tunguzském meteoritu pomocí bolidu Lugo, který vytváral menší zemětřesení v Itálii po půlnoci 19. ledna 1993. Odtud plyne, že **tunguzský meteorit** by malou kamennou planetkou o průměru 60 m, hmotnosti 400 kt a střední hustotě 3,5násobku hustoty vody, jež vstoupila do atmosféry rychlosť 16,5 km/s pod nepatrným sklonem k obzoru pouze 3° . Explodovala naráz ve výši 8,5 km nad zemí, když dosáhla –29,4 mag, tj. byla nejméně šestkrát jasnejší než Slunce! Energie exploze činila $(12,5 \pm 2,5)$ Mt TNT (50 PJ). Naproti tomu V. Bronšten stále hájí názor, že šlo o kometu a uveřejnil revidovaný výpočet jejich dráhových elementů. Souhlasí sice s nízkým sklonem letu tělesa, ale tvrdí, že vstoupilo do atmosféry rychlosť 25±40 km/s.

J. Docobo a Z. Ceplecha využili šťastné náhody, že španělský **bolid Galicia** z pátku 14. června 1996 v pozdních večerních hodinách pohotově zaznamenal kamerman J. Quiroga, jenž zrovna filmoval taneční večírek na otevřené terase výškového domu v Santiagu de Compostela. Bolid letěl téměř vodorovně a podlehl

silné fragmentaci, jak dosvědčili početní náhodní pozorovatelé vzdálení od San-tiaga až 100 km. Odtud se podařilo zjistit, že meteoroid měl při vstupu do atmosféry hmotnost 10 t a rychlosť 15 km/s. Dráhové elementy ukázaly jednoznačně na planetkovou dráhu s velkou poloosou 1,12 AU; výstředností 0,27 a sklonem 11,5°. Afel bolidu zasahoval tudíž až do blízkosti dráhy Marsu.

M. Zolensky aj. popsali dopad páru meteoritů dne 22. března 1998 do městečka **Monahans** v Texasu. Meteority dopadly na hřiště, kde zrovna sedm dětí hrálo košíkovou. Šlo o obyčejné chondryty o stáří 4,6 miliard let, ohřáté na více než 700°C. Uvnitř menšího úlomku našli autoři vodu a sůl. Po skončení výzkumu byly úlomky vráceny košíkářům, kteří je prostřednictvím internetu rozprodali za plných 23 tisíc dolarů.

O nesmírném štěstí může od 12. července 1998 vyprávět kanadský golfista Orville Delong, když při nedělním tréninku na hřišti u vesnice **Doon** (Kitchener) uslyšel zasvěcení a těsně kolem hlavy mu proletěl kamenný meteorit o velikosti lidské pěsti a vyhloubil si vlastní jamku.

A. Poveda aj. počítali pravděpodobnosti srážky meteoritů s auty a letadly. Podle statistik bylo v r. 1994 na světě asi 480 milionů automobilů, zabírajících plošnou výměru 4800 km², tj. 3,1 miliontiny zemského povrchu. Podobně plocha všech fungujících letadel na světě dosahuje výměry 7,5 km², tj. asi 5 miliardtin zemského povrchu. Odtud lze odvodit, že meteorit o průměru nad 10 mm zasáhne nějaké auto v průměru jednou měsíčně a nějaké letadlo každých 30 let. U aut se takové škrábnutí většinou přehlédlé – u letadel to však může mít fatalní důsledky. Meteorit o průměru přes 100 mm zasahuje nějaké auto v průměru jednou za 16 let, což je vcelku ve shodě s dosud doloženými údaji: v říjnu r. 1992 dopadl 12 kg meteorit na zaparkovaný automobil v městečku Peekskill ve státě New York a v červnu 1994 poškodil 1,4 kg meteorit jedoucí automobil poblíž obce Getafe ve Španělsku.

Vzrušená debata o případném výskytu mikrofosílií z Marsu v **meteoritu ALH 84001** z Antarktidy nabrala nový směr, když L. Burckle a J. Delaney objevili v obyčejných chondritických meteoritech nasbíraných rovněž v Antarktidě pozemské mikrofosílie po mikroorganismech, jež vnikly trhlinami dovnitř chondritů.

1.2.3. Komety

A. Lewis Licht hledal trendy v **četnosti komet** viditelných očima od počátku 1. století př. n.l. do r. 1970 n.l. Zjistil, že po celou tu dobu se četnost výskytu takových komet prakticky neměnila a činila (86±7) komet za století. P. Wiegert a S. Tremaine se zabývali **původem dlouhoperiodických komet**, což jsou dle definice komety s oběžnou dobou nad 200 let. Tomu odpovídají velké poloosy dráhy nad 34 AU, tj. za dráhou Neptunu. Do r. 1993 bylo objeveno 855 komet, pozorovaných při 1392 návratech; z toho je 681 dlouhoperiodických. Tento počet však zkresluje Kreutzova rodina komet, jež je ve statistice dlouhoperiodických komet zastoupena alespoň 24 členy, takže ve skutečnosti jsme znali jenom 658 dlouhoperiodických komet. Časová základna teleskopických pozorování dlouhoperiodických komet je zatím příliš krátká a poruchy drah planetami při následujících návratech nejsou nikak korelovány. Víme jen, že tyto komety pocházejí z Oortova mračna ze vzdálenosti nad 3000 AU od Slunce. Autoři odhadují, že v mračnu se nachází na 10 bilionů kometárních jader. Naproti tomu **krátkoperiodické komy** lze rozčlenit na dvě zřetelně oddělené skupiny: komy typu Halley s oběžnou dobou nad 20 roků a komy Jupiterovy rodiny s oběžnou dobou kratší než 20 let (perihel blíže než 5,2 AU). Komy Jupiterovy rodiny pocházejí z EKP. Podle J. Fernándezové obsahuje rodina asi 10 tisíc komet s absolutní hvězdnou velikostí jasnéjší než 18,5 mag.

J. García-Sánchez aj. tvrdí, že **Oortovo mračno** je fakticky protáhlý sféroid s nejdélší osou, směřující k centru Galaxie. Jeho velká poloosa činí 100 tisíc AU pro přímé dráhy komet, 80 tisíc AU pro dráhy komet kolmě vůči směru rotace Galaxie a 120 tisíc AU pro retrográdní dráhy. Pokud se nějaká hvězda přiblíží ke Slunci na méně než 3 pc, projeví se to již měřitelnými poruchami kometárních dráh. Nicméně ke vzniku nebezpečné kometární spršky do nitra sluneční soustavy je zapotřebí průniku hvězdy až k okraji Oortova mračna. Taková sprška by pak trvala až 3 miliony let.

Autoři se pak zabývali hledáním **těsných přiblížení** 1194 hvězd z přesných údajů o jejich paralaxách a vlastních pohybech, jak je změřila družice HIPPARCOS. Nejbližše ke Slunci se za 1,4 milionu let dostane trpasličí hvězda Gliese 710, a to na necelé 0,4 pc. V nejbližších 10 milionech hvězd se sice několik málo hmotných hvězd přiblíží do vzdálenosti 1 pc od Slunce, ale žádná z nich stav Oortova mračna příliš neovlivní. V minulosti se k nám před 7 miliony lety přiblížila známá zákrytová dvojhvězda Algol o úhrnné hmotnosti složek 5,8 M_⊕ na 2,5 pc, jenž zá-znamy o kometách z té doby bohužel hominidé nezanechali.

J. Zheng a M. Valtonen uvažovali o kometách – **mezihvězdných nomádech**, jejichž prostorovou hustotu odhadují až na 10 bilionů v krychlovém parseku. Vy-cházejí z předpokladu, že průměrná hmotnost jednoho kometárního jádra činí asi 4 · 10¹² kg, takže jenom z naší Sluneční soustavy uniklo již 10¹⁵ kg v podobě kometárních jader. Naopak přítok mezihvězdných nomádů do sluneční soustavy by měl způsobit až 100 srážek nomádů se Zemí v průběhu posledních 4 miliard let.

Tyto srážky jsou životu nebezpečné kvůli extrémně vysoké rychlosti nárazu (na Zemi přes 72 km/s). Z téhož důvodu autoři soudí, že nomádi se nehodí pro přenos života mezi jednotlivými planetárními soustavami.

A. Delsemme porovnával zastoupení **deutéria** v kometách a v pozemských mořích. Komety Halley, Hjukutake i Hale-Bopp obsahují dvakrát více deutéria než mořská voda, neboť vznikly ve vnějších oblastech planetární soustavy, kde si zachovaly původní interstelární zastoupení. Naproti tomu komety Jupiterovy rodiny bombardovaly Zemi a přinášely vodu do oceánu, jenž tělesa vznikla v oblasti velkých planet při teplotách od 230 K (Jupiter) po 50 K (Neptun). Při těchto teplotách se „polotěžká“ voda HDO mění za přispění molekulárního vodíku na lehkou vodu H₂O a polotěžký molekulární vodík HD, což je příčinou nižšího zastoupení deutéria v mořské vodě.

R. Mutel aj. se pokusili rozřešit stále ještě otevřenou otázku, zda do zemské atmosféry vstupuje nepřetržitě velký proud tzv. **minikomet**. Podle autora tohoto značně extravagantního názoru L. Franka by každou minutu mělo do atmosféry vletět nejméně 5 minikometů, každá o hmotnosti kolem 30 t. Frank tvrdí, že ledové minikomety se rozpadají již ve výšce kolem 10 000 km nad Zemí a odtud se bere vodní pára, pozorovaná ve vysoké atmosféře. Důkazy pro existenci minikomet spříčoval v tmavých skvrnách o rozdílu až 40 km, jež zjistil ultrafialovou kamerou družice Dynamic Explorer 1. Mutelův tým použili k testování domněnky robotického 0,5 m teleskopu v Arizoně, jenž v temných nocích mezi zářím 1998 a červnem 1999 pořídil přes 6000 snímků, z nichž bylo zatím zpracováno 2700 záběrů. Do mezní hvězdné velikosti 16,5 mag nebyla autory nalezena ani jedna stopa po minikometě, ačkoliv podle Frankovy statistiky by jich měli najít na 80. Frank se však nevzdává a tvrdí, že v souboru našel 9 takových stop.

Překvapením je nová analýza pozorování periodické **komety 26P/Grigg-Skjellerup**, vykonaných sondou Giotto v měkkém oboru záření gama při průletu 10. července 1992. Z pozorování plyne existence druhého, asi třikrát menšího jádra komety ve vzdálenosti 90 000 km od jádra primárního. P. Kamoun aj. využili přiblížení této komety k Zemi na jaře 1982 k úspěšnému pokusu získat **radarový odraz** od jejího jádra radioteleskopem Arecibo na frekvenci 2,4 GHz. Podle těchto měření je ovšem průměr jádra menší než 400 m. Tým autorů se však nezdařilo získat ozvěny od jader komet Austin a Čurumov-Gerasimenko, což přisuzují spíše rozdílu v aktivitě jader, než samotným rozdílu v geometrických rozdílech. Celkem bylo v letech 1980–1998 sledováno radarem při blízkých přiblíženích (0,03 ÷ 0,63 AU) k Zemi 7 komet a v 6 případech se podařilo získat ozvěny od jader komet budoucím Goldstone nebo v Arecibu. Největší ozvěnu daala kometa IRAS-Araki-Alcock v r. 1983, jež byla nejblíže k Zemi ze všech komet od r. 1770. Nicméně také poměrně vzdálená (0,63 AU) kometa Halley poskytla kvalitní odraz. Z měření vyplývají průměry všech jader v rádu několika kilometrů. Lze očekávat, že při stávající výkonnosti radarů získáme do r. 2018 dalších 12 radarových detekcí jader.

P. Lamy aj. sledovali pomocí HST kometu **45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková** v únoru 1996, kdy se přiblížila k Zemi na pouhých 0,17 AU. Zjistili, že jádro je protáhlé v poměru 1:1,3 se středním průměrem 0,7 km a 11% jeho povrchu je aktivní, když uvolňovalo pouhý 1 kg materiálu za sekundu.

H. Boenhardt aj. využili 3,5 m teleskopu na Calar Alto k pozorování jader **komet 26P a 73P/Schwassmann-Wachmann 3** v době, kdy byly daleko od perihelu (alespoň 3 AU od Slunce) a nejvýše velkou aktivitu. Pro jádro komety 26P obdrželi průměr 3,0 km a pro jádro komety 73P průměr menší než 2,2 km. Obě jádra jsou z větší části pokryta nepropustnou kůrou.

Průměr jádra komety **46P/Wirtanen** odhadl D. Möhlmann na 1,5 km a usuzuje, že asi čtvrtina povrchu jádra je aktivní. Tato data jsou důležitá kvůli plánované kosmické sondě ROSETTA, jíž chce ESA vyslat k této kometi v r. 2003. C.

Lisse aj. určili průměr jádra komety **C/1996 B2 (Hjukutake)** na 4,8 km a teplotu jeho povrchu v blízkosti Země na 320 K. Jádro rotuje s periodou 6,3 h. Naproti tomu W. Altenhofovi aj. vyšel z radiových měření průměr jádra této komety menší než 2,1 km a hmotnost hala na 60 tisíc tun.

Pro kometu **C/1995 O1 (Hale-Bopp)** však dostali průměr jádra 44 km a hmotnost hala 8 milionů tun. H. Weaver aj. snímkovali kometu pomocí HST po první až koncem srpna 1997 (předtím byla kometa již od listopadu 1996 úplně přiblížila ke Slunci a tudíž pro HST nedostupná) ve vzdálenosti 2,5 AU od Slunce. Další snímky aparaturou STIS pořídili v listopadu 1997 a únoru 1998. V komě nenašli žádné průvodce (satelity) hlavního jádra a dále ukázali, že kometa po průchodu perihelem snížila svou aktivitu a produkce prachu a plynu zřetelně klesá. N. Biver určil rotační periodu jádra na 11,33 h. Naproti tomu F. Marchis aj. ukázali z pozorování v listopadu 1997 a lednu 1998 pomocí 3,6 teleskopu ESO s adaptivní optikou, že kometa může mít dvojité jádro s pomalu se vzdalujícími složkami v projekčních vzdálenostech 550 resp. 1025 km. Podle mikrovlnných měření D. Jewitta a H. Mathewse uvolňovala kometa v perihelu až 2000 t prachu za sekundu a dodala při tomto návratu ke Slunci do meziplanetárního prostoru celkem 30 miliard tun prachu a kolem 5 miliard tun plynu. Zatímco dosavadní oběžná doba komety činila 4211 roků, vlivem poruch se nyní zkrátila na 2392 let. Naši potomci zažijí tedy r. 4389 báječné nebeské představení, neboť tato obří kometa proletí tehdy pouze 4 miliony km od Země!

Mikrovlnná pozorování planetky/komety **95P/Kowal (2060 Chiron)** z února 1999 při vzdálenosti tělesa 9,3 AU od Slunce odhalilo stále poměrně značnou produkci CO a HCN, přestože těleso se již vzdaluje od přísluní do hlubin planetární soustavy.

Loni v létě byla na hranici viditelnosti očima kometa **C/1999 H1 (Lee)**, když koncem července dosáhla 6,1 mag. Kometa prošla přísluním 11. července 1999 ve vzdálenosti 0,71 AU. Pohybujíc se retrográdně se sklonem 149° a její původní oběžná doba se odhaduje na 21 tisíc let. Infračervená a mikrovlnná pozorování odhalila výskyt vodní páry, hydroxylu, metanolu, metanu a etanu, sirouhlíku, oxidu uhelnatého a aktivitu srovnatelnou s kometou Hale-Bopp.

Kometa C/1995 O1 (Hale-Bopp) je stále v dosahu dalekohledů na jižní polokouli. V březnu 1999 překročila 11 mag a plynule slábla, takže v polovině července dosáhla 12,4 mag a koncem října se přiblížila 13 mag ve vzdálenosti 9,7 AU od Slunce. V té době se v jejím jádru objevila jasnější kondenzace dosahující 14 mag.

V polovině července byla na jižní polokouli objevena poměrně jasná kometa **C/1999 N2 (Lynn)**, jež dosáhla 6,8 mag. Počátkem srpna nalezl R. McNaught kometu C/1999 P1 jako hvězdný objekt 20,8 mag, jež se ukázala totožnou s rozpadající se kometou **Machholz 2**, poprvé pozorovanou jako 1994o = 1994 XXVI resp. C/1994 P1. Podle všechno šlo o složku A tehdy pozorované komety, a to umožnilo vypočítat elementy dráhy. Složka dosáhla 11,6 mag před průchodem přísluním 9. prosince 1999 a její oběžná perioda činí 5,22 roku. Délka velké poloosy dosahuje 3 AU při výstřednosti 0,75 a sklonu 13°. Kometa tak dostala označení 141P/Machholz 2. V říjnu byla nalezena i další překvapivě jasná složka této komety, v r. 1994 označená jako složka D. Koncem listopadu 1999 byla jasnější než 9 mag. Vcelku se tak velmi dobře potvrdily výpočty Z. Sekaniny, jež poukázal na posloupnost čtyř úrovní rozpadu komety, poprvé již r. 1987, dále pak těsně před průchodem periheliem v r. 1989, o 600 dnů po průchodu v r. 1991 a konečně těsně po průchodu periheliem v r. 1994. Kometa patrně skončí podobně jakou slavnou kometu 3D/Bielou naprostým rozpadem.

V polovině září byla objevena kometa **C/1999 R2** jako objekt 20 mag, jež byla ztotožněna s kometou 1988o = 1988 VIII (Spacewatch) resp. C/1988 V1. Jde tedy rovněž o krátkoperiodickou kometu s oběžnou dobou 11,2 roku při délce velké poloosy 5 AU, výstřednosti 0,5 a sklonu 12°.

Koncem září byla rozpoznána kometární aktivita objektu původně klasifikovaného jako planetka, **C/1999 S4 (LINEAR)**. Ačkoliv jádro komety mělo tehdy 17 mag, retrográdní dráha komety se sklonem 150° a průchodem přísluním až 26. července 2000 ve vzdálenosti 0,77 AU znamená, že kometa bude koncem července 2000 viditelná očima, zejména při zatmění Měsíce 16. 7., bohužel u nás nepozorovatelného.

Na objevech nových komet se v r. 1999 již tradičně podílela také sluneční sonda **SOHO**, jež téměř jako na běžícím pásu objevuje komety v těsné blízkosti Slunce, většinou členy obrovské rodiny Kreutzových komet. Jinak jsou dnes komety objevovány hlavně při automatických přehlídkách oblohy zvláště systémem LINEAR. Často se přitom stává, že těleso je původně klasifikováno pro svůj hvězdný vzhled jako planetku, a teprve při ověřování objevu většími přístroji se ukáže, že jde o kometu. Na této dohledavacích operacích se velmi často podílejí naše observatoře na Kleti, v Ondřejově a v Modre.

Nejnovější 13. vydání **katalogu kometárních drah** obsahuje všechny komety, pozorované od starověku do 28. Gervence 1999. Poprvé v něm počet různých objevených komet překročil magickou hranici 1000, takže k tomu datu bylo známo 1036 rozličných komet, pozorovaných při 1688 návratech. Z toho je jen 140 číslovaných (periodických) komet a pro 133 z nich jsou vypočteny osculační elementy pro období od července 1999 do dubna 2001. Z toho má 58 komet oběžné periody kratší než 30 let a jen 13 komet periody v rozmezí od 30 do 200 let. Nejúspěšnější lovci komet XX. století – nepočítáme-li sondu SOHO – se umístili v tomto pořadí: 1. C. Shoemakerová (32 objevů); 2. D. Levy (21); 3. W. Bradfield (17); 4.-5. M. Hartley a A. Mrkos (po 13 objevech). Nejvíce nových komet (36) bylo nalezeno v r. 1998.

1.2.4. Meteorické roje

Výkonný novozélandský radar AMOR odhalil, jak známo, že asi 1÷2 % znamenaných slabých meteorů je **interstelárního původu**, neboť vykazují hyperbolické rychlosti vstupu do zemské atmosféry. Jejich hmotnosti jsou rádu 10 ng, tj. asi o 4 řády vyšší, než interstelární prach, pozorovaný sondou Ulysses v blízkosti Jupiteru. Není vyloučeno, že zdrojem těchto interstelárních částeček je pozůstatek po supernově známý jako Geminga.

