

Číslo 5

* október – november 2012

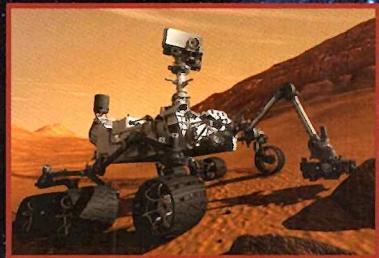
* Ročník 43

* Cena 1,49 €



KOZMAOS

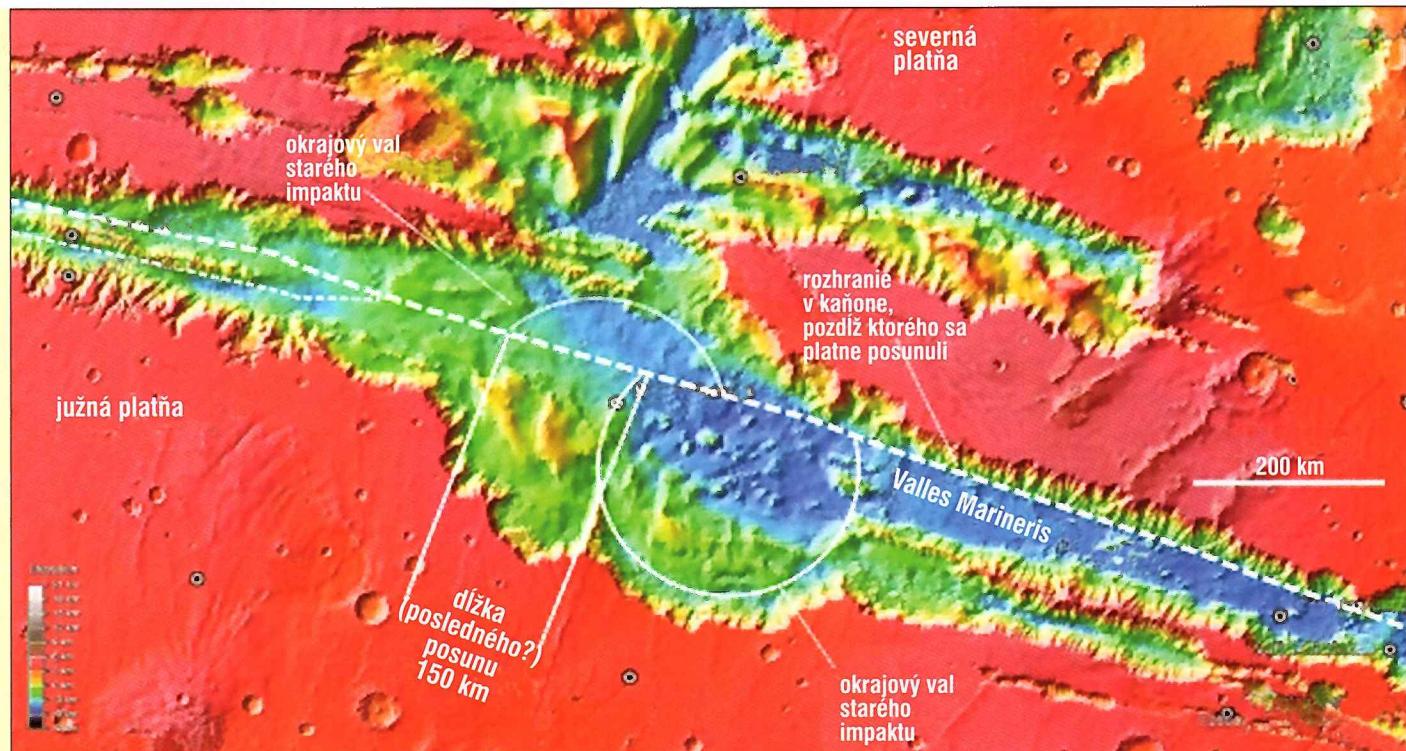
**Curiosity
na Marse**



**Záhady železnej planéty
Lovec komét
Na počiatku bol prstenec**

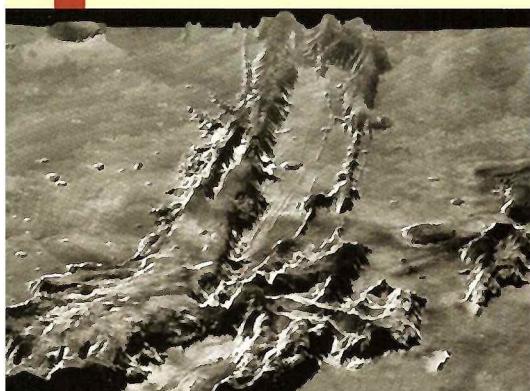
Medaile z Ria

Platňová tektonika na Marse?

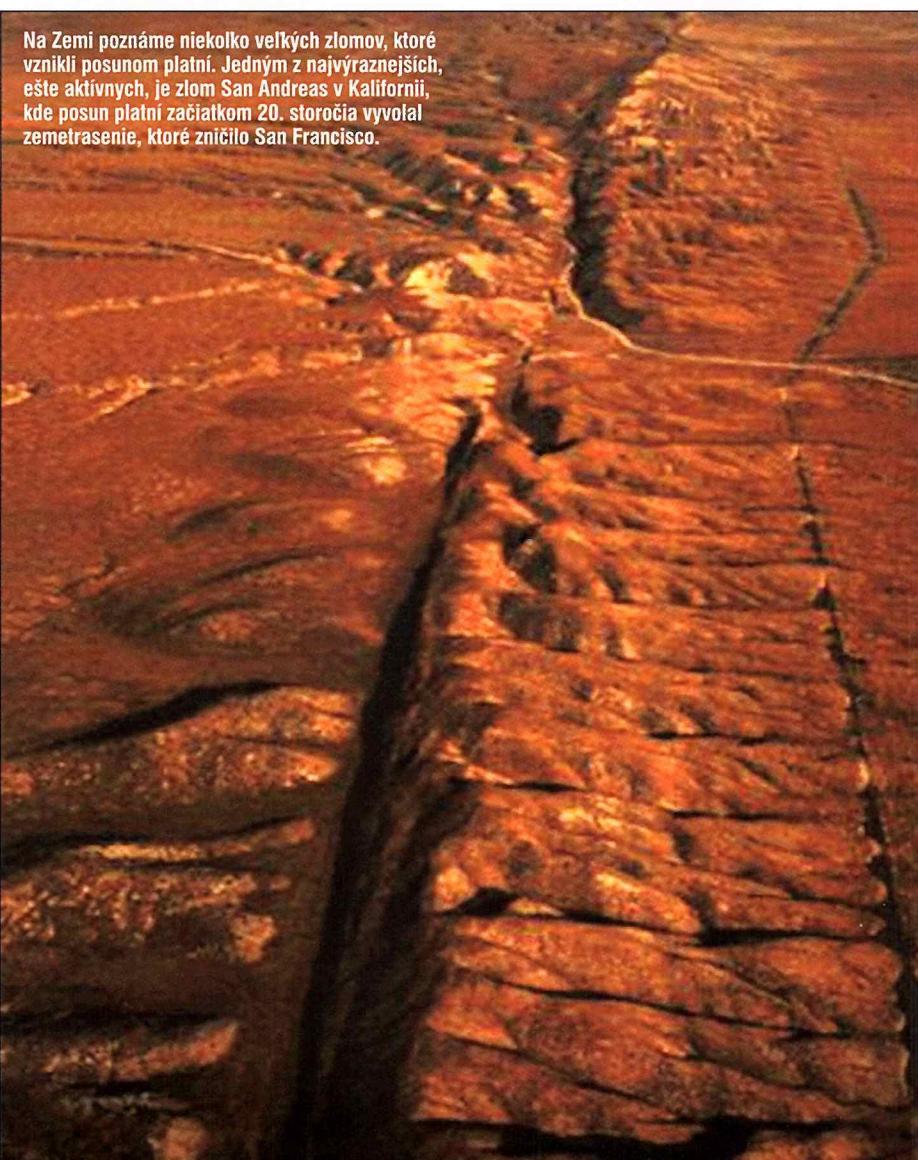
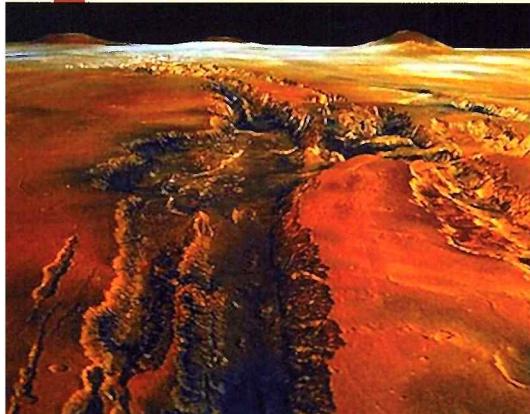


Obrovský kaňon Valles Marineris je podľa vedcov z Kalifornskej univerzity dôkazom ešte aktívnej platňovej tektoniky na Marse. Výrazným znakom dávneho posunu je aj starý impaktný kráter (označený polkruhmi), ktorého celistvosť posun narušil. Dĺžka posunu: 150 kilometrov.

Na Zemi poznáme niekoľko veľkých zlomov, ktoré vznikli posunom platní. Jedným z najvýraznejších, ešte aktívnych, je zlom San Andreas v Kalifornii, kde posun platní začiatkom 20. storočia vyvolal zemetrasenie, ktoré zničilo San Francisco.



Snímky kaňonu Valles Marineris pripomínajú podobné zlomy a priekopové prepadliny na Zemi.



Planetológovia sa donedávna nazdávali, že jedinou planétou s platňovou tektonikou v Slnečnej sústave je Zem. Isté útvary v gigantickom kaňone Valles Marineris na Červenej planéte svedčia o tom, že aj na Marse obrovské kryhy marťanskej kôry posúva pohyb roztazených hornín v plastickom plášti.

Valles Marineris je najväčším kaňonom v Slnečnej sústave. Je devätkrát dlhší ako Grand Canyon v Spojených štátach. Snímky tohto kaňonu študujú vedci už mnoho rokov. Po analýze snímkov z kamery HIRISE na palube sondy Mars Reconnaissance Odyssey (MRO) objavili útvary, ktoré pripomínajú systém trhlín v Himalájach, v Tibate, okolo Mŕtveho mora v Izraeli, ale i v Kalifornii.

Napríklad dve platne, Valles Marineris North a Valles Marineris South, sa pohli pozdĺžne oproti sebe na úseku dlhom 150 kilometrov. Pre porovnanie: v známej trhline San Andreas v Kalifornii sa dve platne pohybujú pozdĺž seba na dvojnásobne dlhšom úseku – 300 kilometrov.

Vedci analyzovali vyše 100 snímkov zo sondy MRO. Zatiaľ objavili na Marse iba dve platne, ale najmenej desať útvarov, ktoré svedčia o ich pohybe. Na povrchu Zeme sa pohybuje 7 veľkých platní a desiatky menších. Niektoré sa pohybujú proti sebe a po kontakte sa prekrývajú/podsúvajú, iné sa pohybujú proti sebe pozdĺžne, tak ako platne po oboch stranách Valles Marineris.

Na Zemi sa kryhy posúvajú už miliardy rokov. Niekoľkokrát sa spojili a vytvorili superkontinenty, ktoré sa po čase opäť rozpadli. Tektonická mapa Zeme pripomína preto prapraskanú škrupinu vajca. Podľa niektorých ved-

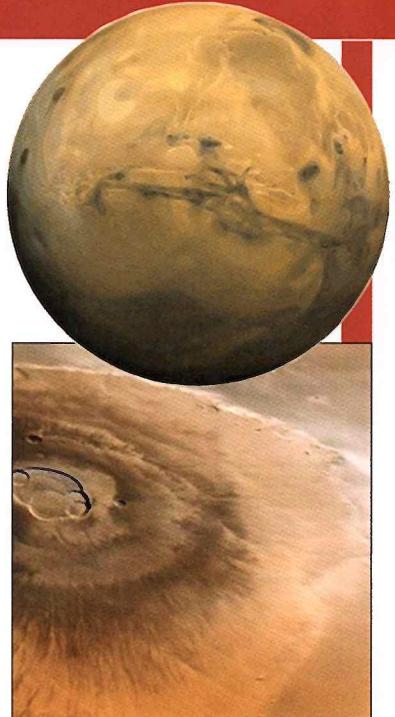
cov povrch Marsu vyzerá tak, akoby tektonická parcelácia povrchu iba začína. Oponenti však tvrdia, že sme svedkami dohasínajúcej tektonickej aktivity. Ich argumenty: platne na Marse sa pohybujú oveľa pomalšie, pretože je chladnejší. Vnútorná energia Marsu, produkovaná rozpadom rádioaktívnych hornín, je slabšia. Jeho plášť nie je taký plastický ako plášť Zeme. Kryhy sa po jeho povrchu posúvajú oveľa pomalšie.

Na Marse je niekoľko reťazí „vyhasnutých“ sopiek. Vráthane troch obrovských v pohorí Tharsis. Jedna z nich, Olympus Mons s výškou 22 km, je najvyšším vulkánom v Slnečnej sústave. Vulkanológovia sa nazdávajú, že tieto sopky vznikli pohybom „horúcej škvurny“ v plášti Marsu. Na Zemi podobný mechanizmus vytvoril sopky na Havajských či Kapverdských ostrovoch.

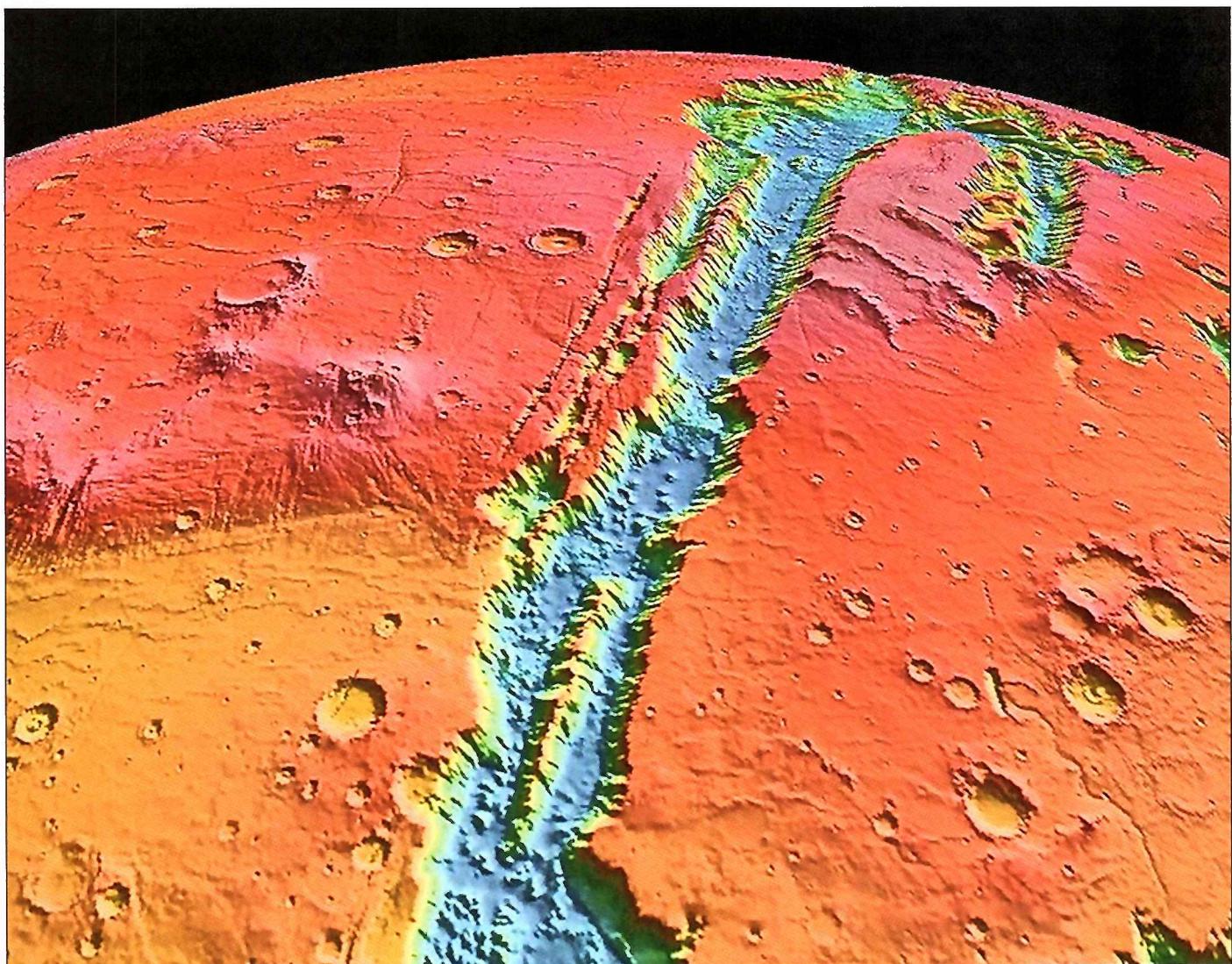
An Yin, planetárny geológ z Kalifornskej univerzity, objavil v systéme Valles Marineris výraznú trhlinu, pripomínajúcu Údolie smrti v Kalifornii, ktoré tiež vzniklo tektonickou aktivitou.

Yin tvrdí, že pohyb platní môže vyvolávať „marsotrasenie“. Platne sa na Marse nepohybujú priebežne, k posunu môže dochádzať iba raz za niekoľko miliónov rokov. Vedci zatiaľ netušia, aké sú platne hrubé. Nevedia ani to, prečo sa ich aktivita prejavuje tak zriedka. Nedokážu odhadnúť, o kolko metrov sa po „prebudení“ posunú. Nie je vylúčené, že Mars má inú platňovú tektoniku ako Zem.

Journal Lithosfere, august 2012



Valles Marineris sa na Marse ťahá pozdĺž marťanského rovnika. Gigantický zlom má dĺžku 4 000 kilometrov. Nad zlomom je pohorie Tharsis, kde sa vypina niekoľko veľkých sopiek. Najväčšou je Olympus Mons, vysoký 22 kilometrov.



Kaňon Valles Marineris na Marse je dôkazom toho, že Mars ešte nie je mŕtvou planétou. Planetárni geológovia zistili, že platne North a South sa pozdĺž seba z času na čas posunú.

**Obálka**

Hmlovina Cygnus Loop

Načechrané vlákna horúceho prachu a plynu sú pozostatkom po výbuchu supernovy pred 5000 až 8000 rokmi. Hmlovinu Cygnus Loop jasne žiariacu v UV-žiareni exponoval satelit Galaxy Evolution Explorer (GALEX). Hmlovinu Cygnus Loop je na oblohe trikrát väčšia ako Mesiac v splne a tvorí jedno „z krídel labute“ súhvezdia Labut/Cygnus.

Vlákna prachu a plynu zohriala nárazová vlna zo supernovy. Masívna hvieza, ktorá v agónii vybuchla ako supernova, je od Zeme vzdialená 1500 svetelných rokov. Jej explóziu mohli obyvatelia Zeme zaznamenať voľným okom.

NASA Press Release

Rozhovor

Lovec komét od protinožcov	s. 26 – 29
Štefan Kürti	

Album pozorovateľa / Podujatia

Astronomická prax na Lomnickom štítu	s. 36
René Nový sedlák	
21. slnečný seminár (Stará Turá 28. 8. 2012)	s. 37
Malo	
EWASS 2012 – Rím	s. 37
Malo	
LAP 2012 vo Vysokej nad Uhom	s. 39
Zdeněk Komárek	
Podivné hviezdy	s. 40
Vladimír Mešter a Milan Lachký	
Bronzové slnko nad Rožňavou	s. 41
Juraj Lörincik st.	
Letný astronomický tábor 2012	s. 41
Milada Jakubcová	

KOZMOS

populárno-vedecký astronomický časopis

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Drahomír Chochol, DrSc. a Mgr. Anna Pribulová, PhD. Vydača: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydatelstva: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydatelstvo zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk * **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčák, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenás, Mgr. Anna Pribulová, PhD, RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, DrSc. Predseda redakčného krahu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. * **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. * **Vychádzka:** 6 × do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. * **Cena** jedného čísla 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranična.tlac@siposta.sk. * **Predplatitelia:** V Českej republike A. L. L. Productions, P.O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava, tel. 44 4 537 11. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovnej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republice rozšíruje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: mila@alpro.cz. P.O. Box 732, 110 00 Praha 1. * Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OzSeČ Ústří nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 16. 9. 2012 * ISSN 0323 – 049X

Časopis Kozmos si môžete objednať aj na e-mailovej adrese redakcie kozmos@nextra.sk (uveďte meno, adresu, prípadne telefonický kontakt).

Slnecná sústava

Přepište učebnice: Curiosity sa rozjíždí

Tomáš Přibyl

Jediným problémom během oživování Curiosity se nakonec ukázalo neoprávněné poškození jednoho ze dvou čidel rychlosti a směru větru meteorologické stanice REMS. Čidla jsou vůči sobě natočena tak, aby vždy alespoň jedno nebylo stíněno dalšími aparaturami na Curiosity: bohužel, kabeláž k jednomu z nich byla nenávratně poškozena (dle hypotézy NASA odráženým kamínkem během přistání), takže měření mohou být za určitých podmínek omezena. Na druhé straně: meteorologická pozorování jsou pouze doplňková a v žádném případě nejde o hlavní úkol mise.



Slnecná sústava

Platňová tektonika na Marse?

s. 2 – 3

Zvláštnosti železnej planéty

Sky and Telescope

s. 8 – 10

Aj Zem bude mať taký osud?

s. 11

Piaty mesiac Pluta

s. 11

Kolko trvalo druhé velké bombardovanie Zeme?

s. 12

Najhlbšie miesta na Marse pokryva ľad

s. 13

Naša planéta pulzuje

Bild der Wissenschaft

s. 20 – 21

MarcoPolo R-Mission

Ján Svoreň

s. 32 – 34



Centrálny pahorok v kráteri Tycho

s. 35

Stelárna astronómia

Stovky bezprizorných hviezd v blízkosti Mliečnej cesty	s. 5
Čudná kopa slabých hviezd mimo Mliečnej cesty	s. 5
Správa o vzniku hnedých trpaslíkov	s. 7
Kozmické žiarenie s ultravysokou energiou je ešte vždy záhadou	s. 7
Najhladnejšie čierne diery maria formovanie planét	s. 7
Stará čierna diera vybuchla	s. 14
Premeny starej kopy galaxií	s. 15
Najrýchlejší pulsar	s. 15

Extrasolárne sústavy

Najstaršia planéta	s. 6
Okolo niektorých hviezd krúžia „zajaté“ planéty	s. 6
Ako objavili exoplanétu 55 Cancri e	s. 6

Kozmológia

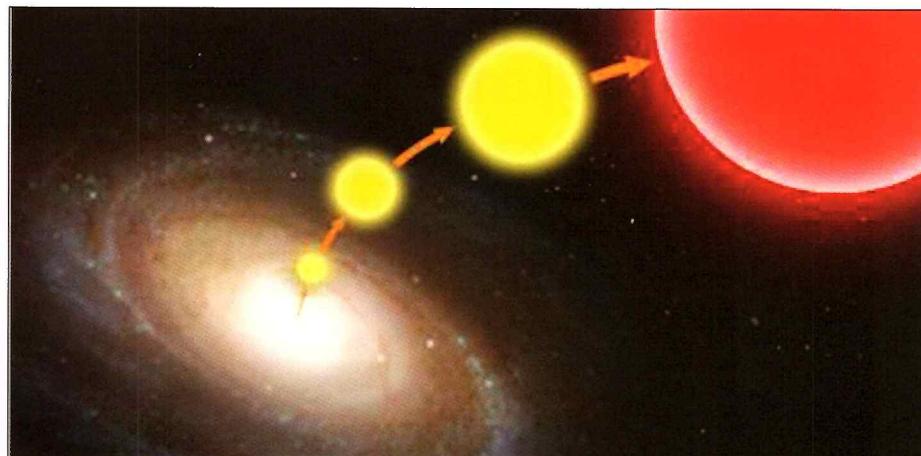
Rehabilitácia tmavej hmoty	s. 15
Na počiatku bol... prsteň?	s. 16 – 19
Bild der Wissenschaft	

Podujatia / Cestopisy

U priateľov astronómov na Balkáne	Daniela Rapavá a Pavol Rapavý
	s. 38 – 39
Úspech našich olympionikov v Riu	Dr. Ladislav Hric
	a Dr. Mária Hricová Bartolomejová
	s. 46 – 47

Nekrológ

Za Mgr. Ivanom Molnárom	
Pavol Rapavý	s. 41



Astronómovia objavili 700 hviezd, ktoré gravitačné interakcie katapultovali z našej Galaxie. V čase, keď k vyhosteniu došlo, boli to ešte malé žlté hviezdy podobné Slnku. Počas milióny rokov dlhej púte dozreli a premenili sa na červených obrov.

Stovky bezprizorných hviezd v blízkosti Mliečnej cesty

Gravitačný biliard vyhostí časom z vnútra každej galaxie množstvo hviezd. Ani Mliečna cesta nie je výnimkou. Existenciu vyhostených, osamelých hviezd, vzdalujúcich sa z materskej galaxie vysokou rýchlosťou, vedci predpokladali. Ale iba v priebehu ostatných rokov sa niekoľko z nich podarilo objaviť. Prelomom je preto objav 700 osamelých hviezd, vyhostených z Mliečnej cesty. Vedci zistili, že väčšina z nich bola katapultovaná z jej centrálnej oblasti.

Napospol ide o obrie hviezdy s vysokou metalicitou. Prezrádza ich nezvyklé sfarbenie. Hviezdy z vnútra našej Galaxie katapultovali gravitačné interakcie s inými hviezdami v prehustenom jadre, alebo blízke stretnutia s čiernom dierou. Ďalšou možnosťou sú dvojhviezdy, ktoré sa dostali do blízkosti čiernej diery. V takom prípade sa jedna z hviezd začne po stretnutí približovať po spirále k čiernej diere, druhá sa od nej extrémnou rýchlosťou vzdáuje.

Vedci z Vanderbilt University analyzovali milióny hviezd z katalógu Veľkej Sloanovej prehliadky oblohy. Jedna skupina sa zamerala na červených obrov mimo Galaxie. Sú to obrie hviezdy zvláštnej kategórie.

Cervení obri sú konečným štádiom vývoja malých žltých hviezd podobných Slnku. Aj vyhostené hviezdy, ktoré vedci z Vanderbilt University identifikovali, boli kedysi, keď ich gravitačný prak katapultoval, malými žltými hviezdami. Počas púte z Galaxie však dozreli a premenili sa na červených obrov. Dlhá púť z jadra Mliečnej cesty k jej vonkajšie-mu okraju trvala, napriek ich vysokej rýchlosťi, 10 miliónov rokov. Objav prispel k pochopeniu evolúcie našej Galaxie.

Vyhostené, superrýchle hviezdy objavujú ved-

ci pomocou niekoľkých metód. Najprv analyzujú pohyb hviezdy na oblohe, s prihliadnutím na to, či sa pohybujú smerom k nám, alebo od nás. Tak zistia, či sa hvieza pohybuje dosť rýchle na to, aby z Galaxie unikla. Potom sledujú, ako hvieza vplýva na okolie. Nakolko mladé hviezdy obáluje veľké množstvo plynu a prachu, hviezdy

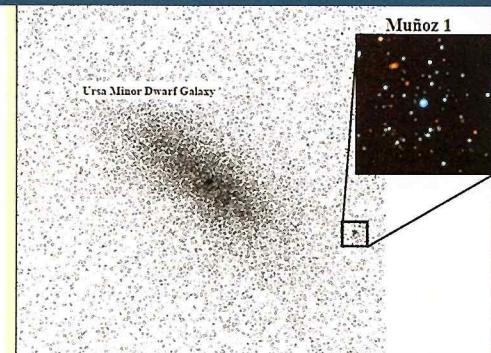


Vyhostená, superrýchla hvieza Alpha Camelopardalis vytvára svojim pohybom v oblakoch prachu a plynu ozrútnu nárazovú vlnu.

v tomto prostredí vytvárajú nárazové vlny, pripomínajúce čerenie morskej hladiny okolo pohybujúcej sa lode.

Vedci vyselektovali vyhostené hviezdy v medzigalaktickom priestore medzi Mliečnou cestou a galaxiou Andromeda. Hviezdy prezrádzala ich zvláštna, červenkastá farba. V najblížšom čase sa pokúsia zistiť, či niektoré hviezdy zo súboru nie sú nezvyčajne chladné hnedí trpaslíci. Nakolko jasnosť hnedých trpaslíkov je oveľa nižšia, museli byť pri rovnakej jasnosti oveľa bližšie k Zemi ako červení obri.

Vanderbilt University Press Release



Na snímke dalekohľadu CFHT leží guľová hviezdokopa Muñoz 1 vpravo od trpasličej galaxie Ursid Minor.

Čudná kopa slabých hviezd mimo Mliečnej cesty

Guľová hviezdokopa je skupina hviezd spútaných gravitáciou, ktoré krúžia okolo Galaxie spoločne, ako samostatný „objekt“.

Guľová hviezdokopa Muñoz 1 vyžaruje len svetlo ako 120 Slnk, hoci ju tvorí 500 000 hviezd. Objavili ju nedaleko trpasličej galaxie, krúžiacej okolo Mliečnej cesty.

Hviezdokopu objavil čílsky astronóm Ricardo Muñoz počas pozorovania inej trpasličej galaxie. Väčšina hviezdokopu má zhruba 100 000 hviezd. Pätkrát menej ako tá Muñozova.

Kopa má mimoriadne nízku jasnosť. Existujú hviezdy, ktoré majú väčšiu jasnosť ako celá Muñozova kopa. Takú nízku jasnosť má iba jedna guľová hviezdokopa obiehajúca okolo Mliečnej cesty – Segue 3.

Hviezdokopu Muñoz 1 objavili v rámci prehliadky oblohy pomocou kanadsko-francúzsko-havajského dalekohľadu (CFHT) vybaveného kamerou MegaCam. Objav potvrdil aj špeciálny spektrograf DEIMOS na dalekohľade Keck II. Údaje s Kecku mali rozhodnúť, či je hviezdokopa Muñoz 1 v gravitačnom vleku trpasličej Galaxie Ursid Minor.

Takmer každú galaxiu sprevádzajú niekoľko hviezdokopov. Vďaka spektroskopickým údajom sa dajú zmerať relatívne rýchlosť kopy i galaxie. Ukázalo sa, že rýchlosť oboch objektov sa dramaticky odlišujú, takže skutočnosť, že sa ocitli veľa seba, je náhodná. Stretnutie možno prirovnati k dvom autám, pohybujúcim sa opačným smerom s rozličnými rýchlosťami. Analýzou jasnosti a farieb hviezd v hviezdokope Muñoz 1 vedci zistili, že je od galaxie Ursid Minor, smerom k Mliečnej ceste, vzdialá 100 000 svetelných rokov.

Prečo má hviezdokopa takú nízku jasnosť? Jednou z možností je, že cestou postrácalá mnogo hviezd. Druhou, že prenikla cez Mliečnu cestu, ktorou gravitácia z nej veľa hviezd vyčesala.

Vedci však zatiaľ nevedia, akým smerom sa kopa pohybuje, takže nevedno, či naozaj našu Galaxiu prekrižovala.

Vedci sa nazdávajú, že v hale Galaxie je oveľa viac podobných hviezdokopov. Vyplýva to z toho, že prehliadka dalekohľadom CFHT pokrýva iba 40 štvorcových stupňov oblohy, čo je iba tisícina jej rozlohy.

Ak chcú vedci pochopiť vlastnosť hviezdokopy Muñoz 1, musia vypočítať jej hmotnosť z údajov o rýchlosťi jednotlivých hviezd a ich vzájomných pohybov. Ak bude mať hviezdokopa veľkú hmotnosť, bude to znamenáť, že sídi vo veľkom hniezde tmavej hmoty. Ba nie je vylúčené, že Muñoz objavil doteraz najmenšiu a najtmavšiu galaxiu! Predbežne je držiteľkou tohto rekordu trpasličia galaxia Segue 1.

Cieľom prehliadky je pochopiť rozdiel medzi trpasličími galaxiami a hviezdokopami.

CFHT Press Release

Najstaršia planéta

Už miliardu rokov po big bangu existovali planéty! Nemeckí astronómovia (Inštitút Maxa Plancka v Heidelbergu) zistili, že okolo hviezdy HIP 11952 v súhvezdí Veľryby, vzdialenej 375 svetelných rokov, krúžia 2 planéty: jedna okolo maternej hviezdy obehne za 7, druhá za 290 dní. Stará hviezdá má 12,8 miliardy rokov a v jej spektre neobjavili okrem vodíka a hélia nijaké iné prvky.

Nakoľko sa ľahšie prvky tvorili iba v jadrách najstarších hviezd, planéty v sústave HIP 11952 sa museli sformovať z materiálu, ktorý do hustého, mladého vesmíru rozptýlili explózie starších hviezd.

Planetárny systém objavili aj hviezdiari z Mnichovského observatória: pri inej starej hviezde – HIP 13044, vzdialenej 2 000 svetelných rokov v súhvezdí Pec. Táto hviezdá patrila do trpasličej galaxie, ktorú Mliečna cesta „prehlila“ pred miliardami rokov. Hviezdá HIP 11952 sa však sformovala v našej Galaxii v čase, keď sa náš hviezdný ostrov iba začal formovať.

Objavy svedčia o tom, že planéty sa formovali aj okolo hviezd s nízkym obsahom kovov. Teória to donedávna vylučovala.

Bild der Wissenschaft



Hviezda HIP 11952 vznikla už miliardu rokov po big bangu a napriek tomu má najmenej 2 planéty.

Okolo niektorých hviezd krúžia „zajaté“ planéty

Podľa najnovších údajov niekoľko miliárd hviezd v našej Galaxii má v planetárnej sústave aj terestrické, Zemi podobné planéty. Zajatcov, ktorí sa sformovali pri inej hviezde, ale boli z materskej sústavy katapultované. Objav môže objasniť tak pôvod niekoľkých exoplanét, ktoré krúžia vo veľkých vzdialenosťach od hviezd, ako aj existenciu dvojplanét.

Hagai Perets z Harvardu a Thijs Kouwenhoven z Pekinskej univerzity skúmali na počítači kopy mladých hviezd, v ktorých sa pohybujú aj osamelé, vyhostené planéty. Zistili, že ak sa počet terestrických, skalnatých planét rovná počtu hviezd, potom 3 až 6 % hviezd v priebehu času nejakú z nich gravitačne pripúta. Masívnejšie hviezdá sú pochopiteľne úspešnejšie.

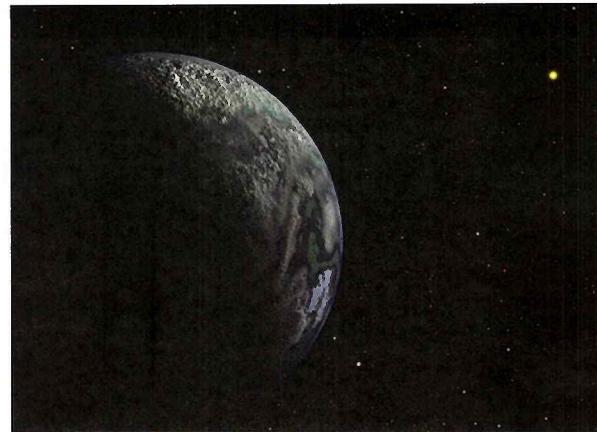
Na kopy mladých hviezd sa zamerali preto, že v malom prehusení priestoru sú podobné interakcie častejšie. Vzdialenosť medzi hviezdami v kope sa postupom času zväčšujú, takže väčšina „gravitačných zajatí“ sa uskutoční v mladých kopách.

Dnes vieme, že vznik a vývoj terestrických planét je prirodzeným dôsledkom formovania hviezd. Okolo mladých hviezd krúži obvykle väčší počet planét ako neskôr, keď sa chaotické pomery časom stabilizujú. Neraď sa stáva, že v prípade interakcie dvoch blízkych objektov je jeden z nich katapultovaný mimo sústavu. Ak sa vyhostená planéta neskôr stretnie s hviezdou, ktorá sa pohybuje rovnakou rýchlosťou a rovnakým smerom, planéta sa ocitne v jej gravitačnom zajatí.