M. Šimek a P. Pecina uveřejnili souhrnné výsledky radarových pozorování **Perseid** v Ondřejově na frekvenci 37,5 MHz v letech 1958–1996. Zjistili, že maxima roje pro různé trvání radarových ozvěn (meteoroidy různých hmotností?) nastávají v rozličných ekliptikálních délkah Slunce v rozmezí 2,5°. Celkové maximum roje odpovídá ekliptikální délce (139,17±0,06°). Meziroční kolísání maximální frekvence roje dosahuje poměru 1:2,2. Titěž autoři uveřejnili dále podobný souhrn pro prosincové **Geminidy** v letech 1958–1997, což představuje plných 120 000 ozvěn. Z pozorování vyplývá, že průřez roje je asymetrický, tj. uprostřed se nacházejí slab-

ší a méně hmotné částice, zatímco větší a hmotnější částice jsou rozprostřeny ve vnějších částech rojové trubice. Roj vykazuje periodicitu 2,6 roku, souhlasnou s oběžnou dobou mateřské planetky (3200) Phaeton. Autoři dále zjistili, že sporadicke pozadí kolísá v rytmu sluneční činnosti, tj. že maximum četnosti sporadickej meteorů nastává zhruba jeden rok po maximu sluneční činnosti. Do třetice stejný autoři pozorovali r. 1998 radarem meteorickou přeháňku **Giacobinid** od komety 21P v trvání pouhých 3 h. Maximum roje nastalo v ekliptikální délce 194,82°.

Velkým překvapením byla obnovená činnost řady desetiletí dřívajícího meteorického roje **Bootid** dne 27. června 1998. Roj s radiantem v poloze a = 14,94 h; d = +47,8° byl v činnosti nejméně po 12 h a maximální frekvence dosáhla téměř 100 metrů v ekliptikální délce Slunce 95,7°; podobně jako v letech 1916 a 1927. Příčinou obnovené aktivity byla dle R. Arlta aj. dráhová rezonance 2:1 mateřské komety s Jupiterem.

L. Neslušan zkoumal původ meteorického proudu **α Capricornid** a zjistil, že má hned dvě mateřské komety: 14P/Wolf a D/1892 T1. Pravidlo je rozděleno na dvě větve planetárními poruchami Jupiteru. Podobně M. Beech aj. studovali dráhovou historii komety **15P/Finlay**, poprvé pozorovanou v září 1866, s oběžnou dobou 6,6 let a délkom hlavního poloosy 3,57 AU. Při výstřednosti dráhy 0,71 a sklonu jen 3,7° by se dalo očekávat, že budeme pozorovat její meteorický roj, ale ten patrně míjí Zemi následkem poruch od Jupiteru. Samotná kometa byla nalezena jen při 10 návratech ze 17 a zdá se, že je velmi málo aktivní, takže se často podobá spíše planetce. Stejně tak se nepodařilo koncem října či počátkem listopadu 1999 opticky pozorovat avizovaný meteorický roj **Linearid** od komety C/1999 J3 (LINEAR), která procházela podle výpočtu J. Raa 11. listopadu jen 600 000 km od průsečku s draham Země. Aktivitu roje však zaznamenali na radaru v Ondřejově.

M. Beech a S. Nikolova se zabývali zprávami o meteorických deštích **Lyrid**, jejichž mateřskou kometou je C/1861 (Thatcher) s oběžnou periodou 415 let aperihelem ve vzdálenosti 0,98 AU. Poloměr jádra komety se odhaduje na 5,5 km. Lyridy byly patrně sledovány již r. 687 př. n.l. a zcela určitě 22. dubna 1803, kdy dosáhly maximální frekvence 900/h. Běžné roční návraty dosahují ovšem maxim na úrovni pouhých 10/h. Frekvence kolísají v 12letém rytmu, což souvisí s přiblížením dráhy komety k Jupiteru. V. Porubčan aj. zjistili, že drobení komety do meteorického roje začalo před méně než 14 tisíci lety, takže v meteorickém proudu je řada poměrně velkých a hmotných meteoroidů, což souhlasí s faktem, že při deštích hlásí pozorovatelé akustické svisty během přletu. Podle C. Keaya jsou tyto **elektrofonické úkazy** buď důsledkem zachycení a zamotání siločar magnetického pole Země v turbulentním plazmatu kolem meteoroidu (dlouhé svisty), anebo „vyždímání“ energie magnetického pole Země podél rázové vlny v plazmatu kolem letícího meteoroidu (krátkotrvající praskoty). Při návratu magnetického pole Země do klidu se pak energie vyzáří jako elektromagnetické vlny o velmi nízké frekvenci a jeho transdukce v blízkosti pozorovatele vyvolává zmíněné elektrofonické úkazy. Podle příslušných výpočtů je při vstupní rychlosti Lyrid 48 km/h zapotřebí minimální velikostí meteoroidu přes 1 m a jeho hmotnosti alespoň 325 kg, aby mohl pozorovat něco slyšet. To odpovídá minimální jasnosti bolida – 14 mag. Je otázka, zda tak velké a hmotné úlomky dokáže jádro komety vskutku uvolnit. Beech a Nikolova počítali podmínky pro elektrofonické bolidy také v případě Perseid a zjistili, že minimální hmotnost meteoroidu musí v tom případě dosáhnout do konce 495 kg, přičemž již 0,75 kg meteoroid se projeví jako bolid – 10 mag.

Největšímu zájmu se ovšem těšíl očekávaný meteorický dešť **Leonid**. Podle J. Watanaba aj. byly Leonidy zaznamenány poprvé již r. 902 n.l. Jak uvedl P. Brown, návrat deště 13. listopadu 1833 prakticky odstartoval rozvoj meteorické astronomie, neboť tehdy byl doslova „definován“ radiant meteorického roje. Podle D. Ashera aj. došlo k rezonanci 5/14 s Jupiterem při průchodu mateřské komety Tempel-Tuttle perihelem v r. 1333. Běžný roj Leonid má maximum asi o 0,25° ekliptikální délky později než meteorický dešť a maximum deště je zase o 0,75° ekliptikální délky opožděno proti maximu jasných bolidi (meteoroidy s průměrem nad 10 mm). Tím lze objasnit, proč **ohňostroj bolidů** v listopadu 1998 přišel o plných 16 h dříve než maximum samotného deště. Zmíněn autor předpověděl, že maximum deště v r. 1999 se odehraje 18. listopadu kolem 2.20 UT, zatímco standardní rojové maximum bude o několik hodin opožděno. I. Ferri předpověděl, že maximální frekvence deště dosáhne hodnoty 3,5 tisíce metrů/h a v r. 2000 dokonce 5÷20 tisíc m/h (!). N. McBride a J. McDonnell se věnovali odhadům pravděpodobnosti poškození družic Leonidami, jež jsou mimořádně nebezpečné hlavně pro svou rekordně vysokou rychlosť 71 km/s. Mohou proto snadno prorazit hlinkový plech o tloušťce do 10 mm, a proto se během trvání deště zvyšuje riziko poškození družic o několik řádů. V r. 1998 Leonidy naznačily, co umí. Přival jasných meteorů a bolidů se dostavil v předstihu, takže optimální pozorovací podmínky měli pozorovatelé v Evropě a na Blízkém východě, zatímco většina expedic směřovala do východní Asie. Na observatoři v Modre získali vskutku trofejný snímek 156 bolidů na jediném políčku celooblohou kamery. Nicméně z důvodu nedostatku finančních prostředků v tu chvíli nebyla ve vzduchu letadla NASA, vybavená jedinečnou baterií přístrojů z několika center meteorické astronomie v 7 zemích světa. Přesto J. Borovička získal během letecké expedice nad Okinawou v noci po prvním maximu celkem 119 spekter jasných (–4÷+3 mag) Leonid o hmotnostech 1 g ÷ 1 mg.

(Pokračování)

Populácie častíc kozmického prachu v okolohviezdnych obálkach

a vplyv elektromagnetického žiarenia na ich dynamiku (evolúciu)

Formovanie Slnčnej sústavy pred 4,5 miliardami rokov bol dôsledok kolapsu veľkého mračna prachu a molekúl. Dnes vieme, že vznik a existencia prachových častíc sú spojené s mnohými procesmi prebiehajúcimi v kozmickom priestore. Ak napríklad časť prachových zrín vzniká v chladných hviezdach, tak iné môžu byť produkované v podmienkach takzvanej „horúcej chémie“. Kozmický prach predstavuje dôležitú súčasť kozmickej prostredia, a to v okolohviezdnych obálkach, v oblastiach formovania hviezd, protoplanetárnych hmlovinách, medzihviezdnom, medzигalaktickom a medziplanetárnom prostredí či v planetárnych atmosférach. Zrniečka prachu absorbujú, rozptylujú a reemitujú elektromagnetické žiarenie z rôznych kozmických objektov. Prispievajú tiež k tepelnej rovnováhe medzihviezdnej hmoty. Treba zdôrazniť, že poznatky o vlastnostiach kozmického prachu sú nevyhnutné pri korektnej interpretácii spektier pozorovaných kozmických objektov či modelovaní reálnych fyzikálno-chemických procesov prebiehajúcich v prostrediah, kde prach dokonca ani nemusí byť majoritnou zložkou. Akokoľvek narastá množstvo informácií o kozmickom prachu, stále ďalej nie je dobre objasnená kompletná história jeho evolúcie, a tak naďalej ostáva otvorenou otázkou.

Slnčná sústava a zodiakálne svetlo

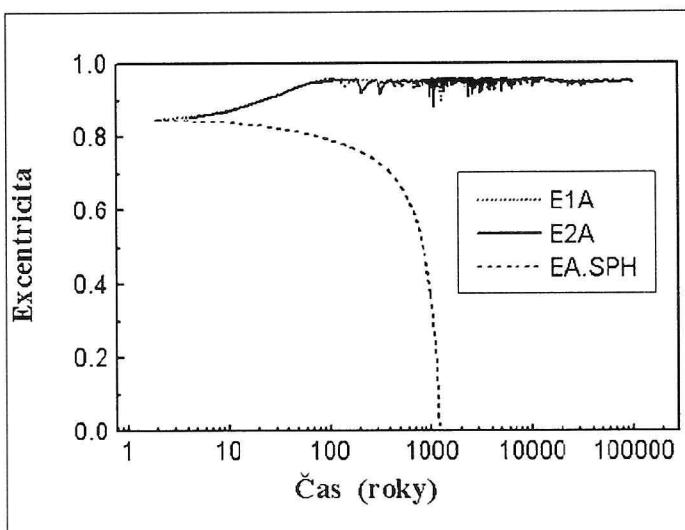
Mnohé procesy, ktoré sú významné pri evoľúcií častíc kozmického prachu, môžu byť vo všeobecnosti skúmané priamo v našej Slnčnej sústave. Existencia častíc sústredených pozdĺž roviny ekliptiky je známa prostredníctvom zodiakálneho svetla (*obrázok č. 1*), pričom vlastnosti týchto častíc je možné určiť predovšetkým analýzou nimi rozptýleného slnečného žiarenia. Odhliadnuc od minoritných silových efektov je dynamika týchto častíc daná najmä gravitačným pôsobením centrálneho telesa – Slnka a interakciou so slnečným žiareniom, ktoré dôsledkom je vznik tlakové sily. Vplyv gravitácie je zrejmý. Zložitosť do modelovania pohybu častíc vnáša elektromagnetické žiarenie, ktoré sa pri interakcii s objektmi v kozmickom prostredí absorbuje a rozptyluje. Absorbované žiarenie v podstate závisí od objemovej koncentrácie nehomogenít v prostredí, našom prípade častíc, a samozrejme od ich chemických a následne optických vlastností. Na rozdiel od toho žiarenie rozptýlené každou individuálnou časticou je generované zložitým spôsobom, a to v závislosti od tvaru, rozmeru, štruktúry a kompletnej morfológii častice (napr. miery porezity, konvexnosti a pod.), pomeru jej charakteristických rozmerov a vlnovej dĺžky žiarenia a pochopiteľne od chemického zloženia častice. Slnčné žiarenie predstavuje polychromatické vlnenie reprezentované širokou škálou vlnových dĺžok a intenzít. To samo osebe predznamenáva problémy, s ktorými treba rátať pri pokuse o vyjadrenie výsledného pôsobenia žiarenia na prachové čiastočky. Problematika vývoja prachových štruktúr je však nesmiere dôležitá, pretože pri korektnom popise jej fyzikálnych principov je možné predpovedať evolúciu podobných štruktúr v iných planetárnych systémoch či principiálne skúmať ich pôvod a vývoj v ranných počiatkoch. Problematike sa preto venuje značná pozornosť. Prvé výsledky teoretických prác priniesli možnosť spočítať charakteristiky poľa rozptýleného žiarenia po interakcii



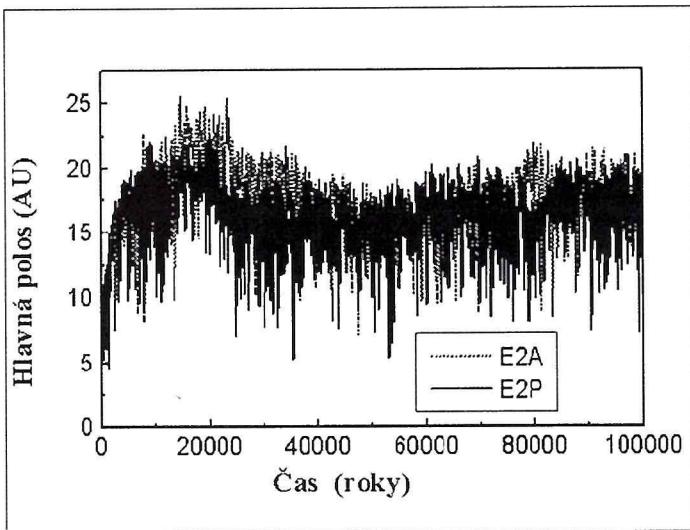
Obr. č. 1: Zodiakálne svetlo, ako ho možno pozorovať zo Zeme počas jasných nocí.

s časticami podstatne menšími alebo podstatne väčšími než vlnová dĺžka žiarenia. Pozorovania však ukázali, že v blízkom okolí Slnčnej sústavy sa nachádzajú časticie svojimi rozmermi porovnatelné alebo nie oveľa väčšie než vlnová dĺžka elektromagnetického žiarenia produkovaného Slnkom (najmä v dominantnej krátkovlnnej a infračervenej oblasti spektra). Zásadným krokom vpred bola až Mieho teória rozptýlu svetla na sférických homogénnych časticach lubovoľných rozmerov. Astrofyzika tak získala nástroj na modelové výpočty, a teoretické analýzy na celú populáciu častíc. Aplikácia Mieho teórie viedla k matematicko-fyzikálnej formulácii pohybu sférickej častice v poli elektromagnetickej a gravitačnej sily. Model je známy aj pod názvom „Poyntingov-Robertsonov efekt“ (PR-efekt). Výsledky množstva publikovaných prác založených na PR-efekte ukázali, že takéto časticie budú vplyvom oboch sôl postupne spirálne

lovať okolo Slnka pokiaľ nezaniknú, alebo niektoré môžu byť naopak zo Slnčnej sústavy „vytlačené“. Tak či onak, na časticu bude pôsobiť výlučne radiálna sila, čoho dôsledkom je limitovaná doba jej životnosti v Slnčnej sústave. Keďže intenzita zodiakálneho svetla priamo závisí od celkovej koncentrácie prachových zrín, je výsledný efekt ich úbytku zrejmý – intenzita svetla by mala časom klesať. Napriek tomu sa takýto jav nepozoruje. Zodiakálne svetlo je dlhodobo stabilné, čo indikuje aj stabilitu populácie častíc v zodiakálnom mračne. Vysvetlenie existencie a stability zodiakálneho mračna preto vyvstalo ako nový cieľ mnohých astronomických, ale aj interdisciplinárnych štúdií. Základom sú observačné dátá o tvare a symetrii mračna, intenzite jeho žiarenia v rôznych oblastiach spektra či stupni polarizácie. Výsledky získané pomocou IRAS v oblasti 25 mikrónových vln by mohli svedčiť o viac než 75 % zastúpení častíc kometárneho prachu. Zvyšok by potom mohli tvoriť asteroidálne časticie. Pokusy o vysvetlenie stability zodiakálneho mračna v súčasnosti spočívajú najmä v hľadaní zdrojov častíc, ktorými môžu byť napríklad vzdialé komety. Tieto by mohli postupne dopĺňať neustály úbytok častíc, ktorého príčiny boli popísané vyššie. Mnohé súčasné práce stavajú na týchto predpokladoch, pričom sú všeobecne akceptované princípy Mieho teórie. Prečo? Dlhodobé a intenzívne laboratórne merania, ako i experimenty v atmosfére Zeme ukázali, že štruktúra poľa žiarenia rozptýleného polydisperzným systémom častíc náhodného tvaru a orientácie je len málo odlišná od tej, ktorá by bola generovaná sférickými časticami rovnakej distribúcie a objemovej koncentrácie. Rozdiely sa prejavia až v spätnom rozptýlenom žiareni, ktorého intenzita však môže byť aj o niekoľko rádov nižšia ako intenzita žiarenia rozptýleného v smere postupu pôvodného vlnenia. Predpokladalo sa teda, že zrejme nedôjde k veľkej chybe, ak pohyb reálnych častíc bude skúmaný na adekvátnych sférah. Aplikácia Mieho teórie v takomto zovšeobecnení je však chybná. A tu je hlavný kritický bod doterajších úvah. Medzi planetárnymi atmosférami a kozmickým prostredím je v tomto zmysle niekolko zásadných rozdielov. Koncentrácia častíc v otvorenom priestore je rapídne nižšia než v atmosférach planét – preto tu nemožno aplikovať napr. ani Poisonovu štatistiku. V praxi to znamená, že procesy interakcie slnečného žiarenia a častíc už nemôžu byť vyšetrované na úrovni optických charakteristík objemového elementu prostredia (tvoreného jeho vlastnou rozmerovou distribúciou a chemickou štruktúrou súboru častíc, ako to bolo v prípade planetárnych atmosfér), ale každá častica musí byť analyzovaná individuálne. Ak v planetárnych atmosférach slnečné žiarenie pôsobilo na dynamiku častíc nepriamo vplyvom cirkulačných procesov vzduchových hmôt, tak v kozmickom (medziplanetárnom) prostredí ide o priame pôsobenie. Evolúcia trajektórie častice je dlhodobý proces (desiatky, stovky, tisíce rokov, i viac) a tak akákoľvek nesféricita častice môže viesť až k dramatickým zmenám v jej pohybe a následne v dobe jej životnosti. Nesféricita či nehomogenita častice totiž vždy spôsobuje vznik neradiálnych zložiek hybnosti z dôvodu nesymetrie



Obr. č. 2: Časový vývoj excentricity dráhy nesférického prachového zrnka (E1A, E2A) a modelovej sférice identického objemu s priemerom 0,8 mikrometra uvolnenej z Enckeho kométy.



Obr. č. 3: Časový vývoj hlavnej polosi dráhy nesférického prachového zrnka (E2A, E2P) charakteristického rozmeru 0,8 mikrometra uvoľneného z Enckeho kométy.

diagramu rozptylu elektromagnetického vlnenia. PR-efekt existenciu neradiálnych zložiek hybnosti vylučuje vzhľadom na predpoklad sférického tvaru častice a jej homogénnej štruktúry. Dôsledky z toho vyplývajúce možno označiť za viac než závažné. Pokiaľ by totiž výsledky numerických výpočtov ukázali, že tangenciálne zložky hybnosti budú u rádovo mikrónových častíc dostatočne veľké (zhruba 10^{-4} radiálnej zložky), bude možné vysvetliť dlhú životnosť častíc aj bez predpokladu ich dopĺňania napr. z jadier komét. To by však znamenalo, že sa v zodiakálnom mračne môžu nachádzať aj podstatne staršie zrná prachu a populácia častíc by tak zrejme mohla pozostávať aj z materiálu z obdobia niekedy na počiatku.