Zajaté planéty krúžia okolo hostiteľských hviezd v sto až tisícásobne väčších vzdialenosťach ako Zem okolo Slnka. Navyše, zväčša sa pohybujú po dráhach, ktoré majú oproti dráham domácich planét istý sklon. Dokonca sa stáva, že

okolo hviezdy krúžia opačným smerom ako planéty – domorodci.

Zajaté planéty sa ľahko rozlišujú od domácich planét, ktoré mohli byť gravitačnými biliardom vyhostené na veľmi vzdialené obežné dráhy s veľkým sklonom. Vedci sa preto usilujú hľadať zajaté planéty pri menších hviezdach, ktoré majajú menšie disky, takže formovanie planét vo väčšej vzdialosti, vzhľadom na nedostatok hmoty v disku, je nepravdepodobné.



Ilustrácia znázorňuje zajatú planétu, krúžiacu na periferii planetárnej sústavy. Vedci predpokladajú, že jedna z dvadsaťtich hviezd v Mliečnej ceste, by mala mať zajatú planétu.

V roku 2006 zverejnilo ESO objav dvoch bludných joviánskych planét (7 a 14_J), ktoré putujú vesmírom bez hviezd, obiehajúc spoločné ľažisko. Nedávny objav terestrickej bludnej dvojplanéty vedcov presvedčilo, že idú správnym smerom. Po preskúmaní väčšieho počtu planetárnych systémov a objave ďalších osamelých dvojplanét budú mûdrejší.

V Slnčnej sústave, za Plutom, zatiaľ zajatú planétu neobjavili. Prítomnosť veľkých, vzdialenosťí planét možno v našej sústave vylúčiť. Ale prítomnosť jednej, alebo viacerých menších, terestrických planét vylúčiť nemožno.

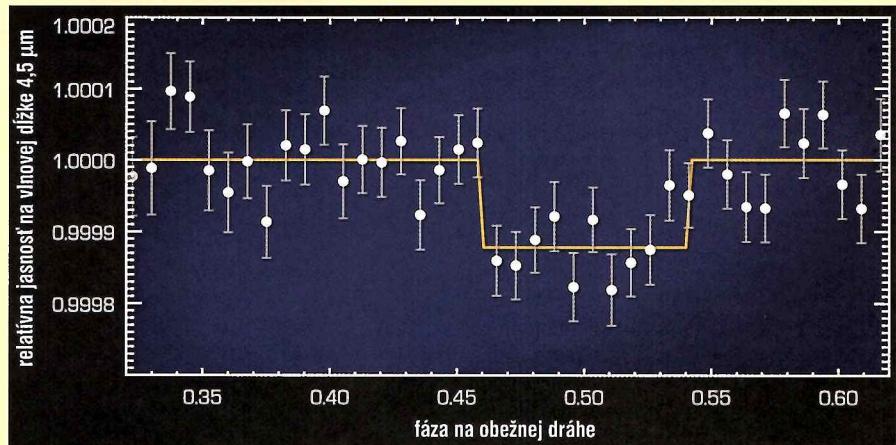
Astrophysical Journal

Ako objavili exoplanétu 55 Cancri e

Graf podľa údajov z vesmírneho ďaleko-hľadu Spitzer znázorňuje intenzitu žiarenia zo superZeme, nazývanej 55 Cancri e. Je to zatiaľ najmenšie teleso mimo našej sústavy, ktoré sviesto sme dokázali priamo zachytiť. SuperZeme sú hmotnejšie ako Zem, ale ľahšie ako plynoví obri typu Neptúna. Nová technika umožňuje objavy ešte menších, Zemi podobných planét.

Infračervené žiarenie zo sústavy 55 Cancri, hviezd a piatich planét, sa zmení, keď sa planéta krúžiacu okolo hviezdy ocitne za ňou. Kým je planéta e za hviezdou, jasnosť systému nepatrne klesne. Keď sa planéta spoza hviezdy vynorí, jasnosť systému sa zvýší. Z údajov sa dá vypočítať, kolko svetla odráža samotná planéta. Z takých informácií sa dá odvodiť aj zloženie atmosfér na exoplanétoch.

Spitzer Press Release



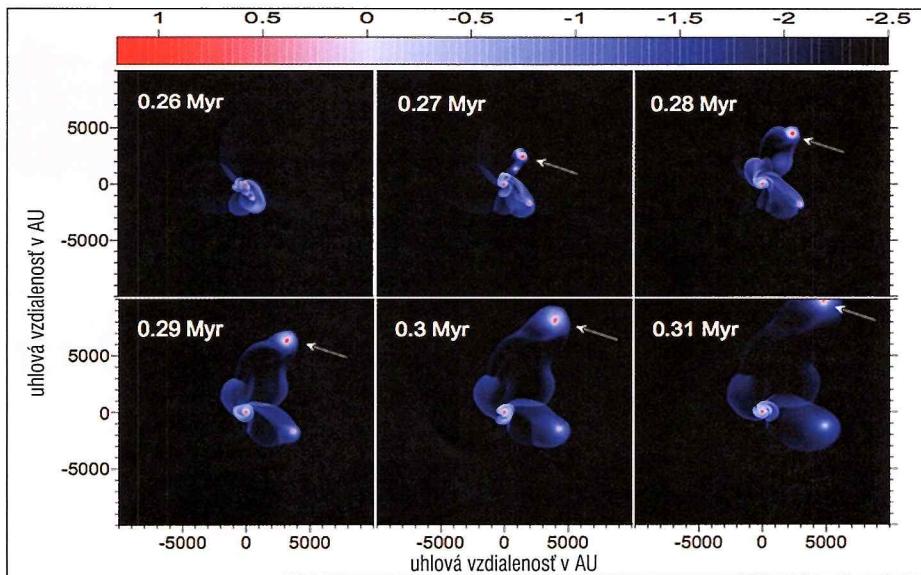
Záznam žiarenia zo sústavy 55 Cancri počas zákrytu.

Správa o vzniku hnédych trpaslíkov

Hnedí trpaslíci sú objekty, čo do hmotnosti medzi hviezdu a planétou. Na planéto majú príliš veľkú hmotnosť. Na hviezu sa však nepremenili, lebo nestihli nabaliť z okolia takú hmotu, aby sa v ich jadrach spustili reakcie jadrovej fúzie. Záhadu vzniku a evolúcie hnédych trpaslíkov poodhalili kanadskí, rakúski a ruskí astronómovia. Nazdávajú sa, že sa odpútali z kolabujúceho prachoplynového oblaku ešte v štadiu, keď sa v nôm formoval protostelárny disk.

Vedci namodelovali dynamiku protostelárnych diskov, v ktorých vznikajú „normálne“ hviezdy. Slnčná sústava sa z takého disku vyvinula pred 5 miliardami rokov. Zistili, že pri istom momente hybnosti disku (rýchlosť rotácie), sa z neho mohli poľahky uvoľniť veľké balíky hmoty. Strata hmoty však formovanie centrálnej hviezdy neohrozila.

Vo vyvrhnutých balíkoch hmoty pokračoval



Sklačka znázorňuje proces vyvrhovania balíka hmoty z protostelárneho disku.

Najhladnejšie čierne diery maria formovanie hviezd

V strede masívnych galaxií hniezdia masívne čierne diery. Niektoré nabáľajú z okolia obrovské množstvo plynu a prachu. Hmota, špirálujúca do čiernej diery, dosahuje bezmála rýchlosť svetla a je taká horúca, že uvoľňuje gigantické množstvo energie. Vedci zistili, že najaktívnejšie čierne diery stáčajú v hostiteľských galaxiách formovanie nových hviezd aj ich rast.

Vedci už dávno skúmajú, ako aktivita čiernych



Čierna diera v galaxii Arp 220 vysáva z okolia množstvo hmoty.

dier a hviezdotvorba súvisia. Predpokladali, že energia vyžarovaná z okolia najaktívnejších čiernych dier môže rozptylovať oblaky chladného plynu, v ktorom sa rodia hviezdy. Táto hypotéza stála na vratkých nohách, až kým Mathew Page z University College v Londýne neporovnal množstvo rodiacich sa hviezd a emisie z centrálnej čiernej diery v 65 galaxiach.

Vo väčšine prípadov sa potvrdilo, že medzi emisiami a hviezdotvorbou existuje priamy vzťah. V prípade galaxií s najaktívnejšími čiernymi dierami počet nových hviezd prudko klesá. Hypotézu overia výskumy ďalších galaxií. Nie je totiž isté, či iba najhladnejšie čierne diery bráňia formovaniu hviezd, alebo tento proces prebieha vo všetkých galaxiach, pričom v tých najaktívnejších prebiehajú tieto procesy rýchlejšie.

Nature

Vzplanutia žiarenia gama nie sú zdrojom extrémneho kozmického žiarenia

Z veľkého protostelárneho disku sa môže uvoľniť aj viac balíkov hmoty. Modely pripúšťajú aj vznik niekoľkých hnédych trpaslíkov. Ak sa scenár potvrdí, vo vesmíre je množstvo hnédych trpaslíkov. Ak sú privelmi vzdialé, vzhľadom na nízku jasnosť sa ľahko rozlišujú. Vedci sa však nazdávajú, že práve existencia týchto telies môže skrývať časť odpovede na záhadu tmavej hmoty.

Nie je vylúčené, že významné množstvo hmoty vesmíru obsahujú hnédí trpaslíci. Takže podiel neznámej tmavej hmoty by mal byť nižší, ako predpokladáme. Táto myšlienka nie je nová, ale neexistovali pre ňu hodnotové dôkazy. To isté platí pre hypotézu, podľa ktorej prvé hviezdy v mladom vesmíre museli byť mimoriadne masívne. Vo svete najnovších objavov ju bude treba preveriť.

The Astrophysical Journal

Vzplanutia žiarenia gama nie sú zdrojom extrémneho kozmického žiarenia

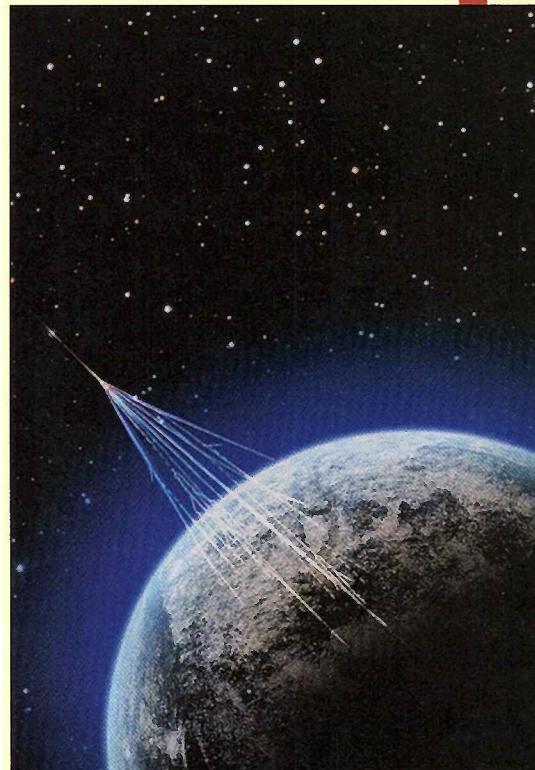
Kozmické žiarenie s ultravysokou energiou objavili už v 19. storočí. Odvtedy vedci pátrajú, čo je jeho zdrojom. Spomedzi tucta teórií sa najviac presadili dve možnosti:

- zánik supermasívnej hviezdy, pri ktorom vznikajú vzplanutia žiarenia gama (GRB);
- výtrasy zo supermasívnych čiernych dier, ktoré dokážu urýchliť časticu na milión až miliardkrát vyššie energie ako najväčšie pozemské urýchľovače.

Vedci z Lawrence National Laboratory v Kalifornii prvú z teórií vylúčili. Tim analyzoval údaje z IceCube (detektor s rozmermi kubického kilometra zabudovaný do antarktickej ľadovca.) IceCube deteguje neutrínu, časticu, ktorých reakcie s hmotou sú neobyčajne slabé. Neutrína vznikajú, keď sa kozmické žiarenie s vysokou energiou rozpadá na iné časticu. Vedci porovnali polohy viac ako 200 GRB s údajmi, ktoré dodal IceCube.

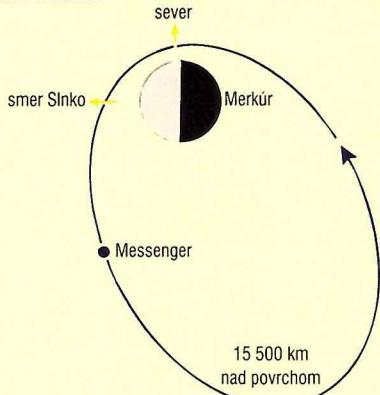
Očakávali, že zaznamenajú najmenej 8 udalostí zo zdrojov GRB. IceCube však nezaznamenal ani jedinú, takže GRB určite nie sú zdrojom kozmického žiarenia s vysokou energiou. To však ešte neznamená, že zdrojom sú výtrasy zo supermasívnych čiernych dier. Vedci preto využijú IceCube a ďalšie detektory častic, aby záhadu vyriešili.

Nature



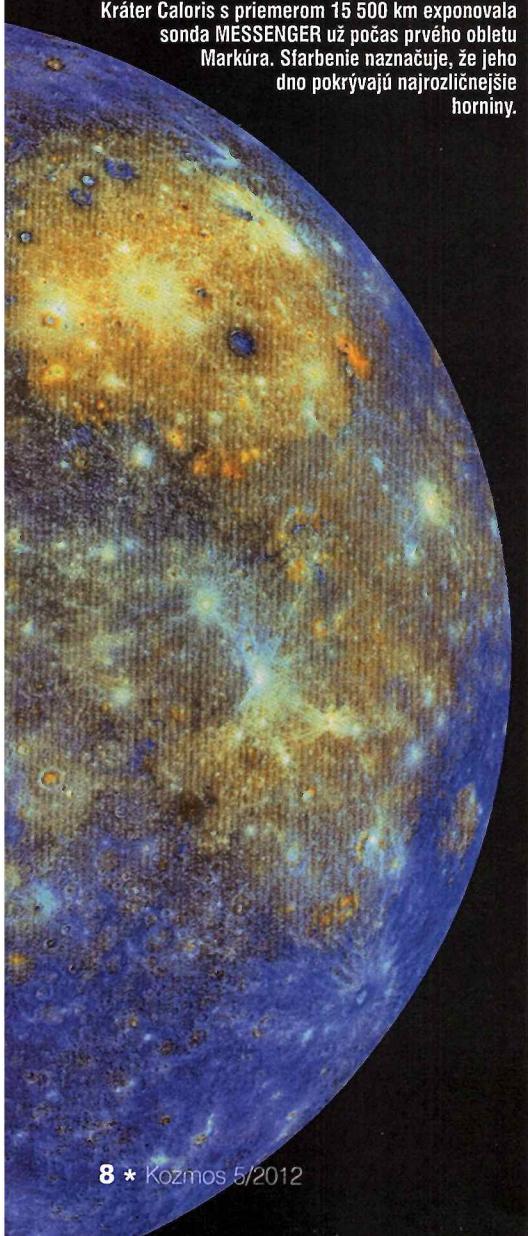
Spŕška častic kozmického žiarenia: americkým vedcom sa podarilo dokázať, že zdrojom kozmického žiarenia s vysokou energiou nie sú vzplanutia žiarenia gama (GRB).

Najmenšia planéta našej Slnčnej sústavy má obrovské jadro zo železa. Má povrch pokrytý prastarými kobercami lávy; má zloženie, ktoré planetológovia nedokážu presvedčivo vysvetliť. Ani údaje zo sondy MESSENGER neumožnili zatiaľ vedcom načrtuť úplný obraz Merkúra.



MESSENGER krúži okolo Merkúra po elipsovitej polárnej dráhe. Nad severným pólem sa priblíži k planéte na 200 km. Nad južným pólem preletia vo výške 15 500 km.

Kráter Caloris s priemerom 15 500 km exponovala sonda MESSENGER už počas prvého obлетu Merkúra. Staranie naznačuje, že jeho dno pokrývajú najrozličnejšie horniny.



Zvláštnosti

Väčšinu údajov dodali spektrometre, ktoré zachytávali odrazené röntgenové, gama- a neutrónové emisie z horúceho povrchu planéty. V horninách Merkúra detegovali viaceré fažké prvky: kremík, horčík, hliník a železo. Potvrdili poznanok pozemských pozorovateľov, že železo sa na povrchu Merkúra vyskytuje iba v nepatrnom množstve, hoci vo vnútri práve železo dominuje. Na druhej strane množstvo horčika v horninách povrchu vedcov doslova šokovalo. Na nijakom terestrickom telesu Slnčnej sústavy čosi podobné nezaznamenalo.

Neočakávaný vysoký výskyt sýry, draslíka a sodíka je tiež prekvapujúci. Napospol ide o prvky, ktoré sa vyparujú už pri nízkej teplote. Fakt, že sa v takom množstve vyskytujú na horúcom povrchu Merkúra, spochybnil doterajšie teórie vzniku a vývoja tejto planéty. No nielen Merkúra: údaje zo sondy MESSENGER otriasli aj platnými teóriami, vysvetlujúcimi formovanie terestrických planét!

Jadro železnej planéty

Merkúr má obrovské kovové jadro. V jadre, ktoré predstavuje tri štvrtiny priemeru a polovicu objemu planéty, dominuje železo. Už v roku 1970, po analýze údajov zo sondy Mariner 10, sa vedci čudovali, ako sa mohla planéta so železným srdcom sformovať pred 4,5 miliardami rokov.

Podľa jednej teórie pôvodné zloženie Merkúra pripomínalo Zem. Silné žiarenie mladého Slnka však spôsobilo, že sa vonkajšie vrstvy vyparili. Ibaže v takom prípade by sa na povrchu zachovali iba nepatrné množstvá sýry, draslíka a sodíka. Spektrometre na sonda MESSENGER však detegovali na povrchu veľké množstvo týchto prvkov. Tento fakt nikto nedokáže vysvetliť.

Podľa inej teórie sa mladý a oveľa väčší Merkúr zrazil s veľkým telesom. Kolízia ho

pripravila o kôru a väčšinu plášťa. Predpokladá sa, že impaktujúce teleso bolo rovnako veľké ako objekt, ktorý sa zrazil so Zemou. Podľa tejto teórie sa z vyvrhnutého materiálu sformoval Mesiac. Merkúr však má oveľa slabšiu gravitáciu ako Zem, takže väčšina vypareného a vyvrhnutého materiálu sa rozptýlila v okolitom priestore. Viaceré údaje túto teóriu potvrdzujú, ale nikto nedokáže vysvetliť, prečo sa na povrchu planéty zachovalo 10-krát viac sýry ako na Zemi. Síra sa počas gigantickej zrážky musela vypariť.

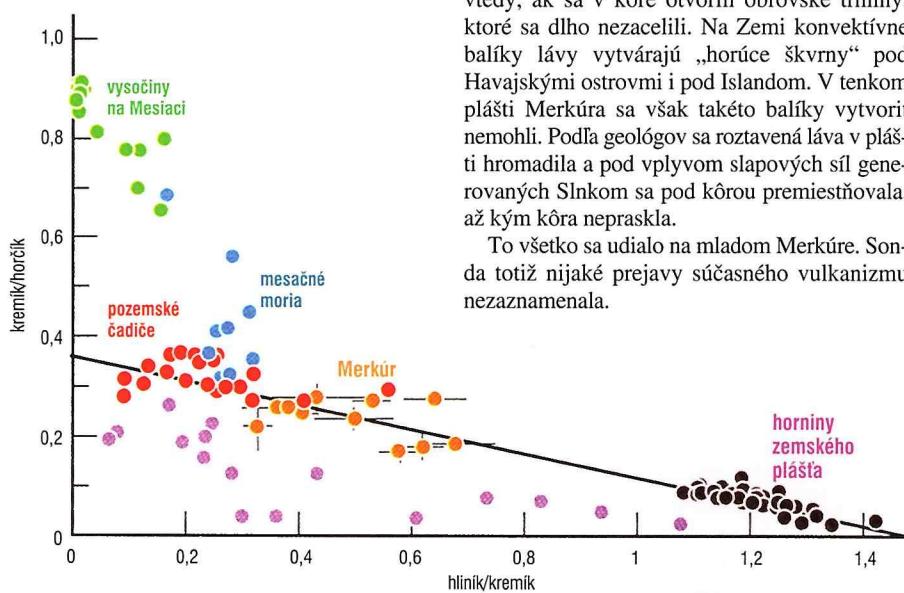
Podľa ďalšej teórie sa Merkúr nikdy nepodobal Zemi. Sformoval sa z menších telies, bohatých na železo. V Slnčnej sústave sa pohybuje množstvo takýchto telies: sú to CV chondrity, meteority s vysokým obsahom kovov. Údaje o zložení povrchu planéty však túto teóriu nepotvrdzujú. Do úvahy pripadajú aubrity, meteority s menším podielom železa. Je možné, že primordiálna hmota, ktorá sa priblížila k Slnku, bola bohatá na uhlík, ale chudobná na kyslík. Planetezi mály s takým zložením mohli dopraviť na povrch Merkúra aj železo a súčasne zabránili, aby sa železo stalo súčasťou povrchových hornín. Železo sa v plastickej protoplanéte postupne usadzovalo v jadre.

Záplava kuriozít

Už po analýze snímkov zo sondy Mariner 10 vedci vedeli, že na vytváraní povrchu železnej planéty sa významne podieľal vulkanizmus. Kamery sondy MESSENGER potvrdili, že šíre pláne medzi krátermi pokrývajú hrubé koberce lávy. Z tohto pohľadu je výnimočné najmä okolie severného pólu, pokrývajúce 6 % povrchu planéty. Túto oblasť, akýsi ozrutný bazén, vyplnila kedyś láva z nepredstaviteľne mohutného výveru. Povrch Spojených štátov by tento koberec lávy pokryl 1 600 až 3 200 metrov hrubou vrstvou.

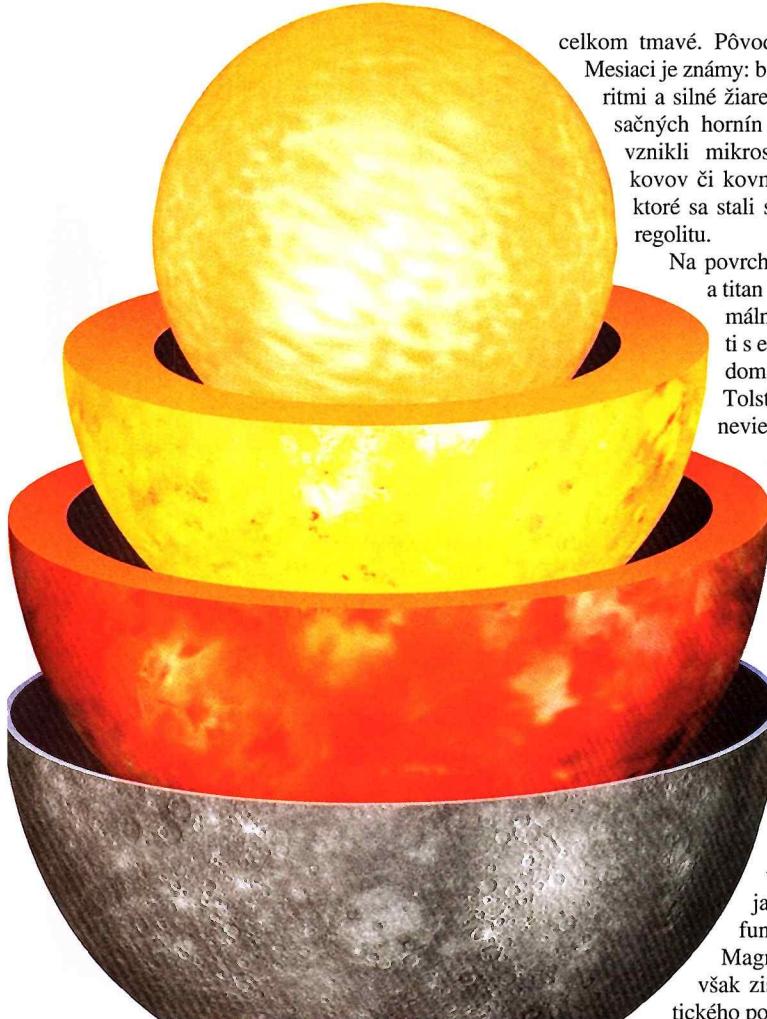
Takýto masívny výron magmy bol možný iba vtedy, ak sa v kôre otvorili obrovské trhliny, ktoré sa dlho nezacelili. Na Zemi konvektívne balíky lávy vytvárajú „horúce škvry“ pod Havajskými ostrovmi i pod Islandom. V tenkom plášti Merkúra sa však takéto balíky vytvoril nemohli. Podľa geológov sa roztažená láva v plášti hromadila a pod vplyvom slapových sôl generovaných Slnkom sa pod kôrou premiestňovala, až kým kôra nepraskla.

To všetko sa udialo na mladom Merkure. Sonda totiž nijaké prejavy súčasného vulkanizmu nezaznamenala.



Zloženie povrchu Merkúra sa výrazne odlišuje od zloženia povrchov Zeme a Mesiaca. Znamená to, že jeho geologická história je odlišná.

železnej planéty



Merkúr má železné jadro. Sústreduje polovicu objemu planéty. Ilustrácia znázorňuje aj hrúbku vnútorného a vonkajšieho plášta a tenkej kôry.

Merkúr však nie je geologicky mŕtvy. Na jeho povrchu vidíme zoskupenia priehlbni s priemermi od 10 metrov po niekoľko kilometrov. Tieto „brlohy“ majú svetlé vnútra i okraje. Vyzerajú ako čerstvé impaktné krátery.

Vedci sa nazdávajú, že brlohy boli pôvodne ložiskami prchavých materiálov. Plyny sa z geologických pascí uvoľnili buď pod vplyvom slnečného žiarenia, alebo po dopade blízkeho meteoritu, či pod tlakom hornín vystupujúcich od horúceho jadra.

Takýto terén, pripomínajúci švajčiarsky syr, sa vyskytuje aj na Marse, v oblastiach okolo južného pólu. Na Marse však tieto malé krátery vznikajú iba na jar, keď sa ľad CO_2 prekrytý vodným ľadom prehreje, premení sa na plyn, zväčší objem a prerazí na povrch. Brlohy na Merkúre však majú iný pôvod. Ložiská neznámeho materiálu, ktorý exploduje, sa v kôre uložili v dávnej minulosti.

Geológov mylí fakt, že sa tieto útvary vyskytujú najmä na poliach neznámeho, tmavého materiálu. Merkúr odráža oveľa menej slnečného svetla ako Mesiac, niektoré oblasti sú totiž

celkom tmavé. Pôvod tmavých škvŕn na Mesiaci je známy: bombardovanie meteoriťmi a silné žiarenie uvoľňovali z mesačných hornín železo a titan. Tak vznikli mikroskopické ostrovčeky kovov či kovmi obohateného skla, ktoré sa stali súčasťou tmavnúceho regolitu.

Na povrchu Merkúra sa železo a titan vyskytujú iba v minimálnom množstve. Oblasti s extrémne nízkym albedom, najmä okolo krátera Tolstoj, sú záhadou. Nikto nevie, čo vyvolalo zmeny zloženia pôvodného povrchu.

Magnetické siločiary

Už sonda Mariner 10 zistila, že Merkúr je okrem Zeme jediným terestrickým telesom, ktoré má významné magnetické pole. Existencia pola svedčí o tom, že vonkajšia, ešte vždy plastická časť jadra klokoce, bubble, funguje ako dynamo.

Magnetometer na sonda však zistil, že zdroj magnetického pola neleží v strede planéty, ale sa nachádza pod severným póлом, v hĺbke 480 kilometrov!!!

Táto anomália má závažné dôsledky. Posun magnetického pola k severnému pólu vystavuje južný poloogoli Merkúra (najmä časť pod okrajom „skrytého“ magnetického pola), intenzívnemu žiareniu. Siločiary magnetického pola nevytvárajú totiž nad južnou poloogolu ochranný štít, lebo sa spájajú v jej vnútre! Nad južným pólem „povieva“ iba štica voľných siločiar. Okolo siločiar špirálujú nabité častice a unikajú do okolitého priestoru. Táto zvláštnosť spôsobila, že horniny vo vysokých južných šírkach Merkúra zvetrávajú oveľa intenzívnejšie. Z týchto údajov vedci odvodili, že dynamo neleží v strede planéty, ale na rozhraní jadra a plášta.

Kuriozita však má háčik: geologické dynamo by malo generovať oveľa silnejšie magnetické pole, ako prístroje namerali. Vedci sa nazdávajú,



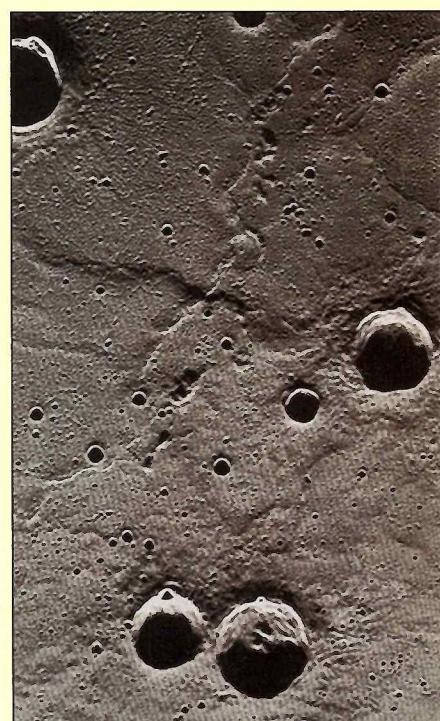
Terén okolo severného pólu Merkúra, zhruba 3,6 milióna štvorcových kilometrov, pokrýva hrubý koberec lávy. Klukatá trhliny uprostred sa vytvorila potom, ako láva vychladla a jej objem sa scvrkol. Početné „čerstvé“ impakty svedčia o tom, že výrony lávy sa odohrali na mladom Merkúre.

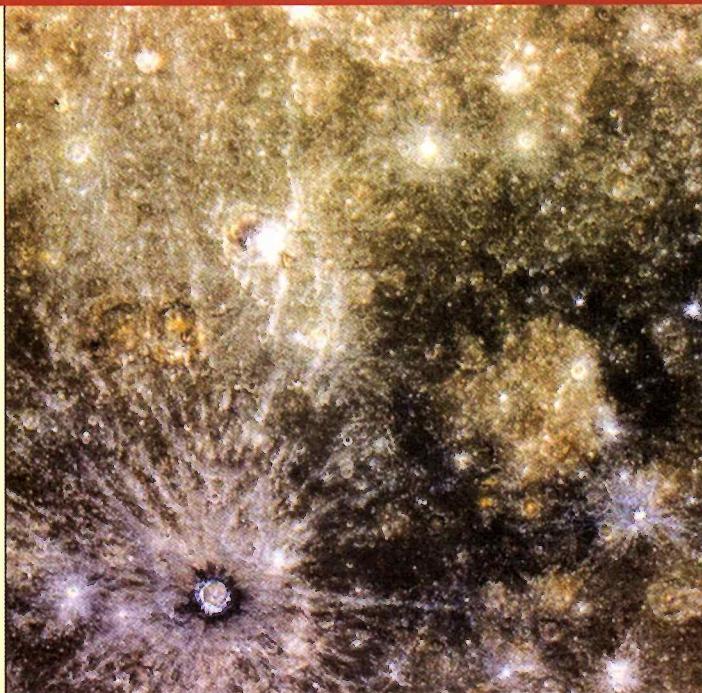
Hľadajte meteority z Merkúra



V roku 2009 Brett Gladman a Jaime Coffey z University of British Columbia vypočítali, že na Zem muselo v minulosti dopadnúť množstvo meteoritov z Merkúra. Vypočítali, že 2 až 5% úlomkov, vymrštených početnými impaktmi rýchlosťou 4 kilometre za sekundu, mohli dopadnúť na Zem po uplynutí 30 miliónov rokov.

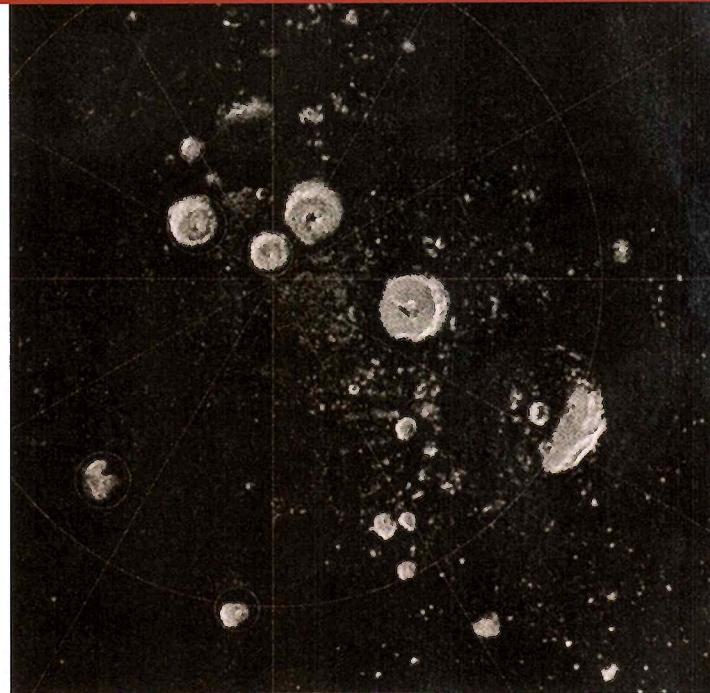
Meteority z Merkúra, či už rovnorodé kúsky hornín alebo spečené zlepence, by mali obsahovať vysoký podiel horľáka a sopečných látok, ale iba minimálne množstvo železa. Také zloženie majú vzácné meteority – aubrity (na obrázku). Kúsok Merkúra by však mal byť oveľa tmavší ako aubrit. Mal by páchnuť po síre, mali by na ňom byť stopy po kozmickom žiareni, ba mohol byť aj trochu zmagnetizovaný.





Kráter Tolstoj s priemerom 400 km obklopuje záhadný tmavý materiál. Rovnako ako kráter Basho (vľavo), ktorý je oveľa mladší. To svedčí o tom, že tmavý materiál nespôsobila erózia, ale chemické procesy v povrchových horninách. Snímka vpravo: Krátery okolo severného pólu Merkúra. Túto radarovú snímku získal rádioteleskop v Arecibe. Svetlý materiál na dne kráterov je možno vodný ľad.

Hrebene a údolia v kráteri Riditaldi. Jasné, modrasté škvry, nazývané brlohy, sa vyskytujú na celej planéte. Boli to ložiská sopečného plynu, ktorý sa predral na povrch.



že magnetické pole, ktoré obklopuje železnú planétu spolu so slnečným vetrom, vytvárajú čosi ako negatívnu spätnú väzbu, čím zoslabujú výslednú silu magnetického pola. Podľa alternatívnej teórie musí byť spodný plášť Merkúra neobyčajne hustý. Možno ho tvoria sírany železa, ktoré magnetické pole utlmuju.

Údaje z magnetometrov budú vedci ešte dlho analyzovať. Už teraz ich však udivuje, koľko molekúl sodíka, horčíka, vápnika, kyslíka, hélia, ba aj vody uniká do okolitého priestoru. Prítom jednotlivé prúdy molekúl sa odlišujú: sodík a vápnik sa koncentrujú nad polárnymi okrajmi pola, horčík a hélium sa rozptyľujú rovnomernejšie. A astrofyzici hľajú nad tým, prečo sa energetické vzplanutia, doprevádzané výromi elektrónov s energiami 10 000 až 200 000 elektrónvoltov (porovnatne s energiami fotónov na lekárskych röntgenoch) takto správajú najmä nad strednými severnými šírkami! MESSENGER sprostredkoval viac záhad ako jednoznačných objavov.

Ako ďalej?

Naštastie, misiu MESSENGER predĺžili až do decembra 2012. Bolo to nevyhnutné, pretože vedci ešte iba začali skúmať vlastnosti gravitačného pola Merkúra. Bez týchto údajov by nedokázali zrekonštruovať jeho vnútro. Geológovia skúmajú, odkiaľ unikajú plyny, ako dlho trval na planéte vulkanizmus, do akej miery vráskavosť planéty spôsobilo chladnutie a scvrkávanie jej vnútra.

Ďalšie záhady objavili okolo oboch pólsov. Už pred 20 rokmi našli radaroví astronómovia v polárnych oblastiach jasné škvry. Máloktoľátká dokáže odrážať radarové impulzy tak efektívne ako vodný ľad. Mohol sa vodný ľad na horúcej planéte zachovať? Mohol... Rotačná os Merkúra má totiž iba minimálny sklon, takže na dno kráterov okolo pólsov nikdy nepreniklo slnečné svetlo. Objav vodného ľadu v týchto skrýšach by preto nebol prekvapením.

Neutrónový spektrometer na sonda dokáže detegovať prítomnosť vodíka na povrchu. Zakaždým, keď MESSENGER preletí nad severným póлом (vo chvíli keď čitate Kozmos dovrší tisíci oblet), spektrometer spočítá atómy vodíka, zviazané v molekulách vody. Svetlé škvry však nemusí tvoriť vodný ľad, ale napríklad síran železa. Tím okolo sondy vyskúša niekoľko metód, až kým si nebude načistom. Záhadu vodného ľadu vraj do konca roku vyriešia.

Sky and Telescope



Pás povrchu Merkúra, ktorý sonda monitorovala počas 2. obletu. Vzdialenosť od oranžového krátera (v strede) k dvom najväčším susedom je 160 km.





Ilustrácia znázorňuje bieleho trpaslíka PG0843+516, okolo ktorého krúžia zvyšky voľakedajšej terestrickej planéty.

Aj Zem bude mať taký osud?

Astronómovia z University of Warwick objavili štyroch bielych trpaslíkov, okolo ktorých krúžia disky. Mohli by to byť zvyšky planét podobných Zemi. Jeden z bielych trpaslíkov prehľne onedlho zvyšok jadra terestrickej planéty!

Vedci študovali atmosféru 80 bielych trpaslíkov vo vzdialostiach do 100 svetelných rokov od Zeme. Zistili, že väčšinu ich atmosfér tvoria prvky známe aj v našej sústave: kyslík, horčík, kremík a železo. Tieto štyri prvky tvoria 93 % hmotnosti Zeme. Objav malého množstva uhlíka naznačil, že okolo týchto hviezd krúžili kedy si terestrické planéty!!

Vieme, že biele trpaslící sú vlastne jadrami Slnku podobných hviezd, ktoré spotrebovali palivo. Tieto hviezdy v záverečnom štadiu zväčšujú svoj priemer, príčom najbližšie planéty zamknú, alebo sa po vzájomných kolíziach rozpadnú. V záverečnej agónii sa umierajúca hvieza postupne zbaví obálky, exploduje a premení sa na bieleho trpaslíka. Materiál z rozpadnutých planét sa po takejto kataklizme sformuje do disku.

Čosi podobné sa odohrá o 4 až 5 miliárd rokov aj v našej Slnečnej sústave. Slnko bude postupne strácať hmotnosť. Jeho gravitácia bude slabnúť, takže planéty, okrem najblížších, sa od neho budú vzdalať. Ich obežné dráhy sa budú priebežne meniť. V destabilizovanej sústave sa budú množiť vzájomné zrážky.

Jeden z bielych trpaslíkov, ktoré študujú vedci z University of Warwick, PG0843+516, aktívne pohlcuje zvyšky jadra bývalej terestrickej planéty. Vedci v atmosféri bieleho trpaslíka detegovali väčšie množstvo železa, niklu a síry, tažkých prvkov, ktoré sa vyskytujú v jadrach terestrických planét. Do vnútra sa dostali ešte v období, keď sa planéty formovali. Nakolko sa v atmosfére bielych trpaslíkov vyskytuje najmä vodík a helíum, všetky tažšie prvky musia tieto hviezdy nabaliť z okolia. Vedci vypočítali, že biele trpaslík každú sekundu nabalí až milión kilogramov materiálu.

Objav dokazuje destrukciu Zemi podobnej planéty v zajati bieleho trpaslíka.

Vyparujúce sa prvky bieleho trpaslíka nabaľuje. Údaje o 80 bielych trpaslíkoch získali vedci pomocou spektrografovi Cosmic Origin Hubblovho vesmírneho dalekohľadu.

Royal Astronomical Society Press Release



Piaty mesiac Pluta

Má priemer 10 až 24 kilometrov a okolo Pluta obieha vo vzdialosti 33 000 kilometrov. Planetológovia celkom nerozumejú, ako môže mať také malé teleso takto satelitov. Podľa najpríjemnejšej teórie sú mesiačiky pozostatkom po dávnej kolízii Pluto s veľkým telesom Kuiperovho pásu. Objav zohľadnia aj programátori blízkeho obletu Pluta sondou New Horizons v roku 2015.



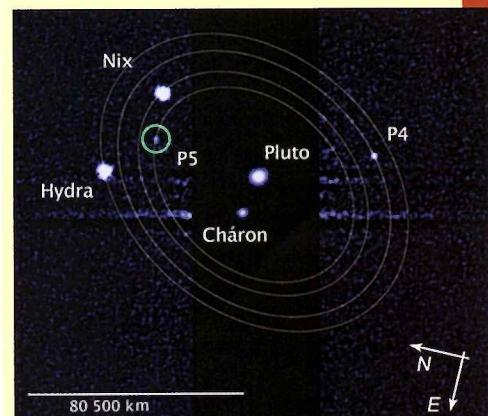
Pri nasmerovaní sondy New Horizons (na ilustrácii s Plutom a Cháronom) na blízky oblet Pluta v roku 2015 budú programátori už počítať aj s mesiačikom P5.

Tím Hubblovho vesmírneho dalekohľadu (HST), ktorý mesiačik objavil) monitoruje systém Pluta kvôli bezpečnosti sondy. New Horizons obletí Pluto rýchlosťou 47 000 kilometrov za hodinu a jazrátka s nepatrým telesom by sondu zničila. Najnovšie objavy svedčia o tom, že okolo trpasličej planéty krúži množstvo takýchto telies. Je pravdepodobné, že dráhu sondy vedci ešte upravia.

Najväčší mesiac Pluta – Cháron objavili vedci z U.S. Naval Observatory už v roku 1978. Mesiačiky Nix a Hydra objavili pomocou HST. Štvrtý, zatiaľ nepomenovaný mesiačik P4, objavili dodatočne na starších snímkach HST.

Piaty mesiačik, označený predbežne ako S/2012 (134340) 1 rozlíšili na snímkach širokouhlnej kamery 3 HST, exponovaných v dňoch 26., 27. a 29. júna a 7. a 12. júla 2012.

HST Press Release



Piaty mesiačik Pluta označuje zelený krúžok.

Koľko trvalo druhé veľké bombardovanie Zeme?

Planetológovia zistili, že neskoré (druhé) ľažké bombardovanie vnútra Slniečnej sústavy, považované za kontraverznu myšlienku, trvalo oveľa dlhšie, ako teoretiči predpokladali: začalo sa pred 3,8, keď sa začal formovať život a skončilo pred 1,8 miliardami rokov. Nebolo miernejšie ako prvé veľké bombardovanie (4,1 až 3,8 miliardy rokov). Viaceré dopady vytvorili na Zemi krátery, porovnatne s najväčšími bazénmi na Mesiaci. Ba mohli byť väčšie ako ten, ktorý pred 65 miliónmi rokov dopadol na Mexický záliv a vyhNIL dinosaurov.

„Máme dôkazy, že veľké objekty dopadali na Zem oveľa dlhšie, ako sme donedávna predpokladali,“ vraví William Bottke, vedúci tímu zo Strediska pre pôvod a evolúciu Mesiaca (CLOE), pri Lunárnom vedeckom inštitúte (NASA).

Dôkaz o tomto druhom, neskorom bombardovaní poskytli „sférule“, korálkom podobné guľôčky, s priemerom 1 milimetr až 1 centimeter. Našli ich vo vrstvách hornín z obdobia Archean, ktoré nastúpilo po prvom veľkom bombardovaní (4,1 až 3,8 miliardy rokov). Korálky svedčia o intenzívnom bombardovaní Zeme aj v období, keď už vznikal a vyvíjal sa život. Vedci dlho netušili, čo bolo ich zdrojom.

Krúžky na snímke vpravo dole sú stuhnuté kvapôčky roztavených hornín, ktoré vyvrhol do veľkej výšky dopad asteroidu pred 2,5 miliardami rokov. Kvapôčky sa vrátili na Zem a skoncentrovali sa vo vrstve Revelio v Južnej Afrike.

Sférule si dodnes uchovali značné množstvo mimozemského materiálu, napríklad irídia (176 častí na milión), čo vylučuje iné zdroje, napríklad sopky. V približne rovnakom čase, teda hlboko

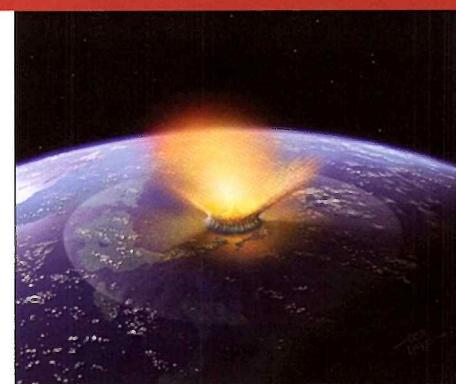
pod rozhraním 3,8 miliardy rokov, vznikli aj veľké krátery na Mesiaci.

Na Zemi sa v ostatných rokoch našlo 12 veľkých ložísk týchto sférolí, ktoré sa ukladali v rozmedzí 3,47 až 1,7 miliardy rokov v chránených oblastiach, napríklad pod usadeninami morských šelfov, mimo dosahu príbojov.

V týchto ložiskách našli vedci dôkazy o vzniku najmenej 70 impaktov, ktoré sa vytvorili po dopade asteroidov na Zem. Väčšina z nich bola väčšia ako impaktný kráter Chicxulub v Mexickom zálive.

Tím vytvoril aj počítačový model pôvodného pásu asteroidov a skúmal, aký vplyv bude naň mať zmena obežných dráh obrích planét. Rozšírili tak Nicejský model (pozri Kozmos 2 a 3/2012), teóriu, podľa ktorej sa obrie planéty pred 4,5 miliardami rokov sformovali na odlišných obežných dráhach a na súčasných dráhach zakotvili zhruba o 500 000 rokov neskôr. Ich tanec spôsobil v celej Slniečnej sústave Veľké bombardovanie (LHB). Miliardy asteroidov a kométy vyhliobili na terestrických objektoch Slniečnej sústavy množstvo kráterov. Zem a Mesiac zasaholi najmä telesá katapultované v vnútornej časti Veľkého pásu asteroidov.

Prečo sme dôkazy o druhom veľkom bombardovaní získali až teraz? Predovšetkým preto, že sa na Zemi zachovalo iba málo hornín z obdobia Archean. Najstaršie pozemské krátery (z tých, ktoré geologicke, tektonické a biologické procesy neprekryli) sú Sudbury a Vredefort (1,85 a 2,02 miliardy rokov). Jediným oknom do tohto obdobia sú práve sférule. Celé roky ich hľadali a skúmali viacerí geológovia: Bruce Simpson,



Obrázok znázorňuje dopad asteroidu s priemerom 10 kilometrov na Zem. V období pred 3,8 až 1,8 miliardami rokov dopadol na Zem okolo 70 takýchto a väčších objektov.

Don Lowe, Gary Byerly a Frank Kyte, ktorých pozoruhodné štúdie však zapadli bez povšimnutia.

Tažko sa získavajú dôkazy aj o neskorom bombardovaní na Mesiaci. Pri väčšine lunárnych kráterov nedokážeme presnejšie určiť ich vek. Vedci dúfajú, že viac informácií získajú analýzou najnovších údajov zo sondy LRO.

Zo štúdií, ktoré boli publikované po misiach Apollo vyplýva, že na Mesiaci sú štyri krátery s priemermi 160 až 300 kilometrov. Všetky sa sformovali až po impakte, ktorý vytvoril Mare Orientale (3,7 až 3,8 miliardy rokov). Podľa najnovších geologickej analýz prinajmenšom jedno zo štyroch impakujúcich telies dopadol na Mesiac v období pred 3,5 až 3,2 miliardami rokov. S prihlidiatím na silnejšiu gravitáciu Zeme vieme, že na každý veľký impakt na Mesiaci pripadá na Zem dvadsať impaktov. Z toho vyplýva, že na našej planéte by malo byť oveľa viac kráterov z tohto obdobia, ako sme doteraz našli.

Vedci s napäťom očakávajú na vzorky hornín z rozličných oblastí Mesiaca. Až po ich analýze sa ukáže, do akej miery ich nová teória platí.

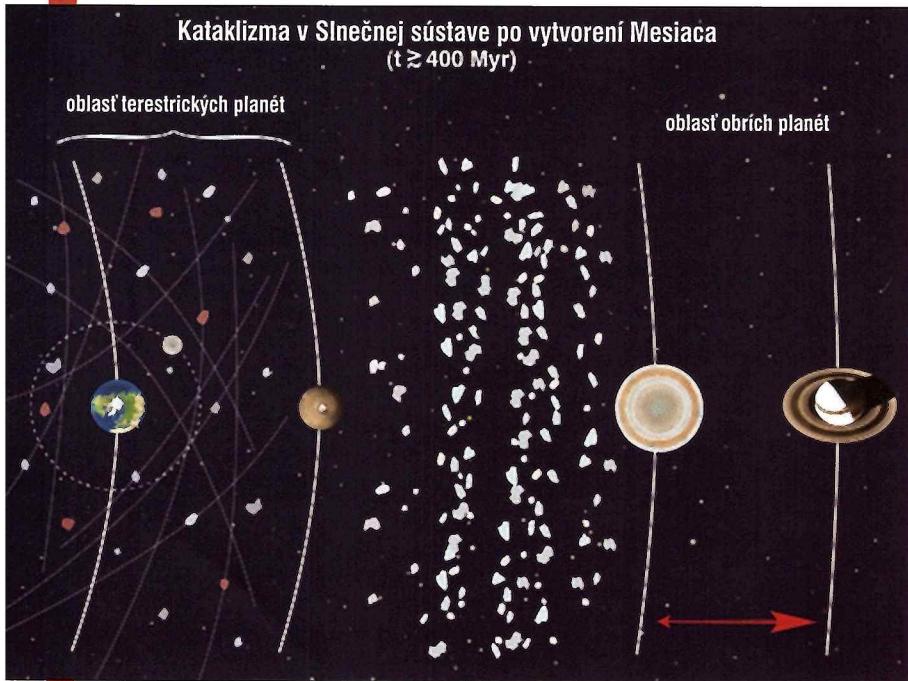
Nature

Kataklizma v Slniečnej sústave po vytvorení Mesiaca

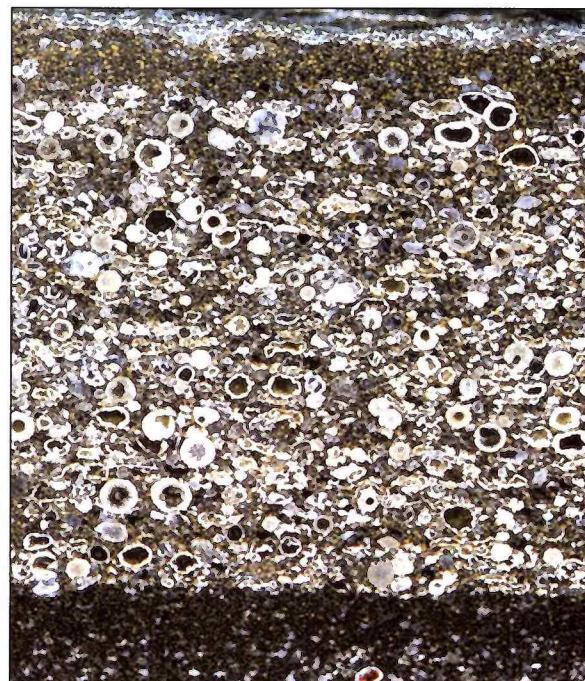
($t \geq 400$ Myr)

oblasť terestrických planét

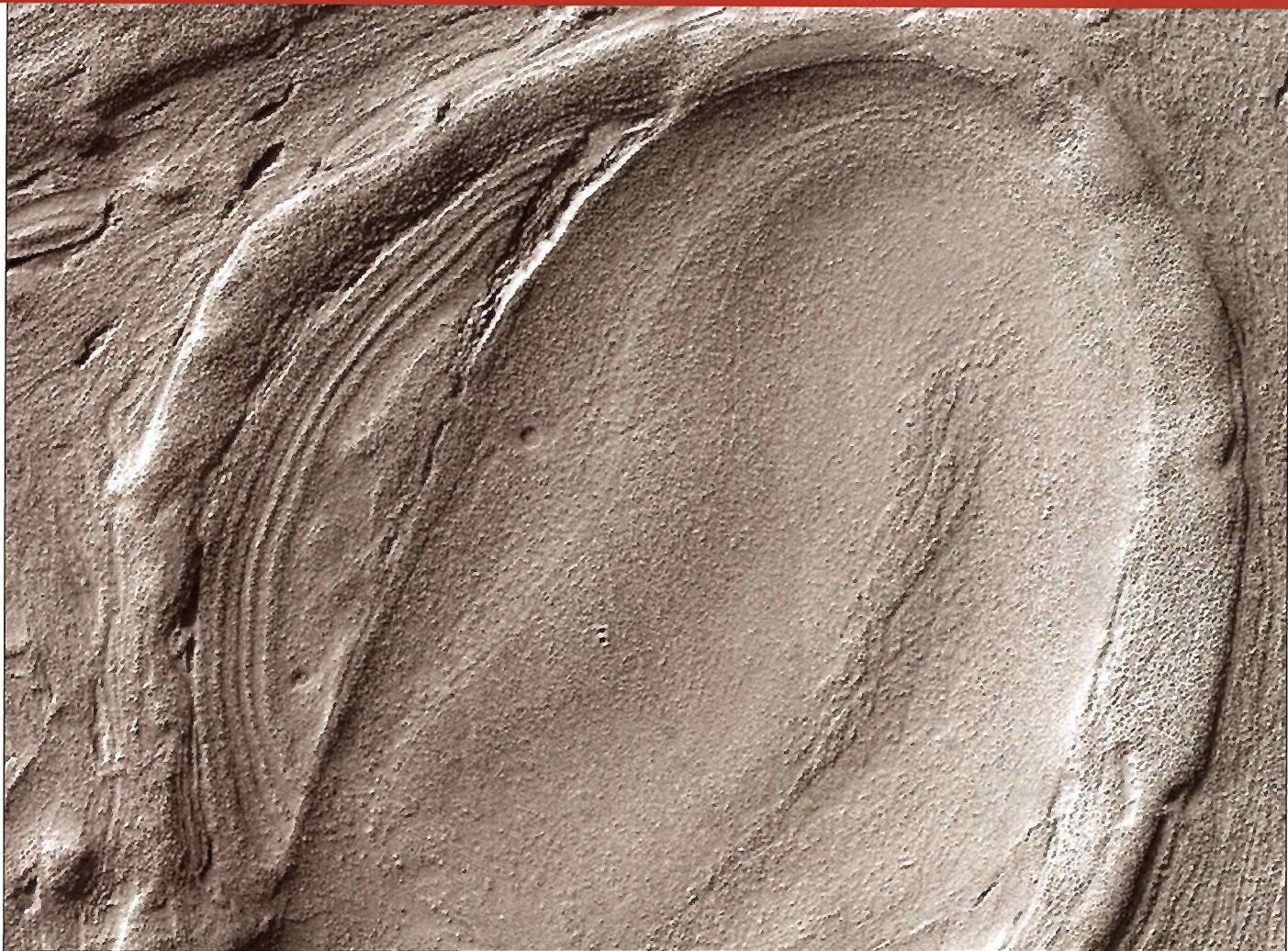
oblasť obrích planét



Obrázok znázorňuje, ako obrie planéty migrovali na súčasné obežné dráhy, čím posunuli pôvodný pás asteroidov smerom k terestrickým planétam. Z mnohých asteroidov pásu sa na nových obežných dráhach stali „krížice“, objekty, ktoré križovali obežné dráhy vnútorných planét. Ich bombardovanie trvalo viac ako miliardu rokov. Frekvencia týchto impaktov je v zhode s doteraz nájdennými poliami sférolí.



Krúžky s priemerom 1 mm a nepravidelnejšie sivé hrudky sú stuhnutými kvapkami hornín roztavených impaktov, ktoré sa po vymrštení vrátili na Zem. Snímka znázorňuje vrstvu Monteville v Južnej Afrike.



„Lávová lampa“ na dne marťanského krátera Hellas.

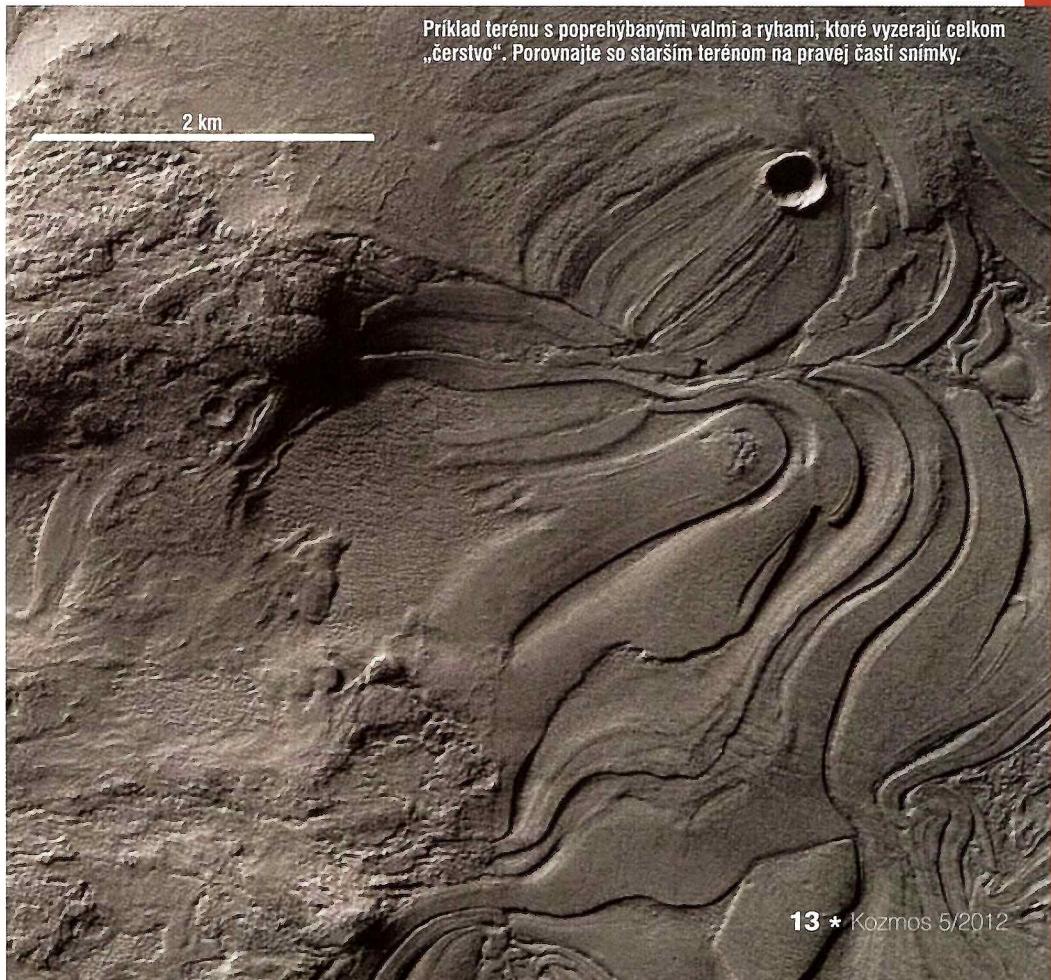
Najhlbšie miesta na Marse pokrýva ľad

Jednou z najmenej preskúmaných oblastí na Marse je obrovský impaktný kráter Hellas na južnej pologuli. Už dávnejšie snímky naznačovali, že tu prebiehajú neznáme geologické procesy. Až kamera HIRISE na palube sondy Mars Reconnaissance Orbiter získala kvalitnú snímku terénu, ktorý geológov udivil.

Kráter Hellas má priemer 2300 kilometrov. Je to jeden z najväčších impaktných kráterov v Slnečnej sústave. Jeho svahy klesajú až do hĺbky 7123 metrov pod priemernú výšku povrchu. Dno je pokryté sadzami a prachom, čo vizuálne pozorovania neobyčajne sťaže.

Zobrazený terén, nazývaný aj „lávová lampa“, je iba jedným typom z celej palety bizarných útvarov na dne krátera. Oveľa viac zvláštnych geologických firiem objavili v severozápadnej časti krátera, tam, kde má najväčšiu hĺbku.

Na prvý pohľad sa zdá, že terén je vulkanický. Geológovia však nerozlísili nič, čo by pripomíhalo kalderu alebo iné typické pozostatky po sopečnej činnosti. Preto usúdili, že všetky bizarné formy vytvoril ľad. Zdá sa, že kedy si dávno vypíňala Hellas voda gigantického jazera.



Stará čierna diera vybuchla

Bola to gigantická explózia. Zaznamenal ju röntgenový vesmírny dalekohľad Chandra. Výbuch sa odohral v blízkej galaxii M 83. Vedci si spočiatku mysleli, že ide o výbuch supernovy, ale ukázalo sa, že ide o nový, ultrajasný röntgenový zdroj (ULX). Zdrojom ULX býva zväčša jedna zo zložiek dvojhviezdy.

Počas mimoriadneho vzplanutia ULX v galaxii M83 sa intenzita röntgenového žiarenia zvýšila až 3 000-krát. Také silné zjasnenie z objektu tohto typu sa pozorovalo iba niekolkokrát. Pre Roberta Soria z Curtin University v Austrálii to bol signál, že objavili čosí, čo súvisí s procesmi zväčšovania čiernych dier.

Výbuch vyhodnotili ako priamy dôkaz existencie zvláštnej populácie starých čiernych dier. Tieto nestabilné objekty dokážu v röntgenovej oblasti vyprodukovať viac energie ako milión Slnk na všetkých vlnových dĺžkach.

Astronómovia galaxiu M 83 (galaxia Južný veterník) poznajú už dávno. Je to jedna z najbližších galaxií, iba 7-krát vzdialenejšia ako galaxia Andromeda. K pozemskému pozorovateľovi je však sklonená tak, že môže obdivovať prekrásne špirálové ramená a aktívne jadro, v ktorom sa formujú hviezdy.

V tejto galaxii od roku 1923 pozorovali vzplanutia šiestich supernov! Posledné v roku 1983. Vedci sa nazdávali, že objavili ďalšie vzplanutie,



Špirálová galaxia M83 so zdrojom ULX na kombinovanej snímke, ktorá vznikla spracovaním optických fotografií (HST) a röntgenového satelitu Chandra.

ale ukázalo sa, že v tomto prípade nejde o smrť prestarnutej hviezdy. Dramatický skok jasnosti v röntgenovej oblasti v tomto prípade vyvolalo splynutie veľkého balíka hmoty s čierou dierou.

Zdroje ULX produkujú intenzívnejsie röntgenové žiarenie ako „normálne dvojhviezdy“. V zdrojoch ULX krúži hvieza okolo neutrónovej hviezdy či čiernej diery. Mimoriadne silné emisie röntgenového žiarenia naznačujú, že zdroj ULX tvorí pári stelárnych čiernych hviezd, masívnejších ako tie, ktoré sme zatiaľ v našej galaxii objavili.

Hviezdy – spolupútnici čiernej diery v zdrojoch ULX – bývajú zvyčajne mladé, masívne hviezdy. V takom systéme je aj čierna diera mladá. Z posledných štúdií však vyplýva, že ULX môžu obsahovať aj oveľa staršie čierne diery, ktoré iba „vyzerajú mlado“.

Galaxiu M 83 celé roky monitoroval röntgenový vesmírny dalekohľad Chandra. Vedci zároveň skúmali aj staršie snímky z vesmírnych dalekohľadov Einstein (1980), ROSAT (1994), XMM-Newton (2003 a 2008), Swift (2005), Magellan (2009) a HST (2009). Ani na jednej snímke ULX nenašli.

Až v roku 2011, keď Soria skúmal snímky z dalekohľadov Gemini a HST, objavil jasný modrý zdroj na tom istom mieste, kde sa prejavil aj zdroj röntgenového žiarenia.

Pred objavením modrého zdroja vedci zo snímkov vyčítali, že spolupútnik čiernej diery je oveľa červenší a má menšiu hmotnosť ako všetci spolupútnici čiernych dier v zdrojoch ULX. Jasná modrá optická emisia z roku 2011 bola produktom akumulácie obrovského balíka hmoty z hviezdy – spolupútnika.

Staršie vzplanutia röntgenového žiarenia naznačovali, že spolupútnikom čiernej diery je masívna, ale mladá hvieza. Vek odhadli na 10 až 20 miliónov rokov. Po analýze údajov z posledného vzplanutia vedci zistili, že spolupútnikom je červený obor, starý 500 miliónov rokov, štyrikrát hmotnejší ako Slnko.

Ďalšie zdroje ULX so starými čiernymi dierami objavili nedávno aj v galaxii Andromeda. Viaceré tímy preverili staršie snímky z Chandra, Newtona a HST a zistili, že v nestabilných ULX bývajú často spolupútnikmi čiernych dier staré červené hviezdy.

Dnes vieme, že existujú dva typy ULX:

- s mladou, priebežne sa zväčšujúcou čierrou dierou,
- so starou čierrou dierou, ktorá sa nabala sporadicky.

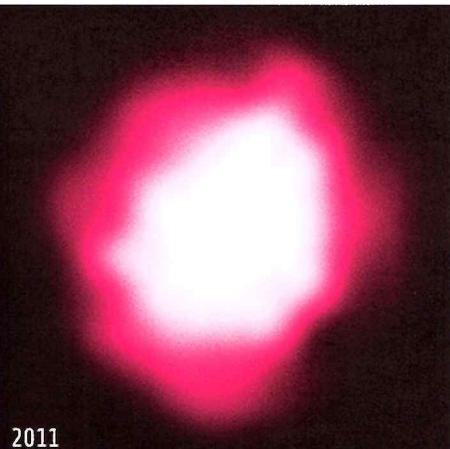
Austrálčania vedia, že mali neobyčajné šťastie, keď objavili ULX v aktívnom období a mohli zdroj porovnať so snímkami, získanými pred aj po tejto zriedkavej udalosti.

emisie röntgenového žiarenia

2000

emisie viditeľného žiarenia

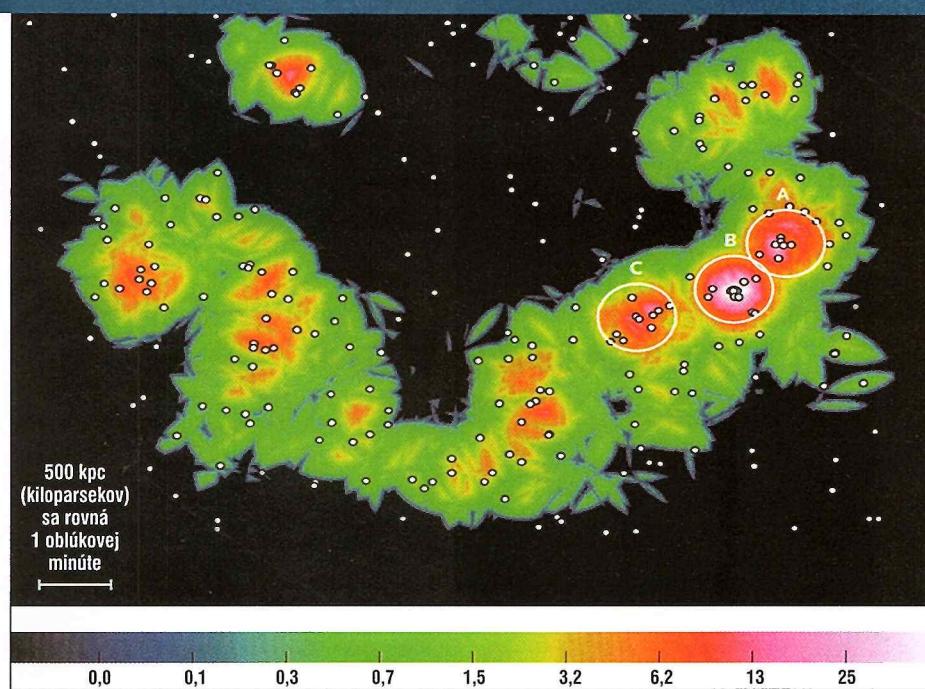
2009



2011

2011

Röntgenový dalekohľad Chandra sledoval ULX v galaxii M 83 niekoľko rokov. Jasnosť zdroja v röntgenovej oblasti sa v tomto čase zvýšila 3 000-krát. Náhle zjasnenie v roku 2011 je jedným z najvyšších zmien röntgenového žiarenia, aké sa kedy pozorovali.



Táto snímka v blízkej infračervenej oblasti ukazuje koncentrácie hmoty, ktoré optické prístroje nedokážu zachytiť. Rôznofarebné škvíny znázorňujú oblaky hmoty s nerovnakou hustotou (porovnaj s odzieňmi na páspe pod snímkou), biele kruhy jednotlivé galaxie. Keď vedci porovnali ostrovčeky s nadpriemernou hustotou (označené kruhmi) dospeli k záveru, že v kruchoch A a B sa zoskupili najstaršie galaxie. V krahu C je hustota prostredia o čoosi nižšia.

Premeny starej kopy galaxií

Mimoriadne výkonná infračervená kamera FourStar objavila zoskupenie, ktoré by mohlo byť kopou galaxií počas premeny voľnej formácie hviezdi na stabilnejšie útvary. Ide o prvú fotografiu z prehliadky Four Star Galaxy Evolution Survey, pri ktorej využili 6,5 metrový dalekohľad Magellan Baade v Čile. Vedci sa zamerali na galaxie s vyšším červeným posunom ako $z = 1$ počas prvých 6 milárd rokov existencie vesmíru.

Kopa zoskupuje 29 galaxií v oblasti s priemerom 800 000 svetelných rokov. Zastihla ich v čase, keď mal vesmír iba 3 miliardy rokov.

Rehabilitácia tmavej hmoty

Tím z ESO zmapoval vlnami 400 hviezdi v okolí Slnka. V priestore s polomerom 13 000 svetelných rokov. Článok, uverejnený v apríli 2012, vzbudil rozruch: vedci v pozorovaných oblastiach identifikovali množstvo baryonickej hmoty, ktorá sa dá priamo pozorovať (hviezdy, plyn a prach), ale žiadnu tmavú hmotu!

Vedci z Inštitútu pre pokročilé štúdie v Princeton (USA) údaje vedcov z ESO preverili. Zistili, že hustota tmavej hmoty v skúmanej lokálnej oblasti zodpovedá pôvodným údajom, odvodenej z modelu hal v galaktocentrických vzdialinách.

Ilustrácia znázorňuje rozloženie tmavej hmoty obalujúcej Mliečnu cestu.



IAS Press Release

Najrýchlejší pulzar

Rekordný pulzar objavili tri dalekohľady: dva vesmírne (Chandra a XMM Newton) a austrálsky rádioteleskop Parkes.

Difúzne hniezdo röntgenového žiarenia (pozri snímku) vygeneroval bud' zánik masívnej hviezdy, ktorá vybuchla ako supernova, alebo zvyšok po supernove (SNR) s označením MSH-1116A. Nárazová vlna po supernove zohriala plyn v okolí na niekoľko miliónov kelvinov. Horúci plyn je zdrojom röntgenového žiarenia.

Chandra zviditeľnila aj kométe podobný chvost röntgenového žiarenia mimo zvyšku supernovy. Chvost má dĺžku 3 svetelné roky.

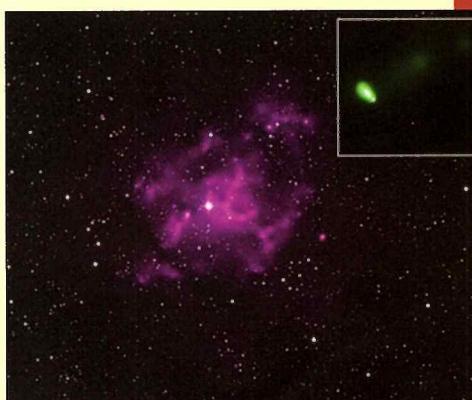
Bodový zdroj röntgenového žiarenia – pulzar IGR J11014, objavil satelit INTEGRAL, mapujúci žiarenie gama.

Pulzar je rýchle rotujúca superhustá hvieza, ktorú výbuch supernove zo zvyšku po supernove katapultoval. Pulzar IGR J11014 uniká z centra hmliviny, po-zostatku po supernove, rýchlosťou 10,4 miliónov kilometrov za hodinu! Vyššiu rýchlosť zatial pri pulzaroach nenaznamenali. A nielen to...