Populácia častíc v okolohviezdnych obálkach

Odhaduje sa, že rozmery častíc v zodiakálnom mračne pokrývajú oblasť od niekoľkých desaťmi mikrometrov až po zhruba 100 mikrometrov. Ich optické a chemické vlastnosti sa rôznia a závisia zrejme od procesov prebiehajúcich v prvopočiatkoch vzniku ich materských telies. Výsledky indikujúce napr. rozdielny obsah silikátov v sledovanom prachovom prostredí môžu byť interpretované inými teplotnými podmienkami, za ktorých sa formoval a vyvíjal daný systém (napr. materské teleso komety). Zásadný význam má takzvaná rozmerová distribúcia prachových čiastočiek, a to z viacerých hľadisk. Rozmery prachových zrín totiž priamo ovplyvňujú evolúciu celej okolohviezdnej obálky a taktiež predurčujú radiačnú bilanciu daného prostredia. Okrem toho priamo ovplyvňujú spektrálne rozdelenie intenzity žiarenia, ktoré preniká z centrálnej hviezdy cez plynovo-prachovú oblasť a je detegovaný pozemskými prístrojmi. Čím väčšia je prachová častica, tým väčší vplyv na jej pohyb bude mať gravitačná síla. Dá sa teda predpokladať, že veľké nesférické častice budú špirálovať okolo centrálneho telesa podobným spôsobom, ako to opisuje PR-efekt. A to aj z toho dôvodu, že generované vlnenie rozptylené v neradiálnom smere bude pre tieto

častice reprezentované amplitúdami o niekoľko rádov menšími ako vlnenie postupujúce v pôvodnom smere. Takéto častice sa preto budú z prachových obálok postupne vyrácať. Pohyb veľmi malých častíc je súčasťou silou, ale výsledný efekt môže byť napriek tomu podobný ako u veľkých častíc (pokiaľ jeho charakter úplne nezmení Lorentzova sila – súvisiacu s elektrickým nábojom na povrchu častice a prejavujúca sa prevažne len u dostatočne malých prachových zrniek). Príčinou je to, že charakteristické rozmery týchto objektov sú značne menšie než vlnová dĺžka interagujúceho žiarenia a v takom prípade sú všetky rozptylené vlny vo fáze. Inými slovami, rozptylené žiarenie má charakter vyžarovania klasického dipólu. Preto vlnenie rozptylené do rôznych smerov, ale pod tým istým uhlom (vzhľadom na smer postupujúceho vlnenia) bude reprezentované istou amplitúdou. Neradiálne protichodné zložky sa tak sčítajú do výslednej radiálnej zložky, a vo výslednom silovom účinku sa preto ich existencia prakticky neprejaví. Z uvedeného je teda zrejmé, že v danej okolohviezdnej obálke budú stabilne prevažne len prachové zrná určitých rozmerov, pravdepodobne porovnatelné s vlnovou dĺžkou interagujúceho žiarenia. Keďže výsledné silové efekty závisia od pomery charakteristických rozmerov čiastočiek a vlnenia reprezentujúceho spektrum danej hviezdy, bude veľkosť týchto čiastočiek závisieť od konkrétnego rozdelenia energie v spektri tej-ktorej hviezdy. V praxi to teda znamená, že napr. populácia častíc v okolí hviezd spektrálneho typu G bude charakterizovaná s vysokou pravdepodobnosťou inou rozmerovou distribúciou, než v okolí hviezd inej spektrálnej triedy. Skutočné rozmery týchto čiastočiek možno získať len komplikovanými numerickými výpočtami. Také výpočty budú pochopiteľne ovplyvnené konkrétnym tvarom častice, jej zložením či mierou porezity a samozrejme vstupnými podmienkami. V Slnečnej sústave je počiatkom existencie častice napr. jej uvoľnenie z povrchu komety. K tomu dochádza najčastejšie v blízkosti perihelia. Väčšie

hmotnejšie komety majú zvyčajne svoje vlastné meteorické roje. Dá sa očakávať, že hmotnejšie častice sa zrejme dostatočne dlho udržia na dráhe daného meteorického roja a budú preto tvoriť jeho súčasť. Dráha meteorického roja bude pri tom dostatočne dobre kopírovať dráhu materskej komety. Menšie častice však môžu vplyvom elektromagnetického žiarenia migrovať medzi rôznymi dráhami alebo sa dokonca dostat na kvalitatívne rozdielne dráhy. Túto skutočnosť dokumentuje obrázok č. 2, na ktorom je znázornený časový vývoj excentricity dráhy prachovej nesférickej častice uvoľnenej z Enckeho komety (plná a bodkovaná čiara – reprezentujúce rôznu orientáciu rotačnej osi častice v okamihu jej uvoľnenia z povrchu komety), tak ako sme ho získali numerickým modelovaním. Okrem toho je na obrázku pre porovnanie znázornená evoľúcia excentricity dráhy pre sférickú časticu ekvivalentného objemu. Jasne vidieť, že sférická častica sa postupne dostáva na kruhovú dráhu (excentricita klesá na nulu), naproti čomu nesférická častica prechádza na ešte viac vytiahnutú eliptickú dráhu, na ktorej sa udržuje. V prípade sférickej častice ide o typický výsledok vyplývajúci z PR-efektu. Excelentný výsledok pre nesférickú časticu je prezentovaný na obrázku č. 3, popisujúcim časový vývoj hlavnej polosi elliptickej trajektórie častice. Ak toto sférická častica postupne „padá“ na Slnko, tak vidíme, že správanie adekvátnej nesférickej častice je principiálne odlišné. Nesférická častica sa môže časom od Slnka vzdalať, alebo môže dokonca oscilovať v ohrianičenom pásme v určitej vzdialnosti od Slnka. Na obrázku č. 3 je práve znázornený prípad, keď je kozmická prachová častica dostatočne stabilne situovaná v istej okoloslnečnej zóne. V prípade, že populácia častíc kozmického prachu obsiahnutého v zodiakálnom mračne pozostáva aj z takýchto zrniek, čo je viac než pravdepodobné, mohlo by to prispieť k objasneniu stability zodiakálneho svetla.

MIROSLAV KOCIFAJ
Astronomický ústav SAV

K objasneniu fyzikálnej podstaty Dopplerovho javu

Na strane 33 v Kozmose 1/2000 pán Doc. RNDr. Dušan Brozman, CSc., dopíňa moju stručnú (tak to bolo redakciou požadované) odpoveď týkajúcu sa Dopplerovho javu. Predpokladám, že väčšina čitateľov Kozmosu nemá fyzikálne vzdelanie, a preto považujem za nutné opraviť tvrdenia prezentované takmer na pol strany v článku Doc. RNDr. Dušana Brozmana, CSc. (V článku sa vyskytuje množstvo fyzikálnych chýb.)

Dopplerov jav nesúvisí s tým, či je vlnenie priečne alebo pozdĺžne. Aj samotné zvukové vlnenie môže byť priečne i pozdĺžne. Pozdĺžne vlnenie (častice vlnenia kmitajú pozdĺž smeru – v smere – šírenia sa vlny) je v plynach (zvuk sa šíri vo vzduchu rýchlosťou asi 330 m/s – závisí od teploty, prípadne iných parametrov) a v kvapalinách (1440 m/s vo vode). V tuhých látkach je zvukové vlnenie priečne (častice tejž látky kmitajú v smere kolmom na smer šírenia sa vlny) i pozdĺžne (v oceli sa zvuk šíri rýchlosťou väčšou ako 5000 m/s).

Ako bolo uvedené na strane 11 v Kozmose 6/1999, princíp Dopplerovho javu známeho zo zvukového vlnenia možno použiť aj na elektromagnetické vlnenie – zmena vzdialenosť medzi zdrojom a prijímačom. Ak chceme získať Dopplerov jav nielen v prvom ráde v/c , treba ešte uvážiť relativistické spomalenie plynutia času.

V prípade zvukového vlnenia sa kmity prostredia šíria v smere šírenia zvuku (v „pozdĺžnom smere“,

ako uvádzal Doc. RNDr. Dušan Brozman, CSc. – táto formulácia je však mätúca a zahmlieva fyziku, ved' už na strednej škole sa definuje, čo je to pozdĺžne vlnenie (definoval som to vyššie) a nesúvisí to s tým, že „mechanické rozruchy sa šíria v pozdĺžnom smere“). A to platí pre pozdĺžne i pre priečne zvukové vlnenie. Rovnako v prípade elektromagnetického vlnenia sa priečne kmity – intenzity elektromagnetického poľa – šíria v smere šírenia vlnenia (opäť „v pozdĺžnom smere“, pozri komentár o dve vety vyššie).

Pojmom „skladanie kmítov“ sa vo fyzike (aj stredoškolskej) rozumie vektorové sčítanie výchyliek. K ničomu takému v Dopplerovom jave nedochádza. Okamžitá rýchlosť výchylky (hustotného rozruchu) z rovnovážnej polohy je o niekoľko rádov menšia ako rýchlosť šírenia sa zvuku (hustotného rozruchu) vo vzduchu. V prípade zvukových vln dochádza k zmenám frekvencí, t. j. prijímač prijíma inú frekvenciu ako je frekvencia vysielaná zdrojom, pokiaľ sa prijímač a zdroj vzhľadom na seba pohybujú. Avšak vlnové dĺžky zodpovedajúce zdroju a prijímaču sú rovnaké!

Už som uviedol, že princíp Dopplerovho javu je rovnaký ako pre zvukové vlny, tak aj pre elektromagnetické vlnenie. Podstatný rozdiel je v rýchlosti šírenia sa vlnení. V prípade elektromagnetického vlnenia je to rýchlosť c (vo vakuu) vzhľadom na zdroj žiarenia i vzhľadom na prijímač. Preto sa

v prípade elektromagnetického vlnenia mení aj frekvencia, aj vlnová dĺžka.

Ak sa prijímač a zdroj elektromagnetického vlnenia navzájom od seba vzdalaľujú, skutočnosti dochádza k poklesu hustoty fotónov – prijímač určí menšiu hodnotu, ako je hodnota zdroja. Rovnaké kvalitatívne tvrdenia platí aj pre hustotu toku energie. Opäť stačí uvážiť, že sa mení vzdialosť medzi zdrojom a prijímačom. Ak sa prijímač vzdalaľuje od zdroja, fotón potrebuje dlhší čas na dosiahnutie prijímača, ako keď sa zdroj a prijímač vzhľadom na seba nepohybujú.

Slovné vyjadrenia pána Doc. RNDr. Dušana Brozmana, CSc. nielenže nie sú exaktne a úplne, ale sú fyzikálne nesprávne. Preto nemôžu poslúžiť ako doplnenie môjho komentára prezentovaného v Kozmose 6/1999 na strane 11.

Dopplerov jav je základným javom astrofyziky. Ako vidieť, ani ľudia vzdelení a vzdelávajúci v oblasti fyziky a príbuzných disciplín v ním nemajú jasno, a preto je rozumné prezentovať jeho detailné odvodenie. Urobil som ho tak, aby boli vidieť analógie v úvahách pre zvukové vlnenie a pre elektromagnetické vlnenie (aj preto sú v prvých spôsoboch úvah použité rýchlosť v a v druhých spôsoboch úvah použité rýchlosť u). V prípade zvukového vlnenia záleží na tom, čo je v pokoji vzhľadom na prostredie, v ktorom sa vlnenie šíri. Súčasne z relativistických odvodien vidieť, že záleží len na relativistickej rýchlosťi zdroja a prijímača.

Pokiaľ ide o vztahy pre hustotu toku energie a koncentráciu (hustotu) fotónov, tie sa v astrofyzike využívajú pri skúmaní vplyvu elektromagnetického žiarenia na pohybujúce sa objekty. Príkladom môže byť pohyb meteoroidov v Slnečnej sústave.

Jozef Klačka

Dopplerov jav

Dopplerov jav pre zvukové vlnenie

Nech sa zvuk šíri v prostredí rýchlosťou V .

1. Zdroj je v pokoji vzhľadom na prostredie, prijímač sa pohybuje vzhľadom na prostredie

Nech sa prijímač približuje k zdroju rýchlosťou v .

Zdroj vyšle N vln, takže v sústave zdroja je vzdialenosť medzi začiatkom prvej vlny a koncom N -tej vlny $L_z = N \lambda_z$, kde λ_z je vlnová dĺžka vlny určená zdrojom vlnenia. Frekvencia vlnenia určená zdrojom je podľa definície $f_z = V / \lambda_z$.

Pre čas t , ktorý uplynie medzi vyslaním začiatku prvej vlny a vyslaním konca N -tej vlny platí v sústave prijímača

$$t = L_z / (v + V).$$

Podľa definície je frekvencia vlnenia určená prijímačom $f_r = N / t$. Teda,

$$f_r = (N / L_z) (v + V) = (v + V) / \lambda_z.$$

Po dosadení $f_z = V / \lambda_z$ dostávame

$$f_r = f_z (1 + v / V).$$

Poznámka 1: Kedže rýchlosť šírenia sa vlnenia vzhľadom na prijímač je $v_r = v + V$, tak podľa definície $f_r = v_r / \lambda_r$ máme $f_r = (v + V) / \lambda_r$, ale súčasne, ako sme vyššie odvodili, $f_r = (v + V) / \lambda_z$. Porovnanie posledných dvoch vzťahov dáva $\lambda_r = \lambda_z$.

Poznámka 2: Keď sa prijímač vzdalaľuje od zdroja, ktorý je v pokoji vzhľadom na prostredie, rýchlosťou v , dostávame $f_r = f_z / (1 - v / V)$ (zámena v na $-v$ v predchádzajúcich úvahách).

2. Prijímač je v pokoji vzhľadom na prostredie, zdroj sa pohybuje vzhľadom na prostredie

Nech sa zdroj približuje k prijímaču rýchlosťou u .

Zdroj vyšle N vln, takže v sústave prijímača je vzdialenosť medzi začiatkom prvej vlny a koncom N -tej vlny $L_p = N \cdot \lambda_p$, kde λ_p je vlnová dĺžka vlny určená prijímačom vlnenia. Frekvencia vlnenia určená prijímačom je podľa definície $f_p = V / \lambda_p$.

Pre čas t , ktorý uplynie medzi vyslaním začiatku prvej vlny a vyslaním konca N -tej vlny platí v sústave prijímača

$$L_p + ut = Vt,$$

kedže prvá vlna prešla v sústave prijímača za čas t vzdialenosť Vt a do vyslania poslednej vlny sa zdroj približí k prijímaču o vzdialenosť ut . Odtiaľto máme

$$t = L_p / (V - u).$$

Podľa definície je frekvencia vlnenia určená zdrojom $f_z = N / t$. Teda,

$$f_p = (N / L_p) (V - u) = (V - u) / \lambda_p.$$

Po dosadení $f_p = V / \lambda_p$ dostávame

$$f_p = f_z / (1 - u / V).$$

Poznámka 1: Kedže rýchlosť šírenia sa vlnenia vzhľadom na zdroj je $v_z = V - u$, tak podľa definície $f_z = v_z / \lambda_z$ máme $f_z = (V - u) / \lambda_z$, ale súčasne, ako sme vyššie odvodili, $f_z = (V - u) / \lambda_p$. Porovnanie posledných dvoch vzťahov dáva $\lambda_p = \lambda_z$.

Poznámka 2: Kedže zdroj vzdalaľuje od prijímača, ktorý je v pokoji vzhľadom na prostredie,

rýchlosťou u , dostávame $f_r = f_z / (1 + u / V)$ (zámena u na $-u$ v predchádzajúcich úvahach).

Poznámka 3: Nech sa prijímač pohybuje rýchlosťou v vzhľadom na prostredie, zdroj rýchlosťou u vzhľadom na prostredie v tom istom smere i orientácii ako prijímač. Potom máme

$$\begin{aligned} f(\text{prostredie}) &= f_z / (1 - u / V), f_p = \\ &= f(\text{prostredie}) (1 - v / V). \text{Teda} \\ f_p &= f_z (1 - v / V) / (1 - u / V). \end{aligned}$$

Dopplerov jav

pre elektromagnetické vlnenie

Elektromagnetické vlnenie sa šíri rýchlosťou c (uvádzame vákuum).

1. Spôsob

Nech sa prijímač približuje k zdroju rýchlosťou v .

Zdroj vyšle N vln, takže v sústave zdroja je vzdialenosť medzi začiatkom prvej vlny a koncom N -tej vlny $L_z = N \lambda_z$, kde λ_z je vlnová dĺžka vlny určená zdrojom vlnenia. Frekvencia vlnenia určená zdrojom je podľa definície $f_z = c / \lambda_z$.

Pre čas t , ktorý uplynie medzi registráciou začiatku prvej vlny a registráciou konca N -tej vlny, platí v sústave zdroja

$$L_z - vt = ct,$$

kedže do registrácie poslednej vlny sa prijímač priblíží k zdroju o vzdialenosť vt a N -tá vlna sa šíri k prijímaču v prostredí rýchlosťou c . Odtiaľto máme

$$t = L_z / (v + c).$$

V sústave prijímača sú registrácie súmestne udalosti, takže dilatácia času dáva

$$t_p = \sqrt{1 - (v/c)^2} t \equiv \gamma_v^{-1} t.$$

Takže

$$tp = (L_z / c) \gamma_v^{-1} / (I + v / c).$$

Podľa definície je frekvencia vlnenia určená prijímačom $f_p = N / t_p$. Teda,

$$f_p = (N / L_z) c (I + v / c) \gamma_v = (c / \lambda_z) (I + v / c) \gamma_v.$$

Po dosadení $f_z = c / \lambda_z$ dostávame

$$f_p = f_z (I + v / c) \gamma_v = f_z \sqrt{(I + v / c) / (I - v / c)}.$$

Poznámka 1: Keďže rýchlosť šírenia sa vlnenia vzhľadom na prijímač je c , tak podľa definície $f_p = c / \lambda_p$ a súčasne, ako sme vyššie odvodili, $f_p = (c / \lambda_z) (I + v / c) \gamma_v$. Porovnanie posledných dvoch vzťahov dáva $\lambda_p = \lambda_z \gamma_v^{-1} / (I + v / c)$, čiže

$$\lambda_p = \lambda_z \sqrt{(I - v / c) / (I + v / c)}.$$

2. Spôsob

Nech sa zdroj približuje k prijímaču rýchlosťou u .

Zdroj vošle N vln, takže v sústave prijímača je vzdialenosť medzi začiatkom prvej vlny a koncom N -tej vlny $L_p = N \lambda_p$, kde λ_p je vlnová dĺžka vlny určená prijímačom vlnenia. Frekvencia vlnenia určená prijímačom je podľa definície $f_p = c / \lambda_p$.

Pre čas t , ktorý uplynne medzi vyslaním začiatku prvej vlny a vyslaním konca N -tej vlny platí v sústave prijímača

$$L_p + ut = ct,$$

kedže prvá vlna prešla v sústave prijímača za čas t vzdialosť ct a do vyslatia poslednej vlny sa zdroj priblíži k prijímaču o vzdialenosť ut . Odtiaľto máme

$$t = L_p / (c - u).$$

V sústave zdroja sú vyslatia súmestne udalosti, takže dilatácia času dáva

$$t_z = \sqrt{I - (u / c)^2} t \equiv \gamma_u^{-1} t.$$

Takže

$$t_z = (L_p / c) \gamma_p^{-1} / (I - u / c).$$

Podľa definície je frekvencia vlnenia určená zdrojom $f_z = N / t_z$. Teda,

$$f_z = (n / L_p) c (I - u / c) \gamma_u = (c / \lambda_p) (I - u / c) \gamma_u$$

Po dosadení $f_p = c / \lambda_p$ dostávame

$$f_p = \gamma_p^{-1} f_z / (I - u / c) \equiv f_z \sqrt{(I + u / c) / (I - u / c)}.$$

Vidíme, že práve Lorentzov γ -faktor pochádzajúci z dilatácie času zabezpečí symetriu vzťahu pre Dopplerov jav u elektromagnetického vlnenia. Výsledok získaný druhým spôsobom je konzistentný s výsledkom získaným prvým spôsobom ($u = v$ – zhodné výsledky).