Pulzar s röntgenovým chvostom je raritou. Vedci sa nazdávajú, že „veterná hmlivina“ pulzaru, teda „vietor“ častic s vysokou energiou, generovaný pulzaram, zaostáva za nárazovou vlnou, ktorú v medzihviezdnej hme vytvára jeho mimoriadne rýchly pohyb.

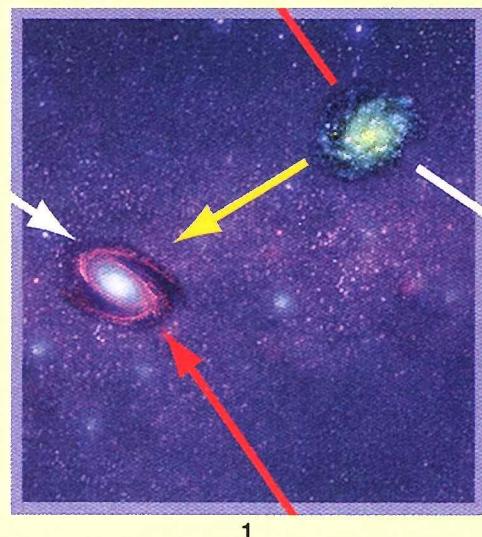
Vek pulzaru, vzdialenosť 30 000 svetelných rokov, odhadli na 15 000 rokov. Porovnatelnú rýchlosť má iba objekt G350.1-0,3, ktorý tiež našli nedaleko zvyšku po „materskej“ supernove. Rýchlosť tohto pulzaru odhadli na 4,7 až 9,6 miliónov kilometrov za hodinu. Ak sa rýchlosť oboch pulzarov potvrdia, teoretici budú mať čo robiť, aby vysvetlili, aký mechanizmus, súčasť výbuchu supernove, mohol týmto objektom takú rýchlosť udeliť.

Astrophysical Journal Letters

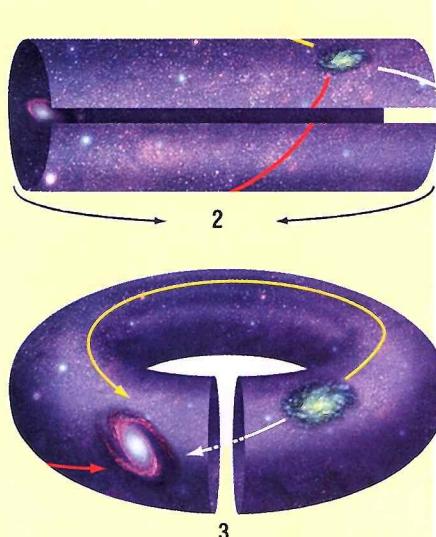


Na kombinovanej (optickej, infračervenej a röntgenovej) snímke vidíme zvyšok po supernove MSH-1116A. Z jadra tohto zvyšku uniká pulzar IGR J11014 rýchlosťou až 10,4 milióna kilometrov za hodinu. Takú rýchlosť zatial pri pulzaroach nenaznamenali. Za pulzarem sa ľahá chvost, pripomínajúci kométu (pozri rámcik vo fotografii).

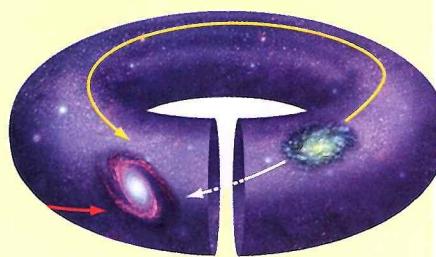
Na počiatku



Priestor ako prsteň



2



3

Vesmír môže mať tvar prsteňa. V takom prípade, ak by bol kozmos dostatočne malý, každá galaxia, vrátane tej našej, by sa na oblohe mnohonásobne spodobila.

Nestáva sa často, že abstraktné kozmologické teórie preniknú aj do popkultúry. Stephen Hawking to však dokázal: vari najznámejší vedec súčasnosti niekolkokrát pohostinne vystúpil v americkom kultovom, aj u nás známom kreslenom seriáli Simpsonovci. V jednej epizóde povedal Homerovi Simpsonovi: „Tvoja teória vesmíru v tvare prsteňa je zaujímavá. Mal by som ti ju ukradnúť.“ Zdá sa, že Hawking sa touto možnosťou naozaj zaoberá. Presvedčil sa, že táto predstava má výrazné teoretické prednosti a niektoré namerané údaje sú s ňou v oveľa väčšej zhode ako štandardný model súčasnej kozmologie.

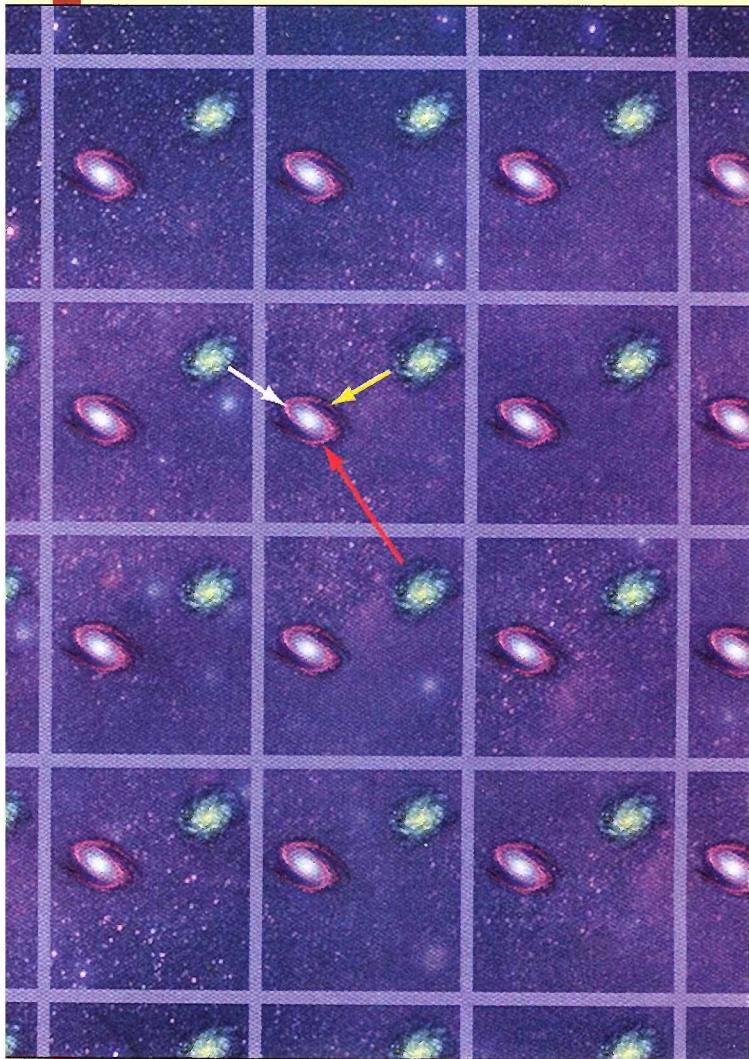
Nekonečný, ale paradoxný

Najjednoduchšej forme vesmíru zodpovedá (ak zanedbáme jednu priestorovú dimenziu) nekonečná, globálne nezakrivená plocha. Týmto topologickým priestorom opísal svet už grécky filozof Demokritos. Vďaka mimoriadne presným meraniam počas ostatných 15 rokov sa tento variant stal štandardným kozmologickým modelom. Napriek tomu, že aj on má svoje problémy: nekonečnosť sa môže stať paradoxnou. Napríklad vtedy, že sa z nej vynorí myriada zdanlivých obrazov čohokoľvek, čo existuje. Významní matematici a kozmologovia David Hilbert a George Ellis preto tvrdia: tento typ nekonečnosti nemôže v skutočnosti existovať.

Ďalší problém: ak je priestor nekonečný, musel sa takým stať hned po big bangu. Ako však môže vzniknúť niečo nekonečné? A prečo tak rýchle? Kozmologovia okrem toho pripomínajú, že keby bol vesmír iba náhodou kvantovou fluktuáciou, tak ako predpokladá Hawking, na počiatku by bol s vysokou pravdepodobnosťou nekonečne malý. A naopak: nekonečne veľký vesmír naplnený nekonečne veľkou energiou je absolútne nepravdepodobný.

Teda „najjednoduchšia“ forma vesmíru kozmolgom nijako neuľahčuje jeho vysvetlenie. „Aj Pán Boh môže mať rozpočet, ktorý musí dodržiavať,“ žartuje George Smooth z Lawrence Berkeley Laboratory pri Kalifornskej univerzite, ktorý dostal v roku 2006 za objav teplotných variácií v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia Nobelovu cenu.

Týchto problémov by nebolo, keby bol vesmír konečný. Tu nám je kozmologická topológiu na dobrej pomoci: euklidovská, teda plochá geometria sa zaobídze aj bez nekonečného priestoru. Matematika však pripúšťa aj ho-



4

bol... prsteň?

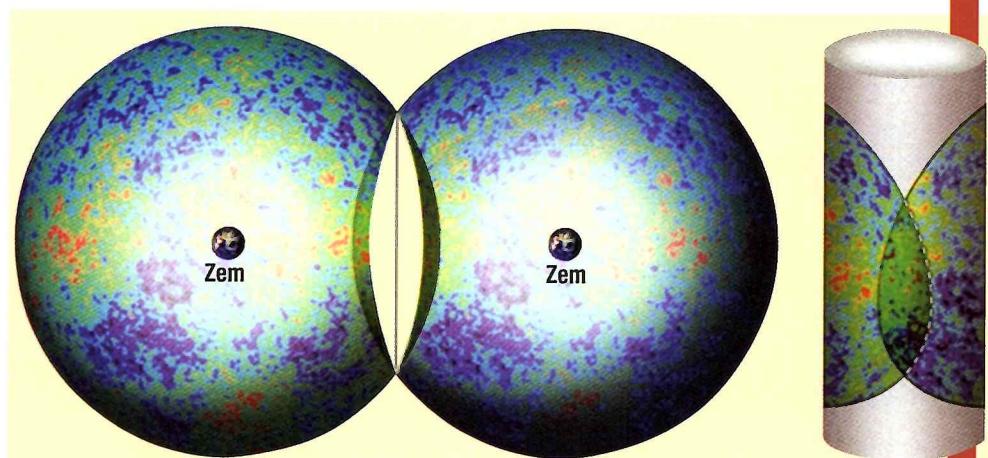
mogéne euklidovské geometrie: mnohonásobne prepojené konečné priestory.

Vesmír ako pracišk

Vesmír by naozaj mohol mať taký tvar. Najjednoduchšou formou by bol hypertorus, priestor v podobe prsteňa. Pripomínať by pracišk, pričom jeho dvojrozmerný povrch by bol celým vesmírom. V prípade trojrozmerného priestoru však naša predstavivosť zlyháva, nakoľko hypertorus nemá nijaké okolie. Na rozdiel od praciška na tanieri.

Predstavu kozmológov nám najlepšie priblíží porovnanie s počítačovou hrou Kozmické vojny (Star Wars): každý z hráčov má kozmickú loď, ktorá vystreluje na nepriateľa torpéda. Ak sa loď stratí za pravým či ľavým okrajom obrazovky, vynorí sa na opačnej strane. V tomto prípade je totiž priestor tejto hry horizontálne neohraničený, nemá stenu ani kraj. Má však konečné rozpätie, totiž obrazovku.

Podobne je to s hypertorusom: keby mal vesmír takúto formu, mohla by sa kozmická loď pohybovať stále rovno a napriek tomu by sa raz vrátila na miesto štartu. V takomto priestore si vieme predstaviť, na rozdiel od jednoducho zviazaného euklidovského priestoru, nekonečný počet priamych ciest. „V troch rozmeroch sa však nijaká názorná štruktúra nevytvorí.“ vráví Ralf Aurich z Inštitútu teoretickej fyziky pri Ulmskej univerzite. Práve on, spolu s Holgerom Janzerom, Svenom Lustigom a Frankom Steinerom dokázali, že namerané rozdiely teploty v mikrovlnnom žiareni pozadia zodpovedajú

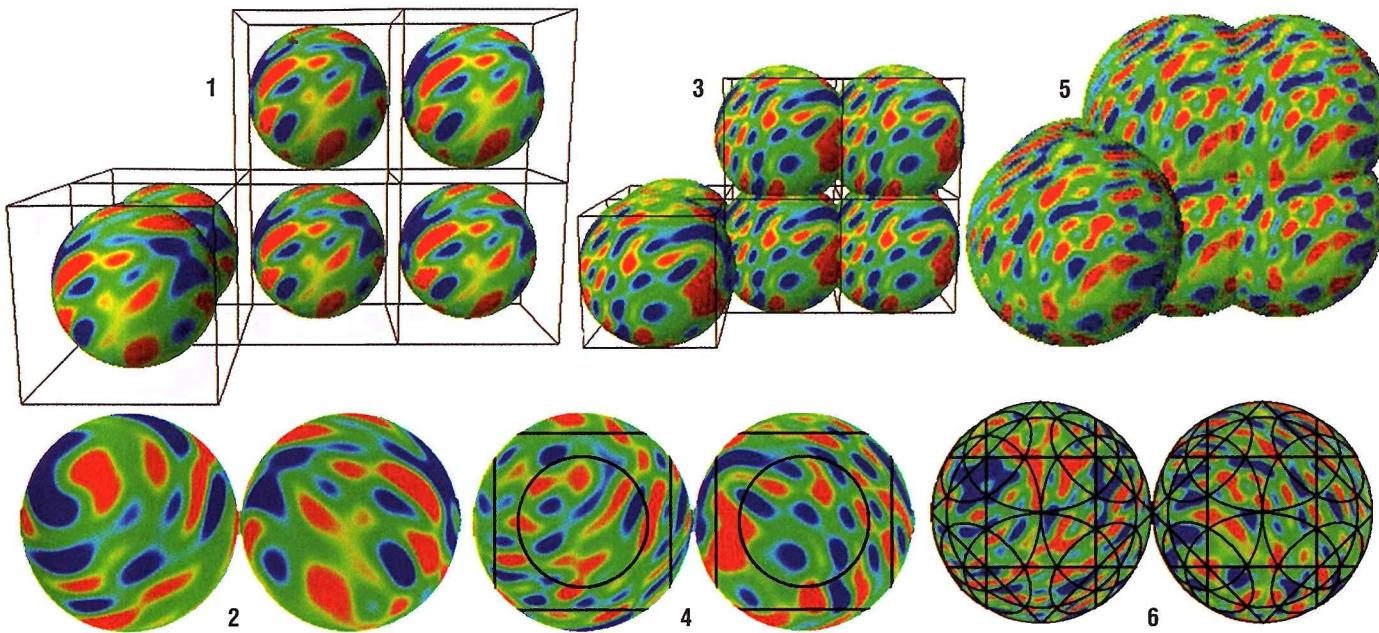


Vesmír, ktorý sa zavíja do seba

Čokoľvek, čo dorazí z vesmíru na Zem z rovnakej vzdialenosťi, vytvorí okolo nej guľovú plochu. Ak je guľa väčšia ako vesmír, musí sa častou prekryť (obraz vľavo). Pravdaže za predpokladu, že vesmír je topologicky „viacnásobne previazaný“. Tak vznikne väzba v tvare kruhu. Skladá sa z toho, čo by sme z dvoch protiľahlých časti oblohy dvakrát videli. Rovnaký efekt vidíme pri kruhovej ploche, ktorú zrolujeme okolo tyče (obraz vpravo). Kozmológovia takéto kruhové väzby hľadajú mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia. Toto „prvé svetlo“ vzniklo 380 000 rokov po big bangu. Vtedy, keď vesmír vychladol do takej miery, že sa stal priezračným. Žiarenie pozadia sa prejavuje typickou škvŕnitou štruktúrou, ktorá zviditeľňuje ostrovčeky s nerovnakou teplotou. Kto by objavil pozdĺž istých kruhových väzieb rovnaké variácie teploty, dokázal by, že vesmír sa „vracia“, presnejšie, zavíja sa sám do seba. Podľa počtu, veľkosti a polohy kruhov by sa dala určiť topológia – tvar vesmíru.

viac vesmíru v tvare hypertorusu ako platnému štandardnému modelu. Fyzici dokázali dokonca odhadnúť objem, ktorý by v takom prípade vesmír mal: 10^{32} kubických svetelných rokov!!! Taký vesmír by bol gigantický, ale nie ne-

konečný. Podľa Auricha sú namerané údaje v zhode s predstavou, že žijeme v ohraničenom vesmíre, ktorý má tvar hypertorusu.



Kruhy na oblohe: ak je vesmír konečný, homogénny a topologicky „viacnásobne previazaný“, môžu sa jednotlivé oblasti objaviť na oblohe vo viacerých virtuálnych vydaniach. Napríklad na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia. Tak to vyplynulo matematikovi Geoffrey Weeksovi zo simulácií na superpočítači. V prvom prípade pre veľký kruh (segmenty 1, 2); v druhom prípade pre stredne veľký kruh (3, 4); v treťom prípade pre malý kruh (5, 6). Obrázky znázorňujú iba šesť rovnakých „základných buniek“ (1, 3, 5). V prípade veľkého hypertorusu sa „guľové plochy“ pozorovaného horizontu neprekryvajú (1). Pri stredne veľkom hypertoruse sa prekryvajú v každom smere (3). Pri malom hypertoruse vo viacerých smeroch (5). Vo vzorci teplotných variácií na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia by sa to malo prejaviť charakteristickými kruhovými vzormi.



Priestor s polovičným spinom

Vesmír v podobe hypertorusu (vľavo) je kompaktný: ak by kozmická loď letela stále rovno, vrátila by sa na miesto štartu. Viackrát previazanú topológiu možno zobraziť takto: keď kozmická loď preletí cez jednu stranu „základnej bunky“ v tvare kocky, objavi sa zároveň na jej protiľahlej strane, pretože v tejto topológií sú obe strany identické. Priestore s polovičným spinom (vpravo), teda v hyperrotuse, by sa kozmická loď, ktorá opúšta jednu stranu, objavila po otočke o 180° na protiľahlej strane.

Kubistické svety

Údajom mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia ešte viac zodpovedá iná forma prsteňa. Matematici mu dali meno „priestor s polovičným spinom“ (Half-turn Space). Takyto priestor možno vytvoriť v podobe hypertorusu, má však navyše polovičný spin medzi jedným z troch protiľahlých, „identifikovaných“ párov stien v kocke (pozri rámcik s titulkom *Priestor s polovičným spinom*). Nakoľko je takýto priestor nehomogénny, možno polohu pozorovateľa prispôsobiť údajom. Na to však vedci potrebujú ďalšie nezávislé získané údaje.

Priestory ako hypertorus či „vesmír s polovičným spinom“ sú ploché, nezakrivené, čo dokazuje torus z papiera (pozri obrázok s titulkom *Priestor ako prsteň*). Ak ho rozkrájame ako klobásu a jednotlivé papierové rúry potom po dĺžke prerežeme, dostaneme kocku alebo štvorec. Povrch gule sa však bez úpravy jednotlivých dielov do roviny poskladať nedá.

Kocka sa predstavuje ako topologická bunka, ktorá sa zdialivo, na základe identifikovaných hrán, tak ako v zrkadlovom labyrinte, donekonečna opakuje. Napriek tomu, že ide stále iba

o jednu bunku. Keby bol nás vesmír hypertorusom, mala by dnes jeho základná kocka hranu s dĺžkou 55,6 miliárd svetelných rokov. V takomto kubistickom vesmíre by sme v podstate mohli vidieť vlastnú hlavu odzadu. Nízky vek vesmíru však zatiaľ takýto efekt neumožňuje. Vesmír v podobe hypertorusu by však bol dosť malý na to, aby sa nás pohľad po okružnej ceste prekryl.

V takom prípade by sa v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia muselo v protiľahlých oblastiach vesmíru ukázať 9 párov kruhov. Osem rokov trvajúce merania satelitu WMAP však takéto kruhy nenaznamenali. Bráni tomu jednak žiarenie popredia Mliečnej cesty, alebo je rozlišovacia schopnosť WMAP zatiaľ príliš nízka. Ak tieto kruhy existujú, výkonnejší satelit Planck by ich mal objavil.

Plochosť priaznivá pre život

Vesmír v tvare hypertorusu by mal pre našu existenciu ďalekosiahle dôsledky. Mnohí kozmologovia považujú hodnotu hustoty s priebližnou hodnotou 1 za dostatočný dôkaz úplnej plochosti priestoru. A naozaj, takmer ploché geometrie sú krátko po big bangu oproti úplne plochým geometriám oveľa nepravdepodobnejšie. V pomere 1:10⁵⁸. Stephen Hawking a Barry Collins to tvrdili už v roku 1973: „Keby neboli vesmír plochý, vyvíjal by sa celkom inak.“

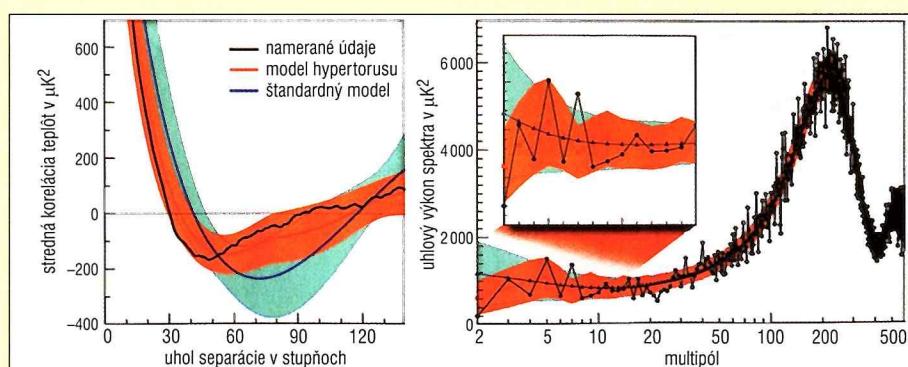
Gulatý vesmír by už dávno skolaboval. Hyperbolický vesmír by sa zasa rozpínal tak rýchlo, že by sa z rýchlo rednúcej hmoty nestihli sformovať ani hviezdy, ani galaxie. Z takého pohľadu sa zdá byť euklidovská geometria dokonca nevyhnutným predpokladom života na Zemi. Prečo sa zdá byť vesmír takým rovnomerným a euklidovským? Na túto otázkou Hawking a Collins odpovedajú: „Pretože sme tu.“

Kozmické rozpínanie

Táto provokatívna odpoveď znamená: keby vesmír neboli taký homogénny a plochý, akým sa zdá byť, neboli by sme tu. Nie je to uspokojivá odpoveď. Laik sa môže opýtať, čo s tým má do činenia plochosť? Kozmologovia vzávajú dve alternatívy: buď vesmír vznikol v big bangu ako plochý, alebo sa stal bezmála plochým krátko po ňom. Mnohí kozmologovia totiž akceptujú krátko po big bangu, ba dokonca aj krátko pred ním, fázu exponenciálneho rozpínania sa vesmíru – infláciu. Inflácia vraj nafúkla vesmír do takej miery, že sa nám dnes jeho pozorovateľná časť javí ako euklidovská a neobyčajne malá. Akoby sme na guľatej Zemi pozorovali štvorec futbalového ihriska!

Scénár kozmickej inflácie môže teda plochosť vesmíru vysvetliť. Ibaže v prípade, že inflácia startovala s relatívne malou energiou, tieto scenáre nefungujú. Vtedy by boli počiatocné podmienky na infláciu, tak ako to dokázal Andrej Linde zo Stanfordskej univerzity, nanajvýš nepravdepodobné. Keby však mal vesmír podobu prsteňa (alebo by bol homogénny a hyperbolický), vtedy by sme podľa Lindeho tieto problémy nemali. Tento objav veľkého fyzika mimoriadne prekvapil.

Model hypertorusu by podľa Bretta McInnesa zo Singapurskej univerzity mohol vyriešiť aj ďalší



Porovnanie nameraných údajov a modelov vesmíru

Nepatrne rozdiely teplôt ostrovčekov mikrovlnného žiarenia pozadia sú trinástou komnatou kozmológie. Z nameraných údajov dokážu vedci vyčítať vek, zloženie vesmíru i jeho geometriu a topológiu. Počas analýzy vzorca teplót opisujú kozmologovia veľkosť a výskyt nepatrne chladnejších či nepatrne teplejších škvriek (vľavo), alebo uhlový výkon spektra (vpravo). Obe hodnoty vyjadruje jednotka mikrokelvinov v štvorci (μK^2) a znázorňuje sa v závislosti od uhu separacie či multipolov. Multipoly charakterizujú typické odstupy uhol na oblohe: dvojka (2) zodpovedá štvorpólu (90°), trojka (3) osempólu (60°) a tak ďalej... Čím vyššie číslo, tým menší uhol. Tieto údaje namerala počas siedmich rokov sonda WMAP. Pre veľké multipolové čísla sa tieto údaje dajú dobre opísať pomocou kozmologického (λ CDM) štandardného modelu. Z údajov vyplýva jednoduchý, euklidovský (plochý) vesmír, v ktorom dominuje trváca energia (veľká lambda) a chladná trváca hmota (CDM). Pri veľkých uhlach separacie a menšom počte čísel multipolov nie sú údaje v súlade so štandardným modelom. Majú príliš nízky „výkon“. Údajom oveľa viac vyhovujú ďalšie exotické topológie. Nezakrivenému, euklidovskému priestoru však najviac vyhovuje model hypertorusu, podľa ktorého má vesmír tvar prsteňa. Údaje sú v súlade aj s „priestorom s polovičným spinom“ (Half-turn space), ktorým je trojrozmerný „prsteň“ so spinom (pozri obrázok s titulkom *Priestor s polovičným spinom*). Namerané údaje lepšie vyhovujú aj niektorým sférickým či parabolickým modelom. Farebné pásy v grafe vyjadrujú kozmickú variabilitu (modrý pre štandardný model; oranžový pre model hypertorusu, každý so štandardnou odchýlkou 1-Sigma). Kozmologická odchýlka naznačuje predbežnú nedokonalosť kozmologických modelov. Neistota vyplýva z toho, že zatiaľ nepoznáme presnú hodnotu distribúcie hmoty vo vesmíre.

problém: prečo čas plynne smerom dopredu? Prírodné zákony sú sice časovo symetrické, lenže evolúcia vesmíru i nášho života na Zemi majú jednoznačné, nezvratné smerovanie. Zdá sa, že šípka času sa zrodila z big bangu. V tom čase totiž bola miera neporiadku, entropie, mimoriadne nízka. A takou ostala dodnes. Prečo je to tak, je jednou z najväčších záhad fyziky. Pravdepodobnosť takého stavu je totiž mimoriadne nízka. Vyjadruje ju hodnota $1:10^{10^{123}}$.

McInnes poukázal na to, že kozmická inflácia neumožnila nijaké nezvratné, a teda „nasme-

rovane“ procesy, tak ako kozmológovia dúfajú. Inflácia nestvorila šípku času, iba predpokladá, že existuje.“ Tu nepomôže ani hypotéza existencie multiverza, poskladaného z bezpočtu jednotlivých vesmírov, hoci to z viacerých scenárov inflácie vyplýva. McInnes sa preto nazdáva, že vesmíry vznikajú jeden z druhého, alebo sa v istom zmysle uvoľňujú z pôvodného vákua. Prirovnáva vesmíry k dobrým a zlým deľom: iba tie dobré štartujú s nízkou entropiou, a teda aj so šípkou času. Ale prečo?

Austrálsky fyzik pri hľadaní odpovede na túto otázkou urobil šokujúci objav: v matematike je trieda topológií, ktoré majú, podobne ako kozmologický model priestoru, vnútornú asymetriu – hypertorus! Takýto do prsteňa sformovaný priestor by bol z geometrických dôvodov ideálnym blokom pre štart šípky času. Ak sa McInnes nemýli, mohli by sme modernú teóriu stvorenia definovať takto: na počiatku bol hypertorus.

Prsteňové podobenstvo

Zatiaľ nevieme, čo tento výsledok znamená a či sa naozaj stane základom na vysvetlenie vzniku vesmíru. Každopádne však slubuje veľa. Môžeme dokonca špekulovať, že Hawkingovo vysvetlenie big bangu – podmienka neohraničenosť – je zlučiteľné s topológiou hypertorusu. Tak, ako to predvedli Simpsonovci. Kozmológovia Hiroši Ooguri, Cumrun Vafa a Erik Verlinde použili Hawkingov predpoklad v modeli teórie strún, ktorý má prsteňovú topológiu.

Teória strún, najlepší kandidát na vzorec teórie všetkého, zjednocujúci základné sily prírody, načrtáva topologickú krajinu zázrakov. Podľa nej existuje popri troch veľkých dimenziach priestoru 6 až 7 ďalších. Mali by byť kompaktné či „zavinuté“, a teda také nepatrne, že ich v bežnom živote nevnímame. Ak tieto mikroskopické extradimensie existujú, potom by to naznačovalo reálnosť bohatej, dokonca dynamickej topológie v najmenších škáloch kvantového vesmíru.

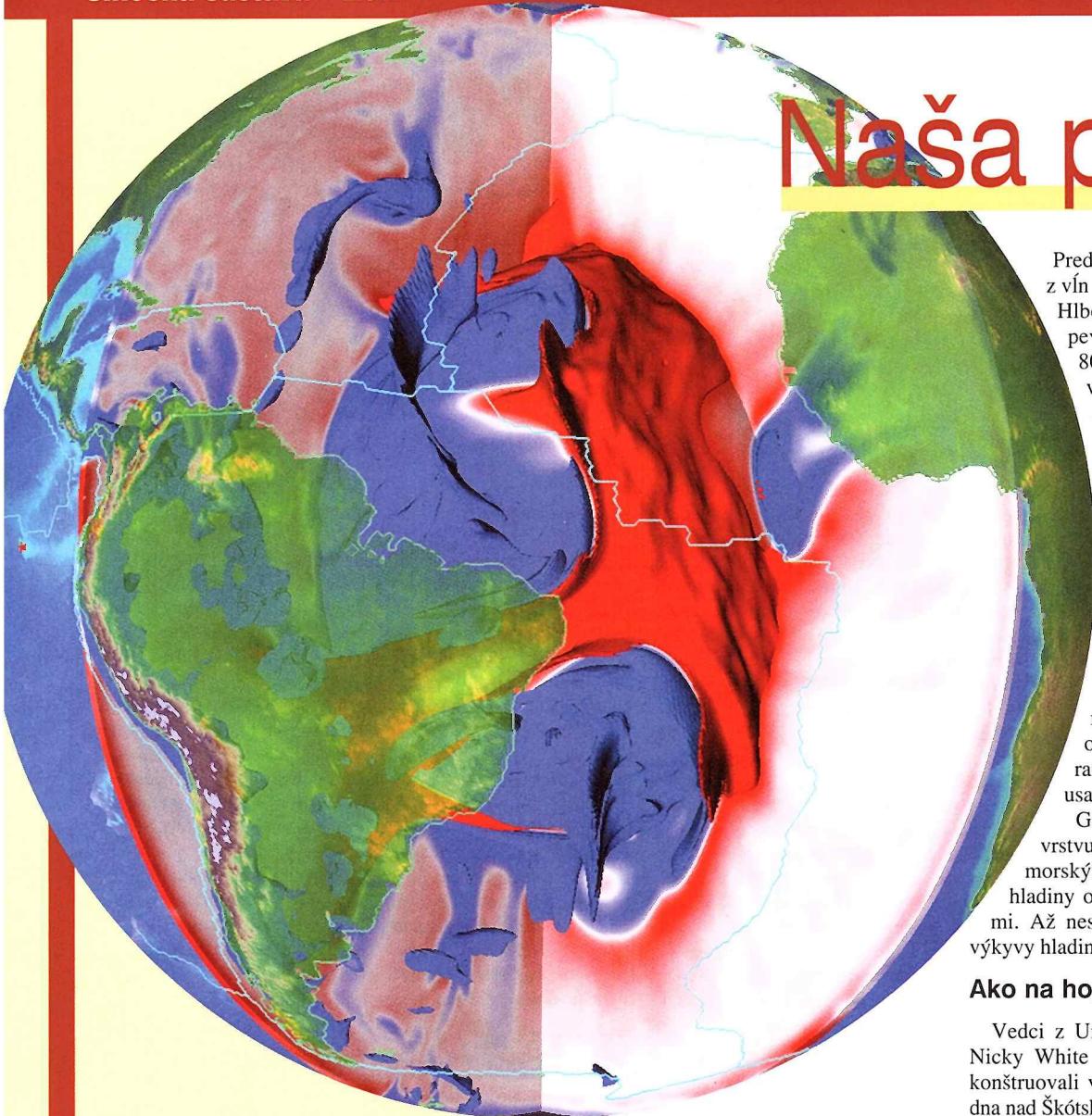
Z takéhoto základného fyzikálneho stavu sa mohol zrodiť vesmír. Pravdaže, iba vtedy, ak bol big bang náhodnou fluktuáciou, ktorá prekonala istý prah energie a vytvolať tak kozmickú infláciu. Pripustme, že počas big bangu sa rozvinuli dnešné 3 veľké dimenzie priestoru. Dokonca čas mohol byť kedyž zavinutý do podoby kruhu. Všetky tieto úvahy dokazujú, že topológie v niejakom prípade nehrájú vedľajšiu exotickú kozmologickú rolu, ale siahajú až po samé korene vzniku vesmíru.



Kozmická zrkadlová sieť: vo vesmíre s tvarom prsteňa, ak by bol primerane malý a dostatočne starý, by sme každý objekt mohli vidieť niekolkorát, a sice zo všetkých strán a všetkých uhlov. V prípade homogéneho vesmíru to počítač nasimuloval iba pre jedno teleso – Zem. V dôsledku topologickej prsteňovej štruktúry priestoru sa svetlo Zeme, ktoré vpredu opúšťa „základnú bunku“, vracia do nej späť odzadu. Zlava doprava a naopak. Na oblohe by sa zjavilo mnoho virtuálnych obrazov Zeme.

Bild der Wissenschaft

Naša planéta



Simulácia rozdelenia teplôt vo vnútri Zeme znázorňuje relatívne horúce (červená farba) a relatívne chladné oblasti (modrá farba). Balíky hmoty, ktoré stúpajú z horúcich oblastí k povrchu, môžu vytvárať veľké výdute.

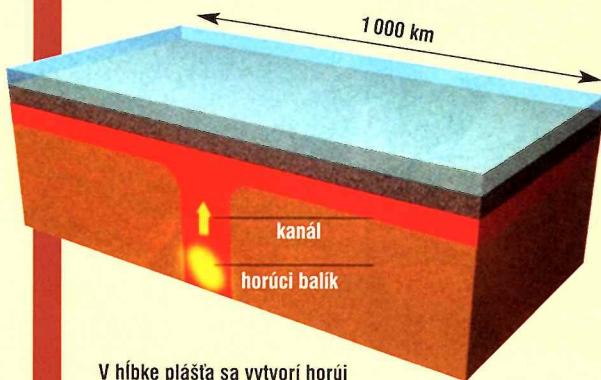
Obrovské, z veľkej hĺbky vystupujúce balíky hmoty narážajú na kôru Zeme a vytvárajú na nej výdute. Vedci objavili takéto útvary na dne Atlantického oceána.

Pred 55 miliónmi rokami vynoril sa z vín severne od Škótska veľký ostrov. Hlboké údolia a strmé svahy novej pevniny pokrývali lesy. Na úpätí 800 metrov vysokého vrchu vyvieraťa rieka, tečúca k moru. Do svahov sa zahrýzalo aj niekoľko vodopádov. Erózia bola intenzívna, pretože povrch ostrova tvorili mäkké usadeniny morského dna, ktoré sa vynorilo z Atlantiku. V priebehu milióna rokov sa podmorská krajina zdvihla o tisíc metrov. Ďalších milión rokov bol ostrov vystavený morským vlnám a vetrom. Potom sa rovnako rýchle ponoril do oceánu. Dnes sa nachádza medzi Faerskými ostrovmi a súostrovím Shetlandy pod 1000 metrov vody a 2000 metrov hrubými usadeninami.

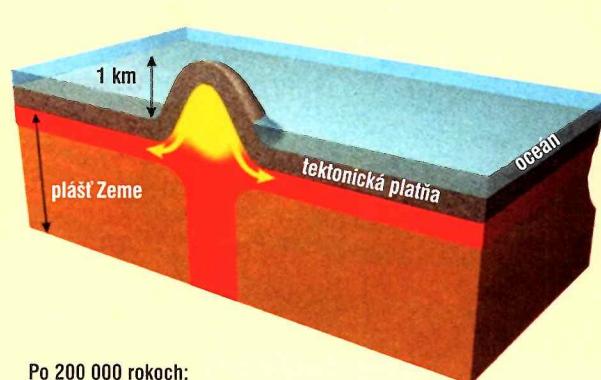
Geológovia si najprv mysleli, že vrstvu kontinentálnych usadenín medzi morskými vrstvami spôsobili výkyvy hladiny oceánu vyvolané ľadovými dobabmi. Až neskôr prišli na to, že také veľké výkyvy hladiny oceánov sú vylúčené.

Ako na hojdačke

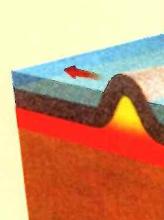
Vedci z University of Cambridge, geológ Nicky White a geofyzik Bryan Lovell, zrekonštruovali vynáranie a ponáranie morského dna nad Škótskom zo seismických údajov, ktoré zaznamenali naftári. Zistili, že o 240 kilometrov na východ od Škótska sa po čase vynoril ďalší ostrov, ktorý sa tiež po istom čase ponoril. Nedávno tajomstvo geomechanizmu pochopili: pred 55 miliónmi vystúpil z hĺbky Zeme obrovský balík hmoty. Narazil na kôru, ale jeho väčšia časť sa nepredrala až na povrch. Sformovala sa pod tektonickou platňou do okrúhleho valu. Tlak horúceho balíka hmoty sformoval morské dno do obrovskej výdute. Vedci celý



V hĺbke pláštia sa vytvorí horúci balík, ktorý kanálom stúpa k povrchu.



Po 200 000 rokoch: horúca bubliná vystúpila pod kôru a vydúva ju.



Po 400 000 rokoch: výdut sa rozsiruje do prstence

pulzuje

proces prirovnávajú k pohybu potkanov pod kobercom, ktoré sa zo stredu pretláčajú k okrajom.

Zdrojom horúceho balíka, roztavených hornín, je „horúca škvRNA“ (hot spot), ktorá sa momentálne nachádza pod Islandom. Pojmom „horúca škvRNA“ označujú geológovia relatívne malé, ale aktívne vulkanické oblasti, ktorých „korene“ ležia hlboko v plášti. Atlantická horúca škvRNA je pohyblivá. Ešte predtým, ako sa prejavila nad Škótskom, kotvila pod Grónskom. V tom čase Škótsko a Grónsko delilo iba 600 kilometrov, lebo Atlantik ešte neboli taký široký. Teplota horúceho balíka dosahovala 1400 °C. Hodnotu odhadli vedci zo stopových prvkov, rozptýlených v hlbokých vrstvách vulkanických hornín.

Pozoruhodné tempo

Vzorky usadenín získaných z vrtov naftárov pomohli vedcom odhadnúť nielen výšku zdvihu, ale aj jeho rýchlosť: 40 centimetrov za rok. Okrem toho zistili, že horúca škvRNA pulzuje. V priebehu ostatných 2 miliónov rokov narazili na kôru dva veľké horúce balíky. Ich tlak však zdvihol polovicu menej materiálu ako výron spred 55 miliónov rokov. Navyše, aj dno Atlantiku medzi Dánskom a Grónskom sa počas posledných 7 miliónov rokov dva razy zdvihlo. Prvý raz o 90, druhý raz o 180 metrov. V obdobiah, keď sa dno vyrovnaло, prílev vody z Arktického oceánu do Atlantiku sa zmenšíl.

Chaos v hlbinách

Štúdie anglických vedcov dokumentujú nepravidelnosť procesov vo vnútri Zeme. Jedno je jasné: tieto procesy generujú vertikálne pohyby v zemskom plášti. Peter Bunge z Univerzity Ludwiga-Maximiliána v Mnichove modeluje pohyby hornín v plášti. Tie sa objavujú v hlbkach od 30 až 70 kilometrov pod kontinentmi a 10 kilometrov pod dnom oceánov a ustávajú až v hlbkach okolo 3 000 kilometrov, na samej hranici plášta a zemského jadra.

Geológovia sa po objave tektoniky platní (v 60. rokoch) nazdávali, že sa materiál v tejto vrstve, napriek tomu, že pripomína tuhú plastelinu, pomaly pohybuje. Teplo zo zemského jadra generuje vznik obrovských konvekčných buniek, v ktorých sa hmota prevaľuje a miesi. Tektonické platne na povrchu s hrúbkou okolo 100 kilometrov tvoria kôru a najvrchnejšiu vrstvu plášta. Pod platňami je vrstva, v ktorej sú horniny o niečo mäkkšie. Pohybujú sa rýchlosťou niekoľko centimetrov za rok a ovplyvňujú aj pohyb platní kôry. Platne Európy a Ameriky sa od seba vzdálujú takou rýchlosťou ako rastú nechty na ľudskej ruke.

Podľa Bungeho sú učebnice geofyziky beznádejne zastaralé. Zo simulácií na počítačoch vyplýva, že konvekcia v plášti prebieha oveľa chaotickejšie ako by vyplývalo z pomerne stabilných pohybov platní na povrchu Zeme. Horniny v plášti nevytvárajú veľké prevaľujúce sa bunky, ale formujú sa do početných, menších, huby pripomínajúcich prúdov, ktoré sa pohybujú smerom k povrchu. Keď vystúpia k povrchu vytvárajú naňom výdute, pripomínajúce puding.

Zavše sa stáva, že na hranici medzi spodným a vrchným pláštom nastáva „tlačenica“, počas ktorej sa vytvárajú štruktúry pripomínajúce stromy a girlandy. Horúce balíky sa formujú vtedy, keď sa na hranici medzi jadrom a pláštom nahromadí veľké množstvo horúceho materiálu. V takom prípade balíky stúpajú v pulzoch.

Stopy na morskom dne

Tam, kde hmota klesá, povrch sa začína prepadať. Geofyzikov zaujali najmä pozorovania Angličanov, ktorým sa po prvýkrát podarilo zmerať rýchlosť prúdov v zemskom plášti. Údaje získavajú najmä v severnom Atlantiku, kde sa pohyby dajú podrobne odčítať z usadenín. Na kontinentálnej platni väčšinu dôkazov o zdvihu povrchu zničila erózia.

Aj dnes sa na povrchu Zeme vyskytujú viačeré výdute, ktoré môžu súvisieť s bublinami: napríklad na Sahare, pod masívmi Hoggar a Tibesti, na viacerých miestach Severnej Ameriky, ktoré počas kriedy ležali pod vodou, ale aj na Madagaskare. Zdá sa, že Madagaskar leží na vrcholke takejto výdute, sklonenej smerom na severovýchod. Táto topografia sa vy-

vinula iba počas ostatných 10 miliónov rokov.

Pulzujúce vnútro Zeme skrýva aj ďalšie záhadu. Vedci zistiaľ nevedia, či majú prstencovité formácie v severnom Atlantiku obdobu aj v iných končinách. Nazdávajú sa, že sa takto správajú „horúce škvRNA“, také ako pod Havajskými ostrovmi. Niektoré údaje však naznačujú, že zavše na povrch vystupujú aj oveľa väčšie balíky horúcich hornín. V poslednom čase vo viacerých oblastiach Zeme objavili „veľké magmatické oblasti“ – kilometer hrubé, mohutné koberce čadičov, trikrát väčšie ako Nemecko!

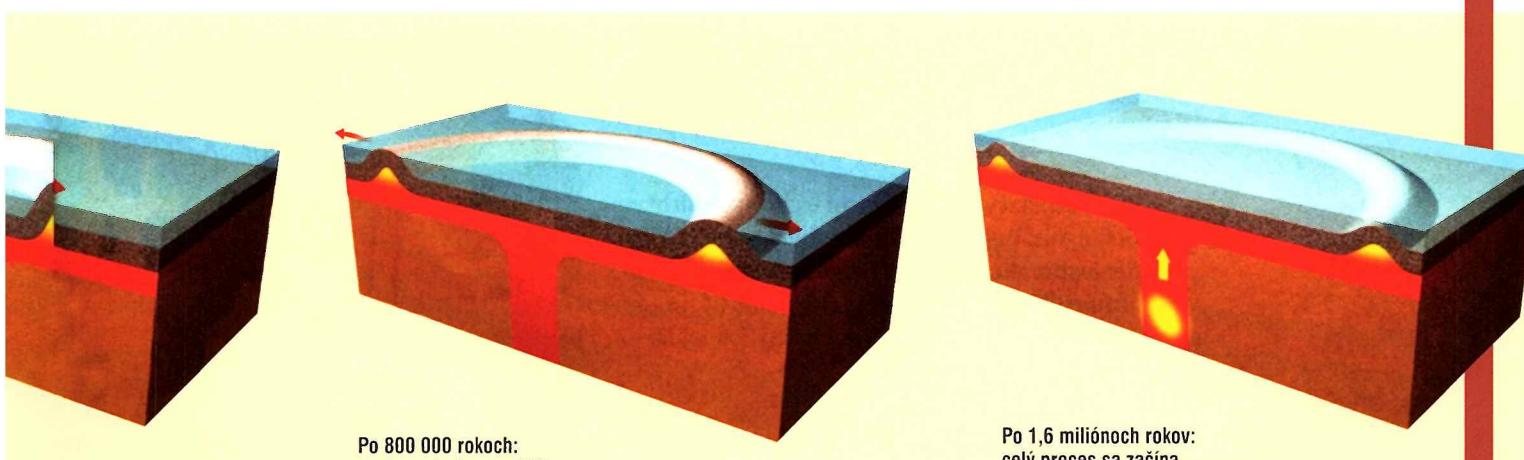
Obrovské výdute na Sibíri

Rozsiahle čadičové koberce sa na Sibíri sfornovali pred 250 miliónmi rokov, v Indii pred 65 miliónmi rokov, v USA pred 14 až 17 miliónmi rokov. Predtým, ako sa takéto obrovské balíky hmoty rozlejú na povrch, vytvoria sa na ňom až 2 kilometre vysoké výdute. Takéto bubliny dokážu tektonické platne odspodu natať a zriediť.

Výlevy hmoty z vnútra na povrch Zeme sú kataklizmatické udalosti. Vedci sa nazdávajú, že výlev sibijských čadičov, ktorý trval desiatky rokov, spôsobil globálne vymieranie organizmov. Evolúciu podstatne ovplyvnila aj islandská bublina pred 55 miliónmi rokov. Vynorenie morského dna pri Škótsku súvisí s mimoriadne horúcim obdobím vývoja Zeme: pred 55 miliónmi rokov stúpla priemerná teplota na Zemi až o 5 °C. Na severnom póle rastli palmy a žili tam krokodíly.

Vedci sa nazdávajú, že toto rýchle oteplenie spôsobili obrovské množstvá hydrátov metánu na dne mora, ktoré vybublali na povrch v podoobe plynu. Čo to spôsobilo? Vedci z Cambridge sú presvedčení, že pod dnom Atlantiku sa posúvala obrovská výduť, ktorá ložiská hydrátov rozlámala. Hydráty vyplávali na hladinu oceánu a metán i produkt jeho rozpadu – oxid uhličitý – výsumeli do atmosféry. Skleníkové plyny atmosféru zohriali a to malo katastrofálne dôsledky: väčšina primitívnych cicavcov vyhynula. Úžitok z globálnej zmeny klímy mali primáty. Až v horninách, ktoré sa vytvorili po tejto udalosti, objavili vedci pozostatky ich kostier.

Bild der Wissenschaft



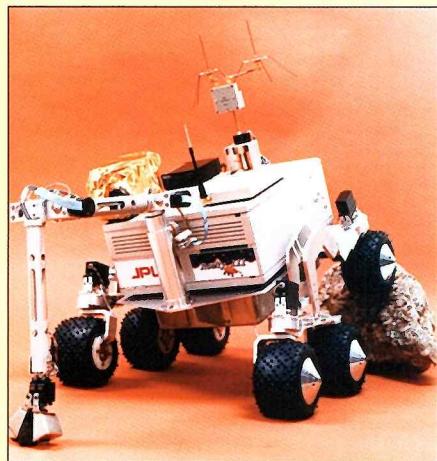
Po 800 000 rokoch:
prstenec je čoraz väčší,
ale jeho výška sa
zmenšuje.

Po 1,6 miliónoch rokoch:
celý proces sa začína
odznova.

At' mise mobilního robota Curiosity dopadne jakkoliv, jedno je jisté už dnes: šestý srpen 2012 se do historie kosmonautiky zapsal zlatým písmem. Na Mars se dostala těžká mobilní laboratoř Curiosity, která má ambice totálně překopat naše představy o Rudé planetě.

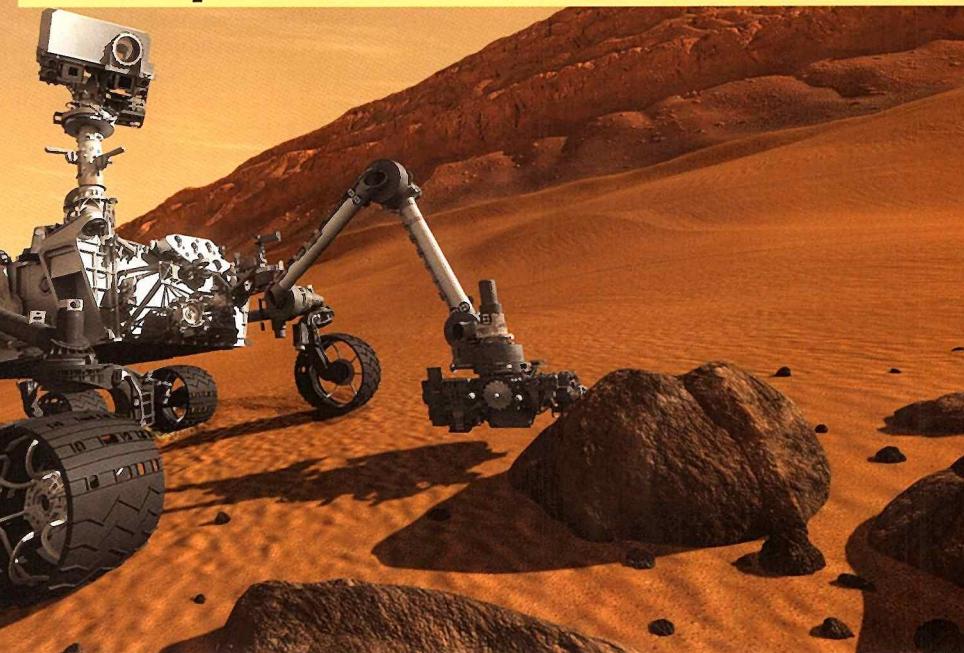


Curiosity na Marsu v celé své kráse.



Předchůdce Curiosity jezdil už v roce 1997.

Přepište učebnice!



Mise Mars Science Laboratory má v rodném listě uveden duben 2004, kdy NASA přijala tento projekt za vlastní a rozhodla se do něj investovat 1,47 mld. USD. (Tato částka nakonec o rovnou miliardu dolarů narostla, ale to teď není podstatné.) Rodit se ale začal mnohem dříve: už na přelomu osmdesátých a devadesátých let minulého století, kdy Laboratoř tryskových pohonů JPL v kalifornské Pasadeně realizovala experimentální program mobilních robotů Rocky. Z nich se postupně vyvinula martovská vozítka Sojourner (přistání 1997), Spirit a Opportunity (2004) a nyní i Curiosity.

Schválení mise Curiosity se neslo na vlně euforie z úspěšného přistání robotů Spirit a Opportunity v lednu 2004. NASA počítala, že každá z těchto stanic bude pracovat tři měsíce a najede alespoň 300 metrů. Spirit fungoval až do března 2010, přičemž najel 7,7 km. Opportunity pracuje dodnes a dosud urazil 35 km: NASA se už

neostýchá hovořit o tom, že robot „běží první maratón na Marsu“ – meta 42,195 km je tak blízko...

Mise Curiosity navíc kombinuje dvě technologie, které naše možnosti nesmírně rozšiřují. Tou první je mobilita: kolikrát vědci hořečky zalitovali třeba v případě sond Viking, že se nemohou hnout ani o píď! Naopak Spirit a Opportunity s omezenými zdroji (každý nesl pouhých pět kilogramů přístrojového vybavení) dokázali právě díky mobilitě udělat divy.

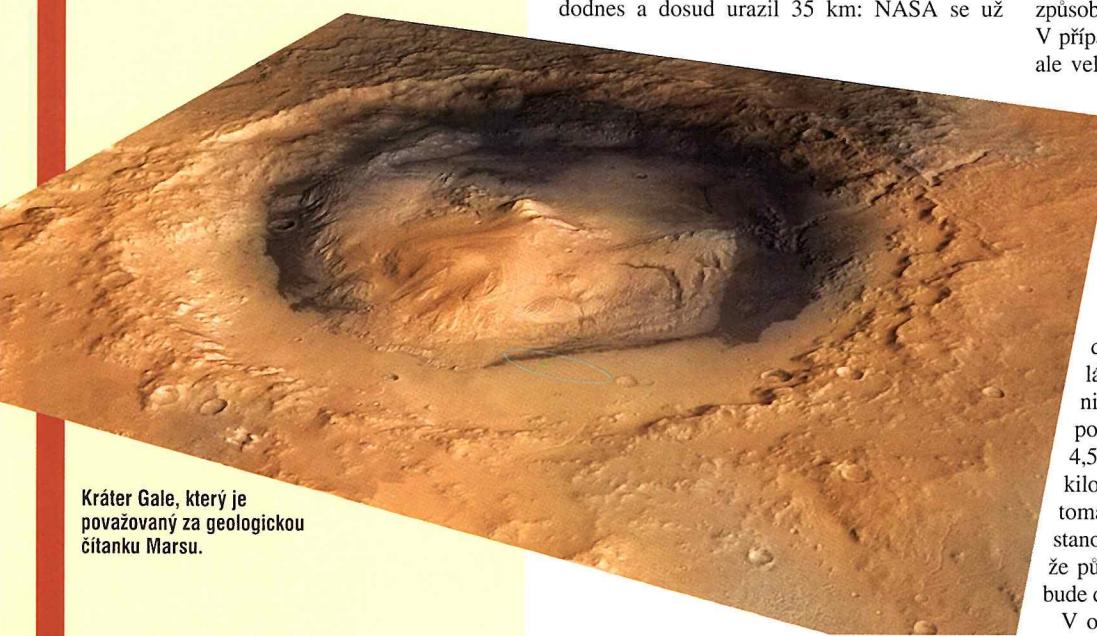
Druhou důležitou technologií je Curiosity je radioizotopový termoelektrický generátor (Radioisotope Thermoelectric Generator, RTG). Ten získává energii z radioaktivního rozpadu; nejde ovšem o klasický jaderný reaktor. V RTG se vhodný radioaktivní materiál rozpadá, čímž vzniká teplo, které je následně přeměňováno za využití Seebeckova efektu na elektřinu. Svým způsobem může být RTG považován za baterii. V případě Curiosity dodává jen 115 W energie, ale velmi dlouho a velmi spolehlivě. Mise tak není vázaná na sluneční baterie, jejich degradaci, vhodné osvětlovací podmínky, střídání dne a noci apod.

Jen pro představu: radioizotopový generátor na Curiosity má životnost čtrnáct let!

Špičková laboratoř na Marsu

Robot Curiosity váží 899 kg, z toho na deset přístrojů připadne 65 kg. Předpokládá se, že by na Marsu mohl pracovat minimálně jeden místní rok (cca dva roky pozemské) a že by mohla urazit nejméně 4,5 km. Původní plán počítal s ujetím dvacetí kilometrů, ale technické potíže při vývoji automatu vedly k tomu, že NASA byla při stanovení cílů opatrnejší – což ale nevylučuje, že původní hodnoty bude dosaženo (nebo že bude dokonce překročena).

V obecné rovině se má robot Curiosity za-



Kráter Gale, který je považovaný za geologickou čítanku Marsu.

Curiosity se rozjíždí

měřit na čtyři cíle: napovědět, zdali někdy na Marsu vznikl život, charakterizovat podnebí planety, doplnit naše vědomosti o její geologii a v neposlední řadě provést základní průzkum před pilotovanou misí (která je samozřejmě v nejlepším případě desítky let vzdálená, ale prostě tento úkol vypadá mezi prioritami mise sympaticky).

Kromě sledování atmosféry či okolního prostředí je Curiosity navržený tak, že je schopen provádět „několikastupňový průzkum“. V praxi to znamená, že kromě špičkových kamer a fotoaparátů nese spektrometry a detektory radiace, které jsou schopné odhalit stopy zajímavých sloučenin na vzdálenost několika desítek metrů – a v ideálních podmírkách třeba i několik decimetrů pod povrchem.

Pokud bude objev shledán dostatečně zajímavý, může k němu robot zamířit. Ke slovu pak přijde 2,1 m dlouhé mechanické rameno umístěné v přední části Curiosity, které má hlavu s pěticí různých přístrojů. Nechybí tu kamera s rozlišením 14,5 mikrometru na pixel, de facto mikroskop, ani spektrometr schopný stanovit přesné složení horniny. Zkoumané místo lze ošetřit speciální bruszkou (odstraní se tak zvětralá část horniny nebo navátý prach).

Pokud bude místo shledáno dostatečně zajímavý, přijde ke slovu lopatka schopná vzorek odebrat a následně přenést do nejcennějšího zařízení na palubě robota: souboru přístrojů SAM (Sample Analysis at Mars). Ten váží 38 kilogramů – téměř polovinu celkové hmotnosti vedeckého vybavení.

Vzorek nejprve projde skrze drtič, aby byl dostatečně rozmílněný. Následně poputuje do jedné ze 74 analytických komůrek. Ty jsou umístěny podobě jako zuby na ozubeném kole na dvou kotoučích: to proto, aby případná mechanická závada jednoho neznamenala konec nejcennějšího pokusu.

Z komůrky následně vzorek putuje do jedné ze dvou pícek, kde bude postupně ohříván až na teplotu jednoho tisíce stupňů Celsia. Při tom budou dvěma spektrometry a jedním chromatografem zkoumané uvolňované látky a jejich struktury. Citlivost aparatur je třeba v případě vody dvě částice na milion, v případě metanu dokonce dvě částice na miliardu. Navíc jsou schopné rozlišovat mezi jednotlivými izotopy: jejich zastoupení pomáhá určit stáří a původ horniny.

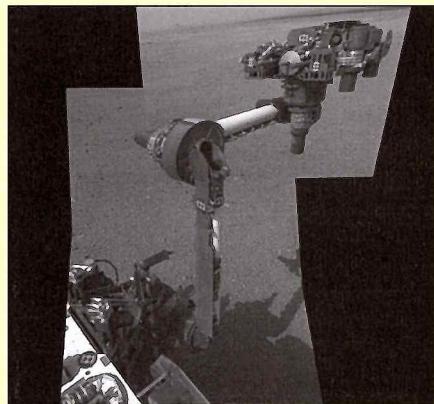
Vědce přitom zajímají především stopy uhlíku a organické sloučeniny – ty sice mohou být neorganického původu, ale stejně tak mohou obsahovat stopy minulého života. A kdyby se je nalézt nepodařilo (což je ostatně očekávaný výsledek, opak by byl obrovským překvapením), vypoví nám mnohé o historii Marsu a jeho proměnách.

Na palubě Curiosity je pak ještě jeden analytický přístroj pro aktivní zkoumání vzorků, CheMin. Ten se má zaměřit na odhalování minerálů v jednotlivých vzorcích. Středem jeho pátrání budou olivín, hematit, goethit, pyroxeny či magnetit. Jednotlivé minerály jsou totiž úzce spojené s prostředím, ve kterém vznikaly a existovaly.

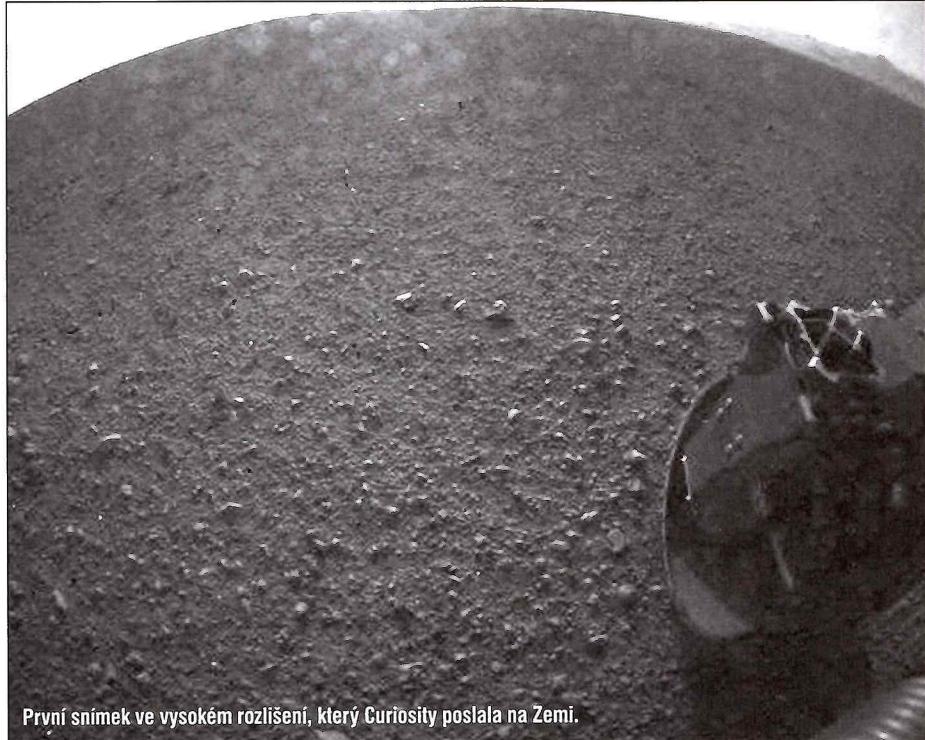
Z biologického hlediska bude Curiosity zkou-



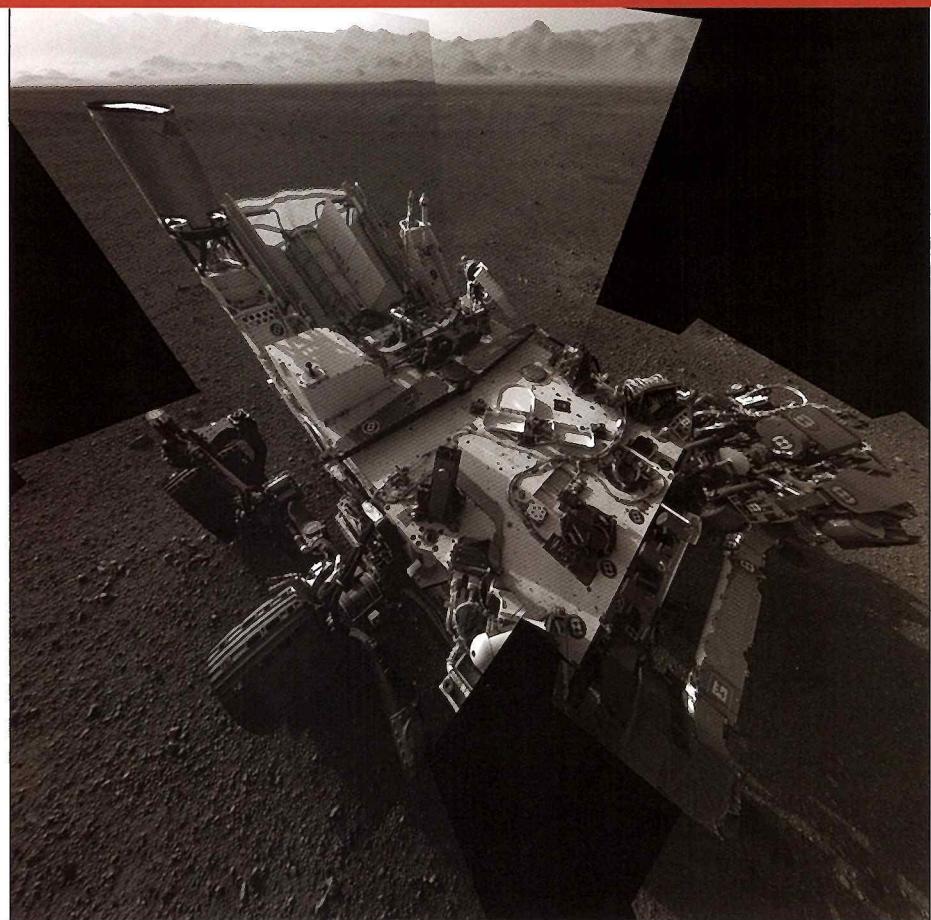
„Nebeský jeřáb“ v akci.



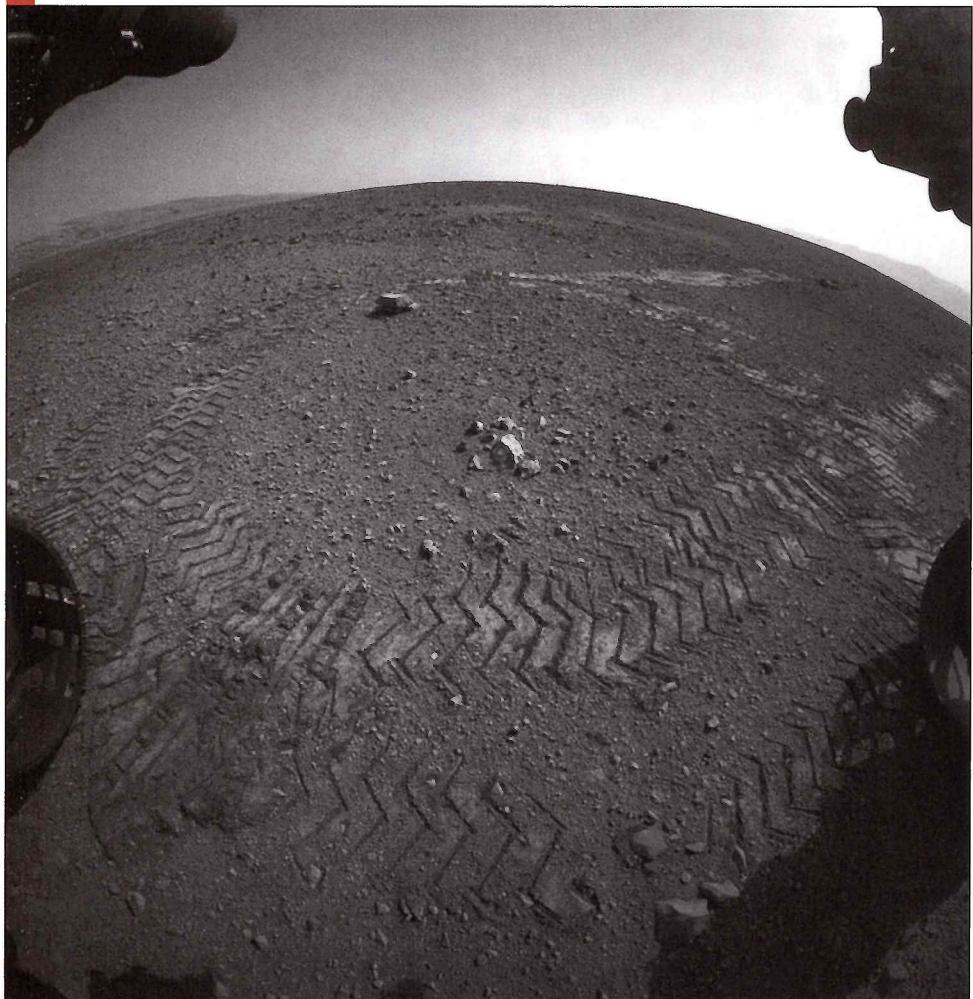
Autoprotrét složený z několika desítek fotografií.



První snímek ve vysokém rozlišení, který Curiosity poslala na Zemi.



Snímek manipulátoru, který je pro provádění mnoha výzkumných kritických výzkumů kritický.



Stopy po první jízdě.

Triumf „Nebeského jeřábu“

Pro přistání Curiosity byla využita úplně nová technologie, která dostala název Sky Crane – Kosmický jeřáb. Díky ní nebylo poprvé v historii kosmonautiky přistávající zařízení umístěno na plošině nad raketovými motory, ale zavěšeno pod ní.

Finální přistávací manévr (nepočítáme odhození přeletového stupně a s ním spojené manérování) byl zahájen ve výšce zhruba 131 km nad povrchem planety. Jedná se o okamžik, kdy díky prvnímu kontaktu s atmosférou dosahuje přetížení na palubě jednoho procenta hodnoty gravitace na Marsu: jedná se o formální hranici, protože nějakým způsobem bylo zahájení manévrů zapotřebí definovat.

Jako první přišel během sestupu ke slovu ablativní tepelný štít o průměru 4,5 m (mimo chodem, největší tepelný štít, který se kdy vydal do vesmíru). Během 255 sekund snížil štít rychlosť z 5,9 km/s na zhruba dvojnásobek rychlosti zvuku: přitom se rozpálil na teplotu 2 100 stupňů Celsia! Přetížení během brzdění dosáhlo 11 G.

Let atmosférou byl aktivně řízený, robot Curiosity nebude ponechaný svému osudu: těžiště sestavy bylo záměrně umístěno mimo střed štítu, takže jeho natáčení zajišťovalo „klouzavý“ pohyb do stran.

Tepelný štít je odhozený ve výšce zhruba deset kilometrů při dopředné rychlosti 470 m/s: následuje vypuštění nadzvukového padáku o průměru 16 m. Po něm je odhozena i balastní zátěž (šest kusů zátěže po 25 kg) zajišťující umístění těžiště mimo střed štítu. Kdyby totiž byla zachována ona hmotnostní asymetrie potřebná během intenzivní fáze brzdění, měla by při sestupu na padáku smrtící následky: sonda by se roztočila a padák zamotal.

Padák každopádně zajistil snížení rychlosti na 80 m/s ve výšce 1,8 km (čas 350 s). V tomto okamžiku došlo k uvolnění přistávacího stupně s pevně připojeným robotem Curiosity od horní skořepiny schránky s padákiem. Ke slovu se dostalo osm motorů s tahem regulovatelným v rozmezí 400 až 3100 N. Během čtyřiceti sekund práce snesly Curiosity do výšky 20 m, kde měla celá sestava stabilní rychlosť klesání 0,75 m/s. V tomto okamžiku se čtyři motory vypnuly a obě dosud spojené části (přistávací plošina plus robot) se rozdělily. Curiosity byl spuštěný na svazek tří nosných a jednom datovém kabelu: plošina bude pokračovat v sestupu rychlosťí 0,75 m/s.

„Tango Delta Nominal,“ byla klíčová slova, která v tu chvíli zazněla v řídícím středisku v kalifornské Pasadeně. Pro nezasvěcené neměla žádný význam, ale všichni přítomní propukli v bezmezný jásot. Hlášení totiž znamenalo, že se přistání vydařilo a robot Curiosity se přihlásil z povrchu Marsu.

Během sestupu totiž nekomunikoval klasickou telemetrií: především nebyl čas orientovat jej do příhodné polohy pro vysílání, jednak by to manévr jen komplikovalo. Proto Curiosity během přistávání vysílal různé tóny. Dalo by se říci, že si „pískal“. Tyto družice na oběžné dráze zachytávaly a předávaly na Zemi. Každý tón měl nějaký význam.

1.4. Slunce

A. Vecchio aj. odhalili **dvoyletou modulaci sluneční činnosti**, jež se v údajích z let 1974 – 2001 projevila jak v kolísání toku slunečních neutrín, tak i v změnách toku slunečního a galaktického kosmického záření. Podle názoru autorů za to může *interakce magnetického momentu neutrín se slunečními magnetickými poli* a překládání tohoto dvoyletového cyklu s jedenáctiletým cyklem magnetickým, což se mimo jiné projevuje tzv. *Gnevysuvou mezerou* v době maxima aktivity každého jedenáctiletého cyklu. Maxima slunečního cyklu jsou tak obvykle rozeklaná a tento fenomén tak má konečně přirozené fyzikální vysvětlení. Poslední **23. cyklus sluneční činnosti** tak trval plných 12,5 let a vykázal vyhlazené maximální relativní číslo $R = 120$. Maximum 24. cyklu by mělo podle předpovědi z ledna 2010 nastat v březnu r. 2013 s maximálním vyhlazeným relativním číslem $R = 90$. V létě 2010 odhadli R. Dabas a L. Sharma, že **maximum 24. cyklu** nastane už v červenci 2012 s nejistotou ± 4 měsíce a maximálním relativním číslem $R = (131 \pm 20)$. Pokud se může čtenáři zdát, že jde spíše o hádání z kříšálových koulí než o fyzikálně zdůvodněné předpovědi, patrně se nemýlí.