Poznámka 1: Keďže rýchlosť šírenia sa vlnenia vzhľadom na zdroj je c , tak podľa definície $f_z = c / \lambda_z$ a súčasne, ako sme vyššie odvodili, $f_z = (c / \lambda_p) (I - u / c) \gamma_u$. Porovnanie posledných dvoch vzťahov dáva $\lambda_p = \lambda_z \gamma_v^{-1} / (I + v / c)$, čiže

$$\lambda_p = \lambda_z \sqrt{(I - u / c) / (I + u / c)}.$$

Poznámka 2: Keď sa prijímač a zdroj od seba vzdalujú rýchlosťou u , dostávame

$$f_p = f_z \sqrt{(I - u / c) / (I + u / c)},$$

$$\lambda_p = \lambda_z \sqrt{(I + u / c) / (I - u / c)}.$$

Hustota toku energie, koncentrácia fotónov

Nech zdroj vysielia všetky fotóny v jednom smere a orientácii (všetky fotóny majú ten istý vektor rýchlosťi).

Ak by bol prijímač v pokoji vzhľadom na zdroj, za časový interval dĺžky t by prijímač zaregistroval všetky fotóny, ktoré sa nachádzajú vo vzdialenosťach menších ako $I_o = ct$ od prijímača. Ak N je počet fotónov (rovnomerne rozdelených) vo vzdialnostiach menších ako I_o , tak počet zaregistrovaných fotónov za jednotku času je

$$N_o = N / t = N / (I_o / c).$$

Nech sa prijímač vzdala od zdroja v smere i orientácii zhodnými so šíriacimi sa fotónmi. Nech je veľkosť rýchlosťi vzdalovalia sa prijímača od zdroja v .

Fotón zo vzdialenosťi I_o dostihnu prijímač, z pohľadu sústavy spojenej so zdrojom, za čas t_z , kde

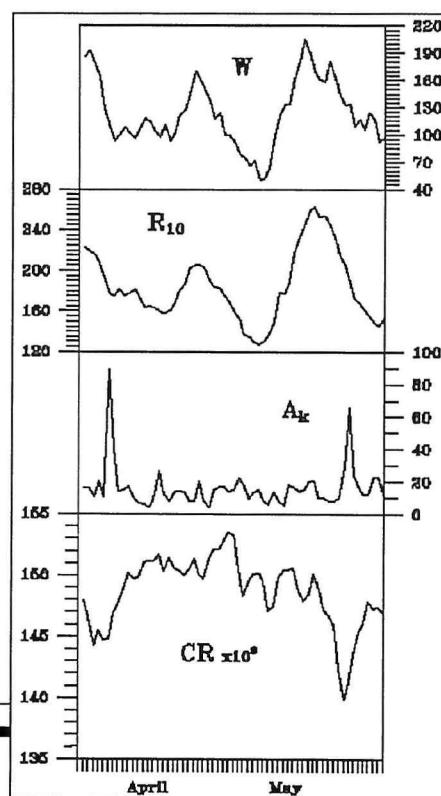
$$I_o + vt_z = ct_z,$$

lebo prijímač sa vzdiali ešte o vzdialenosť vt_z počas

Slnečná aktivita (apríl – máj 2000)

Z obrázku vidíme, že slnečná aktivita je stále na pomerne vysokej úrovni. Hodnoty indexov sú charakteristické pre obdobie maxima slnečnej aktivity. Z jej priebehu za posledný rok sa nedá zistiť ani trend poklesu, ani stúpania. Nedá sa predpokladať ešte nejaký výrazný vzostup aktivity. Môžeme teda konštatovať, že sa nesplnili predpovede niektorých autorov, že úroveň aktivity v maximu terajšieho (23.) cyklu bude mimoriadne vysoká. Podľa môjho názoru, pokiaľ aspoň čiastočne nepoznáme mechanizmus, ktorý spôsobuje premennú úroveň slnečnej aktivity, budú všetky jej predpovede založené „na vode“.

Ako sme už v Kozmose spomínali, určitým východiskom je štúdium aktivity na hviezdach podobného typu, ako je Slnko (t.j. G2). Aktivita na týchto hviezdach sa



šírenia sa fotónov z pôvodnej vzdialenosťi I_o . Teda

$$t_z = I_o / (c - v).$$

Čas t_z treba na zaregistrovanie uvažovaných N fotónov z pohľadu zdroja.

Zaujíma nás, aký čas t_p treba na zaregistrovanie uvažovaných N fotónov z pohľadu prijímača. Procesy registrácie N fotónov sú súmestne udalosti z pohľadu prijímača. Dilatácia času dáva

$$t_p = \sqrt{I - (v / c)^2} t_z \equiv \gamma_v^{-1} t_z$$

$$\text{Teda } t_p = I_o \gamma_v^{-1} / (c - v).$$

Počet fotónov registrovaných za jednotku času je

$$N_{vp} = N / t_p = N_o (I - v / c) \gamma_v.$$

Hustota toku energie

Celková energia fotónov registrovaných za jednotku času je

$$E_{vp} = N_{vp} h f_p,$$

kde f_p je frekvencia fotónov registrovaná prijímačom a h je Planckova konštanta.

Využitím Dopplerovho javu $f_p = f_o (I - v / c) \gamma_v$, dostávame (použitím posledných troch vzťahov)

$$E_{vp} = N_o h f_o (I - v / c)^2 \gamma_v^2.$$

Alebo

$$E_{vp} = N_o h f_o (I - v / c) / (I + v / c).$$

Ak má priečny prierez detektora plochu A , tak hustota toku energie je $S_{vp} = E_{vp} / A$.

Posledné dva vzťahy dávajú

$$S_{vp} = S_o (I - v / c) / (I + v / c)$$

Hustota fotónov

Nech je hustota fotónov meraná v sústave spojenej so zdrojom fotónov n_o . Zaujíma nás, aká je hustota fotónov n_{vp} meraná prijímačom vzdalujúcim sa rýchlosťou v od zdroja fotónov.

Kedže $N_{vp} = n_{vp} A c$, tak

$$n_{vp} = (N_o / (A c)) (I - v / c) \gamma_v,$$

t.j.

$$n_{vp} = n_o \sqrt{(I - v / c) / (I + v / c)}.$$

Koncentrácia fotónov registrovaná vzdalujúcim sa prijímačom je nižšia ako koncentrácia fotónov meraná v pokojovej sústave zdroja.

sleduje buď pomocou zmien v celkovej intenzite niektorých silných spektrálnych čiar, obyčajne K, alebo meraním úrovne röntgenového žiarenia z kozmu.

Výsledky týchto pozorovaní nás však núria pochybovať o správnosti nášho náhľadu na vývoj hviezd slnečného typu. Podľa tohto náhľadu, sú prejavy aktivity spôsobené interakciou medzi konvekciami a diferenciálnou rotáciou. Pri starnutí hviezdy sa rýchlosť rotácie zmenšuje a paralelne sa mal tlmieť aj prejav aktivity. Pozorovania však tento náhľad nepotvrdzujú.

Približne polovica sledovaných hviezd slnečného typu má úroveň röntgenového žiarenia 100- až 800-krát vyššiu, ako Slnko. Markantne sa tento rozpor prejavuje aj na úrovni mikrovlnového rádiového žiarenia (1–10 GHz). Napríklad hvieza HD225239, ktorá je rovnakého typu, ako Slnko a jej vek (podľa obsahu lítia) sa odhaduje 10 miliárd rokov, žiari v tzv. X pásmi (8,5 GHz) 2900 krát jasnejšie, ako Slnko.

MILAN RYBANSKÝ

Obloha v kalendári

august – september 2000

Pripravili: P. RAPAVÝ, M. PROROK a R. NOVÁK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Noc sa predĺžujú, uvidíme viac planét, ktoré vytvoria niekoľko pekných zoskupení, ktoré by nás nemali nechať ľahostajnými a mali by sme sa podeliť o svoje zážitky aj s ostatnými. Stačí si len pripraviť fotoaparát a svoje obrázky poslat do redakcie. Pravé hviezdne hody sa začínajú meteorárom, aj keď Perzeidy bude rušíť svit Mesiaca. Kométa S4 LINEAR slabne a tak ak sme ju nestihli doteraz máme poslednú príležitosť, pretože podmienky jej viditeľnosti sa zhoršujú a pred polovicou septembra sa stratí v slnečnom svite.

Merkúr

je začiatkom augusta nad severovýchodným obzorom. Uhľovo sa rýchlo približuje k Slnku (22. 8. je v hornej konjunkcii) a tak po prvej dekáde zanikne v súmraku.

11. 8. pred východom Slnka v triedri nás určite poteší konjunkcia zlatožltého Merkúra (-1.3 mag) s červenkastým Marsom (1.7 mag) v tesnej blízkosti Jasličiek. Skutočne tesná konjunkcia (5°) nastala počas dňa.

Konjunkciu so Spikou 23. 9. sa môžeme pokúsiť pozorovať dalekohľadom počas dňa (elongácia od Slnka 23°, Merkúr 0 mag). Po západe Slnka sú sice obe telesá ešte nad horizontom, no ich výška je veľmi malá.

Venuša

je počas oboch mesiacov takmer nepozorovateľná, pretože večer bude len veľmi nízko nad obzorom. Z tohto obdobia najlepšie podmienky nastanú až koncom septembra, no aj vtedy na konci občianskeho súmraku je vo výške len 3°.

1. 8. nastane zákryt Venuše Mesiacom, žiaľ, u nás v čase zákrytu budú obe telesá pod obzorom.

30. 8. po západe Slnka bude spolu s Mesiacom nízko nad západným obzorom a podobné zoskupenie 29. a 30. 9. môže byť fotograficky inšpirujúce a so súmrakovými javmi aj farebne zaujímavé.

Mars

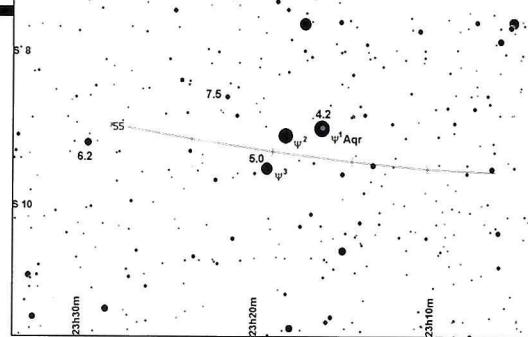
28. 8. zákryt Marsu Mesiacom, u nás pod obzorom, no po jeho východe môžeme pozorovať vzdialovanie sa oboch telies. Uhlová vzdialenosť od Slnka je dostatočná (18°), a tak ešte na dosťatočne tma vej oblohe môžeme aj fotografovať. Na začiatku občianskeho súmraku je výška oboch telies 9° a Mars bude od uzliniekho Mesiaca len necelý stupeň. 16. 9. nastane konjunkcia Marsu s Regulom, a tak v okolí tohto dátumu bude možné veľmi dobre pozorovať vlastný pohyb planéty po oblohe. 25. 9. sa ráno v blízkosti oboch telies ešte ocitne aj Mesiac, a tak zase môžeme skúsiť fotografovať.

Zákryty hviezd Mesiacom (august – september 2000)

(J. Gerboš)

Dátum	UT h m s	D/R	Mg	PA °	CA °	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
								XZ			
00/8/10	22 23 42	D	75	58	57N	9	0.37	24609	-0.91	-0.64	
00/8/11	19 45 47	D	50	124	52S	19	0.40	26055	-1.78	-0.38	
00/8/11	20 18 38	D	50	105	71S	19	0.40	26081	-1.88	-0.30	
00/8/11	22 29 3	D	60	83	87N	13	0.40	26177	-1.37	-0.92	
00/8/21	22 26 37	R	59	230	65S	15	0.74	4154	0.00	1.95	
00/8/25	0 7 57	R	69	298	62N	11	0.84	8325	-0.09	0.80	
00/8/25	1 48 28	R	69	279	81N	27	0.85	8521	-0.47	1.19	
00/9/ 3	18 44 30	D	79	90	77N	10	0.17	21075	-0.88	-1.45	
00/9/12	23 6 8	D	59	7	54N	28	0.48	31074	-0.19	2.11	
00/9/15	22 54 30	R	69	268	79N	40	0.59	1775	-1.72	0.80	
00/9/19	23 52 1	R	51	305	49N	37	0.72	6229	-1.41	0.23	
00/9/22	0 52 13	R	67	211	25S	29	0.79	10040	0.24	3.20	
00/9/22	1 17 41	R	68	304	61N	34	0.79	10056	-0.98	0.35	
00/9/24	1 46 20	R	66	269	72S	17	0.86	13640	-0.11	1.38	
00/9/24	2 2 46	R	66	234	37S	19	0.86	13660	0.08	2.49	

(55) Pandora (5.-30.9.)



Priblíženie planétky (55) Pandora k jasným hviezdam vo Vodnárovi.

Jupiter

začiatkom augusta vychádza pred polnocou, no obdobie jeho viditeľnosti sa predĺžuje a koncom septembra vychádza už pred 20. hodinou. Jeho jasnosť sa zvýší z -2.2 na -2.6 mag. Na prelome mesiacov nastane fotogenické zoskupenie Jupitera, Saturna, Aldebarana s Hyádami a Plejádami. 29. 9. je Jupiter v Býkovi v zastávke a začne sa pohybovať retrográdne

Prechody Veľkej červenej škvŕny

1.8. 2:08	30.8. 1:08	13.9. 2:41	23.9. 0:56
3.8. 3:46	1.9. 2:46	13.9. 22:32	23.9. 20:48
8.8. 2:55	3.9. 4:25	15.9. 4:19	24.9. 6:43
13.8. 2:04	4.9. 0:16	16.9. 0:10	25.9. 2:35
15.8. 3:42	6.9. 1:54	18.9. 1:49	25.9. 22:26
18.8. 1:12	6.9. 21:46	18.9. 21:40	27.9. 4:13
20.8. 2:51	8.9. 3:33	20.9. 3:27	28.9. 0:04
25.8. 1:59	8.9. 23:24	21.9. 0:18	30.9. 1:42
27.8. 3:38	11.9. 1:02	22.9. 5:05	30.9. 21:33

Saturn

má podobné podmienky viditeľnosti ako Jupiter, vychádza len o niečo skôr. Jeho jasnosť sa zväčší z 0.2 na -0.2 mag. 12. 9. je v zastávke, začne sa pohybovať v priamom smere a 19. 9. je v konjunkcii s Mesiacom.

Urán

(5.7 mag) v Kozorožcovi je pozorovateľný po celú noc, nakľoko 11. 8. je v opozícii so Slnkom. 14. 8. a 11. 9. bude v konjunkcii s Mesiacom.

Neptún

(7.8 mag) ako zelenkastý objekt nájdeme s západnej časti Kozorožca. Jeho celonočná viditeľnosť sa skracuje a koncom septembra zapadá o polnoci.

Pluto

(13.8 mag) je v Hadonosovi a priemernými pozorovacími podmienkami daným jeho zápornou deklináciou. 22. 8. je v zastávke.

Planétky

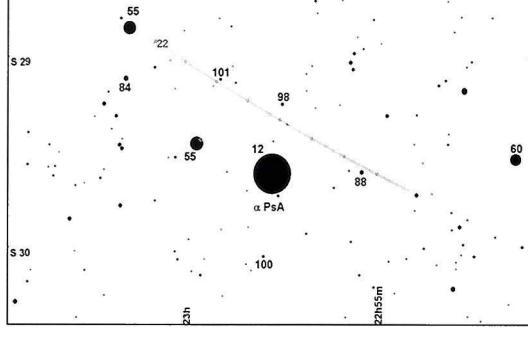
Z planétiek do 11. mag budú v opozícii:
 5.8. planétka (9) Metis v opozícii (9.5 mag)
 9.8. planétka (3) Juno v opozícii (8.7 mag)
 10.8. planétka (140) Siwa v opozícii (10.5 mag)
 17.8. planétka (135) Hertha v opozícii (9.6 mag)
 23.8. planétka (393) Lampetia v opozícii (10.6 mag)
 31.8. planétka (626) Notburga v opozícii (11.0 mag)
 2.9. planétka (471) Papagena v opozícii (10.1 mag)
 2.9. planétka (22) Kalliope v opozícii (10.7 mag)
 3.9. planétka (27) Euterpe v opozícii (9.8 mag)
 11.9. planétka (55) Pandora v opozícii (10.7 mag)
 19.9. planétka (48) Doris v opozícii (11.0 mag)
 22.9. planétka (88) Thisbe v opozícii (10.2 mag)
 29.9. planétka (21) Lutetia v opozícii (9.5 mag)

(140) Siwa (29.8. - 3.9.)



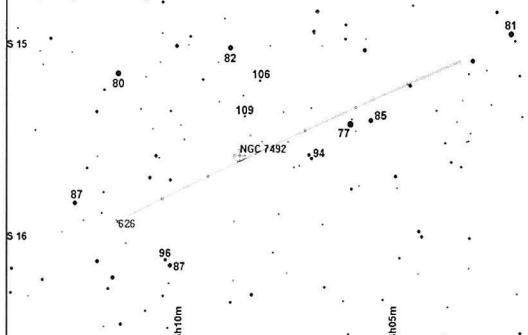
Tesná konjunkcia (31. 8.) planétky (140) Siwa (11.1 mag) s hviezdou SAO 190014 -6.5 mag.

(22) Kalliope 19.8 - 27.8.



Dráha planétky (22) Kalliope v okolí Fomalhautu.

(626) Notburga 8. - 15.8.



Konjunkcia planétky (626) Notburga (11.7 mag) s nenápadnou guľovou hviezdokopou NGC 7492 11.4 mag (6') 3 stupne západne od δ Aqr.

Prepovedaných je 6 zákrytov hviezd planétkami. Niektoré zaujímavé priblíženia planétiek k hviezdam či objektom sú na obrázkoch a určite by stalo za pokus aj ich fotografovanie.

Efemerida planétky (55) Pandora

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
21.8.	23 ^h 39.4 ^m	-8°26.7'	11.2
26.8.	23 ^h 35.9 ^m	-8°37.9'	11.0
31.8.	23 ^h 32.0 ^m	-8°49.9'	10.9
5.9.	23 ^h 27.7 ^m	-9°02.1'	10.8
10.9.	23 ^h 23.2 ^m	-9°13.5'	10.7
15.9.	23 ^h 18.6 ^m	-9°23.5'	10.7
20.9.	23 ^h 14.2 ^m	-9°31.4'	10.9
25.9.	23 ^h 09.9 ^m	-9°36.6'	11.0
30.9.	23 ^h 06.1 ^m	-9°38.7'	11.1

Efemerida planétky (22) Kalliope

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
19.8.	23 ^h 00.7 ^m	-28°55.7'	10.7
20.8.	22 ^h 59.9 ^m	-29°02.1'	10.7
21.8.	22 ^h 59.1 ^m	-29°08.3'	10.7
22.8.	22 ^h 58.3 ^m	-29°14.4'	10.7
23.8.	22 ^h 57.5 ^m	-29°20.4'	10.7
24.8.	22 ^h 56.6 ^m	-29°26.2'	10.6
25.8.	22 ^h 55.8 ^m	-29°31.9'	10.6
26.8.	22 ^h 54.9 ^m	-29°37.3'	10.6
27.8.	22 ^h 54.1 ^m	-29°42.6'	10.6

Efemerida planétky (626) Notburga

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
8.8.	23 ^h 11.3 ^m	-15°57.4'	11.8
9.8.	23 ^h 10.3 ^m	-15°50.4'	11.8
10.8.	23 ^h 09.2 ^m	-15°43.4'	11.7
11.8.	23 ^h 08.1 ^m	-15°36.3'	11.7
12.8.	23 ^h 06.9 ^m	-15°29.1'	11.7
13.8.	23 ^h 05.8 ^m	-15°21.9'	11.6
14.8.	23 ^h 04.6 ^m	-15°14.5'	11.6
15.8.	23 ^h 03.3 ^m	-15°07.0'	11.6

Efemerida planétky (140) Siwa

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
29.8.	21 ^h 07.9 ^m	-20°03.5'	11.1
30.8.	21 ^h 07.3 ^m	-20°06.6'	11.1
31.8.	21 ^h 06.8 ^m	-20°09.6'	11.1
1.9.	21 ^h 06.3 ^m	-20°12.4'	11.2
2.9.	21 ^h 05.8 ^m	-20°15.1'	11.2
3.9.	21 ^h 05.4 ^m	-20°17.6'	11.2

Kométy

Kométa C/1999 S4 (LINEAR) má obdobie svojej najlepšej viditeľnosti za sebou a optimistické predpovede sa nenaplnili. Kométa je asi o 2 magnitúdy slabšia, no aj tak bola skvelým objektom na pozorovanie. Ak sme ju teda nestihli doteraz, máme skutočne poslednú príležitosť, pretože klesajúca jasnosť a zmenšujúca sa elongácia od Slnka bude robiť jej pozorovanie stále obtiažnejším.