Mimochodem, **neutrina** vzniklá při termonukleárních reakcích v nitru *Slunce* se dostanou na povrchu *Slunce* za 2,3 sekundy, zatímco fotonům viditelného světla trvá strastiplná cesta mnohonásobného pohlcování a opětného vyzařování z centra k povrchu v průměru asi 200 tis. let. Kdyby tedy z nějakého neznámého důvodu ustala termonukleární reakce v nitru *Slunce*, dozvíme se to jedině z poklesu toku neutrín, ale opticky bude *Slunce* svítit ještě po dobu delší, než je dosavadní existence člověka Zemi.

J. Vaquero aj. vyhledali záznamy o **polárních zářích** pozorovaných v poslední čtvrtině XVIII. stol. ve *Velké Británii* a *Španělsku* a hledali s jejich pomocí event. projevy 155d (*Riegerovy*) periody, jež se projevuje v periodicitě slunečních erupcí. Skutečně tak našli známky této periody zejména v průběhu 3. cyklu sluneční činnosti (1777 – 1781).

F. Sánchez-Bajo aj. prohlédli kresby **slunečních skvrn**, pořizované W. Bondem na *Harvardově observatoři* v letech 1847 – 1849 a odvodili odtud synodickou rotaci *Slunce* v periodě 27,86 dne, resp. siderickou rotaci 25,88 dne. To jsou hodnoty nepatrně menší než současné, ale autoři se domnívají, že v zásadě je v posledních 160 letech rychlosť sluneční rotace stálá.

J. Wilson shrnul údaje o sledování projevů aktivity hvězd slunečního typu (**analogů Slunce**), jež by nám mohla pomoci objasnit dlouhodobé výkyvy periodicity sluneční činnosti, jako bylo období velkého sucha v *Arizoně* v letech 1270 – 1300, anebo tuhých zim na severní polokouli během proslulého *Maunderova minima* (1645 – 1715). Sledování činnosti 91 chladných hvězd za období let 1909 – 1994 uveřejnil už před 16 lety americký astronom O. Wilson a nyní v tom pokračují S. Baliunasová aj. V uvedeném souboru vykazuje 60 % hvězd aktivitu podobnou *Slunci* s periodami několika málo až asi 20 let. Nicméně až do r. 2006 byl znám je jeden sluneční analog, objevený v r. 1997 – hvězda **18 Sco** (=HD 146233; 5,5 mag; sp. G2 V; 5,4 kK; 1,0 M \odot ; 1,0 R \odot ; 1,1 L \odot ; stáří 4,7 mld. r.; vzdálenost 14 pc). Teprve od té doby jich přibylo díky objevům analogů v otevřené hvězdokupě **M67 (Cnc)**. Kromě toho hvězda **psí Serpentis A** (=HD140489; 5,9 mag; sp. G5 V; stáří 3,2 mld. let; vzdálenost 15 pc) se proslavila tím, že během sledování v letech 1997 přešla z fáze „ „*Maunderova minima*“ do fáze periodické variace magnetické činnosti. Z těchto údajů pak vyplývá, že *Slunce* tráví v průměru asi 15 % doby v hlubokém útlumu (v Maunderových minimech).

R. Bush aj. využili okolnosti, že družice *SOHO* sleduje pomocí aparatury *MDI* úhlové rozměry *Slunce* již po dobu delší než jedenáctiletý cyklus sluneční činnosti. Měření na družici jsou totiž v principu prostá systematických chyb, jež do obdobných pozemních měření vnáší zemská atmosféra. Prokázali tak maximální krátkodobé variace úhlového poloměru *Slunce* menší než 0,023°, což znamená, že **střední průměr *Slunce* se během let nemění o více než 0,001 2°**. Dosavadní pozemní měření poukazující na větší změny rozměrů *Slunce* tak ve skutečnosti jen odrážejí proměnné optické vlastnosti atmosféry *Země*.

D. Hathway a L. Rightmireová ukázali na základě údajů z téže družice, že **poledníkový tok plazmatu** po povrchu *Slunce* je osově souměrný a směřuje od rovníku k pólu minimálně do heliografických šířek $\pm 60^\circ$. Na konci 23. cyklu však dosáhl do ještě vyšších šířek a prodloužil tak délku cyklu na 12,5 roku. V období slunečních minim se rychlosť tohoto proudu zvyšuje a v *současném slunečním minimum mezi 23. a 24. cyklus je rekordně vysoká*, což zřejmě úzce souvisí s anomáliemi probíhajícího minima. M. Dikpati aj. potvrdili, že na konci 23. cyklu dosahoval poledníkový tok minimálně do šířek $\pm 70^\circ$, což opozdilo nástup nového cyklu sluneční činnosti. (Průměrná *periode* předešlých několika cyklů sluneční činnosti dosáhla jen 10,8 roku.)

H. Antia a S. Basu uvedli, že zatímco **délka 23. cyklu** počítaná z variace výskytu slunečních skvrn vychází na 12,6 roku, helioseismologické údaje z projektů *GONG* a *MIDI* dávají podstatně kratší periodu jen 11,7 roku. Tento rozpor souvisí s tím, že rychlosť rotace *Slunce* na rozhraních 22./23. a 23./24. cyklu se výrazně lišila.

J. Haighová aj. zjistili z měření aparatury *SIM* v pásmu 0,2 – 2,4 μm na družici *SOURCE*, že od dubna 2004 klesalo ultrafialové záření *Slunce* zhruba pětkrát rychleji, než vyplývá z dosavadní zkušenosti s průběhem sluneční činnosti po maximu cyklu. Tento deficit byl zčásti vyrovnan růstem slunečního záření v optickém oblasti spektra. Jde však o další důkaz, že *Slunce* se v poslední fázi 23. cyklu chovalo neobvykle.

P. Conlon a P. Gallagher popsali vznik sluneční **aktivní oblasti AR 10956** na základě stereoskopických a třírozměrných pozorování kamerou *MDI SOHO* a sondami *STEREO* v extrémní ultrafialové oblasti spektra. Zachytily tak poprvé, jaký vliv má vynořující se magnetické pole na topologii siločar i celkovou magnetickou energii aktivní oblasti. M. Temmer aj. využili souběžných pozorování tří koronálních výtrysků (**CME** – angl. coronal mass ejection) sondami *STEREO* a družicí *RHESSI* s kadencí snímků po 2,5 min k proměření rychlosti a zrychlení *CME* v blízkosti slunečního povrchu. Zjistil tak, že výtrysky se nejvíce urychlují ve vzdálenostech do 0,4 R \odot od slunečního povrchu a nabývají nejvyšší rychlosti ve vzdálenostech do 2,1 R \odot od povrchu *Slunce*. Evidentně souvisely se slunečními erupcemi z 3. 6. i 31. 12. 2007 a dále z 25. 3. 2008.

Mimochodem, na zpracování bohatých dat o sluneční činnosti ze sond *STEREO A* i *B* se podlejí také počítačoví dobrovolníci. Zhruba 50 snímků pořízených denně zpracovává na 10 tis. dobrovolníků s cílem předpovědět příchod **slunečních magnetických poruch** k *Zemi*. Zatím se daří předvídат bouře s chybou ± 12 h, ale zkušenosti nabývané s tímto zpracováváním údajů umožní tuto chybu ještě zmenšit.

J. Chae aj. získali kratičkými expozicemi s kadencí 0,035 s vynikající údaje o průběhu **magnetické rekonexe** v klidné sluneční atmosféře během 12 minut dne 26. 8. 2009. Využili k tomu nového slunečního teleskopu *NST* o průměru zrcadla 1,6 m na observatoři *Big Bear v Kalifornii*, jenž byl uveden do chodu v dubnu 2009. Na záberech s rozlišením 0,1" v čáře Hα je dobře vidět, jak se úlomky magnetických siločar s opačnou polaritou navzájem ruší.

S. Rifai Habbal aj. využili červených a infračervených snímků pořízených při úplných zatměních Slunce 29. 3. 2006 a 1. 8. 2008 a zpracovaných metodou M. Druckmüllera k objevu, že protuberance pozorované nad okrajem slunečního disku jsou obaleny horkým plazmatem o teplotě až 2 MK ve zkroucených magnetických strukturách. Existence těchto obalů (angl. *shrouds*) byla předvídaná modelovými výpočty již počátkem 70. let minulého století, ale pozorovatelé je nedokázali odlišit od tzv. dutin (angl. *cavities*), které se v optickém oboru jeví jako tmavé. Teprve nynější měření v mnoha spektrálních oborech sahající od povrchu Slunce až do vzdálenosti 2 R_⊕ umožnilo oba jevy jasně rozlišit.

V r. 2010 se odehrálo úplné sluneční zatmění 11. července, jehož pás totality procházel převážně jižními oblastmi Tichého oceánu, takže zasáhl jen některé ostrovy ve Francouzské Polynésii, Velikonoční ostrov a Patagonii v Jižní Americe. Přesto se díky výtečnému počasí podařilo řadě expedicí získat opět vynikající záběry sluneční koróny, které po zpracování moderními matematickými postupy vyvinutými M. a H. Druckmüllerovými předčí svou kvalitou i snímky z umělých družic či kosmických sond.

2. Hvězdný vesmír

2.1. Extrasolární planety a hnědí trpaslíci

2.1.1. Tranzituječí exoplanety

L. Hebb aj. zjistili, že tranzituječí exoplaneta typu *Jupiter* (1,3 R_j; 1,2 M_j) u hvězdy **WASP-19** v souhvězdí *Plachet* (12 mag; sp. G8 V; teplota 5,5 kK; rotační per 10,5 d; metalicitat Z = 0,1; vzdálenost 250 pc; 0,9 R_⊕; 0,95 M_⊕; 0,7 L_⊕; stáří 600 mil. let) má zatím nejkratší oběžnou dobu 19 h a při výstřednosti e = 0,005 obíhá kolem hvězdy v průměrné vzdálenosti 2,5 mil. km. Je tedy ohřána na velmi vysokou teplotu a nepochyběně se po spirále blíží k mateřské hvězdě, kterou přitom přenosem hmoty roztáčí na vyšší obrátky. Je zcela jisté, že v astronomicky dohledné době se exoplaneta rozplyne v žáru mateřské hvězdy.

D. Anderson aj. objevili extrémně řídkou tranzituječí exoplanetu s hustotou jen 13 % hustoty vody (o řád nižší než *Jupiter*) u hvězdy **WASP-17** (*Sco*; 12 mag; sp. F6 V; 6,6 kK; 300 pc; 1,4 R_⊕; 1,2 M_⊕). Exoplaneta o hmotnosti 0,5 M_j a poloměru 2 R_j má teplotu 1,6 kK. Jde o první známou planetu, která obíhá kolem mateřské hvězdy retrográdně (sklon vůči rotační ose hvězdy je 167°) po téměř kruhové dráze (e = 0,03) v periodě 3,74 d ve vzdálenosti 7,7 mil. km. Je zřetelně nafouklá jak vlivem silného ozáření mateřskou hvězdou tak slapovým ohřevem jejího nitra. D. Bayliss aj. potrvrdili retrográdní dráhu pozorováním pomocí spektrografova u 6,5m teleskopu *Magellan* na *Las Campanas*, a dále zjistili, že exoplaneta prodělala migraci vůči mateřské hvězdě.

D. Queloz aj. pozorovali pomocí spektrografova *HARPS ESO* a kamery *Eulerova 1,2m dalekohledu* na *La Silla* transit exoplanety, která obíhá kolem mateřské hvězdy **WASP-8** (*Scl*; poloha 2359-3502; 10 mag; G8 V; 0,9 R_⊕; 0,9 M_⊕; 0,8 L_⊕; 5,6 kK; Z = 0,17; 87 pc; stáří 4 Gpc). Hvězda je jasněji složka velmi široké (rozteč 4,8'') dvojhvězdy (průvodce o teplotě 3,7 kK je hvězdou 15 mag ve vzdálenosti 600 AU od primární složky). Na základě měření radiálních rychlostí i fotometrie z let 2006 – 2008 odvodili poloměr 1,0 R_⊕ a hmotnost exoplanety 2,2 M_j jakož i délku velké poloosy oběžné dráhy 12 mil. km při výstřednosti 0,31. Překvapením je sklon rotační osy exoplanety 123° vůči normále k oběžné rovině, což znamená, že exoplaneta obíhá kolem hvězdy retrográdně. To může nejspíš souvisej s podvojností hvězd a následným složitým dynamickým vývojem celé soustavy.

Podobně J. Winn aj. odhalili retrográdní dráhy exoplanety o relativně nízké hmotnosti (0,08 M_j = 26 M_Z) a poloměru (0,4 R_j = 4,7 R_Z) u hvězdy **HAT-P-11** (10 mag; sp. K4 V; 0,75 R_⊕; 0,8 M_⊕; 0,3 L_⊕; Z = 0,3; rotační per 29 d; 38 pc; stáří 6,5 Gr), kolem níž exoplaneta obíhá po výstředné (0,2) dráze s velkou poloosou 8 mil. km v periodě 4,9 d. K tomu jim pomohlo pozorování Rositterova-McLaughlina novia efektu v profilech spektrálních čar pozorovaných spektrografem *Hires* u *Keckova desetimetru* během tranzitů exoplanety přes hvězdný disk. Dostali tak totiž sklon rotační osy exoplanety k normále oběžné dráhy 103°, což docela připomíná sklon rotační osy Uranu vůči ekliptice.

S. Vogt aj. oznámili objev tří exoplanet u blízké hvězdy slunečního typu **61 Vir** (5,5 mag; sp. G5 V; 5,6 kK; rotační per. 29 d; Z = -0,02; 8,6 pc; 0,9 R_⊕; 0,95 M_⊕; 0,85 L_⊕; stáří 6,5 mld. let), kterou sledovali po dobu 16 let fotometricky a téměř 5 let měřili změny její radiální rychlosti. Exoplanety obíhají kolem mateřské hvězdy v drahách o poloosách 0,05; 0,22 a 0,48 AU a výstřednostech 0,12; 0,14 a 0,35 v periodách 4,2; 38 a 124 dnů a mají po řadě minimální hmotnosti 5, 18 a 23 M_Z.

J. Southworth aj. úmyslně rozostřovali dánský 1,5m teleskop na *La Silla* a italský *Cassiniho 1,5m dalekohled* na observatoři v Loianu při sledování světelné křivky tranzitů u hvězdy **WASP-2**. Při 120s expozicích pokrývaly obrazy hvězdy tisíce pixelů zobrazovacího čipu, což umožnilo zmenšit střední chybu měření jasnosti na 0,4 milimagnitudy. Odtud odvodili pro exoplanetu doprovázející hvězdu **WASP-2** zlepšené parametry 1,0 R_j; 0,85 M_j a povrchovou teplotu 1,3 kK.

G. Gébrard aj. pozorovali ve dnech 13./14. ledna 2010 pomocí kamery *IRAC SST* tranzit exoplanety u hvězdy **HD 80606** (*UMa*, 9 mag; G5 V; 1,0 R_⊕; 1,0 M_⊕; 58 pc). Souběžně byla hvězda monitorována spektroskopicky pomocí spektrografova *SOPHIE* na observatoři *OHP* ve Francii. Jde patrně o vůbec nejdelší tranzit (11,9 h) kdy zjištěný, protože nastává u exoplanety s oběžnou dobou plných 111,4 d. Tranzit přitom začal o 20 min dříve, než nabízela tehdejší efemerida. Jenikož zákryt exoplanety hvězdou trvá jen 1,85 h, je zřejmé, že exoplaneta obíhá po dráze o největší známé výstřednosti mezi exoplanetami (e = 0,93!) při délce velké poloosy 0,45 AU. To znamená, že v periastru se ke hvězdě přiblížuje na pouhých 4,5 mil. km, kdy se rozpaluje na 1,5 kK, zatímco v apastru se vzdaluje na 0,88 AU, což má za následek velmi proměnný ohřev jejího povrchu. Navíc je její rotační osa skloněna o 42° ke kolmici k oběžné rovině, což zvyšuje rozkmit sezonních změn teploty na obou polokoulích. Exoplaneta je stejně velká jako *Jupiter*, ale má 4krát větší hmotnost a hustotu srovnatelnou se *Zemí*!

H. Deeg aj. našli tranzituječí obří exoplanetu u hvězdy **CoRoT-9** (*Ser*; 13,7 mag; G3 V; 5,6 kK; 460 pc; 0,9 Ro; 1,0 M_⊕; Z = -0,01), která kolem ní obíhá po dráze o poloosou 0,4 AU a výstřednosti 0,1 v periodě 95 d, takže její teplota se pohybuje v rozmezí 250 – 430 K. Exoplaneta má poloměr 1,05 R_j a hmotnost 0,84 M_j, takže její střední hustota je srovnatelná s hustotou vody. Trvání tranzitu přesahuje 8 h.

R. Barnes aj., D. Valencia aj. a A. Lanza aj. ukázali, že kolem hvězdy **CoRoT-7** (*Mon*; 12 mag; G9 V; 5,3 kK; 0,9 R_⊕; 0,9 M_⊕; ro-

tační per. 23,5 d; $Z = 0,03$; 150 pc) obíhá po kruhové dráze ve vzdálenosti 2,55 mil. km a v periodě 20 h kamenná exoplaneta o poloměru 1,65 R_Z a hmotnosti 5 M_Z . Exoplaneta o hustotě srovnatelné se Zemí se vinou silných slapů od mateřské hvězdy ohřívá a současně brzdí, takže je prakticky jisté, že její povrch se neustále mění vinou *mocného vulkanismu* v daleko větším rozsahu, než jak to pozorujeme u Jupiterovy družice *Io*. Exoplaneta tak ztrácí každou sekundu zhruba 100 kt plynu. To znamená, že už asi nemá atmosféru z vodíku a hélia, jejíž životnost by nepřekročila 1 mil. roků. Možná, že jde o plynneho obra s malým jádrem, jenž o svou plynovou slupku už z větší části přišel. Proto se L. Kaltenegger aj. domnívají, že povrch exoplanety pokrývá tekutý magmatický oceán, což by se dalo ověřit pomocí identifikace molekul SO_2 v jejím spektru.

Vzápětí B. Jackson aj. odhalili u téže hvězdy druhou exoplanetu o hmotnosti 12 M_Z , jež obíhá po slabě výstředné dráze ve vzdálenosti 6,8 mil. km v periodě 3,7 d. Po několika měsících oznámili A. Hatzes aj. že kolem hvězdy obíhá po kruhové dráze o poloměru 12 mil. km ještě třetí exoplaneta o hmotnosti 17 M_Z v periodě 9 d. Kupodivu je tento vysoce kompaktní planetární systém stabilní po dobu minimálně několika set milionů let. H. Bruntt aj. využili spektrografu *HARPS* na *La Silla* a *UVES VLT* na *Paranalu* ke zlepšení údajů o mateřské hvězdě, která rotuje extrémně pomalu (1,2 km/s), má metalicitu $Z = 0,12$ a její stáří se pohybuje v rozmezí 1,2 – 2,3 Gr. Pro hustotu prvně objevené exoplanety jím vyšla vysoká hodnota 7,2násobek hustoty vody. Družice *CoRoT* tak stihla do léta 2010 nalézt již celkem 15 exoplanet.

Podobně dopadá dle S. L. Li aj. také exoplaneta **WASP-12b**, která obíhá kolem mateřské hvězdy (*Aur*; 11,7 mag; sp. G0 V; vzdálenost 270 pc; 6,3 kK; 1,6 R_\odot ; 1,35 M_\odot ; $Z = 0,3$) v periodě 26 h po dráze o poloosě 3,3 mil. km a výstřednosti 0,05, má hmotnost 1,4 M_J a je na fouklá na poloměr 1,8 R_j , takže její střední hustota představuje jen 33 % hustoty vody. Následkem ohřevu na teplotu 2,5 kK (!) a rozpínání ztrácí ročně $10^{-7} M_J$ své hmoty a bude pohlcena hvězdou během nejbližších 10 milionů let.

Do objevování exoplanet se dala s mimořádným úspěchem družice **Kepler**, vypuštěná NASA v březnu 2009, jež měří s vysokou přesností a opakováním v krátkých intervalech změny jasnosti asi 156 tis. hvězd v souhvězdích *Labutě* a *Lyry* na ploše 105 čtv. stupňů s cílem odhalit tranzitujející exoplanety. První výsledky přehlídky byly zveřejněny W. Boruckim aj. počátkem února 2010 a jsou více než obdivuhodné. Jednoznačné transity exoplanet přes kotoučky mateřských hvězd dokázala družice *Kepler* odhalit už za 6 týdnů od zahájení měření. První přesné parametry tranzitujejících exoplanet u hvězd *Kepler-4* až -7 poukázaly na obrovský potenciál této družice; ostatně v polovině r. 2010 už družice odhalila alespoň jednu exoplanetu u 306 mateřských hvězd. *Kepler* navíc získává výborné výsledky pomocí **asteroseismologie** řady hvězd a objevuje na běžícím pásu nejrůznější typy proměnných hvězd.

M. Holman aj. objevili v prvních soustavných údajích z družice *Kepler* dvě tranzitujející exoplanety (délky tranzitů 3,8 a 4,1 h) a o poloměrech a hmotnostech srovnatelných se Saturnem (0,84 R_j ; 0,25 M_j ; 0,8 R_j ; 0,17 M_j), jež obíhají kolem mateřské hvězdy **Kepler-9** (1,1 R_\odot ; 1,0 M_\odot ; vzdálenost 700 pc) ve vzdálenostech 0,14 a 0,22 AU. Jejich oběžné doby 19,2 a 38,9 dne se však neustále mění, tj. bližší exoplaneta se urychluje o 4 minuty za každý oběh a druhá se naopak o 39 minut opožduje, což svědčí o tom, že se obě exoplanety navzájem gravitačně významně ovlivňují (jde o učebnicovou ukázkou problému tří těles v gravitační teorii). Autoři odtud usuzují, že nakonec se oběžné doby obou exoplanet ustálí v rezonanci 1:2. Po odečtení zmíněného ovlivňování pak zjistili, že v soustavě se zřejmě nachází ještě třetí exoplaneta o poloměru 1,5 R_Z a hmotnosti <7 M_Z , obíhající těsně u mateřské hvězdy v periodě 1,6 dne. Odhadli, že tato nejbližší exoplaneta má povrch rozpálený na 2,2 kK.

S. Poddaný aj. referovali o zřízení on-line databáze pro **světelné křivky tranzitujejících exoplanet**, která funguje péčí *Sekce proměnných hvězd a exoplanet České astronomické společnosti* od srpna 2008 a stala se v současné době mezinárodní referenční databází pro všechna fotometrická měření tranzitů. Čeští astronomové do ní přispívají neuvěřitelnou pětinou všech pozorování.

2.1.2. Objevy exoplanet z křivek radiálních rychlostí

J. Johnson aj. nalezli pomocí spektrografového *HIRES* u *Keckova desetimetru* 7 obřích exoplanet (>1 M_\odot ; velké poloosy drah >1 AU) typu **Jupiter u podobrů spektrální třídy A**. Poloměry podobrů se pohybovaly v rozmezí 3,4 – 6,1 R_\odot ; hmotnosti 1,1 – 1,9 M_\odot a metalicity v pásmu -0,2 – +0,2. E. Bowler aj. měřili po dobu 5 let změny radiálních rychlostí 31 podobrů sp. tříd A a F s hmotnostmi 1,5 – 2,0 M_\odot a zjistili, že 26 % hvězd zkoumaného vzorku má alespoň jednu exoplanetu o hmotnosti Jupitera do vzdálenosti 3 AU od hvězdy. To je 3,7krát vyšší četnost než zastoupení exoplanet typu Jupiter u hvězd slunečního typu. Jinými slovy relativně **nevýznamné zvýšení hmotnosti mateřské hvězdy výrazně zvyšuje pravděpodobnost výskytu obřích exoplanet** v jejich okolí.

I. Han aj. vybrali pro změnu 55 jasných (< 5 mag) obrů sp. tříd K0-K4 a hledali mezi nimi metodou změn radiálních rychlostí potenciální exoplanety pomocí *1,8m reflektoru BOAO* v *Jižní Koreji*. Uspěli v případě hvězdy **δ¹ Leo** (2,3 mag; KO III; 4,5 kK; 180 L_\odot ; 38 pc; 32 R_\odot ; 1,2 M_\odot ; $Z = -0,5$), kolem níž obíhá exoplaneta o minimální hmotnosti 9 M_j ve vzdálenosti 1,2 AU po dráze s výstředností 0,14 v periodě 1,17 roku.

A. Correia aj. využili přesných spektrometrů *HARPS* u 3,6m teleskopu *ESO* na *La Silla* a *HIRES Keck* na *Mauna Kea* k objevu další exoplanety u hvězdy **GJ 876** (= *IL Aqr*; 10 mag; sp. M4 V; 3,4 kK; 0,4 R_\odot ; 0,3 M_\odot ; 13 m L_\odot ; $Z = 0,05$; vzdálenost 4,7 pc), takže tato exoplanetární soustava obsahuje již dříve nalezené obří exoplanety o hmotnostech 0,8 a 2,6 M_j se sklony 48° a 49°, velkými poloosami 0,13 a 0,21 AU; v orbitální rezonanci 1:2 (periody 30,4 a 61,1 d), a nově exoplanetu o hmotnosti >6 M_Z , obíhající mateřskou hvězdu po dráze o velké poloosě 3,2 mil. km s oběžnou dobou 1,9 d a výstředností 0,13. Autoři též ukázali, že systém je dlouhodobě stabilní po dobu delší než 5 mld. let. Vzápětí E. Rivera aj. odvodili z víc než dvacítileté přehlídky exoplanet pomocí spektrografového *HIRES/Keck* parametry další exoplanety: hmotnost 15 M_Z ; oběžná doba 124 d, výstřednost dráhy 0,2. Autoři však dostali pro všechny exoplanety jiný sklon dráhy 60°. V každém případě jde o vůbec nejbližší cizí planetární soustavu, kterou známe, takže může do budoucna sloužit jako základ pro srovnávání s ostatními planetárními soustavami.

N. Haghighipour aj. využili téhož spektrografového určení parametrů exoplanety, jež obíhá kolem hvězdy **HIP 57050** (12 mag; M4 V; 3,2 kK; 0,4 R_\odot ; 0,3 M_\odot ; 0,01 L_\odot ; rotační per. 98 d!; 11 pc; $Z = 0,32$). Zatímco hvězda se vyznačuje rekordní metalicitou ve slunečním okolí, exoplaneta o hmotnosti >0,3 M_j a teplotě 230 K překvapuje poklesem jasnosti hvězdy během tranzitu o plných 7 %. Kolem hvězdy obíhá po dráze o výstřednosti 0,3 a velké poloosě 0,16 AU v periodě 41 d.

Neméně zajímavý objev pomocí spektrografového *HARPS* popsali J. Cabrera aj., když změřili křivku radiálních rychlostí pro hvězdu

CoRoT-13 (15 mag; sp. G0 V; 6 kK; 1,0 R_⊕; 1,1 M_⊕; Z = 0; vzdálenost 1 kpc!; stáří 0,1 – 3,2 mld. r.). Odtud vyplynulo, že kolem hvězdy obíhá po kruhové dráze ve vzdálenosti 0,05 AU od hvězdy a v periodě 4 d exoplaneta o hmotnosti 1,3 M_J, ale poloměru jen 0,9 R_J, tj. o střední hustotě 2,3krát vyšší než voda! To prakticky znamená, že exoplaneta má kamenné jádro o hmotnosti minimálně 140 M_Z a maximálně dokonce 300 M_Z – jde tedy o zatím *nejhmotnější známou kamennou planetu* ve vesmíru, která si ovšem přisvojila úcty-hodně hmotnou plynnou obálku.

R. Dawson a D. Fabrycky nalezli přesnější metodou rozpletení oběžných period vícenásobné planetární soustavy kolem jasné hvězdy **55 Cnc** (6 mag; G8 V; 5,4 kK; 1,15 R_⊕; 0,95 M_⊕; 12 pc; Z = 0,3; stáří 8 Gr), že v pořadí 4. objevená exoplaneta o hmotnosti >8 M_Z obíhá kolem trpasličí hvězdy v rekordně krátké periodě 17,75 h. Potvrdili také, že první dvě objevené planety (c + d) mají oběžné doby v rezonanci 2 : 1.

B. McArthurová aj. pořizovali v rychlém sledu spektra jasné hvězdy **upsilon And** (= HD 9826; 4 mag; F8 V; 6,1 kK; 1,7 R_⊕; 1,3 M_⊕; 14 pc; Z = 0,1; 3 Gr) spektrografem *HRS 9,2m teleskopu HET* a doplnili je o starší záznamy radiálních rychlostí hvězdy z teleskopů *FGS HST*, *3m Lick*, *2,7m HJS*; *1,5m AFOE a ELODIE*, *1,9m OHP*. Odtud nalezli revidované hmotnosti exoplanet c (14 M_J) a d (10 M_J). Pro exoplanety b, c a d dostali po řadě oběžné periody 4,6 d, 241 d a 3,5 roku; velké poloosy drah 9 mil. km, 0,83 AU a 2,5 AU a výstřednosti 0,01; 0,24 a 0,32.

I. Boisse aj. uvěřejnili údaje o jednom z prvních objevů exoplanety pomocí přehlídky superpřesným spektrografem *SOPHIE*,jenž se stal nástupcem *ELODIE* u francouzského 1,9m teleskopu *OHP*. Z měření radiálních rychlostí od října 2006 tak nalezli exoplanetu u hvězdy **HD 109246** (9 mag; G0 V; 6 kK; 1 R_⊕; 1 M_⊕; Z = 0,1; vzdálenost 66 pc). Exoplaneta o hmotnosti >0,8 M_J obíhá kolem této hvězdy po mírně výstředné dráze ($e = 0,1$) o velké poloosu 0,3 AU v periodě 68 d.

D. Ségransan aj. měří dlouhodobě pomocí spektrografovi *CORALIE* u 1,2m Eulerova teleskopu na La Silla radiální rychlosti více než 1,6 tis. hvězd sp. tříd F8 - Ko z katalogu *HIPPARCOS* do vzdálenosti 50 pc s přesností lepší než 10 m/s. Zatím se jim podařilo objevit touto cestou přes 50 exoplanet.

V roce 2010 zveřejnili údaje o třech hvězdách, jež mají za průvodce obří exoplanety s oběžnou dobou přes 1 tis. dnů. V prvním případě hvězdy **HD 147018** (*TrA*; 9 mag; G9 V; 5,4 kK; 0,9 M_⊕; Z = 0,1; 43 pc, stáří 12,6 Gr!) jde dokonce o dvě exoplanety, z nichž první o hmotnosti >2 M_J se nachází těsně u hvězdy, neboť obíhá po protáhlé ($e = 0,47$) dráze s oběžnou dobou jen 44 d a délkom velké poloosy 36 mil. km. Naproti tomu druhá exoplaneta o hmotnosti >7 M_J obíhá po dráze s velkou poloosou 1,9 AU a výstředností 0,13 v periodě 2,8 let. Další ze sledovaných hvězd **HD 171238** (*Sgr*; 9 mag; G8 V; 5,5 kK; 0,9 M_⊕; 50 pc; Z = 0,2; stáří 5 Gr) má za průvodce exoplanetu s hmotností 4 M_J, jež obíhá kolem hvězdy po dráze o velké poloosu 2,5 AU a výstřednosti 0,4 v periodě 4,2 let. Poslední ze zmíněné trojice **HD 204313** (*Cap*; 8 mag; G5 V; 5,8 kK; 1,0 M_⊕; 47 pc; Z = 0,2; stáří 4 Gr) je doprovázena exoplanetou o hmotnosti 4 M_J, která obíhá kolem hvězdy po dráze o velké poloosu 3,1 AU a výstřednosti 0,2 v periodě 5,3 roku.

T. Metcalfe aj. se věnují od r. 2007 sledování **magnetické aktivity hvězd slunečního typu** na jižní polokouli. Používají k tomu měření změn intenzity čar vápníku H a K podle metody vyvinuté už před několika desetiletími na *Mt. Wilsonu*. Odtud je všeobecně známo, že hvězdy slunečního typu mívají cykly aktivity s periodami 2,5 – 25 let, jež souvisejí jednak s rychlosťí rotace hvězdy, ale i s rozdíly v hmotnostech a stáří hvězd. Během zmíněné přehlídky objevili hvězdu **iota Horologii** (5 mag; F8 V; 17 pc) s dosud nejkratší známou periodou magnetické aktivity 1,6 roku. Hvězda je ovšem pozoruhodná i tím, že kolem ní obíhá exoplaneta o hmotnosti >2,2 M_J v periodě 311 d po dráze s velkou poloosou 0,9 AU, periastrem 0,7 M_J a výstředností dráhy 0,2. Není tedy příliš pravděpodobné, že by za extrémně krátkou periodu magnetické aktivity hvězdy mohla obří exoplaneta; spíše jde o závislost délky této periody na spektrální třídě.

M. Hermán-Obispo aj. sledovali po dobu několika let pomocí teleskopů *CAHA* (2,2m; *Almeria, Španělsko*) a *TNG* (3,6m; *La Palma*) mladou (35 – 80 Mr) aktivní trpasličí hvězdu **BD+20 1790** (sp. K5 V; 4,4 kK; 0,7 R_⊕; 0,6 M_⊕; 0,2 L_⊕; 25 pc; Z = 0,3) která se vyznačuje jak proměnným výskytem skvrn ve fotosféře, tak protuberancemi a chromosférickými erupcemi, navzdory tomu, že rotuje pomalu (>10 km/s). Přitom však objevili kolísání její radiální rychlosti s poloviční amplitudou 1 km/s jakož i periodické kolísání jasnosti hvězdy ve dvou barevných filtroch. I když značná část těchto variací souvisí se zmíněnou aktivitou mladé hvězdy, podařilo se jim v těchto údajích objevit periodu 7,8 dnů, kterou lze dobře vysvetlit výskytem hmotné (>6 M_J) exoplanety, obíhající kolem mateřské hvězdy po mírně výstředné ($e = 0,1$) dráze o velké poloosu 10 mil. km.

Projekt autorů nebyl ovšem zaměřen na důkaz existence exoplanety, protože všechny hvězdy, u nichž byly objeveny exoplanety metodou kolísání radiálních rychlostí, jsou starší než 1 mld. let, takže jejich hvězdná aktivita se dostatečně zmírnila, aby neohrozila věrohodnost identifikace exoplanet. Výskyt této hmotné a těsné exoplanety se navíc projevuje zvýšením aktivity mateřské hvězdy, takže jde v podstatě o jedinečný objev. Jak totiž ukázali K. Poppenhaegerová aj., kteří zkoumali 72 blízkých hvězd s exoplanetami, ani v jednom případě *nezjistili, že by exoplaneta ovlivňovala magnetickou aktivitu své hvězdy*.

E. Snellen aj. získali pomocí spektrografovi *CRIMES VLT ESO* sérii 51 infračervených spekter hvězdy **HD 20945** (Peg, 7,6 mag; G0 V; 1,1 M_⊕; 47 pc), kolem níž obíhá v periodě 3,5 d exoplaneta o poloměru 1,3 R_J a hmotnosti 0,6 M_J na téměř kruhové dráze s poloměrem 6,75 mil. km. Tato jedinečná exoplaneta byla objevena nejprve metodou radiálních rychlostí a posléze potvrzena také díky tranzitům v trvání 3,2 h. V čarách CO v atmosféře exoplanety se podařilo pozorovat Dopplerovy posuvy, které odpovídaly proměnné projekci oběžné rychlosti exoplanety (140 km/s) do směru zorného paprsku, ale též rychlostem *zonálních větrů*, jež nepřetržitě vanou mezi osvětlenou a temnou polokoulí exoplanety.

J. Linsky aj. pořídili spektra exoplanety v různých fázích pomocí spektrografovi *COS HST* a ukázali, že ultrafialové čáry C II a Si III během tranzitů vždy zespály. Exoplaneta totiž zakrývá 8 % plochy disku mateřské hvězdy. Exoplaneta je výrazně nafouklá vinou blízkosti k mateřské hvězdě, která její povrch ohřívá na 1,1 kK, přičemž podle zmíněné spektroskopie ztrácí hmotu tempem 300 tis. t/s, což dává exoplanetě *vzhled obří komety s chvostem*. Navzdory tomu lze spočítat, že se exoplaneta zcela vypaří teprve za bilion let! J. Beaulieu aj. objevili pomocí *SST* během tranzitu exoplanety v její atmosféře vodní páru, jež se podílí 1,5 % na celkové hmotnosti atmosféry. Jak patrně, jde tedy o exoplanetu s vhodnými *prekurzory života*, podobně jako se to už dříve podařilo zjistit u exoplanety **HD 189733b** v souhvězdí *Lištičky*.

G. Fritz Benedict aj. určovali parametry dvou substelárních objektů (b + c) u hvězdy **HD 38529** (6 mag; G4 IV; 5,7 kK; rotační pe-

rioda 32 d; vzdálenost 40 pc; $2,4 R_{\odot}$; $1,5 M_{\odot}$; $Z = 0,3$; stáří 3,3 Gr) pomocí měření její křivky radiální rychlostí obřím 9,2m teleskopem *HET* v Texasu po dobu 11 let a dále astrometrií pointerem *FGS HST*. Exoplaneta *b* o hmotnosti $>0,85 M_{\oplus}$ obíhá kolem hvězdy po eliptické dráze s poloosou 0,13 AU a výstředností 0,25 v periodě 14 d. Hnědý trpaslík *c* má hmotnost $>18 M_{\oplus}$ a obíhá kolem hvězdy po protáhlé dráze s velkou poloosou 3,7 AU a výstředností 0,36 v periodě 5,8 let.

S. Vogt aj. sledovali po dobu 11 let radiální rychlosti blízké trpasličí hvězdy **Gl 581** (*Lib*; 10,5 mag; sp. M3 V; 3,5 kK; $0,3 R_{\odot}$; $0,3 M_{\odot}$; $Z = -0,3$; 6 pc; stáří ± 9 mld. r.) pomocí spektrografového *HIRES Keckova 10m teleskopu* a v kombinaci s již publikovanými měřeními spektrografového *HARPS* z observatoře *ESO La Silla* potvrdili existenci již dříve objevených exoplanet s oběžnými dobami 5,4; 12,9; 3,15 a 67 d. Navíc však našli v křivce radiálních rychlostí hvězdy známky existence 5. exoplanety *Gl 581f* s hmotností $>7 M_{\oplus}$, jež kolem hvězdy obíhá ve vzdálenosti 0,76 AU v periodě 433 d. Uvedli, že se v soustavě vyskytuje ještě šestá exoplaneta *Gl 581g* s hmotností $>3 M_{\oplus}$ obíhající kolem hvězdy ve vzdálenosti 0,15 AU v periodě 37 d. V tom případě by šlo o první exoplanetu terestrického typu nacházející se v ekosféře hvězdy, protože její rovnovážná teplota by činila asi 230 K. Z toho vyvodili optimistický odhad, že Mléčná dráha oplývá planetami zemského typu, jež se nacházejí v ekosférách dlouhožijících trpasličích hvězd hlavní posloupnosti. Naneštěstí F. Pepe aj., kteří se podíleli na měřeních u spektrografového *HARPS*, existenci planety *Gl 581g* nepotvrdili; jde zřejmě o výpočetní artefakt méně přesných měření spektrografového *HIRES*.

Přesto se zastánci možného výskytu životodárné exoplanety v této soustavě ještě nevzdávají. R. Woodsworth aj. a P. von Paris aj. uveřejnili nezávislé studie, naznačující, že exoplaneta **Gl 581d** se nachází na vnějším okraji ekosféry. Jejich modelové výpočty naznačují, že za předpokladu $>5\%$ zastoupení CO₂ v její atmosféře by teplota na povrchu této nadzemě ($>5,6 M_{\oplus}$) kruhová dráha o poloměru 0,22 AU; oběžná doba 67 d) překročila hodnotu 273 K.

2.1.3. Astrometrie a interferometrie exoplanet a hnědých trpaslíků

V r. 2009 oznámili S. Pravdo a S. Shaklan, že z astrometrie hvězdy získali důkazy o existenci exoplanety s hmotností $6 M_{\oplus}$, která obíhá kolem hvězdy **VB 10** (*Aql*; 19,5 mag; M8 V; 2,8 kK; 5,7 pc; $0,1 R_{\odot}$; $0,075 M_{\odot}$) v periodě 0,74 roku. Jenže J. Bean aj. nyní měřili radiální rychlosť hvězdy, jejíž hmotnost se pohybuje těsně kolem hranice mezi hvězdami a hnědými trpasličími, pomocí spektrografového *CRIRES VLT ESO* a nenašli žádnou proměnnost během 0,6 roku měření, čímž je *existence exoplanety vyvrácena*.

Jak uvedli R. Heller aj., dosud jediným známým zákrytovým systémem hnědých trpaslíků je objekt **2MASS J0535-0546**, jehož složky kolem sebe obíhají po dráze s velkou poloosou 4,8 mil. km a výstředností 0,32 v periodě 9,8 d. Primární složka o hmotnosti $0,057 M_{\odot}$ a poloměru $0,7 R_{\odot}$ je přitom nepatrě chladnější (2,7 kK) než složka sekundární ($0,037 M_{\odot}$; $0,5 R_{\odot}$; 2,8 kK). Svítivost složek činí po řadě $9 \cdot 10^{24} W$ a $7 \cdot 10^{24} W$ a zatímco primární má rotační periodu 3,3 d, tak sekundární rotuje v periodě 14 d. Autoři odhadli stáří soustavy na 1 mil. roků. Jenže vzápětí K. Allers aj. odhalili pomocí *Keckova 10m* vybaveného adaptivní optikou pár mladých hnědých trpaslíků **SDSS J2249+0044 AB** (vzdálenost 54 pc) s úhlovou roztečí složek 0,3" (lineární rozteč >17 AU) o hmotnostech 0,03 a $0,02 M_{\odot}$ se spektry L3 a L5. Stáří soustavy odhadli na 100 mil. roků.

V tomto odstavci bych se chtěl ještě zmínit o pojedinčelém objevu exoplanety zkoumáním variací minim zákrytové dvojhvězdy **QS Vir** (15 mag; sp. DA + M3 V; $0,01 R_{\odot} + 0,4 R_{\odot}$; $0,8 + 0,4 M_{\odot}$; vzdálenost 48 pc). Z těchto parametrů vyplývá, že jde o kataklyzmickou dvojhvězdu, jejíž hmotnější složkou je bílý trpaslík a jeho průvodcem hvězda hlavní posloupnosti. Obě složky kolem sebe obíhají po kruhové dráze o poloměru 840 tis. km v periodě 3,5 h. Jde o tzv. *přezimující kataklyzmickou dvojhvězdu*, protože červený trpaslík na hlavní posloupnosti v současné době vyplňuje svůj Rocheův lalok. Nicméně oběžná perioda kolísá a odtud se podařilo spočítat, že kolem dvojhvězdy obíhá exoplaneta o hmotnosti $>6 M_{\oplus}$ ve vzdálenosti 4 AU a v periodě 8 roků. Nepochyběně je podobných případů více, takže studium kolísání period velmi těsných dvojhvězd nabývá tímto objevem příležitost, jak rozvinout další dosti účinnou metodu objevování exoplanet.

2.1.4. Zobrazování hnědých trpaslíků a exoplanet

A. Lagrange aj. a S. Quanz aj. zobrazili pomocí aparatury *NACO VLT ESO* na snímcích známé hvězdy s prachovým diskem β *Pictoris* (A5 V; $1,75 M_{\odot}$; $9 L_{\odot}$; 19 pc; stáří 10 mil. r.), pořízených v letech 2003 a 2009 vždy v listopadu, exoplanetu o hmotnosti $9 M_{\oplus}$ ve vzdálenosti 8 – 15 AU od hvězdy, tj. s oběžnou periodou 17 – 33 let. Bez ohledu na nejistotu obou hodnot je zřejmé, že exoplaneta se nalézá za tzv. *sněžnou čarou*, tj. voda se tam vyskytuje jen v podobě amorfního nebo krystalického ledu. Prachový disk zobrazovaný na infračervených snímcích okolí hvězdy však sahá až do vzdáleností stovek AU.

D. Lafrenière aj. našli u mladičkého (stáří 5 mil. let) analogu *Slunce 1RXS J1609-2105* v hvězdné asociaci *horního Štíra* (vzdálenost 145 pc) průvodce o hmotnosti $8 M_{\oplus}$ v úhlové vzdálenosti 2,2", tj. v lineární vzdálenosti 330 AU, který se prozradil společným vlastním pohybem s mateřskou hvězdou a také vysokou povrchovou teplotou 1,8 kK. Zdá se téměř neuvěřitelné, že tak hmotný objekt mohl vzniknout v tak velké vzdálenosti od mateřské hvězdy. Autoři zároveň konstatovali, že v okolí hvězdy v rozmezí 50 – 440 AU se žádne další těleso s hmotností 1 – $8 M_{\oplus}$ nenachází.

E. Serabyn aj. zaclonili 5,1m zrcadlo Haleovy observatoře na Mt. Palomaru na průměr 1,5 m a docílili tak difrakčního zobrazení poloh tří exoplanet u hvězdy **HR 8799** (*Peg*; 6 mag; A5 V; 7,4 kK; $1,3 R_{\odot}$; $1,5 M_{\odot}$; $Z = -0,5$; 39 pc; stáří 100 Mr), které byly poprvé pozorovány *Keckovým desetimetrem* v září 2008. Exoplanety měly v infračerveném pásmu K 13 – 14 mag a tento úspěch dává naději pro podobná zobrazení také dalších exoplanet úhlově dostatečně vzdálených od svých mateřských hvězd.

C. Marois aj. ostatně pokračovali v zobrazování exoplanet v této velmi mladé soustavě pomocí infračervené kamery *Keckova teleskopu II* i v letech 2009 – 10, kdy se jim podařilo objevit u této hvězdy navíc čtvrtou exoplanetu (*e*) o hmotnosti 7 – $10 M_{\oplus}$, jež obíhá v periodě přibližně 50 let ve vzdálenosti 14,5 AU od hvězdy, tj. v úhlové vzdálenosti 0,37". Její zářivý výkon v infračerveném pásmu dosahuje $2 \cdot 10^{-5} L_{\odot}$. Zmíněný autoři dále určili rozmezí pásu *planetek* v této podivuhodné soustavě od 6 do 15 AU a vnitřní hranici *vnějšího chladného disku* na 90 AU. Halo jemných částic pak sahá až do vzdálenosti 1 tis. AU od hvězdy. Poměry vzdáleností čtyř obřích planet se podobají týmž poměrem v naší Sluneční soustavě pro obří planety od *Jupiteru* až po *Neptun*, ale měřítko soustavy

v *Pegasovi* je zhruba dvojnásobné. Tak např. sněhová čára ve Sluneční soustavě se nachází ve vzdálenosti 2,7 AU od Slunce, kdežto u *HR 8799* je odsunuta až k 6 AU. Morfologii soustavy *HR 8799* nedokáže vysvětlit žádná ze stávajících domněnek o původu planet, takže máme před očima kabinetní ukázku toho, jak jsou naše pokusy objasnit *nečekanou pestrost exoplanetárního světa v Galaxii* zatím velmi kusé.

C. Thalmann aj. využili 8,1m japonského teleskopu *Subaru* k přímému zobrazení průvodce pozdního trpaslíka **GJ 758** ($dG9; 0,9 R_\odot; 1,0 M_\odot; 15 pc$), který kolem trpaslíka obíhá v úhlové vzdálenosti $1,9''$, tj. ve vzdálenosti ≥ 29 AU. Hmotnost průvodce s infračervenou jasností $H = 19,3$ mag odhadli na $10 - 40 M_J$, takže jde buď o obří exoplanetu, anebo spíše hnědého trpaslíka. Jelikož jeho teplota činí zhruba 500 K (teplota na osvětlené straně *Merkuru* dosahuje 700 K), jde o zatím nejchladnějšího známého průvodce hvězdy slunečního typu. I když většina parametrů není příliš přesná, autoři odhadují, že jde o hnědého trpaslíka sp. třídy T9, který obíhá kolem hvězdy po eliptické dráze s poloosou 55 AU a výstředností dráhy 0,7 v periodě 290 let. Kromě toho se autorům zdařilo zhlédnout alespoň v jednom případě dalšího průvodce ($H = 18,5$ mag) v úhlové vzdálenosti $1,2''$ (lineární vzdálenost ≥ 19 AU).

B. Billerová aj. snímkovali pomocí infračerveného zobrazovače *NICI* u 8,1m teleskopu *Gemini-S* bezprostřední okolí proměnné hvězdy **PZ Tel** (sp. K0 V; $1,25 M_\odot; 52 pc$; stáří 12 Mr), jež je členem pohybové skupiny u hvězdy $\beta Pictoris$. Ve filtroch JHK tak odhalili na snímku z dubna 2009 substelárního průvodce v úhlové vzdálenosti $0,4''$, tj. v minimální lineární vzdálenosti 16 AU od hvězdy. Týž objekt se jim podařilo zobrazit na kontrolním snímku z května 2010 a odtud prokázali jednak jeho společný vlastní pohyb s hvězdou, a dále zřetelný oběžný pohyb kolem hvězdy. Odtud odvodili spektrální třídu průvodce $M7$ (2,7 kK) a jeho hmotnost $36 M_J$. Oběžná dráha je vysoce excentrická ($>0,6$) s délkou velké poloosy kolem 20 AU a oběžnou periodou zhruba 80 let. Tyto parametry odpovídají mladému hnědému trpaslíku, jenž se může stát prototypem pro srovnávání pozorování s modelovými výpočty pro tuto třídu substelárních objektů.

E. Artigau aj. objevili pomocí srovnání údajů z katalogů *DENIS* a *2MASS* opomenutého osamělého hnědého trpaslíka v poloze **J0817-6155**, jenž má infračervenou jasnost $J = 13,6$ mag a spektrální třídu T6. Jelikož je vzdálen jen 5 pc od *Slunce*, patří mezi nejbližší hnědé trpaslíky střední sp. třídy T, takže může sloužit k podrobnějšímu studiu jako kalibrační objekt této skupiny substelárních objektů.

K. Todorov aj. využili kamery *WFPC2 HST* k objevu průvodce hnědého trpaslíka **2MASS J0441+2301** (*Tau*; $20 M_J$), jenž má se zmíněným trpaslíkem shodný vlastní pohyb. Průvodce o hmotnosti $5 - 10 M_J$ je od trpaslíka úhlově vzdálen o $0,1''$; tj. minimálně 15 AU. Celý páru je zřejmě mladší než 1 mil. roků, takže vznikl nejspíš současně z gravitačních nestabilit v zárodečném chuchvalci prachu a plynu. Autoři pak díky adaptivní optice u 8m teleskopu *Gemini-N* nalezli ve vzdálenosti $12''$ od zmíněného páru další páru s roztečí $0,2''$, takže ve skutečnosti jde pravděpodobně o hierarchickou čtyřnásobnou soustavu.

B. Burningham aj. objevili porovnáním přehlídek *UKIDSS LAS* a *SDSS 7*, že objekty **J1416+13 AB** mají shodný vlastní pohyb, takže se nacházejí ve vzdálenosti nanejvýš 15 pc od *Slunce*. Z infračervené spektroskopie pomocí *SST* pak vyplynulo, že primární složka spektrální třídy L7 má hmotnost $75 M_J$, teplotu 1,5 kK, vysokou hodnotu logaritmu gravitačního zrychlení 5,5 a nízkou metalicitu. Sekundární složka je hnědým trpaslíkem sp. třídy T7.5p o hmotnosti $30 M_J$, teplotě 500 K, $\log g = 5$ a metalicitě $Z = -0,3$. Soustava je stará 10 mld. let a vzájemná vzdálenost složek činí minimálně 45 AU.

T. Robinson aj. se domnívají, že tak jako kosmické sondy ve Sluneční soustavě dokázaly zachytit zrcátkové odrazy slunečního světla od hladiny světových oceánů, anebo od hladiny jezera *Kraken Mare* Saturnovy družice *Titan*, bylo by možné objevit tato „prasátka“ od exoplanetárních oceánů ve fázi, kdy je osvětlen srpek oceánské exoplanety při pohledu ze *Země*. V příznivých případech se totiž může krátkodobě zvýšit jasnost exoplanety až na dvojnásobek standardní hodnoty. K tomu cíli by ovšem musel být budoucí kosmický teleskop *JWST* doplněn o vzdálené stínítko, jež by odclonilo svit mateřské hvězdy.

2.1.5. Atmosféry exoplanet a hnědých trpaslíků

M. Janson aj. pořídili infračervené spektrum exoplanety **HR 8799c** ($1,3 R_J; 7 M_J$), vzdálené 38 AU od své mateřské hvězdy po více než 5h expozici spektrografem *NACO VLT ESO*. Odtud odvodili teplotu povrchu exoplanety 1,1 kK, ale spektrum samo neodpovídá žádnému z běžně užívaných modelů atmosfér pro exoplanety, což nejspíš nasvědčuje výskytu rozsáhlé a neprůhledné oblačnosti.

M. Swain aj. využili spektrografo u 3m teleskopu *IRTF* na *Mauna Kea* k pořízení blízkého infračerveného spektra osvětlené polokoule známé exoplanety **HD 189733b** ($1,1 M_J$), jež obíhá v periodě 2,2 d kolem trpasličí hvězdy *V452 Vul* (10 mag; K2 V; $0,75 R_\odot; 0,26 L_\odot; 8 M_\odot; Z = 0; 20 pc$; stáří >600 Mr) po kruhové dráze s poloměrem 4,6 mil. km. V tomto případě našli spíše nesoulad s modely exoplanetárních atmosfér; prokázali však fluorescenční záření molekul methanu. M. Line aj. ukázali, že atmosféra této exoplanety umožňuje studovat chování molekul methanu, CO₂, CO a vody při vysokých teplotách. A. Lecavelier des Etangs aj. pozorovali tři tranzity exoplanety pomocí spektrografo *ACS HST* a zjistili ze změn hloubky čáry Ly- α , že exoplaneta za sebou vleče „kometární chrost“ neutrálního vodíku, takže ztrácí hmotu tempem 10 kt/s. Jde teprve o druhý případ potvrzeného vypařování atmosféry exoplanety (tím prvním je exoplaneta *HD 209458b* – viz odst. 2.1.2.).

E. Agol aj. pozorovali jasnost i infračervené spektrum soustavy během 14 tranzitů a zákrytů exoplanety pomocí Spitzerova kosmického teleskopu (*SST*). Zatímco hloubka poklesu jasnosti během tranzitu kolísá, není příliš velký rozdíl teplot mezi denní a noční stranou exoplanety. Podle těchto měření se v této soustavě nenachází žádná další blízká exoplaneta s hmotností $>20\%$ hmotnosti *Marsu*. Pozorovaná exoplaneta je asi 6× menší než mateřská hvězda a obíhá ve vzdálenosti 9× větší, než činí poloměr mateřské hvězdy. Také M. Hrudková aj. potvrdili, že v soustavě není žádná další exoplaneta s hmotností nanejvýš $1 M_Z$, která by byla v rezonanci oběžných dob s pozorovanou exoplanetou. Autoři ukázali na základě proměření 12 tranzitů v letech 2007 – 2008 pomocí 2,6m teleskopu *NOT* a 4,2m *WHT* na ostrově *La Palma*, že exoplaneta *HD 189733b* má poloměr $1,14 R_J$ a tranzity trvají 1,8 h. R. Fares aj. zjišťovali, zda exoplaneta neovlivňuje s ohledem na svou těsnost a kvůli měřitelnému toroidálnímu magnetickému poli hvězdy její magnetosféru. Žádný projev případné interakce nenašli, takže aktivita hvězdy je podobně jako u *Slunce* ovlivněna diferenciální rotací povrchu hvězdy, která je nejrychlejší na rovníku (rotační perioda 11,9 d) a podstatně pomalejší na pólech (16,5 d).

L. Fosatti aj. pořizovali pomocí spektrografo *COS HST* ultrafialová spektra exosféry silně ozařované exoplanety u hvězdy **WASP-12**. Exoplaneta o poloměru $1,8 R_J$ se nachází uvnitř Rocheova laloku o poloměru $2,4 R_J$ a obíhá kolem mateřské hvězdy v periodě 26 h.

Vinou blízkosti k mateřské hvězdě a silných slapů je atmosféra exoplanety rozžhavená natolik, že je nafouklá až k hranici Rocheova laloku, takže plyn z ní proudí přes Langrangeův bod a dopadá nakonec na hvězdu. Autorům se podařilo doložit výskyt atomů Na, Sn, Mn a iontů Y II, Sc II, Sc II, Mn II, Al II, V II a Mg II v exosféře exoplanety. Odtud lze usoudit, že v těchto pro nás exotických podmínkách je plyn obřích exoplanet promícháván daleko mocněji, než v atmosférách obřích planet *Sluneční soustavy*.

K. Stevenson aj. sledovali vzhled atmosféry „*horkého Neptunu*“ (4,2 R_Z; 23 M_Z; hustota 1,7násobek vody) obíhajícího kolem hvězdy **GJ 436** (M2.5 V; 10 pc; 0,46 R_⊕; 0,45 M_⊕; Z = -0,03) pozorováním tranzitu a zatmění exoplanety pomocí *SST*. Exoplaneta obíhá kolem hvězdy, která je současně rentgenovým zdrojem se zářivým výkonem rádu 100 EW, v periodě 2,6 d ve vzdálenosti 4,3 mil. km. Ačkoliv modely atmosfér předvídají významné zastoupení methanu, žádné stopy po něm nenalezli. Methanu je tedy v atmosféře exoplanety alespoň o 5 řádů méně než plynného CO, kterého je naopak nadbytek. Spektrograf *SST* tam dále zaznamenal stopy vodní páry a CO₂.

E. Agol aj. objevili díky *SST* atmosférickou emisi v infračerveném spektru tranzitu exoplanety **TrES-2** (1,2 R_J; 1,3 M_J) odečtením spektra hvězdy během zákrytu exoplanety od spektra soustavy během tranzitu. Exoplaneta obíhá kolem své mateřské hvězdy (11 mag; 1,0 R_⊕; 1,0 M_⊕) po kruhové dráze v periodě 2,5 d. Spojité spektrum odpovídá teplotě 1,5 kK, avšak teplota s výškou nad povrchem exoplanety patrně stoupá.

J. Bean aj. využili spektrografové *FORS2* a *VLT ESO* k pořízení transmisních spekter hvězdy, jejíž světlo prochází během tranzitu atmosférou exoplanety o poloměru 2,6 R_Z a hmotnosti 6,5 M_Z obíhající v těsné blízkosti (2 mil. km) trpasličí hvězdy **GJ 1214** (*Oph*; 0,2 R_⊕; 0,16 M_⊕; 13 pc) v periodě 1,6 d. Střední hustota exoplanety činí jen 1,9násobek hustoty vody, z čehož nepřímo vyplývá, že jde o vodní exoplanetu s povrchovou teplotou <500 K. Spektra skutečně prokázala, že v atmosféře exoplanety se nachází opticky tlustá vodní mračna, popřípadě vodní pára, zatímco pod povrchem kamenné exoplanety mohou být oceány tekuté vody.

Podobně A. Burgasser ukázali pomocí spektrografového *FIRE* 6,5m teleskopu *Magellan*, že **hustá oblačnost** se vyskytuje i v atmosférách chladných hnědých trpaslíků. Proměřili spektrum tehdy nejchladnějšího (650 K) známého hnědého trpasličího **Ross 458C** (sp. T8; <0,011 M_⊕; stáří 150 – 800 Mr) a ukázali, že jeho průběh odpovídá silně zamračené obloze. K podobnému závěru vedla také spektroskopie dalších mladých hnědých trpaslíků **SDSS 1416+1348** sp. třídy T7.5 a **ULAS J1335+1130** (sp. T9; teplota 595 K). Zdá se tedy, že výskyt mračen, jež efektivně ochlazují povrch tělesa, je u nejchladnějších mladých hnědých trpaslíků typický.

R. King aj. využili okolnosti, že dvojice hnědých trpaslíků **e Ind Ba+Bb** (R ≈ 20,6 + 22,4 mag) je ze všech známých hnědých trpaslíků nejblíže ke *Slunci* (3,6 pc) a proto využili špičkových aparatur *FORS2* a *NACO VLT ESO* k podrobnému proměření jejich fyzikálních vlastností pomocí vícepásmové fotometrie a optické i infračervené spektroskopie. Ve spektrech obou složek našli pásy molekul methanu, vodní páry, H₂ a CO; dále též absorpční čáry K I a Na I. Jejich spektrální klasifikace tak vychází po řadě na T0.5 a T6 pro složky Ba a Bb. Odtud obdrželi jejich efektivní teploty 1,3 kK a 0,9 kK; logaritmické tříhodnoty zrychlení na povrchu 5,25 a 5,50; svítivosti 0,50 mL_⊕ a 0,02 mL_⊕; metalicitu Z ≈ -0,2 i stáří celé soustavy 4 Gr, vesměs v uspokojivé shodě s nejnovějšími modelovými výpočty. Odtud též vyplývá souhrnná hmotnost páru hnědých trpaslíků 120 M_J, z čehož na složku Ba připadá necelých 70 M_J a na složku Bb něco přes 50 M_J. Obě složky mají týž poloměr 0,08 R_⊕. Pár trpaslíků je vzdálen 1,5 kAU od hvězdy **e Ind A** (K4.5 V), vyznačující se velkým vlastním pohybem 4,7"/r. Jak autoři uvedli, tím se tato dvojice stává dobrým standardem pro odvozování fyzikálních parametrů všech ostatních známých hnědých trpaslíků.

2.1.6. Objevy exoplanet pomocí gravitačních mikročoček

J. Janczaková aj. našli exoplanetu o hmotnosti 74 M_Z v podobě „zoubku“ na světelné křívce gravitační mikročočky **MOA-08-BLG-310L** o hmotnosti 0,7 M_⊕. Exoplaneta obíhá kolem hvězdy ve vzdálenosti 1,25 AU a celá soustava je od nás vzdálena >6 kpc, takže jde o objekt ve výduti *Galaxie*. V takových vzdálenostech se exoplanety nedají jinou metodou, než pomocí mikročoček, vůbec najít.

D. Bennett aj. dokázali, že kolem mikročočky **OGLE-2006-BLG-109L** o hmotnosti 0,5 M_⊕ obíhají přinejmenším dvě exoplanety o hmotnostech 230 a 90 M_Z, přičemž druhá z nich obíhá kolem hvězdy po dráze s výštejnou 0,15.

T. Sumi aj. odhalili při rozboru světelné křívky gravitační mikročočky **OGLE-2007-BLG368Lb** (*Sc*; 6 kpc), že čočkující hvězda o hmotnosti 0,64 M_⊕ má za průvodce exoplanetu o hmotnosti 20 M_Z, jež kolem ní obíhá ve vzdálenosti 3,3 AU, tj. až za příslušnou sněhovou čarou, kde už neexistuje voda v kapalném stavu. Jelikož jde už o 4. případ „*studeného Neptunu*“ za sněhovou čarou, jenž byl objeven touto metodou, lze odtud usoudit, že za sněhovou čarou jsou u trpasličích hvězd třikrát četnější „neptuni“ než „jupiteři“.

A. Gould aj. odvodili z rozboru výskytu obřích exoplanet ve 13 úkazech gravitačních mikročoček z let 2005 – 2008, že tato metoda nejsnáze objeví obří exoplanety vzdálené 2,5 AU od mateřské hvězdy s typickou hmotností 0,5 M_⊕. Ze statistiky dále vyplývá, že exoplanety typu *Jupiter* je v *Galaxii* více, než se dosud odhadovalo, a že ledoví obří typu *Uran/Neptun* jsou četnější než plynoví obří typu *Jupiter/Saturn*, kteří se většinou nacházejí uvnitř sněhové čáry své mateřské hvězdy. Pokud exoplanety migrují směrem ke hvězdě, je jejich životnost silně omezená. Nicméně obří exoplanety objevované metodou gravitačních mikročoček nejspíš ke hvězdám nemigrují vůbec.

2.1.7. Souhrnné studie exoplanet a hnědých trpaslíků

Během rozšířené infračervené přehlídky hnědých trpaslíků *CFBDSIR* pomocí 3,6 m teleskopu *CFHT* na *Mauna Kea* hledají P. Delorme aj. chladné (<650 K) substelární objekty v zorném poli o ploše 66 čtv. stupňů. Zatím se jim podařilo odhalit 55 hnědých trpaslíků sp. třídy T, přičemž tři nejchladnější mají spektrum pozdnější než T8, tj. jejich teplota se pohybuje v rozmezí 550 – 600 K. Autoři odhadli, že po dokončení projektu stoupne počet hnědých trpaslíků třídy >T8 až na 15 objektů.

H. Abt ukázal, že prakticky všechny dosud objevené extrasolární planety i hnědí trpasličí *vznikli souběžně s mateřskými hvězdami* prostě proto, že smrštující se oblak plynu měl tak velký moment hybnosti, že se rozpadl na více zárodků různé hmotnosti. Svědčí o tom skutečnost, že hvězdám s nízkou metalicitou chybějí hvězdní průvodci s krátkou oběžnou dobou. U těchto hvězd se totiž objevují i hnědi trpasličí nebo exoplanety jen zcela vzácně. Nepotvrtila se však původní statistika, že hnědých trpaslíků je obecně velmi málo; uvažovalo se dokonce o „*poušti hnědých trpaslíků*“.

Podle Abta šlo o výběrový efekt; nyní už je zřejmé, že tzv. *funkce hmotnosti hvězd a substelárních objektů nemá u hmotnosti 0,08 M_⊕ žádný zlom*. Pokračuje naprostě plynule, tj. prostorová četnost hvězdných trpaslíků je vyšší než červených trpaslíků pozdní spektrální třídy M a ještě více je obřích plynných exoplanet a dokonce i kamenných (terestrických) exoplanet. Krátkoperiodickými exoplanetami se však vyznačují teprve později vznikající hvězdy s metalicitou blízkou sluneční, nebo vyšší. Naproti tomu planety *Sluneční soustavy* vznikly shlukováním planetesimál v plynoprachovém disku kolem *Praslunce*. Objevy takto vzniklých exoplanet jsou však technicky mnohem obtížnější, takže v dosud objevených stovkách exoplanet se vyskytují zřídka.

A. Howard aj. využili spektrografo *Hires Keckova 10m teleskopu* k hledání exoplanet u 166 blízkých (<25 pc) hvězd slunečního typu. Potvrdili tak Abtu o vývojovou fázi červených obrů. Usoudili na to ze skutečnosti, že ve spektrech 40 bílých trpaslíků vzdálených <20 pc od *Slunce* našli kontaminaci jejich atmosféry tvořených převážně vodíkem a héliem čarami osmi těžších prvků. Podle názoru autorů získali tyto prvky během fáze chladnutí bílého trpaslíka v průběhu nějakých 200 milionů let, a to z planetek, které se vlivem poruch s mateřským bílým trpaslíkem srazily.

B. Zuckermann aj. zjistili pomocí spektrografo *Hires*, že exoplanety se vyskytují také v okolí **bílých trpaslíků**, čili mohou přežít předchozí vývojovou fázi červených obrů. Usoudili na to ze skutečnosti, že ve spektrech 40 bílých trpaslíků vzdálených <20 pc od *Slunce* našli kontaminaci jejich atmosféry tvořených převážně vodíkem a héliem čarami osmi těžších prvků. Podle názoru autorů získali tyto prvky během fáze chladnutí bílého trpaslíka v průběhu nějakých 200 milionů let, a to z planetek, které se vlivem poruch s mateřským bílým trpaslíkem srazily.

Autoři tak potvrdili závěry teoretických výpočtů M. Jury a S. Xu, kteří ukázali, že planetky v okolí červených obrů si mohou ve svém nitru zachovat **vodu** v podobě ledu, popřípadě pod povrchových jezer tekuté vody, která se po pádu planetek na následně vzniklé bílé trpaslíky vypaří a v atmosféře těchto trpaslíků pak pozorujeme silné čáry kyslíku. Také vodíku v atmosféře stárnoucích bílých trpaslíků přibývá, neboť akrece planetek na povrch těchto kompaktních hvězd plynule pokračuje. Připomínají, že největší planetka hlavního pásu – trpasličí planeta **Ceres** – má střední hustotu jen 2,1 násobek hustoty vody. To znamená, že čtvrtinu hmotnosti *Ceresu* tvoří voda a *Ceres* sám představuje čtvrtinu hmotnosti celého pásu planetek mezi *Marsem* a *Jupiterem*. Jestliže mají planetky hlavního pásu v průměru >6 % vody, nabývá tím na vážnosti domněnka, že akrecí planetek v období **těžkého bombardování** získala *Země* své oceány.

Ostatně J. Setiawanovi aj. se podařilo objevit pomocí spektrografo *2,2m teleskopu MPI a ESO* exoplanetu u hvězdy **HIP 13044**. Jde o obří exoplanetu s hmotností >1,2 M_⊕, obíhající kolem mateřské hvězdy v periodě 16,2 d na dráze s velkou poloosou o délce 18 mil. km a výstředností $e = 0,25$. Pomocí spektrografo *Feros VLT ESO* pak prokázali, že mateřská hvězda patří do vodorovné větve obrů a vyniká extrémně nízkou metalicitou $Z = -2,1$. To znamená, že hvězda už prošla stádiem červeného obra (*RGB – red giant branch*), a obří planeta to přežila, ačkoliv se nyní v periastru opakovaně přibližuje ke hvězdě na vzdálenost pouhých 13,5 mil. km. Extrémně nízká metalicia hvězdy navíc svědčí o tom, že tento páár vznikl před minimálně 7 mld. let v satelitní galaxii *Mléčné dráhy*, která byla posléze naší *Galaxií* pohlcena.

L. Kaltenegger aj. upozornili, že to jsou právě tranzitujející exoplanety, které se ideálně hodí pro studium **planetárních atmosfér** a případné objevy **biomarkerů** (čar a pásů sloučenin nutných pro život, resp. vznikajících působením živých organismů). Dokonce je myslitelné, že **život bude nejprve prokázán na přirozených družicích exoplanet**, protože ty budou sice slapově zbrzděny vůči mateřské exoplanetě, ale to nikterak neomezuje jejich otáčení vůči mateřské hvězdě. Autoři dále soudí, že největší naději na nalezení **obydlitelných exoplanet**, resp. exodružic (exoměsíćů), máme u trpasličích hvězd pozdních spektrálních tříd K a M, protože jejich ekosféry mají kvůli nízkému zářivému výkonu hvězdy malé rozměry a tím stoupá pravděpodobnost, že budeme moci pozorovat tranzity exoplanet a exoměsíćů v ekosféře.

Podle S. Martina a A. Boothe se k výhledávání **biomarkerů** CO₂, O₃ a H₂O nejlépe hodí střední infračervené pásmo 10 – 20 μm, kde je nepoměr svítivosti mateřské hvězdy a exoplanety pouze 10⁶:1. Taková pozorování jsou možná jediné z kosmického prostoru, protože úhlová rozteč mezi hvězdou a exoplanetou bude vždy menší než 0,2°. Ideálním přístrojem pro taková měření je tzv. **nulovací interferometr**, jenž dokáže světlo mateřské hvězdy téměř úplně zablokovat. Zatím se ale používá pouze v pozemní verzi u *Keckových teleskopů* na *Mauna Kea*. Plánované využití těchto interferometrů na družicích odložily obě klíčové kosmické agentury (*NASA* i *ESA*) na neurčito.

R. Kopparapu a R. Barnes se zabývali rozborem **stability ekosfér** (*habitable zones*) pro osamělé hvězdy s exoplanetou, která případně zpočátku obíhala kolem hvězdy po výstředné dráze. Z modelových výpočtů pro exoplanety s hmotnostmi 1 M_⊕, 10 M_⊕ a 1 M_⊕ zjistili, že oblasti stability mají charakter fraktálů. Z dosud známých hvězd s exoplanetou jsou na tom relativně nejlépe exoplanety u hvězd **rō CrB**, **HD 164922**, **GJ 674** a **HD 7924**, ale ani jedna z nich v současné době na nositelku života nevyypadá.

P. Arras a A. Socrates upozornili na závažné důsledky **asynchronní rotace** obřích exoplanet typu *Jupiter* vůči mateřské hvězdě v případě, že exoplaneta obíhá po protáhlé dráze a má kapalný povrch. Vlivem změn ve vzdálenosti exoplanety od hvězd se kapalina střídavě ohřívá a chladne a následkem toho vzniká **kvadrupolový moment**, jenž se vektorově sčítá s gravitačními slapy. Efekt je nejvýraznější pro exoplanety s oběžnými dobami v rozmezí 1 – 50 d a způsobuje, že takové *exoplanety jsou i uvnitř rozžhavené*. Je také daleko významnější, než u exoplanet s tuhým povrchem.