Aktuálne informácie o kométe nájdete na stránke www.szaa.sk/sliwca. (Pozri aj 3. stranu obálky.)

Efemerida kométy C/1999 S4 (LINEAR)

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
30.7.	11 ^h 56.5 ^m	+18°37.3'	6.3
4.8.	12 ^h 18.9 ^m	+05°13.7'	7.0
9.8.	12 ^h 29.7 ^m	-02°31.0'	7.8
14.8.	12 ^h 35.5 ^m	-07°21.8'	8.4
19.8.	12 ^h 39.0 ^m	-10°39.1'	9.1
24.8.	12 ^h 41.2 ^m	-13°02.5'	9.7
29.8.	12 ^h 42.9 ^m	-14°53.0'	10.2
3.9.	12 ^h 44.2 ^m	-16°22.6'	10.8
8.9.	12 ^h 45.4 ^m	-17°38.3'	11.2
13.9.	12 ^h 46.5 ^m	-18°44.6'	11.7

C/1999 S4 (LINEAR)
3.7.2000, 01:10 SEC

Kométa exponovaná 3.7. (ST-8, 60 s) objektívom 5.6/1000 za podpier-merných po-zorovacích podmienok.
Foto:
P. Rapavý

Zákryty hviezd planétami (september 2000)

dátum	poz.interval [UT]	planéta	mp	trv [s]	hviezda	m*	h*	el	%
Sep 05	20:08-20:37	78 Diana	13.5	26 P	735143	9.9	12	34	51+
Sep 06	21:30-21:37	626 Notburga	11.2	8 S	165119	8.4	29		
Sep 07	0:05-0:35	83 Beatrix	13.9	3 S	79319	8.2	14		
Sep 10	0:34-0:48	111 Ate	11.9	15 S	91954	8.5	51		
Sep 20	0:42-1:04	192 Nausikaa	9.4	29 S	92760	9.0	62	41	61-
Sep 21	1:53-2:02	336 Lacadiera	12.4	8 S	127862	8.8	19		

Tabuľka je zostavená podľa predpovedí IOTA, EAON a programu Occult. Z predpovedí boli vylúčené hviezdy slabšie ako 10.5 mag. Vzhľadom na dostupnosť map, katalógov, resp. softwaru boli uprednostňované označenia z katalógov SAO (S), PPM (P) a GSC (G). Jasnosť hviezdy sa vzťahuje na uvedený katalóg. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je podľa podmienok, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hvieza minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

mp – jasnosť planétky

el – uhlová vzdialenosť Mesiaca,

trv – trvanie zákrytu v sekundách,

% – percento osvetlenej časti Mesiaca

m* – jasnosť hviezdy

+ dorastá, – ubúda

h* – výška hviezdy nad obzorom,

teorári prídu na svoje, pretože aj v období novu na prelome mesiacov je v činnosti dostatok rojov, a tak sa nemusíme báť, že sa pri pozorovaní meteorov budeme nudí. Prehľad aktivity jednotlivých rojov je v tabuľke.

PAVOL RAPAVÝ

Meteor

Stabilné letné Perzeidy budú tohto roku mať maximum rušené Mesiacom, ktorý bude len tri dni pred splnom. V každom prípade si však me-

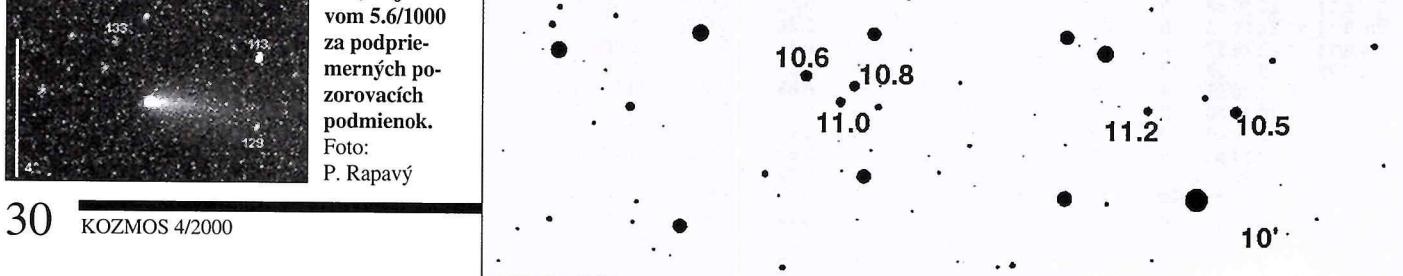
METEORICKÉ ROJE (AUGUST-SEPTEMBER)

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb		v	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
SCP	15.7.-11.8.	20.7.	20:28	-15	1	+0.2	30	5	ALPO
PAU	15.7.-10.8.	27.7.	22:44	-30	1	+0.2	35	5	IMO
SDA	12.7.-19.8.	27.7.	22:36	-16	0.8	+0.2	42	20	IMO
CAP	3.7.-15.8.	29.7.	20:28	-10	0.9	+0.3	25	4	IMO
SIA	25.7.-15.8.	4.8.	22:16	-15	1.1	+0.2	34	2	IMO
NDA	15.7.-25.8.	8.8.	22:20	-05	0.8	+0.2	42	4	IMO
PER	17.7.-24.8.	12.8.	03:04	+58	1.4	+0.2	59	140	IMO
KCG	3.8.-25.8.	17.8.	19:04	+59	0.2	+0.1	25	3	IMO
NIA	11.8.-31.8.	19.8.	21:48	-06	1	+0.1	31	3	IMO
ERI	20.8.-5.9.	25.8.	03:28	-15	0.8	+0.3	59	4	DMS
AUR	25.8.-5.9.	31.8.	05:36	+42	1.1	0.0	66	10	IMO
DAU	5.9.-10.10.	8.9.	04:00	+47	1	+0.1	64	6	IMO
SPR	5.9.-10.10.	8.9.	04:00	+47	1	+0.1	64	6	ALPO
ATR	9.9.-16.9.	12.9.	02:00	+29	1	+0.2	35	3	ALPO
SPI	1.9.-30.9.	19.9.	00:20	-01	0.8	+0.2	26	3	IMO
KAQ	8.9.-30.9.	20.9.	22:36	-02	1	+0.2	16	3	DMS

ROJ: SCP – σ Kaprikornídy, PAU – južné Piscidy, SDA – južné δ Akvaridy, CAP – α Kaprikornídy, SIA – južné 1 Akvaridy, NDA – severné δ Akvaridy, PER – Perzeidy, KCG – κ Cygnidy, NIA – severné 1 Akvaridy, ERI – π Eridanidy, AUR – α Aurigidy, DAU – δ Aurigidy, SPR – septembrové Perzeidy, ATR – Arietidy – Triangulidy, SPI – Piscidy, KAQ – κ Akvaridy.

Radiant – poloha radiantu v čase maxima. Pohyb – pohyb radiantu v stupňoch za deň. v – geocentrická rýchlosť v km/s. ZHR – prepočítaná frekvencia v maxime.

Zdroj: ALPO – Association of Lunar & Planetary Observers (Lunsford) IMO – International Meteor Organization, DMS – Dutch Meteor Society



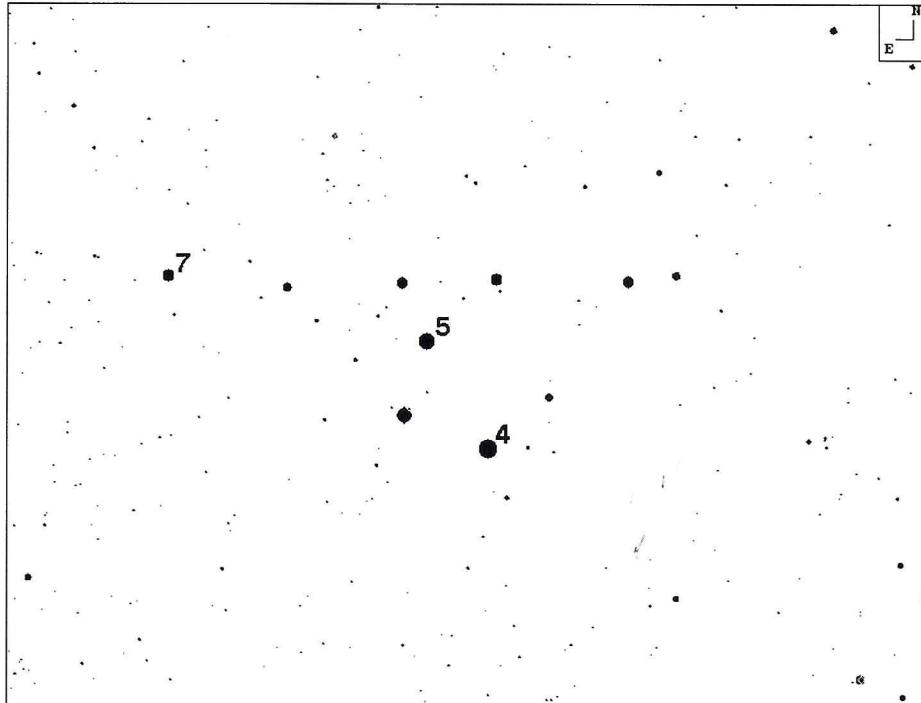
Noční obloha

Noci se pozvolna prodlužují. Letní trojúhelník dosáhl nejvyššího bodu nebeské klenby a vydal se na dlouhou cestu k západnímu obzoru. Hvězdnou oblohu občas na zlomek sekundy oživí umírající meteor. V tomto období máte poslední příležitost prohlédnout si na tmavém nebo výrazné partie Mléčné dráhy, klenoucí se oblohou od severu k jihu jako nebeská řeka. Pokud se necháte unášet jejím stříbrným tokem, nabídne vám celou řadu zajímavých a pozoruhodných zákoutí. My se dnes budeme věnovat několika menším souhvězdím, jejichž hvězdy se rozprostírají poblíž východního břehu Mléčné dráhy.

Prohlídku oblohy začneme v souhvězdí Koníčka, jehož obrazec vymezuje pět nevýrazných hvězd 4.–5. magnitudy. Podle mytologie byl koníček darem boha Merkura Kastorovi, blíženci Polluxa. V nevýrazném hvězdném poli tohoto souhvězdí byste marně hledali objekty vzdáleného vesmíru. Za povšimnutí však stojí **epsilon Equulei**, ležící přibližně v jedné třetině vzdálenosti mezi Enifem v souhvězdí Pegasa a jižním křídlem Orla. Menším dalekohledem rozlište systém jako dvojhvězdu s různě jasnými složkami. Při pohledu větším přístrojem za dobrých atmosférických podmínek se jasnejší složka rozpadne na dvě části. Dalekohled velkého průměru pak odhalí čtvrtou, nejslabší a úhlově nejvzdálenější hvězdu. Všechny čtyři hvězdy, od nichž nás dělí 170 světelných let, tvoří gravitačně vázaný systém a vzájemně se ovlivňují. Oběžná doba složek A a B činí 101 let. Koníček je po Jižním kříži druhé nejménší souhvězdí oblohy, které se objevilo již v Ptolemaiově atlase.

Souhvězdí Lištičky je dalším z malých souhvězdí, které v tomto období roku zdobí hvězdnou oblohu. Nepříliš vydařené souhvězdí Lištičky, jejíž obrazec do map nebeské klenby zavedl v roce 1690 gdaňský hvězdář J. Hevelius, by pro astronomy bylo jen nezájimavým seskupením hvězd. Pokud ale na souhvězdí pohlédnete dalekohledem, zjistíte, že je tomu právě napak.

V Lištičce se totiž nachází několik velmi pěkných objektů, které by neměli uniknout vaší pozornosti. Největším favoritem je dozajista **M27 (NGC 6853)** – velká planetární mlhovina Činka. Její název je odvozen od tvaru činky, který její oválná ploška 8' x 7' nerovnoměrné jasnosti připomíná. Je to jedna z nejjasnejších a nejznámějších planetárních mlhovin. William Herschel pro ni jako první použil termín planetární mlhovina. V katalogu č. 466, vydaném v roce 1784 má takto označeno 79 mlhovin. Mlhovina



Jednoducho „Vešiak“ – toto zoskupenie hviezd ho naozaj pripomína. Ak patríte medzi tých, ktorí sa radi pokochajú na farbách hviezd, skúste či je háčik „háčik“ skutočne červený a zvyšok biely.

byla z mateřské hvězdy vyvržena před 4800 lety a v současnosti se od ní vzdaluje rychlosť 27 km/s. Bílý trpaslík, ukryvající se ve středu mlhoviny, má ve vizuálním oboru jasnost 13,5 magnitudy. Je pozorovatelný většími dalekohledy na jasném pozadí mlhoviny. Jeho povrchová teplota je teplota je asi 85000 K. Přestože je jasnost Činky 7,6 magnitudy, odhalí ji jako zřetelně protáhlý obláček už triedr. Chcete-li však dočerpat její křehkou krásu, budete si muset vzít alespoň Somer binar (25×100), který odhalí četné podrobnosti. Jedná se o poměrně „fotogenickou“ mlhovinu, a tak si na mnoha fotografiích můžete povšimnout také vnější obálky a slabé smyčky, která z mlhoviny vybíhá na protilehlých stranách.

Nedaleko hranice Lištičky a Šípu si dozajista povšimnete nápadné skupinky hvězd šesté velikosti připomínající svým tvarem **ramínko na šaty**. Přestože si tohoto objektu povšiml už ve starověku astronom Al-Súfi, marně byste jej hledali ve známých katalozích. Donedávna totiž nebylo jasné, zda se jedná o náhodné seskupení hvězd nebo řídkou otevřenou hvězdokupu. Rozhodujícími kritérii v otázce příslušnosti skupiny hvězd je vzdálenost hvězd v kupě a velikost jejich radiálních rychlostí. Spolehlivou odpověď přinesla až pozorování sondy Hipparcos. Podle přesných měření nesplňují hvězdy stanovené podmínky – v žádném případě tedy nejde o hvězdokupu. V literatuře je tento objekt uváděn pod názvem **C399** či **Bronchiho kupa**. Označení C se vztahuje na katalog hvězdokup švédského astronoma P. Collinera. Ramínko na šaty je tvořeno přibližně 10 hvězdami, jejichž jasnost se pohybuje v rozmezí 5.–7. magnitudy. Šest hvězd tvoří 1,5 stupně velikou příčku a další čtyři hvězdy zdobí „hák“ ramínka. Díky úhlovým rozdílům 2×1 stupeň je vhodným objektem pro menší dalekohledy s velkým zorným polem. Mapka zachycuje vzhled ob-

jetu C399 – ramínko na šaty. Nejslabší hvězdy na mapce mají hvězdnou velikost 11 mag. Zorné pole je široké asi 3 stupně. Od nejbližší hvězdy tohoto seskupení 5 Vulpeculae (uprostřed) nás dělí asi 218 sv. let, kdežto od nejvzdálenější stálice asi 1140 světelných let.

Prostor mezi souhvězdí Koníčka a Lišky vyplňuje souhvězdí Delfína, které je v porovnání se svými sousedy velmi nápadné. Delfín nepatří k souhvězdí, které by se mohli chlubit přemírou jasných deep-sky objektů. Za zmínu stojí kulová hvězdokupa **NGC 7006**, kterou najdete v severovýchodní části souhvězdí. Jedná se o jednu z nejvzdálenějších kulových hvězdokup. Na její spatření budete potřebovat dalekohled o průměru minimálně 10 cm, lépe však poslouží alespoň 15 cm přístroj. Pokud se vám ji podaří dalekohledy uvedených parametrů nalézt, spatříte ji v zorném poli jako kruhovou mlhavou skvrnu 10,5 magnitudy. Od hvězdokupy nás dělí vzdálenost větší než 110 000 světelných let. Proto má také na obloze průměr jen o málo větší než 1'.

Pozoruhodná historie se váže k β **Delphini – Rotanev**. Okem ji pozorujeme jako nejjasnejší hvězdu souhvězdí. Hvězdná velikost je 3,6 magnitudy. Je to však těsná dvojhvězda. Systém, v němž kolem žlutého podobra 4,21 magnitudy obíhá po elipse s periodou 26,7 roku průvodce jasné 4,8 magnitudy rozložil v roce 1873 J. W. Burnham 150 mm Clarkovým refraktorem. Dvojhvězda je od nás vzdálena 125 světelných let. Bizarní jména hvězd alfa a beta (Sualocin) Delphini se poprvé objevili v Palermanském katalogu v roce 1814. Původ jejich vzniku byl však vysvětlen až o několik desetiletí později, kdy je, možná náhodou, anglický astronom T. Webb přečetl pozpátku. Nicolaus Venator je latinizovanou podobou jména Nicola Cacciatore, což byl italský pozorovatel, asistent a posléze nástupce významného astro-

Pre rýchlejšiu orientáciu: toto pole sa nachádza pod prednou labou Veľkej Medvedice, nad mestom, kde sa stretajú hranice súhvezdi Malého Leva (LMi) a Rysa (Lyn). Pri veľkom zväčšení sa táto hvieza rozdvoji. Ak máte sever hore a západ vľavo potom je spomínaná premenná tou vpravo hore. Pre zaujímavosť: tá druhá hvieza je od nás vzdialená 750 svetelných rokov, ale vieme to s chybou 59 (440 ly).

noma Giuseppe Piazziego z konce 18. a začátku 19. století.

Hezkým objektem pro pozorování malými dalekohledy je dvojhvězda γ Delphini. Složky mají jasnost 4,3 a 5,1 magnitudy a jsou od sebe vzdáleny přibližně 10 úhlových vteřin. Oběžná doba obou složek, které se nachází ve vzdálosti 140 světelných let, je velmi dlouhá. Jasnější složka je naoranžovělá, slabší pak čistě bílá. Jasnéjší hvězda patří do spektrální třídy K1 – je tedy o něco chladnější než méně jasná složka, patřící do F7. Ve spektru hvězd třídy F jsou patrné absorpní čáry vodíku, vápniku a železa. U hvězd třídy K naproti tomu dominují čáry kovů. Absorpční čáry ve spektrech hvězd vznikají tehdy, jestliže jsou nad vrstvou vytvářející původně spojité spektrum chladnější a méně stlačené plyny – atmosféra hvězdy. Foton určité vlnové délky, jejíž hodnota závisí na složení hvězdné atmosféry, způsobí přeskok elektronu na vyšší energetickou hladinu (excitaci), přičemž je foton pohlcen. Tento proces probíhá najednou v mnoha atomech a tak při pozorování ze Země chybí na spojeném pozadí světlo určité vlnové délky fotonů – vzniká absorpní čára.

Až se tedy vydáte na cestu po proudu Mléčné dráhy, nezapomeňte se na svých toulkách zastavit u některého z menších souhvězdí, které se na obloze nachází. Možná se to na první pohled nedá, ale i v malých souhvězdích je skryto mnoho pěkných objektů na které by byla škoda zapomenout.

MICHAL PROROK

Známost na jednu noc

O tom, že se ve vesmíru něco mění, se můžete přesvědčit celkem snadno. Stačí se koukat – nejen jasnosti hvězd, ale i polohy planet, slunečních skvrn či nové komety na večerní obloze jsou často tím, co nás nutí znova a znova usednout k dalekohledu, nebo jen tak vykouknout pod pouličními lampami na hvězdy. Bohužel však vesmír nikam nespěchá a málo co se děje tak rychle, abychom si to mohli užít během relativně krátké doby. Rychle pulsující proměnné jsou pěkným příkladem toho, že tu a tam je na obloze místo, kde to opravdu „žije“.

Před několika lety jste mohli v této rubrice najít mimo jiné zmínku o hvězdičce, která se doslova mění před očima. Jednalo se o pulsující CY Aqr. Podobně zajímavou je i AE UMa, na kterou se zaměříme dnes.

Pokud byste se na ni chtěli podívat, hledejte ve spodní části Velké medvědice. Bohužel poblíž se nenachází žádná jasná hvězda a nezbude tedy, než si pole vyznačit do atlasu a přiložené těsné okolí použít až úplně nakonec. Pokud si k pozorování vezmete alespoň binar Somet (25x100), měli byste na tmavé obloze vidět to, že hvězda téměř zmizí z dosahu. Chcete-li mít kompletní světelnou křivku, použijte alespoň deseticentimetrový dalekohled nebo CCD kamery. Amplituda světelných změn v oboru V je mírně větší než půl magnitudy, takže mírně zkušený pozorovatel by neměl mít s pozorováním žádné problémy. Začátečníkům doporučují kouknout na pole pákrát za noc a všim-

nout si toho, že se hvězda mění. Je to moc krásný pocit, pamatuji si, že když jsem kdysi pozoroval právě CY Aqr, byl jsem z jejich rychlých a nápadných změn docela nadšen. Perioda je u AE UMa necelé dvě hodiny, takže podle toho si rozložte intervaly mezi jednotlivými odhady jasnosti. Pokud se chcete podívat, jak to dopadne, když se na hvězdu namíří CCD kamera za malým objektivem, navštívte stránku, kde najdete křivku Tomáše Havlíka z ostravské hvězdárny.

Z astrofyzikálního hlediska se jedná o pulsující trpasličí hvězdu. V celém GCVS katalogu naleznete jen asi dvě desítky hvězd tohoto typu (SX Phe). Jsou to hvězdy menší než naše Slunce a nacházejí se v disku Galaxie a kulových hvězdokupách. Spektrální třídy jsou A2-F5 a amplitudy ve vizuálním oboru dosahují maximálně asi sedm desetin magnitudy. Analýzou světelných křivek můžete najít i několik period pro jednu hvězdu. Krom zákrytových dvojhvězd, kde si nápadných změn všimnete jistě během jedné noci jsou trpasličí cefidy dalším dobrým příkladem toho, že vesmír se mění a mnohy přímo před očima. Rozhodně neváhejte a někdy se na ni koukněte.

Na závěr bych rád všechny čtenáře pozval na URL, kde najdete to co se do našeho papírového povídání nevešlo, elektronické verze textů a mapek, odkazy na zajímavé stránky a v brzké budoucnosti snad také archiv textů, které jste na těchto stránkách nacházeli i v minulosti.

RUDOLF NOVÁK
Hvězdárna Brno

Kalendár úkazov a výročí (august – september 2000)

(v SEČ)

1.8. 0.4	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)	23.8. 12.8	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 3,5° severne)	11.9. 4.6	konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 1,8° severne)
1.8. 2.2	zákryt Venuše Mesiacom (u nás pod obzorom)	23.8. 22.9	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)	12.9. 20.9	Saturn v zastávke
4.8.	maximum meteorického roja južné iota Akvaridy	24.8. 0.6	minimum β Lyr (A=3.2–4.4 mag, P=12.914 d)	12.9. 30.	výročie (1970) Luny 16
5.8.	planétka (9) Metis v opozicii (9,5 mag)	25.8.	kométa Encke nejbližšie k Zemi (1,303 AU)	13.9. 0.5	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)
5.8.	70. výročie (1930) narodenia N. Armstronga	27.8. 15.0	Mesiac v prízemí (361 906 km)	13.9. 20.6	Mesiac v splne
6.8. 15.2	konjunkcia Venuše s Regulom (Regulus 1° južne)	28.8. 3.0	zákryt Marsu Mesiacom (u nás pod obzorom)	14.9. 85.	výročie (1915) narodenia J. Dobsona
7.8. 2.0	Mesiac v prvej štvrti	29.8. 11.3	Mesiac v nove	15.9. 21.3	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)
8.8.	maximum meteorického roja severné δ Akvaridy	30.8.	konjunkcia Jupitera s Aldebaranom (Aldebaran 5° južne)	16.9.	19 konjunkcia Marsu s Regulom (Mars 0,8° severne)
8.8.	400.výročie (1600) objavenia premennej hviezdy P Cygni	31.8. 1.7	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 3° južne)	18.9.	16 konjunkcia Venuše so Spíkou (Venuše 2,5° severne)
9.8.	Merkúr v perihéliu	31.8.	planétka (626) Notburga v opozicii (11,0 mag)	18.9. 20.4	minimum β Lyr (A=3,2–4,4 mag, P=12.914 d)
9.8.	planétka (3) Juno v opozicii (8,7 mag)	31.8.	maximum meteorického roja α Aurigidy	19.9. 3.0	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 2,3 severne)
10.8.	planétka (140) Siwa v opozicii (10,5 mag)	1.9. 3.7	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)	19.9. 19.9	planétka (48) Doris v opozicii (11,0 mag)
10.8. 13.6	tesná konjunkcia Merkúra s Marsom (Mars 5° severne)	2.9.	planétka (22) Kaliope v opozicii (10,7 mag)	19.9. 19.9	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 3,3° severne)
11.8. 2.6	minimum β Lyr (A=3,2–4,4 mag, P=12.914 d)	2.9.	planétka (471) Papagena v opozicii (10,1 mag)	20.9. 1.9	zákryt hvězdy SAO 92760 (9,0 mag)
11.8.	Urán v opozicii	3.9.	planétka (27) Euterpe v opozicii (9,8 mag)	21.9. 2.9	planétka (192) Nausikaa
11.8. 23.4	Mesiac v odzemí (405 650 km)	5.9. 17.5	Mesiac v prvej štvrti	21.9. 2.9	zákryt hvězdy SAO 127862 (8,8 mag)
12.8.	maximum meteorického roja Perzeidy	5.9. 21.2	zákryt hvězdy PPM 735143 (9,9 mag)	21.9. 2.5	planétka (336) Lacadiera
13.8. 17.4	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 1,9° severne)	5.9. 22.5	planétka (78) Diana	21.9. 2.5	Mesiac v poslednej štvrti International Meteor Conference, Pucionasa, Romania (21.–24.9.)
14.8. 22.5	konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 2,3° severne)	6.9. 22.5	minimum β Lyr (A=3,2–4,4 mag, P=12.914 d)	22.9. 18.5	jesenná rovnodennost
15.8. 6.2	Mesiac v splne	6.9. 22.5	zákryt hvězdy SAO 165119 (8,4 mag)	22.9.	maximum Ω Ceti (A=2,0–10,1 mag, P=331,960 d)
17.8.	maximum meteorického roja kapa Cygnidy	7.9. 1.3	planétka (626) Notburga	22.9.	planétka (88) Thisbe v opozicii (10,2 mag)
17.8.	planétka (135) Herta v opozicii (9,6 mag)	7.9. 1.3	zákryt planétky (83) Beatríx	23.9. 20.6	konjunkcia Merkúra so Spíkou (Spíka 0,6 južne)
18.8. 5.2	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)	8.9. 13.6	hviezdou SAO 79319 (8,2 mag)	24.9. 9.4	Mesiac v prizemí (366 963 km)
19.8.	maximum meteorického roja severné iota Akvaridy	8.9.	Mesiac v odzemí (404 762 km)	27.9. 20.9	Mesiac v nove
20.8.	25. výročie (1975) Vikingu 1	9.9.	maximum meteorického roja δ Aurigidy	29.9.	Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať retrográdne
21.8. 2.1	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)	9.9.	kométa Encke v perihéliu (0,340 AU)	29.9.	planétka (21) Lutetia v opozicii (9,5 mag)
22.8. 2.1	Merkúr v hornej konjunkcii	10.9. 1.5	25. výročie (1975) Vikingu 2		
22.8.	Pluto v zastávke	10.9. 1.7	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 1,8° severne)		
22.8. 20.4	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3° severne)	10.9. 1.7	zákryt hvězdy SAO 91954 (8,5 mag)		
22.8. 19.8	Mesiac v poslednej štvrti	11.9.	planétka (111) Ate		
23.8.	planétka (393) Lampetia v opozicii (10,6 mag)	11.9.	planétka (55) Pandora v opozicii (10,7 mag)		
		11.9.	15.výročie (1985) sondy ICE (kométa Giacobini-Zinner)		

Stránka pre začínajúcich astronómov (9)

Našou úlohou dnes bude osvojiť si niektoré základné fyzikálne zákony, týkajúce sa vyžarovania, na ktorých sú založené astrofyzikálne postupy. Je to príprava na pokračovanie vo výklade o vlastnostiach hviezd.

Na tomto mieste chcem podakovať dr. Klačkovi, ktorý v minulom čísle uviedol na pravú mieru Tiziusov-Bodeho zákon (uvezenený v 7. časti seriálu). Vzorec som prevzal z „Encyklopédie astronomie“ bez overenia, čo sa zrejme nevypláca.

Čo je astrofyzika?

Všetky informácie o hviezdoch nám sprostredkováva analýza ich nepatrného žiarenia. Pri tejto analýze využívame podľa potreby rôzne fyzikálne zákony. Takýmto spôsobom sme dokázali určiť teploty povrchu hviezd, ich chemické zloženie, objaviť zdroje ich energie a zákonitosť vnútornnej stavby.

Tieto postupy sú súčasťou vedného oboru, ktorý nazývame *astrofyzikou*. Skôr, než pristúpime k výkladu niektorých jej poznatkov, ktoré nám umožnia pokračovať v opise vlastností hviezd, musíme si zo-pakovať niektoré fyzikálne pojmy a zákony.

Prv však ešte jedna poznámka. Z toho, ako som astrofyziku definoval, by sa mohlo zdať, že je akousi podružnou vedou, ktorá využíva fyziku. V skutočnosti astrofyzika často nastojuje otázky a problémy pre fyziku, riešenie ktorých prispieva k pokroku v obidvoch disciplínach. Dá sa povedať, že obidve odvetvia žijú vo vzájomne užitočnej symbióze. Otázka primárnosti tu nemá význam, podobne, ako v „problém“: čo bolo skôr, vajce, alebo sliepka?

Čo je teplota, svetlo, farba a spektrum?

Odpovede na tieto otázky sú zložité a v dejinách fyziky sa často ich obsah menil. Pokúsim sa však na ne odpovedať čo najjednoduchšie, iba aby to umožnilo ďalší výklad. Nakoniec, nie je účelom tohto seriálu nahradiť učebnice, ale stimulovať ich štúdium.

Teplota je miera kinetickej energie častic, z ktorých je látka zložená, či už sú to atómy alebo molekuly. Predstavujeme si to tak, že v tuhom stave látky sú atómy resp. molekuly navzájom viazané a kmitajú okolo rovnovážnych polôh. Ak sa teplota zvýší, kmitanie je energetickejšie, a ak dosiahne bod topeňa, vtedy sa väzby poruší, lebo energia kmitania preváži nad energiou väzbových sôl a látka sa topí. V plynnom stave sú časticie voľné a pri zmene teploty sa mení rýchlosť častic. Kvapalina predstavuje prechodný stav, stlačiteľnosť je podobná ako v tuhej fáze a tvarová nestálosť podobná ako v plyne.

V štatistickej fyzike sa odvodzuje vzťah, ktorý spája kinetickú energiu s teplotou:

$$m.v_s^2/2 = 3.k.T/2,$$

kde m je hmota časticie, v_s je stredná kvadratická rýchlosť častic, k je Boltzmannova konštanta ($1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$) a T je absolútne teplota. Táto sa od Celziovej líši iba tým, že nulový bod má pri $-273,15^\circ\text{C}$, t.j. napríklad 50°C je $323,15\text{ K}$.

Jednotka teplotného rozdielu je pri oboch stupniach rovnaká.

Svetlo je tá časť elektromagnetického žiarenia, na ktoré je citlivé ľudské oko. Elektromagnetické žiarenie tvorí tok elementárnych častic – *fotónov*, ktoré môže vysielať (emitovať), alebo pohlcovať (absorbovať) ľubovoľná častica a tým sa zníži, alebo zvýši jej energia. Energia fotónu má velkosť:

$$E = h.f = h.c/\lambda,$$

kde h je Planckova konštanta ($6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$), f je frekvencia vlnenia, c – rýchlosť svetla, λ – vlnová dĺžka.

Farba je názov pre subjektívnu reakciu ľudského

Prvý, ktorý uvedieme, je zákon Kirchhoffa:

$$E_\lambda/A_\lambda = I_\lambda(T).$$

Vyplýva z rovnováhy medzi vyžarovaním (E_λ) a absorbovaním (A_λ) žiarenia v určitej vlnovej dĺžke. Slovami ho môžeme vyjadriť takto: pomer medzi vyžarovaním a absorbovaním žiarenia plynnym telesom, ktoré je v tepelnej rovnováhe, závisí pre danú vlnovú dĺžku iba od teploty. Ak $A_\lambda = 1$, potom všetko žiarenie, ktoré na teleso dopadne, je absorbované. Vtedy hovoríme o *absolútne čiernom telesu*.

Pre takéto teleso odvodil Planck rovniciu, ktorá určuje rozdelenie intenzity v spektri pri danej teplote (jednotlivé symboly majú rovnaký význam ako v predchádzajúcich rovniciach).

$$I_\lambda(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

Na obrázku je znázornené rozdelenie intenzity v spektri pre $T = 5700 \text{ K}$ a $T = 4000 \text{ K}$.

Riešením tejto rovnice na extrém, t.j. vyriešenie otázky: „pri ktorej vlnovej dĺžke (λ_m) je intenzita maximálna?“, dostaneme výraz:

$$\lambda_m = b/T \quad (b = 2,893 \cdot 10^{-3} \text{ K}),$$

ktorý vyjadruje tzv. *Wienov posunovací zákon*: Teplejšie teleso vysiela žiarenie s menšimi vlnovými dĺžkami ako chladnejšie, t.j. chladnejšia hviezda je červenšia, teplejšia modrejšia.

Integrovaním Planckovej rovnice pre všetky vlnové dĺžky dostaneme výraz:

$$L = \sigma \cdot T^4,$$

čo je Stefan-Boltzmannov zákon. L je celková energia, vyžiarená jednotkou plochy pri teplote T , σ je konštantá ($5,7 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-4}$).

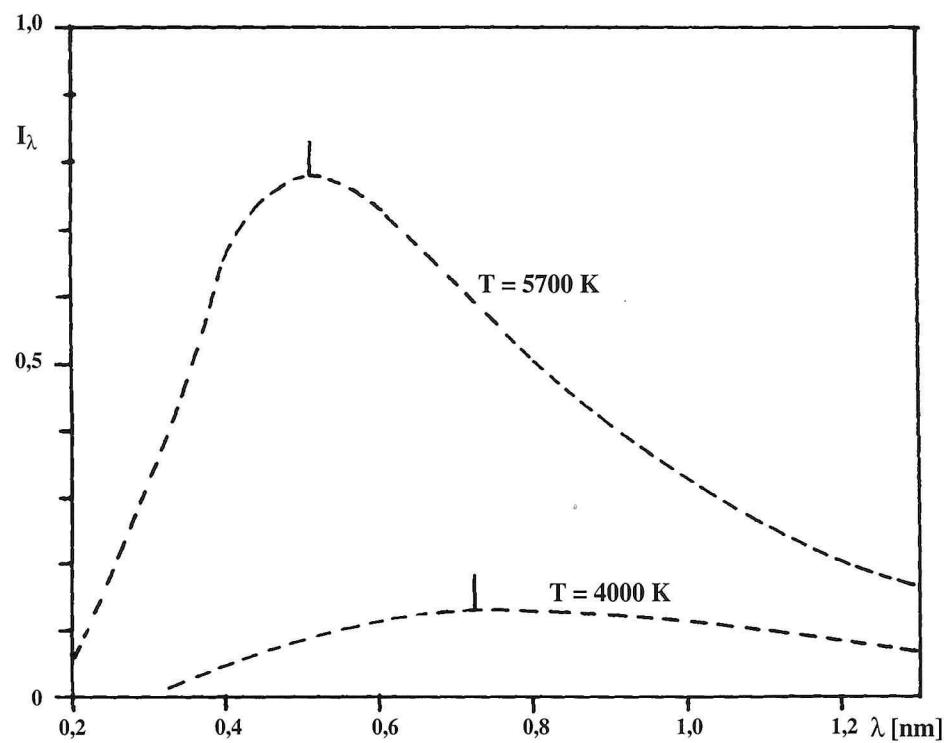
Za základný zákon môžeme v týchto prípadoch považovať zákon Planckov. Avšak tento bol odvodený ako posledný, preto zákony, ktoré z neho vyplývajú, majú meno podľa objaviteľov.

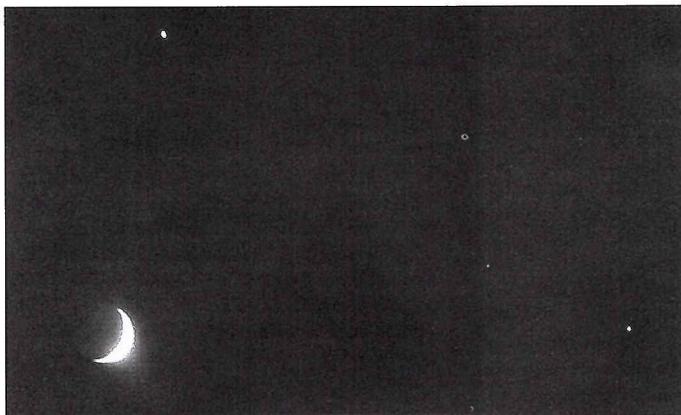
Na obrázku si môžeme všimnúť:

a) rozdielnu polohu maxima pri rôznych teplotách podľa Wienovho zákona,

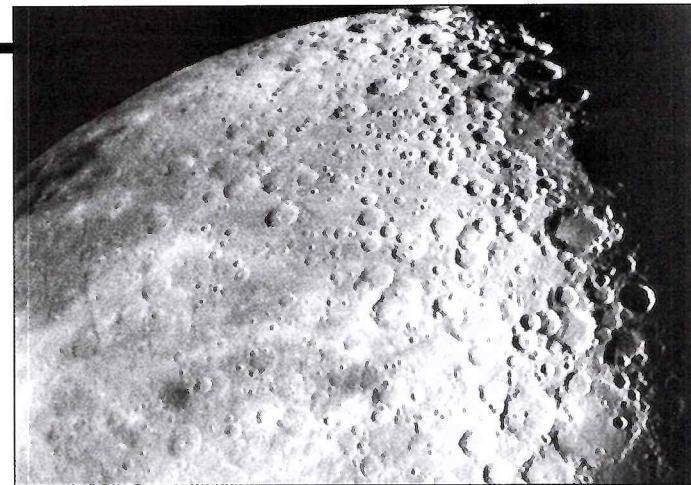
b) že celková vyžiarená energia je pri 4000 K 4,12-krát menšia, ako pri 5700 K ($(5700/4000)^4 = 4,12$).

MILAN RYBANSKÝ





Priblíženie Mesiaca, Venuše a Jupitera 18. 2. 1999. Expozícia 2 sekundy cez objektív 1:4/300 (clona 5,6) na film KODAK Ektachrom Panther 400 ASA.



Južný pól Mesiaca; exp. 1 sek. cez objektív 80/1200 v okulárovej projekcii (E.F.L. = 4600 mm) na film ORWO NP 22.

Základy astrofotografie (4)

Fotografovanie Mesiaca

1. Úvod

Nás najbližší prirodzený satelit Mesiac je druhým najjasnejším objektom na oblohe. Fotografovanie, vzhľadom na jeho jas, nevyžaduje príliš dlhé expozičie, ani extrémne citlivé filmy. Paleta námetov pre fotografa Mesiaca je veľká. Mesiac mení zo dňa na deň svoju fázu (a zároveň aj jas), vytvára konjunkcie s jasnými hviezdami a planétami, pri východe alebo západe môže vytvoriť zaujímavú kompozíciu s obzorom alebo s krajinou. Technické vybavenie na fotografovanie Mesiaca závisí teda od konkrétnego záberu. Pre začiatčníkov je Mesiac vďakačným objektom na astronomickú fotografiu.

2. Snímky Mesiaca v kompozícii s okolitou krajinou

Motívov je naozaj bezpočet. Pri volbe vhodného času na fotografovanie využijeme najmä Astronomickú ročenku, kde nájdeme východy a západy Mesiaca na každý deň, prípadne si vyberieme jeden z mnohých počítačových programov. Fotografické vybavenie je náročné: stačí fotoaparát s objektívom, statív a drôtená, dnes už aj elektrická alebo infračervená spúšť.

Uhlový priemer Mesiaca je okolo 0,5 stupňa (hodnota kolíske podľa toho, či je Mesiac v perigeu alebo v apogeu), takže jeho priemer na filme pri snímaní základným objektívom ($f = 50$ mm) bude 0,4 mm. Vhodné ohniskové vzdialosti na kinofilm sú od 100 do 500 až 750 mm. Pri väčších ohniskových vzdialenosťach je Mesiac na filme dosť veľký a pokrýva značnú plochu záberu. Ak má obloha, na pozadí ktorej Mesiac fotografujeme, určitý jas (pri snímaní za súmraku), môžeme na určenie expozičie využiť zabudovaný expozičometer. Odporúča sa však urobiť viac záberov s kratšou i dlhšou expozičiou ako sme namerali, najmä pro fotografovaní na diapositívy, ktoré už pozitívnym procesom nedokážeme opraviť.

Pokúste sa tiež odfotografovať Mesiac krátko po nove alebo pred novom. Ak sa vám podarí zachytiť kosáčik mladší ako 30 hodín, môžete to považovať za úspech.

3. Mesiac v konštelácii s planétami

Pretože sa Mesiac spolu s planétami pohybuje po ekliptike, často dochádza k ich priblíženiu a niekedy aj k zákrytom. Konkrétnu konjunkciu bud' vyhľadáme v ročenke, alebo nasimulujeme vhodným programom (napríklad Starry Night a pod.). Podľa uhlovej vzdialnosti objektov zvolíme vhodný objektív, ktorého zorný uhol by mal byť o trochu väčší. Na dosiahnutie optimálnej kompozície je vhodný aj pankratický objektív (zoom).

málenej kompozície je vhodný aj pankratický objektív (zoom).

Maximálnu dĺžku expozičie Mesiaca z pevného statívu môžeme určiť pomocou nasledujúceho empirického vzorca:

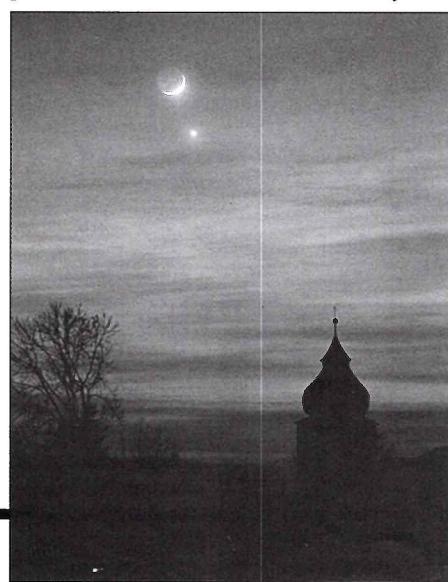
$$T_{\max} = 250/f \text{ (sek)}$$

kde f – ohniskovú vzdialenosť objektívov (alebo sústavy) dosadíme v milimetroch. Napríklad: pre $f = 1000$ mm to bude 1/4 sekundy.

4. Detailné zábery Mesiaca

Na povrchu Mesiaca sa nachádzajú rôzne útvary: moria, krátery, pohoria, brázdy a pod. Na ich detailné zobrazenie budeme potrebovať objektív alebo dalekohľad s ohniskovou vzdialenosťou 500 mm a viac. Potrebujeme aj paralaktickú montáž, ktorá je potrebná pri fotografovaní krátkymi expozičiami (niekoľko sekúnd) a pri veľmi dlhých ohniskových vzdialostach. Ak nám nastačí na požadovaný detail primárna (základná) ohnisková vzdialenosť dalekohľadu, môžeme ju vhodným spôsobom predlžiť. (Pozri základy astrofotografie 3.) Treba si však uvedomiť, že s predlžovaním ohniskovej vzdialosti objektívov stúpajú aj nároky na stabilitu montáže a turbulenciu vzduchu (chvenie vzduchu budete vidieť na matnici fotoaparátu). Problémom môže byť aj zaostrenie pri celkovej nízkej svetelenosti sústavy. Odporúčam preto používať tela fotoaparátov s tzv. laserovou matnicou. Chvenie, ktoré spôsobuje

Konjunkcia Mesiaca a Venuše 31. 12. 1997, expozičia 2 sekundy cez objektív Nikon 1:3/75–150 mm (Zoom) pri $F = 150$ mm, cl. 3,5 na filter Fihicolor Super G 200 ASA.
Snímky: autor



náraz zrkadla pri spustení, môžeme potlačiť použitím samospúšte. Prípadne použijeme nasledujúci trik: objektív zakryjeme kúskom kartónu, ktorý držíme v ruke, otvoríme uzávierku nastavenú na čas „B“, odkryjeme a zakryjeme objektív na požadovaný expozičný čas a zavrieme uzávierku. Taktôľ môžeme prakticky úplne eliminovať náraz zrkadla a lamiel uzávierky. Žiaľ, trik sa nedá použiť pri krátkych časoch (pod 1/2 s), pretože odhad presnej expozičie je náročný.

Určenie správnej expozičie pri fotografovaní Mesiaca

Vzhľadom na to, že ani pri tomto druhu astronomickej fotografie sa veľmi nemôžeme spoliehať na zabudovaný expozičometer (aj keď nám môže pomôcť pri najbližšom určení expozičie), nasledujúca tabuľka nám dáva prehľad expozičných časov pre film s citlivosťou 100 ASA pri rôznych svetelnosťach objektívov (alebo výslednej svetelnosti sústavy dalekohľadu) a pre rôzne fázy Mesiaca.

Svetelnosť (clona)	úzky kosáčik	široký kosáčik	prvá a posl. štvrf	pred splnom	spln
4	1/60s	1/125s	1/250s	1/500s	1/1000s
5,6	1/30s	1/60s	1/125s	1/250s	1/500s
8	1/15s	1/30s	1/60s	1/125s	1/250s
11	1/8s	1/15s	1/30s	1/60s	1/125s
16	1/4s	1/8s	1/15s	1/30s	1/60s
22	1/2s	1/4s	1/8s	1/15s	1/30s
32	1s	1/2s	1/4s	1/8s	1/15s
45	2s	1s	1/2s	1/4s	1/8s
64	4s	2s	1s	1/2s	1/4s

Pre inú citlivosť filmu musíme expozičie upraviť. Napríklad: pre 200 ASA skrátime o 1 expozičný stupeň (namiesto 1/60s použijeme 1/125 s). Pre citlivosť 50 ASA predlžíme príslušné expozičie o 1 stupeň a podobne.

5. Záver

Ma Mesiaci pri rôznych fázach môžeme snímať vždy iné detaily. Krátery a pohoria sú najlepšie viditeľné v blízkosti terminátora, keď vrhajú najdlhšie tieňe. V splne sú dobre viditeľné všetky moria a niektoré krátery s lúčovitými výbežkami (Tycho, Koperník a Kepler). Môžeme sa pokúsiť odfotografovať aj tzv. populárny svit, keď je Mesiac blízko novu. Expozičiu však musíme predlžiť o 7 expozičných stupňov oproti expozičii kosáčika.

Filmy na fotografovanie môžu mať aj nižšiu citlivosť 50 až 200 ASA. Z čiernobielych je vhodný Ilford Delta 100 (400), Kodak Plus X alebo T-Max. Vhodný je aj Kodak 2415 Tech. Pan, aj keď má trochu vyšší kontrast. Z farebných môžeme použiť celú škálu filmov dostupných na trhu. Vhodné je však zvoliť si jednu značku.

Poznámka: Fotografovanie úplného zatmenia Mesiaca opíšeme pred najbližším zatmením – 9. 1. 2001.

MILAN KAMENICKÝ

Dr. Záviš Bochníček osemdesiatročný



20. apríla tohto roku sa dožil svojich osemdesiatin Doc. Dr. Záviš Bochníček, CSc., najstarší a významnejší z profesionálnych astronómov na Slovensku. Okrem vedeckej a učiteľskej práce na Komenského univerzite v Bratislave a na Astronomickom ústavu Slovenskej akademie vied na Skalnatom Plese po dlhé roky sa úspešne venoval a venuje šíreniu a popularizácii astronomických poznatkov. Pri tejto príležitosti vari všetky média, tlač, rozhlas a televízie prinesli o ním články alebo rozhovory s ním. Dr. Bochníček je čestným členom Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, je taktiež čestným členom Českej astronomickej spoločnosti pri AV ČR.

Hvezdárom i širokej verejnosti ste sa stali známy, keď ako šestnásťročný ste objavili novú hviezdu. Nebola to len štastná náhoda?

Nejsou žiadné náhody. Náhoda je len námi nepredvídaná událosť, ktorá je pevně zakotvená v časoprostové posloupnosti všeho dení kolem nás. V tu noc tisíce ľudí se dívalo na oblohu, mnozí z nich tu hvězdu viděli, ale to nestačilo. Abyste ji jako novu objevili, musíte mít jisté vědomosti a zkušenosť. Já jsem astronomické vědomosti začal nasávat už od dětských let, maminka mi vyprávěla zajímavosti z Flammersonovy knížky *O mnohosti světů obydlených*, četl jsem tehdejší sci-fi *Pozemštan na Marsu* (autorem nebol nikdo jiný než proslulý autor Tarzana), s kamarády jsme si hráli na Martany a večer jsem jim ukazoval hvězdy na nebi. Pak se mi dostávala do ruky astronomická literatura, časopis *Růže hvězd* a nakonec mne maminka doveďla na Štefánikovu hvězdárnu v Praze na Petříně. Tam se mne ujali starší kamarádi, mohli jsem se dívat velkým dalekohledem a byla mi dostupná i další literatura. Zúčastňoval jsem se skupinových pozorování meteorů a sám jsem pilně pozoroval proměnné hvězdy. V r. 1934 vzplála jasná nová hvězda v Herkulovi. Z. Kopal o ní napsal článek do *Růže hvězd*, který mne velmi upoutal a podle uveřejněné mapky jsem novu vyhledal a pozoroval a o dva roky nato jsem objevil novou hvězdu sám. Když jsem ji poprvé spatřil, měla hvězdnou velikost 3,4, tedy slabá a na první pohled nenápadná hvězdička. Ale byla to nova.

Rozhodol objav novej hviezdy o Vašej budúcnosti?

Představa, že bych mohl být hvězdářem, vytvárala u mne ještě dříve, krásu vesmíru mne lákala a astronomie se mi líbila. Ovšem z hlediska existenčního situace nebyla tak jednoduchá, technická pár astronomických míst bylo obsazeno a uvolňovaly se jen odchodem pracovníků do důchodu, takže uchazeč o takové místo musel roky čekat a živit se mezičím jiným zaměstnáním, zpravidla jako středoškolský učitel matematiky a fyziky. Ovšem příznivé ohlasy, jakých se mi dostalo po objevu novy, a konkrétní pozvání k studiu a práci v zahraničí (P. Guthnik, Berlin-Babelsberg a A. S. Eddington, Cambridge) rozptýlily všechny obavy – ostatně, v tom věku nás vedou jiné ideje než starost o hmotné zabezpečení. Škoda, že politická situace v Evropě neumožnila tyto skvelé nabídky realizovat. Uvázl jsem doma a v roce 1939 jsem se dal zapsat k studiu matematiky a fyziky na Přírodovědecké fakultě Karlovy univerzity v Praze. Cíl: astronomie.

Cesta k vytýčenému cielu ale nebola taká priama, ako ste si predstavovali. Namiesto štúdia astronómie ste boli poslaný na nútene práce do Nemecka.

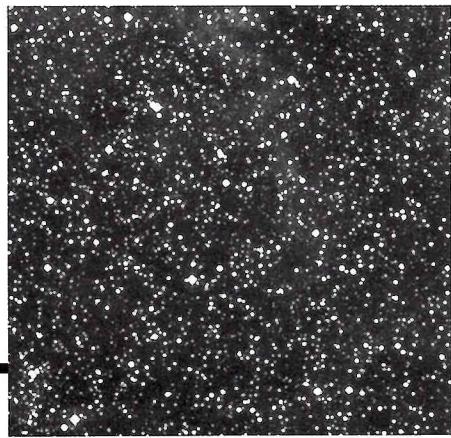
To byl ještě ten lepší případ nás všech, kteří jsme se zúčastnili v listopadu 1939 protestních akcí za Opletala. Ještě s dalšími jsem byl poslán na práci do Jeny, sídla Zeissových závodů. Při přijímání si povídali, že jsem student fyziky a matematiky. Byl jsem předvolán k vědeckému řediteli závodů, kterým byl univerzitní profesor G. Joos. Ten mne přijal se slovy: „Vý-

jste ten český student, co objevil novou hvězdu“. Ani ve snu by mně nebylo napadlo, že po čtyřech letech a v cizině k tomu na můj případ si někdo vzpomene. G. Joos sám o své vůli ihned vybavil, abych mohl nastoupit na hvězdárnou Kanzelholze. Podmínkou ze strany vedení hvězdárny bylo, že požádám o německé občanství (na hvězdárně se pracovalo na úloze pro armádu). To jsem slušně, ale jednoznačně odmítl (G. Joos měl pro to plně pochopení) a tak jsem zůstal ve fyzikálních laboratorních firmách Zeiss, kde jsem mnohém poznal a také mnohém vykonal, takže po obsazení Jeny americkou armádou ještě před koncem války mi bylo nabídnuto místo v USA. Těch nabídek bylo pak ještě několik, všechny z oboru a všechny lukrativní. Já jsem se v červenci 1945 vrátil do Prahy, dostudoval a dosáhl doktorátu z astronomie a nastoupil jako asistent na Astronomický ústav KU. V r. 1952 jsem odešel na Astronomický ústav PFUK v Bratislavě (krátko nato ústav se stal součástí Katedry AGM) a v r. 1956 jsem byl jmenován ředitelem Astronomického ústavu SAV.

Na Skalnatom Plese Vás zastihla éra kozmonautiky. Ako sa stalo, že ste na jej príchod tak rýchlo a dobre zareagovali?

Problém umělého tělesa obíhajícího okolo Země mne zaujal mnohem dříve. Vzpomínám si, že krátce po příchodu do Bratislavě na toto téma jsem měl přednášku v rozhlasu a hodně pozornosti jsem věnoval plánům americké astronautiky, takže když ráno 4. října 1957 jsem dostal zprávu o startu prvního sputnika a v 6 hodin ráno zachytily jeho rádiové signály, bylo mi jasné, co se má dělat. Zatím co většina observatoří byla pohroužena do podzimních mlh, na Skalnatom Plese bylo vynikající počasí s čistou oblohou. Proto také v prvních dnech Skalnatého Plese bylo hlavním dodavatelem odpozorovaných poloh sputnika, co velmi příznivě komentovala Astronomická rada AN ZSSR a zanechala i Američanům. Kromě těchto vědecky zužitkovatelných pozorování se nám podařilo i několik pozorování kuriosních, kdy jsme mohli sledovat sputnika až nad východní Afrikou

Fotografia hviezdneho okolia novej hviezdy v rozsahu 20x30 oblúkových minút získaná palomarským Schmidtom v čase, keď z novy sa stala už len slabá hviezdička.



anebo nad Leningradom. Dne 26. října se mi podařilo vyfotografovat skutečnou družici: kouli o promeru 60 cm – to všechno předtím byla jen raketa.

Největším problémem byl rychlý výpočet pozorovatelného přeletu družice. Věnoval jsem tomu několik svých prací, na základě kterých jsem potom později pozoroval a dodnes pozorují družice americké a jiné. Jsem rád, že počas mého působení na Skalnatém plese se podařilo znova obnovit známost této observatoře mezi astronomy celého světa.

Zo Skalnatého Plesa ste sa nakoniec znova vrátil do Bratislavu.

Byl to nedobrovlný odchod zapříčiněný temnými machinacemi jistých osob. V den, kdy jsem dostal za svou práci uznání a ocenění od Astronomické rady AN ZSSR, jsem současně dostal odvolání z místa ředitele AÚ SAV. Byl jsem rok nezamestnaný, až nakonec na zásluhu nejvyšších míst jsem se vrátil zpět na Katedru AGM MF fakulty UK, kde pak až do odchodu do důchodu v r. 1985 jsem prednášel astronomii jak pro studenty speciálního studia tak i pro posluchače kombinace FM a ChF. Byla to velmi sympatická úloha ukázat mladým lidem nejen zákonitosť, ale i krásu vesmíru. Mnozí z nich se ku mne i po mnoha letech přátelsky hlasí a na prednášky z astronomie rádi vzpomínají.

Počas Vášho života došlo k mnohým astronomickým objavom a úkazom. Ktoré na Vás najsilnejšie zapôsobili, ktoré považujete za najdôležitejšie a ktoré za najkrajšie?

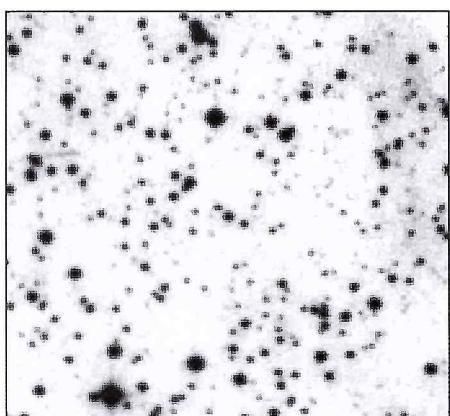
Nejmocnejši nejen na mne, ale na všechny lidi zaspôsobil lety do kosmu počínaje startem prvého sputnika, letom J. Gagarina, pristániom lidí na Měsíci a výzkumem Marsu pojízdnou sondou.

Za nejdôležitejší považuji objev rozpínání vesmíru, který úplne změnil naši predstavu o prostoru a čase. Dále zjištění, že hlavním zdrojem vnitřní energie hvězd je atomová energie uvolněná při jaderných reakcích a rozpracování teorie Velkého třesku Big Bang. Ta umožnila určit začátek vzniku vesmíru, jeho stáří a vznik prvků. Správnost této teorie byla potvrzena nečekaným objevem reliktového záření.

Daleko nejkrásnejším pro mne bylo úplné zatmění Slunce 1999, dále kometu Hale Bopp, obrázky z Marsu a snímky z Hubbleho kosmického teleskopu.

Máte nejaké nevyplňené kozmické prianie?
Ano, rád bych videl blízko, tj. ze vzdálenosti pár kpc, výbuch supernovy.

Zhvárala sa KATARÍNA MAŠTENOVÁ



Zväčšený negatív okolia novy. Tá je prostredná z trojice hviezd v strede obrázku. Premerením siedmich negatívov získaných CCD komorou SBIG – 8 v spojení so 65 cm dalekohľadom ondřejovskej hvězdárne získal P. Kušnírák presnú polohu novy pro 2000. 0 : R. A. 22h 15m 41,13s Decl. +55° 37' 01,5" a jej zdanilivú hviezdnu velkosť m = 16. 24m. Nova je teraz 500 tisíckrát slabšia ako bola v maxime 19. júna 1936.

Stelárny seminár na Bezovcí

Stelárne semináre na Bezovcí sa už stali tradičným pojmom medzi amatérmi, ale aj profesionálnymi astronómami. Za tie desaťročia, ktoré medzitým uplynuli, sa zase z mnohých amatérov stali profesionálmi, zo študentov vedci a, žiaľ, z vedcov aj penzisti, lebo čas je neúprosný. Aj toto sme spomenuli na poslednom z nich. Ani stará dobrá chata Slovafarmy to už nevydržala a kto náhodou z dlhorčného zvyku išiel na seminár knej, bol v mierom šoku, lebo videl len základy chaty – domnéľa miestna seminára. Aj toto sa stalo niektorým účastníkom, ktorí si až potom uvedomili, že tohto roku je stretnutie stelárikov po prvýkrát na chate Chirany.

Aj keď hvezdárne zápasia so stále väčším nedostatkom financií, organizátori si nedovolili prerušiť túto nádhernú šnúru seminárov na Bezovcí ani tohto roku, ale časť nákladov presunuli na plecia účastníkov a nikto neprotestoval. Aj tak sa dá, treba však popri tom myslieť aj na skvalitnenie odbornej úrovne, a preto tohto roku zaznela na seminári aj angličtina. Objavili sa aj anglické postery a začínajúci študenti mali, možno po prvýkrát, možnosť nadýchnuť sa vánku medzinárodného vedeckého podujatia. Aj keď úlohou bezoveckých seminárov nie je vedecké poslanie, príťomnosť astronómov z Prahy, Brna, z Baje v Maďarsku a, samozrejme, z Tatranskej Lomnice, ale aj z ďalších miest Slovenska vytvorila príjemnú pracovnú atmosféru.

Po roku (26. až 28. mája) sa opäť zišli priaznivci stelárnej astronómie na seminári „Úspechy stelárnych astronómov – Bezovec 2000“. Zúčastnilo sa na ňom okolo 50 prednášajúcich a poslucháčov zo Slovenska, Českej republiky a Maďarska. Seminár už tradične organizovala Hvezdáreň a planetárium Hlohovec a Stelárna sekcia Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Tesne pred otvorením seminára sa v priestoroch chaty Bezovec konalo aj zasadnutie HV SAS pri SAV, takže niektorí účastníci seminára mali možnosť sa porozprávať aj s predsedom spoločnosti Dr. V. Porubčanom. Oficiálny program sa začal otvorením seminára riaditeľom hlohoveckej hvezdárne Mgr. J. Krištofovičom a predsedom Stelárnej sekcie SAS pri SAV Dr. L. Hricom.

Ako prvý hovoril prof. M. Vetešník z Brna o veľkých svetových dalekohľadoch a výhľadoch pozorovacej techniky do budúceho storočia. Doc. Z. Mikulášek, taktiež z Brna, hovoril o svojej habilitačnej práci – o vyučovaní predmetu Úvod do fyziky hviezd a hviezdnych sústav, ktorý prednáša na Masarykovej univerzite. Dr. L. Hric (AsÚ SAV) vo svojom príspevku podrobne vysvetlil príčiny premennosti hviezd. Potom Dr. J. Budaj (AsÚ SAV) rozprával o zastúpení neónu v atmosférach chemicky pekuliárnych hviezd. Jeden z hostí z Maďarska, Dr. T. Hegedus (Hvezdáreň v Baji), rozprával o astronomických zariadeniach v Maďarsku, o ich hvezdárni a odbornom programe. Časť prednášky odznela aj v madarčine, ale jej

simultánny preklad zabezpečil študent fyziky z UPJŠ v Košiciach N. Werner. Dr. P. Hadrava (AsÚ AV ČR Ondrejov) hovoril o metódoch „rozmotávania“ spektier dvojhviezd prípadne viacnásobných sústav hviezd, keď sa dá vytažiť zo spektra informácia o všetkých zložkách, hoci na prvý pohľad vidno len deformáciu spektrálnych čiar. Venoval sa ďalej aj vysvetleniu dopplerovskej tomografie v astronómii, čo napr. najviac zaujalo jedného z autorov tohto článku. Po obedňajšej prestávke sme spoločne a už tradične navštívili zrúcaninu hradu Tematín. Po 2,5-hodinovej „túre“ sme pokračovali v programe seminára prednáškou Ing. Z. Veliča z Považskej Bystrice o autopointácii pomocou CCD kamery, ktorú si sám vyrobil. R. Kolivošková (Hvezdáreň a planetárium Prešov) predstavila Graffov klinový fotometer a princíp merania jasnosti pomocou tohto starého prístroja. Dr. R. Horylová (Trnavská univerzita) hovorila o zavedení tematického celku astronómia do osnov 9. ročníka ZŠ a aj všeobecne o vyučovaní fyziky na ZŠ. Dr. K. Maštenová (Astronomický úsek PKO Bratislava) pripomnula 270. výročie narodenia Ch. Messiera a predvedla jeho katalóg i s obrázkami objektov z neho na obrazovke počítača. Večer potom nasledoval spoločenský program. Posledný deň seminára sa predpoludním začal príspevkom Dr. P. Hadravu o majstrove Křišťanovi z Prachatic a jeho spise o astrolábe. Potom Dr. Z. Komárek (Hvezdáreň v Michalovciach) rozprával o objavovaní extrasolárnych planét. Ďalší z hostí z hvezdárne v maďarskej Baji Dr. B. Biro predviedol niečo zo svojej práce a z práce kolegov na ich hvezdárni v prednáške o pozorovaní kataklizmatických premenných hviezd a o modelovaní ich svetelných kriviek. Prednáška bola prednesená v angličtine a nebolo treba ani tlmočníka. Mgr. R. Gális (Prírodovedecká Fakulta UPJŠ Košice) pripomnul milníky astronómie v 20. storočí so zameraním sa viac na kozmológiu. Odborný program seminára zakončil príspevok Dr. Mikloviča (MFF UK Bratislava) o rôznych metódach matematického spracovania dvojrozmerného obrazu, získaného napr. aj pomocou CCD-kamier. Samozrejme, že po každej prednáške bol čas aj na diskusiú a okrem toho sa v prestávkach v kuloárnych diskusiách ľovek mohol dozvedieť to, čo ho najviac zaujímalo.

Účastníci tohto ročného seminára si nezabudli pripomienú, že ďalšie stretnutie na Bezovcí sa uskutoční až v ďalšom storočí, keďže v ďalšom tisícročí, no bude to presne o rok. A za toto odhadanie patrí všetkým poslucháčom, prednášateľom a organizátorom vďaka, čo nakoniec mnohí účastníci vyjadrili hned po návrate ku každodennej práci.

Takže, do videnia na Bezovcí v roku 2001!

RNDr. Zdeněk Komárek,
Hvezdáreň v Michalovciach
a RNDr. Ladislav Hric, CSc.,
Astronomický ústav SAV

Václav Bumba má 75 rokov

Nebýva mnoho príležitostí, ktoré pripomínať sú významného vedeckého pracovníka v takej polohe, ako je to v prípade RNDr. Václava Bumby, Dr.Sc., bývalého dlhorčného riaditeľa Astronomického ústavu AV ČR v Ondrejove, ktorý ešte vždy aktívne pracuje, prednáša, cestuje a publikuje, akoby sa pre neho zastavil čas. Pri príležitosti jeho sedemdesiatky sme v našom časopise (KOZMOS 4/1995) podrobnejšie opísali jeho skvelé vedecké a vedecko-organizačné pôsobenie. Už vtedy sme poukázali aj na početné odtlačky jeho činnosti v našej vede, jeho podiel na rozvoji astrofyziky na Slovensku. Naposledy, v júni tohto roka, na 15. celoštátnom seminári o fyzike Slnka, (v Hurbanove a v Patincích), bol medzi nami a predniesol zásadný referát o meraňi, štruktúre, rozložení a variabilite magnetických polí na Slnku.

Zeláme Ti veľa zdravia a veľa ďalšej radosti z práce. 14. augusta 2000 budeme na Teba myslieť. Si náš učiteľ a priateľ.



HORNONITRIANSKA HVEZDÁREŇ PARTIZÁNSKE a SLOVENSKÁ ÚSTREDNÁ HVEZDÁREŇ HURBANOVO
pripravili

ASTRONOMICKÚ KOREŠPONDENČNÚ SÚŤAŽ Začal to Galileo Galilei

Hornonitrianska hvezdáreň v Partizánskom a Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove pripravili na školský rok 2000/01 pre študentov stredných škôl (gymnázium, stredných priemyslových a stredných odborných škôl) a členov astronomických kružiek korešpondenčnú súťaž z astronómie Začal to Galileo Galilei.

Cieľ súťaže: Prehľbiť vztah k prírodným vedám v radoch talentovanej mládeži, s dôrazom na astronómii, nielen v teoretickej, ale i praktickej rovine formou riešenia zaujímavých problémov a úloh. Úspešní riešitelia získajú zaujímavé ceny.

Priebeh súťaže: Samotná korešpondenčná súťaž prebieha v školskom roku 2000/01, v mesiacoch september až marec, a má dve časti:

• Prvá časť pozostáva z 5 kôl, pričom každé kolo obsahuje 5 súťažných úloh (vždy jedna z danej oblasti). Na riešenie úloh daného súťažného kola budú mať účastníci k dispozícii jeden mesiac. Jednotlivé úlohy budú z oblasti slnečnej, stelárnej a všeobecnej astronómie, medziplanetárnej hmoty a kozmológie.

• V druhej časti súťaže sa najúspešnejší riešitelia stretnú na pôde jedného zo slovenských planetárií v záverečnom kole súťaže, v ktorom preukážu svoje praktické znalosti z astronómie (orientácia na oblohe, znalosť objektov blízkeho i vzdialeneho vesmíru, atď).

• Najlepší riešitelia obdržia hodnotné vecné ceny: dalekohľady, astrostavebnicu, CD-ROM, hviezdné mapy a pobyt na ZMAS-e a MARS-e.

BLIŽŠIE INFORMÁCIE:

č. tel. 0815/7497108, e-mail: www: http://www.hvezdaren.sk

Koupím komplet Burnham's Celestial Handbook. Michal Prorok, Havličkova 88, 691 41 Břeclav 4, CR. Tel: (+0042)-0627/323 217. e-mail: algol@mybox.cz <mailto:algol@mybox.cz>

Prodám objektív AS 80/840 (6500 Kč), MONAR 25 x 100, SPORT 25 x 40 x 70 (2900+1000 Kč), komplet Newton 150, dva okuláry, statív, nutno pohliňovať, rúzne hráholy, výtahy a.t.d.

Koupím katalóg systém včetne montáže 150–200 mm. Tel.: Praha 02/33310413

Predám špičkový astroteleskop Maksutov Cassegrain 90 mm MEADE ETX – prenosný = 4 kg (29 000 Sk) a Schmidt-Cassegrain MEADE LX 10 – 22 kg (65 000 Sk) – oba s elektrickým pohonom a paralalektrickou montážou. Ponúkam aj astro-CCD kameru (monochrom.) s chladidlom peltierovým článkom MEADE Pictor 208XT (25 000 Sk) a tiež rôzne príslušenstvo MEADE. tel. 07/434 223 20, E-Mail : kvetoz@netax.sk

Koupím fotograf.obj. 135/2 a podobný, se závitom 42x (praktika), ďalej koupím 2x refraktor, objektív, okolo 80–100 mm, f = 800–1000 mm. Radvan Vlast., ul. Bezručova 6, Havířov - Bludovice 736 01 e-mail: RadvanV@seznam.cz

Predám originál Zeissov 4-násobný revolverový nástavec (3700). Zeissov okulár 23,2, f35 s vláknovým križom (500) a tmelený achromatický objektív (bez objímky) 73/300 (1600). Všetko v 100 % stave.

Kúpim Kozmos č. 5/97, prípadne celý ročník. René Anovčík, Stredná 563, 956 31 Krušovce, tel. 07/64367566 po 19 h.

Venujú zdarma knihu E. Hubble: The Realm of the Nebulae, 1936; Encyklopédia astronomie, Bratislava: Obzor, 1987; ďale ročníky časopisu KOZMOS 1983–93, Riše hviezdy 89–97, Astro/Spektrum 91–93 a ďalší literatúru (Hviezdársky ročenky, atď.) Martin Konečný, Blansko, tel. 0041-0506/415246, mkoncny@ss.muni.cz

Koupím komplet Burnham's Celestial Handbook. Michal Prorok, Havličkova 88, 691 41 Břeclav 4, CR. Tel: (+0042)-0627/323 217. e-mail: algol@mybox.cz

Dodatok k súťaže Astrofoto '99

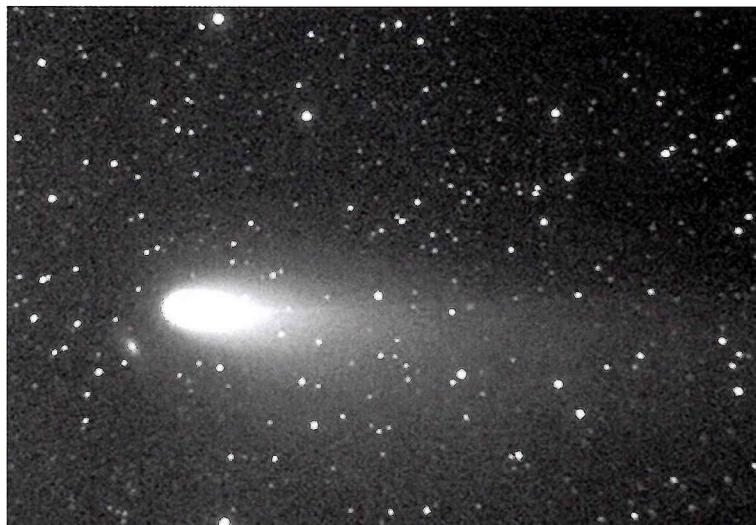
Vo vyhodnotení súťaže Astrofoto '99 sme zabudli v minulom čísle nášho časopisu uverejniť výsledky staršej kategórie – Variácie na tému obloha. S opravdenlenním ich uverejňujeme dodatočne:

1. cena: Jiří Kubánek (súbor fotografií), 2.: František Erben (súbor fotografií), 3. cena neudelená.

C/1999 S4 (LINEAR) CCD-kamerami

Snímka bola zhotovená pomocou CCD kamery ST-8 a 0,65-m reflektora (f/3,6) hvezdárne v Ondřejove 29. 6. 2000 o 0:30 UT. Ide o 120-sekundovú expozíciu v R-filtru. Rozmer zorného poľa je $20' \times 13'$, sever hore, východ vľavo. Malý difúzny útvar vľavo dole od hlavy kométy je galaxia UGC2001 s jasnosťou 14,3 mag (Megastar).

Foto: Peter Kušnírák

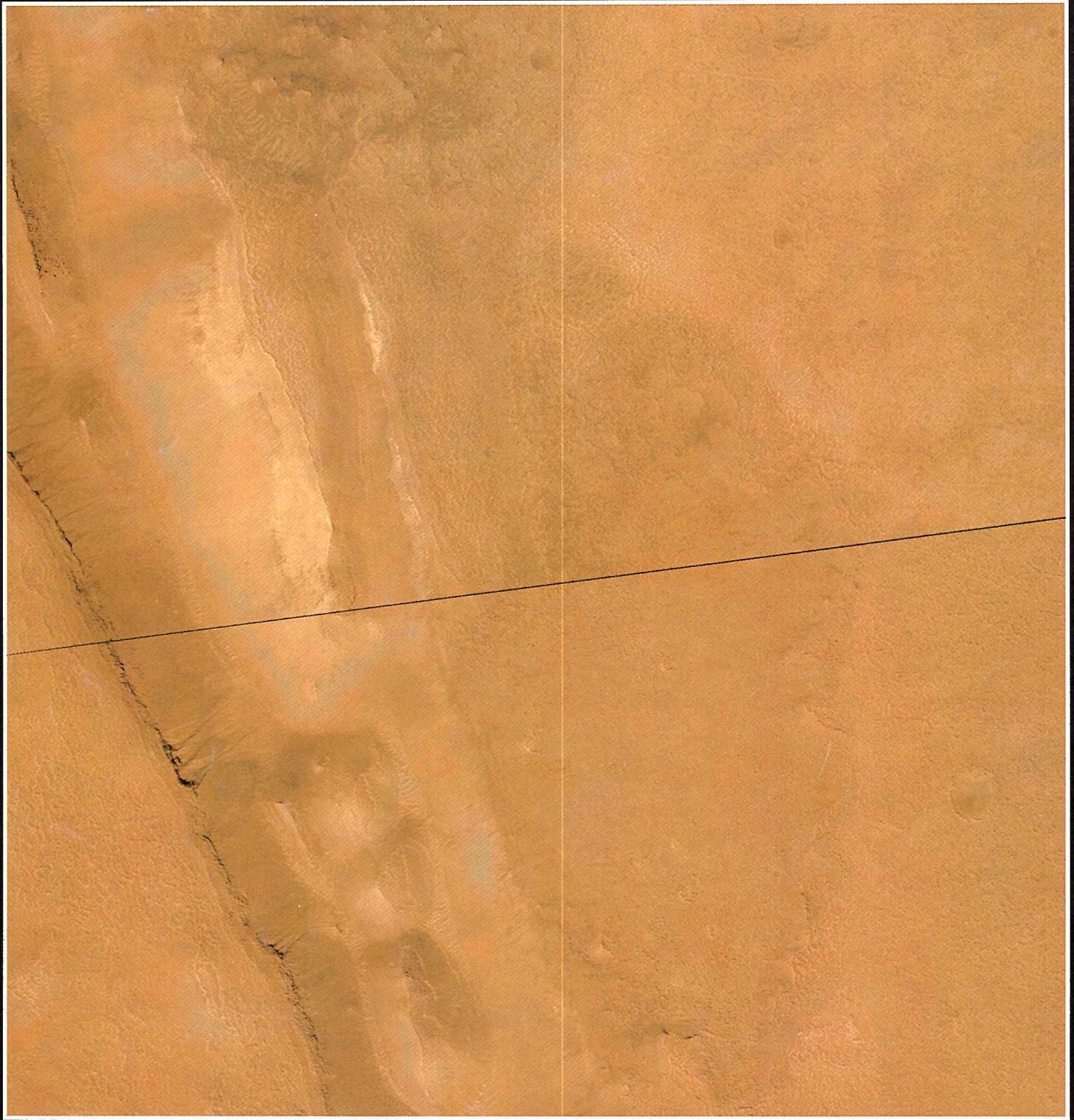


Zloženie 10 snímok získaných pomocou CCD kamery ST-8 a 0,65-m dalekohľadu (f/3,6) hvezdárne v Ondřejove dňa 6. 7. 2000 v čase medzi 0:22 až 0:34 UT. Ide o 60 s expozície v R-filtru. Rozmer zorného poľa je $20' \times 12'$, sever hore, východ vľavo. Kométa sa v tom čase nachádzala 5° JZ od hviezdy α Per (Mirphak). Najjasnejšou hviezdou na snímkach je GSC 3301:240 s jasnosťou 8,1 mag.

Foto: Peter Kušnírák

Obrázky kométy Linear, exponované 6. a 7. júla CCD kamerou SBIG ST-8 objektívom 5,6/1000. Obrázok vľavo je zo 6. 7. avznikol 30-sekundovou expozíciou o 0.00 SEČ. Jeho autorom sú P. Rapavý a V. Čillik. Obrázok vpravo bol exponovaný 7. 7. za podpriemerných pozorovacích podmienok a je zložený z 5 záberov (10, 20, 30, 40, 50 sek.). Exponovali P. Rapavý, V. Čillik a R. Piffl, ktorý pät snímok aj počítačovo spracoval. Foto: Pavol Rapavý





Na tejto snímke sondy Mars Global Surveyor možno rozoznať asi 20 výverov, ktoré ústia do južnej steny kaňonu v oblasti Sirenum Fossae/Grogonum Chaos na južnej pologuli Marsu. Jednotlivé kanály „sa spúšťajú“ (každý zo svojej studničky) sponad nepriepustnej vrstvy, ktorá leží asi 100 metrov pod okrajom stolovej hory. Vrstvy nad vývermi tvoria tvrdé, ale priepustné horniny, ktoré v minulosti umožnili vode z povrchu presiaknúť až do rezervoárov na úrovni nepriepustnej vrstvy. Kanály a aprony (ide o zmes splavenej sute, premiešanej s kúskami ľadu) sa v tejto oblasti vyskytujú iba na južných, k pôlu privrátených svahoch kaňonov. Výška steny od zlomu až po dno kaňonu sa odhaduje na 1400 metrov. Snímka poskladali z dvoch fotografií: prvú MGS exponoval 16. septembra 1999, druhú 1. mája 2000. Povrch (4,9 km×5,5 km) je osvetlený sprava hore. Poloha: 38,5 stupňa južnej šírky a 171,3 stupňa západnej dĺžky. Snímky boli pôvodne čiernobiele. Farbu syntetizovali z farieb martanského povrchu, ktoré získala širokouhlá kamera na MGS a kamery na oboch Vikingoch ešte koncom 70. rokov.