A. Triaud aj. zjistili na základě rozboru parametrů 27 exoplanet, že více než polovina z nich má **dráhy výrazně skloněné vůči rovinu rotujících mateřských hvězd** a některé z nich obíhají kolmo k rovině rovníku svých hvězd či dokonce v protisměru. Autoři soudí, že jde o přirozený následek požadavku **soustředit při vzniku hvězdy z chuchvalce mezihvězdného mračna co nejvíce materiálu v jeho těžišti a naopak odnést přebytečný moment hybnosti co nejdále od těžiště**. To je důvod, proč jsou vznikající hvězdy obklopeny plochým **protoplanetárním diskem**, což jinými slovy znamená, že při tvorbě planetárních soustav se navzájem využívají ze sedla dobrá polovina hmotných exoplanet s velkými sklony a při těchto manévrech vezmou za své všechny méně hmotné kamenné („terestrické“) exoplanety. *Sluneční planetární soustava je z toho důvodu spíše vzácnou anomálií*, protože obří i terestrické planety zde obíhají vesměs prográdně a přibližně v rovině slunečního rovníku (sklon rovníku *Slunce* k ekliptice činí jen 7°).



Geologové se nemohou dočkat, až se vydají k vrstvám na úpatí hory Mr. Sharp.

Cesta do historie Marsu

Vyvoleným místem přistání se stal kráter Gale. Ten byl mimochodem žhavým kandidátem pro přistání robota Spirit v lednu 2004, ale přednost nakonec dostal kráter Gusev. A to právě z obavy o bezpečnost zařízení při přistávacím manévrů.

Kráter (pojmenovaný po australském bankéři Walteru Galem, který byl nadšeným astronomem-amatérem) o průměru 155 km je starý 3,5 až 3,8 miliardy let. Ve svém středu přitom má pahorek vysoký 5,5 km (vyšší, než okrajové valy kráteru), který tvoří sedimenty ukládané dvě miliardy let. Původ pahorku není úplně jasné, jako nejpravděpodobnější se jeví vysvětlení, že jde o erozí vytvarované zbytky sedimentů ze dna dávno zaniklého jezera. Nejde ovšem o jediné vysvětlení: jiné teorie tvrdí (a některá data to potvrzují), že pahorek může být minimálně částečně sopečného původu. I tato nejednotnost mimochodem podtrhuje význam průzkumu přímo na místě a ošemetnost výkladu při pouhém sledování lokality z uctivého odstupu.

Na čtvrté planetě sluneční soustavy není mnoho míst, kde bychom se podobným způsobem jako v kráteru Gale mohli „ponořit“ do historie Marsu a postupně studovat vrstvy od nejstarší do nejnovější.

První „krůčky“

První informace po přistání byly jen velmi omezené: robot přistál na odvrácené straně planety a informace nám zprostředkovávala v reálném čase sonda Mars Odyssey (plus do svých pamětí je zaznamenávaly a se zpožděním předávaly ještě MRO a Mars Express). A i ona brzy zmizela za obzorem.

Navíc toto využití sond na oběžné dráze znamenalo jen velmi omezený tok dat. Až druhý sol

mělo dojít k otevření silnější komunikační linky po vyklopení vysokoziskové antény. Tu se ale hned nepodařilo nasměrovat k Zemi. Vyřešení problému ovšem trvalo jeden jediný sol.

Následně se na základě dat z Curiosity i prolétajících sond podařilo přesně určit místo přistání: došlo k němu jen 1,7 km východně od středu přistávací oblasti (elipsa dlouhá 20 km): šlo o historicky nejpřesnější přistání na Marsu, a to díky aktivnímu řízení už v době průletu atmosférou. Jen pro představu: sondy Viking (sestupovaly přímo z oběžné dráhy) měly přistávací elipsu dlouhou 200 km a Phoenix (zatím poslední úspěšné přistání; sestup rovnou z meziplanetárního přeletu) 100 km.

Robot sice přistál na Marsu přímo na všechna kola, takže teoreticky mu nic nebránilo se hned rozjet. Prakticky jsme si ale na první jízdu museli počkat do šestnáctého solu. Jak vysvětlovali pracovníci NASA: „Teď nechceme nic uspěchat. Na Marsu nejsou žádné opravné robotů.“

Kritickou byla zvláště aktualizace palubního software z verze R9 (přistávací) na R10 (ryze pracovní). Přeinstalace obou palubních počítačů proběhla pátý až devátý sol: z bezpečnostních důvodů nejprve u jednoho, pak u druhého.

První zásadní test podvozku proběhl patnáctý sol na Marsu: šlo ale jen o zkušební natáčení jednotlivých kol. Až na šestnáctý den byl plánovaný první pojezd, tedy klíčový test: robot se nenechal zahanbit. Přesně podle plánu ujel tři metry, na místě se otočila o 120 stupňů a 2,5 metru zacouvala. Tímto jednoduchým manévrem prověřila prakticky všechny činnosti pojezdového systému.

„Jízdní řád“ na Marsu

Jediným problémem během oživování Curiosity se nakonec ukázalo neopravitelné poškození jednoho ze dvou čidel rychlosti a směru větru meteorologické stanice REMS. Čidla jsou vůči

sobě natočena tak, aby vždy alespoň jedno nebylo stísněno dalšími aparaturami na Curiosity: bohužel, kabeláž k jednomu z nich byla nenávratně poškozena (dle hypotézy NASA odraženým kamínkem během přistání), takže měření mohou být za určitých podmínek omezena. Na druhé straně: meteorologická pozorování jsou pouze doplňková a v žádném případě nejde o hlavní úkol mise.

Po dvou kratších jízdách se 26. sol (tedy 1. září 2012) robot vydal na první plnohodnotnou jízdu v délce třiceti metrů. Každopádně následující týden má strávit v místě přistání, kde bude pojízdět a testovat přístroje (i sebe sama). Pak je v plánu přejezd do půl kilometru vzdálené lokality Glenelg. Protože se zde potkávají tři geologicky odlišné oblasti, vědci zde chtějí pracovat nejméně do konce letošního roku.

Dlouhodobým cílem Curiosity pak je postupné zdolání hory Mount Sharp, která tvoří středový pahorek kráteru Gale. Její formálně správný název je Aeolis Mons, ale NASA ji ve svých zprávách překlila na Sharpovu horu na počest geologa Roberta Sharpa (1911 – 2004). Cestou na vrchol hory (Curiosity bude muset překonat převýšení zhruba pěti kilometrů) mají být zkoumány jednotlivé vrstvy: předpokládá se, že hora je geologickou kronikou Marsu. Ač je vrchol od místa přistání vzdálený vzdušnou čarou jen asi pět kilometrů, jeho dosažení si podle dosavadních propočtu vyžádá ujetí zhruba deseti kilometrů. Současný plán přitom předpokládá dosažení vrcholku někdy v první polovině roku 2013.

Curiosity tak má na dlouho o zábavu po staráno.

My ostatně také.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto: NASA

Lovec komét

Vášeň pre kométy pravdepodobne zdedil po svojej babke, ktorá videla Halleyho kométu pri dvoch návratoch. Niet divu, že túžil objaviť vlastnú. A objavil. Kreutzove kométy mu priniesli celosvetové uznanie dokonca dvakrát. Najprv v roku 1999, keď ako prvý amatér objavil SOHO kométy na snímkach z vesmírnej sondy. A nedávno pridal pozemský objav ďalšej kométy Kreutzovej skupiny, C/2011 W3. Lovec komét od protinožcov, Terry Lovejoy.



C3 1996/05/03 21:38

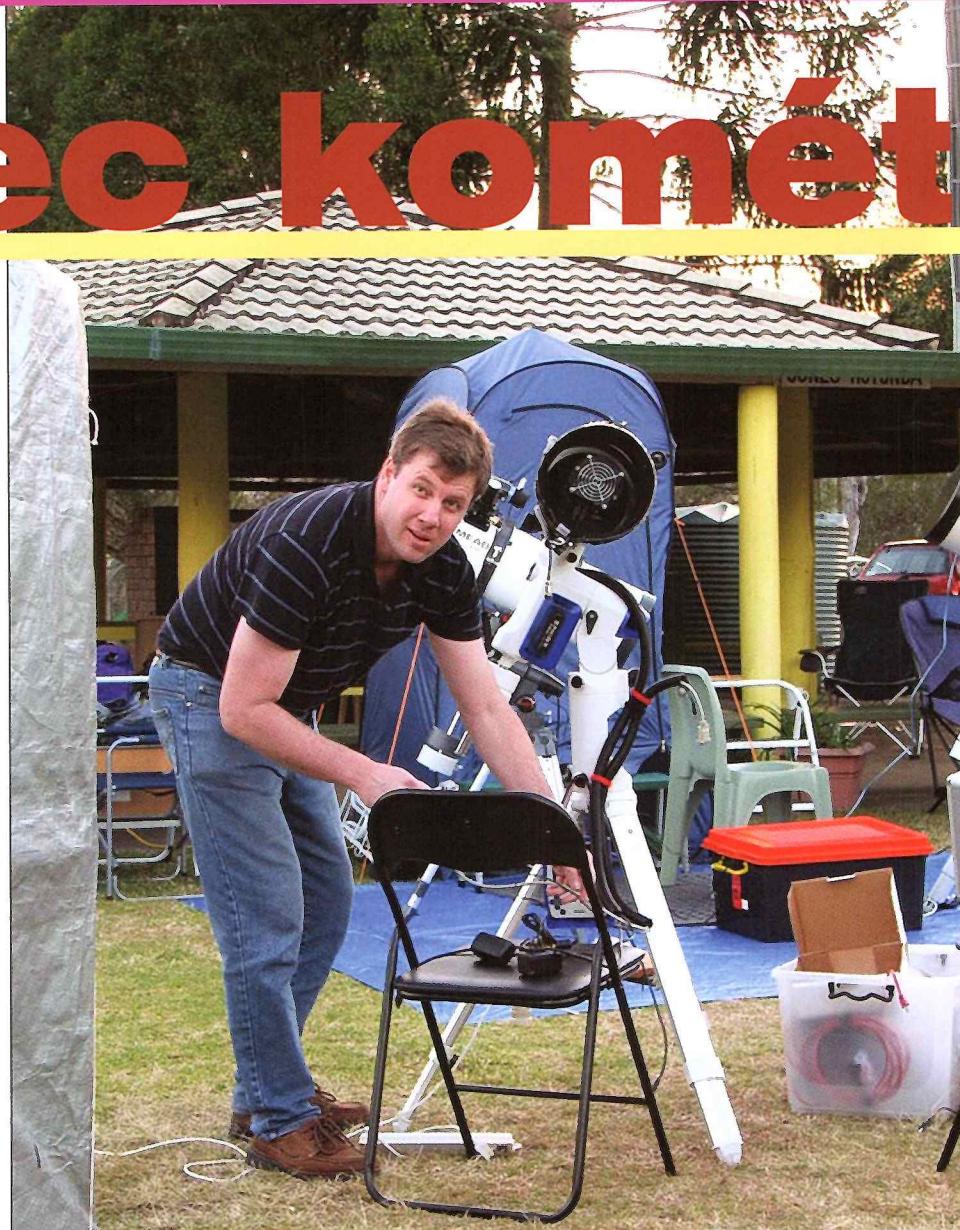
Kométa C/1996 B2 v zornom poli sondy SOHO.
Foto: SOHO



Upravené digitálne zkadlovky na statíve.
Foto: T. Lovejoy



Snímka komety C/2007 E2.
Foto: P. Delinčák



Terry Lovejoy a jeho výbava na lov komét.

Foto: J. Dunphy

Na diskusnom fóre amatérskych astronómov Austrálie a Nového Zélandu „Ice in Space“ sa poznajú pod menom Comet Guy, čo by sa dalo preložiť ako Kometárny chlapček. Nie je to však len formálne meno, tvojou veľkou väššou sú kométy a si skutočný objaviteľ komét. Napriek tomu máš civilné zamestnanie. Čím sa živíš?

Som informačný technológ vo vzdelávacej inštitúции. Viedem malú skupinu kolegov a zabezpečujeme prevádzku počítačovej siete a zálohovanie dát (celkom okolo 600 serverov).

Ako si „objavil“ astronómiu?

Bolo to v polovici 70. rokov, keď mi otec cez 60-mm dalekohľad Unitron ukázal planéty. Videl som i pári slnečných zatmení, ktoré ešte vystupňovali môj záujem. A vášeň pre kométy asi pochádza zo spomienok mojej babky na Halleyovu kométu z roku 1910 (pozorovala ju tiež pri návrate v roku 1986). Koncom 70. rokov bolo ľahšie získať aktuálne informácie o nových kométoch a bolo frustrujúce dočítavať o jasných kométoch s odstupom niekoľkých mesiacov. Až koncom 80. rokov sa mi podarilo pozorovať dve periodické kométy, Tuttle a Stephan-Oterma. Bol som fascinovaný možnosťou pozorovať ich pochyb a boli relatívne jasné v porovnaní s väčšinou objektov dalekého vesmíru.

Hovoríš, že astronómia ťa zaujíma od detstva. Nenapadlo ti ísť študovať astronómiu a stať sa profesionálom?

Rozmýšľal som o tom, ale rozhodol som sa inak, keďže som chcel také povolanie, kde je vždy veľa možností uplatnenia. Navyše to, čo robím, je vášeň, a nie som si istý, či by pracovné povinnosti a stresové situácie v práci mohli prinášať potešenie.

Tvoj záujem o kométy zosilnel po tom, čo si sledoval kométu Tuttle v zime 1980, keď dosiahla takmer 7. magnitudu a bola ľahkým cieľom pre malé teleskopy. Akým dalekohľadom si ju vtedy pozoroval?

Bol to 20-cm F6 zrkadlový dalekohľad na paralatickej montáži. Používal som starý 25-mm okulár typu Unitron Kellner, čo mi dávalo 50-násobné zväčšenie a možnosť pozorovať kométy do 12. magnitúdy.

Spomenieš si na svoj prvý pokus objaviť kométu?

V skutočnosti som sa lovom komét väčnejšie nezaoberal až do objavu SOHO kométy v roku 1999. Ale v polovici 80. rokov som to trocha skúšal 20-cm dalekohľadom s 50-násobným zväčšením. Koncom 80. rokov som vypracoval vyhľadávacie mapky pre niekolko komét Kreut-

od protinožcov



Snímka potvrdzujúca objav kométy C/2004 F4.

Foto: T. Lovejoy

zovej skupiny pre dnes už zaniknutú Austrálsku kometárnu sekciu. V tom čase vyvolali tieto kométy veľký záujem záplavou objavov z družíc Solwind a SMM (Solar Maximum Mission). To vzbudilo domnienku, že sa blíži jasnejší objekt.

Sonda SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) vypustená koncom roku 1995 bola určená na pozorovanie Slnka. Nikto nepredpokladal, že sa z nej stane najúspešnejší objaviteľ komét v historii s viac než 2 100 objavmi. Novú

éru v objavovaní komét si začal ty v lete 1999. Ako si sa vlastne dozvedel a tejto možnosti?

Inšpirovali ma zábery kométy C/1996 B2 (Hyakutake) v roku 1996 zverejnené na internete, keď kométa prechádzala zorným polom C3 koronografu sondy SOHO. Hľadať som začal v polovici roka 1999 a čoskoro som našiel niekoľko komét. Prekvapujúce bolo, že v tom čase nikto okrem pracovníkov riadiaceho strediska SOHO tieto zábery nesledoval!

Kométa C/2001 W3.

Foto: R. Vavra



Stal si sa prvým lovcom SOHO komét a počas niekolkých týždňov si objavil 4 kométy (SOHO 74, 75, 80 a 84) ako prvý amatér v lete 1999. Inšpiroval si mnohých ďalších, ale po 11 objavoch si s tým skončil. Prečo?

Dôvodom bola narastajúca konkurenčia, a okrem toho som zistil, že stať sa objaviteľom bolo fažké, nakoľko ľudia nahlásovali nové kométy na základe troch, či dokonca dvoch pozícii. To malo za následok obrovské množstvo falosných poplachov, čo znamenalo omnoho viac práce pri vyhodnocovaní a vždy som mal obavy, či nahlásujem reálny objekt. V súčasnosti sú hlásenia kontrolované skúsenejšími lovcami a zdá sa, že k omylom dochádza teraz zriedkakedy. Mnohí lovcovia SOHO komét venujú hľadaniu obrovské množstvo svojho voľného času a prispievajú veľkou mierou k našim poznatkom o kométoch.

Dva roky predtým, v roku 1997, si precestoval tisícky kilometrov, aby si zahliadol jasného kométu Hale-Bopp. Tá bola jednou z najjasnejších komét 90-tych rokov. Nanešťastie nebola z Austrálie veľmi dobre pozorovateľná, tak si preleteл Tichý oceán, aby si ju mohol sledovať za lepších podmienok z USA. Splnila táto cesta svoje očakávania?

Áno, bolo to perfektné. Kométa Hale-Bopp bola úžasná, najmä pri pohľade cez binokulár, a dokonca bola viditeľná voľným okom i z vyšvietených miest.

Bola to tvoja jediná cesta do zahraničia kvôli astronómii?





Čelný pohľad – detaily korekčného optického systému HyperStar.
Foto: T. Lovejoy



Bočný pohľad – detaily korekčného optického systému HyperStar.
Foto: T. Lovejoy

Áno. Bola to výnimočná udalosť, ktorú som nemohol vynechať.

Mnohí astronómovia žijúci v Európe túžia navštíviť Austráliu, aby sa mohli pokochať objektmi južnej oblohy, ktorá je pre teba samozrejmostou? Je podobne atraktívna pre teba severnú oblohu?

Samozejme, existuje istá závist! Objekty ako M 51 a M 31 sú viditeľné v Austrálii nízko nad obzorom a bol to ozaj pekný pohľad na tieto objekty vysoko nad hlavou. Takisto bolo vzrušujúce pozorovať Veľkú a Malú medvedicu, ktoré sú príliš daleko na severe, aby boli z Austrálie dobre viditeľné (ak vôbec).

Pre tých, ktorých koničkom je astronómia a plánujú cestu do Austrálie, čo by mali podľa teba určiť navštíviť?

Rozhodne by som im odporúčal navštíviť niektoré stretnutie amatérskych astronómov (napr. Astrofest v Lostocku), kde budú mať šancu pozorovať južnú oblohu spod tmavej oblohy rôznymi dalekohľadmi. Okrem toho Coonabarabran sa javí ako raj pre astronómov, s observatóriom Siding Springs a možnosťami na ubytovanie a pobyt návštěvníkov.

V roku 1994 si sa zoznámil s CCD technológiou a neskôr si zhotobil svoju vlastnú CCD kameru. Rozoznal si prednosti novej technológie pre astrofotografiu a tiež na hľadanie komét, len ešte nenastal ten správny čas...

Skutočne som musel čakať, až bude táto technológia dostupná v priateľskej cene. Cítil som, že CCD technológia je potrebná kvôli schopnosti zachytiť slabšie objekty, a bol som nešťastný pri používaní klasického filmu, keďže to bolo spojené s vyzvolávaním množstva negatívov. Problémom CCD kamier bolo i to, že senzory už aj malého formátu boli drahé a ja som jednoducho na ne nemal peniaze.

Neskôr, keď sa objavili digitálne zrkadlovky, nielenže si rozpoznať ich výhodu oproti klasickej

CCD kamere, navyše si vyriešil aj problém so vstavanými filtromi – červeným a infračerveným. Ich odstránením sa zrkadlovka stala veľmi vhodnou na astronomickú fotografiu. Po tom, čo si opísal postup, ako upraviť fotoaparát, mnohí amatéri ťa nasledovali. Nakoniec si na lov komét uprednostnil upravenú digitálnu zrkadlovku pred klasickou CCD kamerou. Kedy to bolo?

Ked' sa na trh uviedol fotoaparát Canon 300D, konečne to bol prístroj s velkoplošným senzorom a zároveň bol cenovo dostupný. Hoci fotoaparát dával farebný obraz a čip bol nechladený, bolo to slušné na hľadanie komét.

Ziješ na predmestí Brisbane, v štvrti Thornlands. Na zozname observatórií MPC (Minor Planet Center) je aj kód E27 Thornlands. Myšlím, že to nie je náhoda a že E27 je označenie tvojho pozorovacieho miesta. Kedy si získal kód?

Označenie môjho pozorovacieho miesta som získal automaticky po pozorovaní komety C/2004 F4 (Bradfield).

To bolo v apríli 2004, mesiac predtým, než si spustil svoj program hľadania komét. Potvrdil si objav komety legendárneho Wiliama Bradfielda a zároveň si sám sebe dokázal vhodnosť použitého systému. Ako si na to spomínaš?

Bola to úplná náhoda. Zavolal mi Colin Drescher, ktorý bol vtedy v Hobarte, že sa povráva o možnej komete Billa Bradfielda, ktorá však nebola potvrdená.

Tú noc som vyliezol na strechu so statívom a novučíckym fotákom 300D s teleobjektívom. Urobil som zopár záberov a na moje prekvapenie na zložených snímkach bola kométa! V binokulári 15×80 som nevidel nič. Naštastie prišli tri jasné noci za sebou a podarilo sa mi získať dostačný počet záberov a pozícií komety na výpočet dráhy a kométa bola oficiálne ohlášená ako C/2004 F4.

O tomto spôsobe hľadania komét som uvažoval už pred touto udalosťou a už som poznal potenciál zrkadlovky na základe snímkov, ktoré získali ďalší amatéri fotoaparátom Canon 10D.

V máji 2004 si začal systematický lov a po viac než 1 400 hodinách fotografovania si našiel svoju prvú kométu – C/2007 E2 v marci 2007. Čo ti napadol ako prvé, keď si zazrel túžobne očakávaný objekt?

Neevidoval som čas strávený hľadaním, ale bolo to veľa hodín a 1 400 je odhad. Keď som našiel C/2007 E2, mal som hrejivý pocit a bolo fažké zachovať si chladnú hlavu. Odporúčam každému mať prípravený písomný zoznam krokov pre prípad objavu komety. Je dôležité mať pozorovanie z druhej noci, prv než skontaktuješ ostatných – hoci v tomto prípade teleso bolo jednoznačne na všetkých záberoch a pohybovalo sa rovnomerne, tak som skontaktoval zopár ľudí už po prvej noci.

Prešli len dva mesiace a 26. mája 2007 si našiel svoju druhú kométu C/2007 K5. Stalo sa to takmer na deň presne dva roky po spustení „poľovačky“. Bol to rovnaký pocit ako pri prvom objave v marci?

Pri C/2007 K5 bolo vzrušenie rozhodne menšie, keďže celý proces som absolvoval len dva mesiace predtým. Avšak pri C/2011 W3 to bolo podobné ako prvý raz, veď to bolo štýri a pol roka od posledného objavu!

Dve upravené digitálne zrkadlovky, Canon 300D and Canon 350D, pripojené na statív ti





Kométa C/2011 W3.

Foto: P. Haese

v roku 2007 priniesli objavy dvoch komét. Následne po dvoch rokoch ďalšieho pravidelného snímania oblohy si sa rozhodol zmeniť používané prístroje. Prečo?

Dôvodom bolo zlepšenie citlivosti prechodom na monochromatickú kameru a svetelnnejší optický systém. Okrem toho kalibrované snímky pri chladnej kamere dávajú kvalitnejší obraz a vďaka tomu je identifikácia jednoduchšia. Výhoda farebnej fotografie spočíva v tom, že komety sa dajú ľahšie rozpoznať pre ich typický modrý či zelený odtieň. Navyše som začal využívať GOTO systém, čo poskytuje ešte väčšiu flexibilitu v práci.

Tvoje súčasné vybavenie je 20 cm ďalekohľad typu Schmidt-Cassegrain doplnený korekčným optickým systémom HyperStar a CCD kamerou QHY9. Aké sú výhody tejto zostavy v porovnaní so zrkadlovkami?

Kedže teraz používam GOTO systém, môžem sa posúvať v deklinácii i v rektascenции, kým predtým to bolo možné len v rektascenции. Prostredníctvom kamery QHY9 dosiahnem rovnakú limitnú jasnosť už štvrtinovou expozičnou dobou. Navyše HyperStar je oveľa citlivejší ako teleobjektív 200 mm s f2,8. Čistý zisk je približne jedna magnitúda navyše pre rovnako veľké hviezdné pole.

Počas jednej noci nasnímaš viac než 200 hviezdných polí. Síťaš ráno prezrieť snímky, keď musíš byť v práci o deviatej?

Zvyčajne snímky ráno nekontrolujem, tie ma čakajú v počítači na prezeranie až večer, keď sa vrátim z práce.

V ére bez osobných počítačov si spracovanie napozorovaného materiálu vyžadovalo niekoľko hodín. Dnes stačí zopár kliknutí myšou a je to hotové. Aj napriek tomu to však nebude vecou niekolkých minút, môžeš popísať svoj postup?

Snímky vyhodnocujem v programe IRIS 5.59, používam skript vytvorený programom, ktorý ovláda aj ďalekohľad a získavanie snímok. Zábery sa skalibrujú a uložia. Astrometriu nerozbím, pokiaľ nie je na zábere niečo podozrivé. Snímky stále prezerám manuálne, pričom prehliadka jedného poľa trvá najviac 60 sekúnd. Doteraz som nenašiel detektívny softvér, ktorý by prevyšoval, či aspoň dosahoval schopnosť ľudského oka pri rozpoznaní komét, hoci niektorí amatéri na tom pracujú, a tak budem pokračovať v zaužívanom spôsobe i nadálej.

Takmer dva roky si pozoroval s novým vybavením, kým si našiel svoju tretiu kométu. Jedno príslušie hovorí, že trpezlivosť ruže prináša, v tvjom prípade bola odmenou nová kométa a nie hocaká – z Kreutzovej rodiny komét. Hoci spočiatku si ju považoval za optický kaz ...

Ano, súhlasím, hoci si myslím, že počasie v posledných rokoch bolo dosť zlé a dalo sa objaviť len málo komét.

Dúfal si v kútku duše, že táto kométa bude iná ako väčšina SOHO komét a prežije tesné priblženie k Slnku?

Ano, tajne som dúfal, že kométa prežije, hoci som tomu sám neveril.

Napadlo ti, že sa kométa vyvinie do takého prekrásneho tvaru?

Myslel som si, že ak aj prežije, budeme vidieť len slabý pozostatok chvosta. To, čo sme napokon videli, ďaleko prevýšilo moje očakávania.

Tvoja tretia kométa, označovaná aj Veľká vianočná kométa 2011, ponúkla astronómom najvzrušujúcejšie okamihy v závere roka. S približujúcimi sa Vianocami sa mnohí z nás každé ráno stále viac tešili na nové úchvatné obrázky komety... Objavil si ju na CCD zábere, o niekoľko dní neskôr si ju pozoroval vizuálne cez svoj Dobson, sledoval si jej dráhu na záberech sondy SOHO a po jej prekvapujúcom prežití si ju napokon pozoroval voľným okom. Ktorý pohľad na kométu poteší najviac?

Chcel som kométu vidieť na vlastné oči, teda pohľad cez Dobsona by ma uspokojil, ak by kométa neprežila. Ale keďže po prechode perihéliom nám predviedla úžasné divadlo, niet pochyb, že pozorovanie 23. decembra bolo to najviac potešujúce.

Máš obľúbený čítanie na astronomickú tému?

Slávny lovec komét z 19. storočia, Lewis Swift, povedal: „Nemôžeš objaviť kométu, pokiaľ spíš v posteli.“ Teraz sa mi to zdá úsměvné, veď minimálne dve komety boli nasnímané, kym som spal.

Ktoré komety máš na mysli?

C/2007 E2 and C/2011 W3.

Českí amatérski astronómovia používajú výraz „7 perál astronómie“ pre veľkolepé udalosti, ktoré by chceli zažiť. Za perly považujú: úplné zatmenie Slnka, zatmenie Mesiaca, polárnu žiaru, prechod Venuše pred slnečným diskom, jasné kometu, meteorický dážď a výbuch supernovy. Čo by tvorilo tvojich sedem perál?

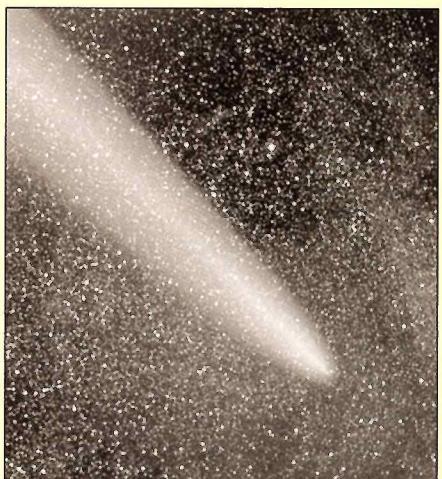
Úplné zatmenie Slnka, jasná polárna žiara, meteorický dážď, jasné kométa, pohľad na Mesiaca cez veľký ďalekohľad, Saturn cez veľký ďalekohľad a úplné zatmenie Mesiaca, v takomto poradí!

Tešíš sa na zatmenie Slnka, ktoré bude v novembri v Cairns?

Samozrejme, budem tam.

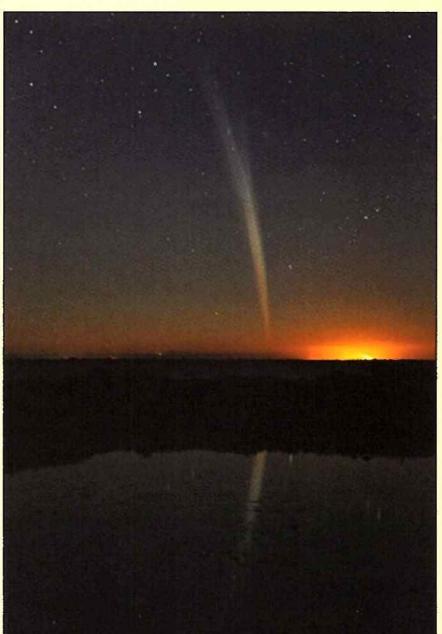
Tak teda diľam, že sa tam stretnem...

ŠTEFAN KÜRTI
Brisbane – Nové Zámky, 25. jan. 2012



Kométa C/2011 W3 po prechode príslním.

Foto: T. Lovejoy



Kométa C/2011 W3.

Foto: C. Legg



Kométa C/2011 W3.

Foto: Cherney

Mimogalaktické hmloviny

Spolu so Slňkom a s celou Slnčnou sústavou sme obyvateľmi Galaxie. Galaxia, ako sme ukázali v predchádzajúcich častiach „sprievodcu“, tvorí akýsi vesmírny ostrov, ktorý obsahuje viac ako 200 miliárd hviezd rôznych typov a hmloviny rôzneho tvaru a pôvodu. Medzi ne patria napríklad planetárne hmloviny – unikajúce obálky hmoty po výbuchoch supernov, alebo prachové a plynné hmloviny, svietiace rozptýleným svetlom blízkych hviezd. Medzi nimi sa však objavili aj také, žiarenie ktorých sa vzhľadom na ich spektrum nedalo jednoducho vysvetliť. Neskôr sa zistilo, že ide o mimogalaktické hmloviny – galaxie, podobné našej.



Obr. 1. Hmlovina v Andromede, M31.

Na severnej hviezdnej oblohe sa dá voľným okom pozorovať iba jedený takýto objekt – **hmlovina v Andromede**. Má vizuálnu jasnosť $4,8^m$ a podobá sa na obláčik v tvaru elipsy, s veľkou osou, dlhou takmer 3° . Vo veľkých dalekohľadoch vidíme nádherný vesmírny ostrov s bohatou štruktúrou (obr. 1).

Štúdium týchto objektov je podmienené existenciou výkonných dalekohľadov. Do roku 1985 sme poznali okolo 10 miliárd takýchto objektov a dnes (2012) si ich množstvo ani netrúfam odhadnúť. Podľa kvalifikovaného odhadu by sa Hubblovým dalekohľadom dalo pozorovať asi bilión galaxií. Niekoľko tisíc najjasnejších (asi do $12,5^m$) má označenie podľa katalógov, v ktorých sú uvedené. Katalóg Ch. J. Messiera je z roku 1781 a hmlovina v Andromede je tam označená M31. V katalógu J. Dreyera z roku 1888 je označená NGC224 (*New General Catalogue*).

História výskumu galaxií je pomerne krátka, má okolo 100 rokov. Jej začiatok je spojený s konštrukciou veľkých dalekohľadov, najmä na



Obr. 3. Galaxia M82 (Cigara) v súhvezdí Veľký voz.

a diskom, ktorému však chýba špirálová štruktúra. Nie sú vývojovým prechodom týchto typov.

Schéma je doplnená *nepravidelnými galaxiami*. Týmto chýba výrazná štruktúra.

Označujú sa písmenami *Irr* a delia sa na dve skupiny: *Irr I* – nepravidelné galaxie a *Irr II* – narušené galaxie – napríklad interagujúce galaxie.

Do tohto typu patrí napríklad galaxia M82 (Cigara) v súhvezdí Veľký voz s výrazným stopami výbuchu jadra. Jej zdanlivá jasnosť je $9,2^m$ (obr. 3).

Tvar našej Galaxie, určený z rôznych priesvitových štúdií rozdelenia hviezd, ju zaraďuje do tried SBB a podľa najnovších údajov, ktoré zistil infračervený dalekohľad *Spitzer Space Telescope*, má priečka veľkosť okolo 10 kpc (obr. 4).

Existujú však aj galaxie, ktoré sa nedajú do uvedenej schémy zatriediť. Takou je napríklad

Obr. 4. Tvar našej Galaxie pri pohľade zhora.

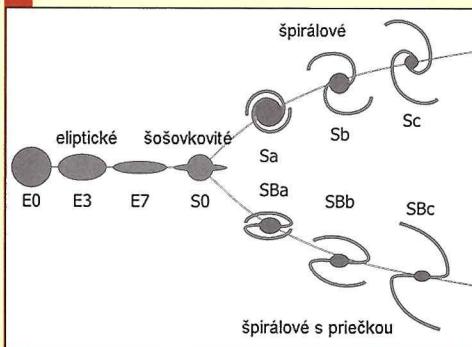


observatóriu na Mt Wilsone: 150-cm dalekohľad od roku 1908 a 250-cm od roku 1918.

Otázka vzdialnosti týchto objektov bola rozriešená až v roku 1926, keď E. Hubble, na základe pozorovania viacerých cefeid v špirálych rámciach hmlovín M31 a v M33 (galaxia v Trojuholníku) určil, že sa nachádzajú už mimo hranic našej Galaxie. Prvá vo vzdialosti 245 kpc a druhá 261 kpc. Dnes, po započítaní rôznych korekcií, sa udáva pre obidva objekty vzdialenosť 700 kpc. Pre porovnanie: priemer Galaxie je okolo 30 kpc. Zo štúdií E. Hubbla vyplynula aj jeho klasifikácia galaxií, kde rozdeľuje galaxie podľa ich tvaru (obr. 2).

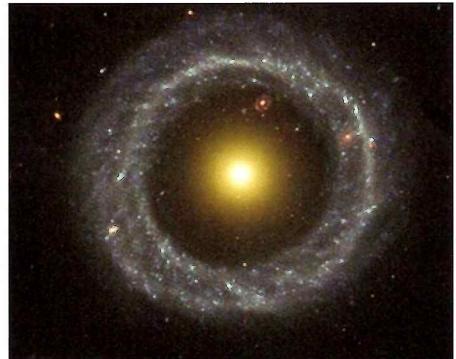
Pôvodne predpokladal, že ide o rôzne vývojové štadiá galaxií, tento predpoklad sa však nepodarilo preukázať.

Šošovkovité galaxie podľa Hubblovej schémy tvoria prechodový typ medzi elliptickou a špirálovou galaxiou. Sú to galaxie, ktoré sa podobajú špirálovým galaxiám, s výrazným jadrom



Obr. 2. Hubblova klasifikácia galaxií.

- galaxie



Obr. 5. Prstencová galaxia, vzdialenosť okolo 185 Mpc.

prstencová galaxia, ktorú objavil A. Hoag v roku 1950 (obr. 5).

Vzdialenosť galaxií možno určiť iba nepriamo, napríklad z už spomínaného vzťahu medzi periódou jasnosti ceľej galaxie a ich absolútnej magnitúdy. Z absolútnej magnitúdy M a nameranej zdanlivej m potom podľa známeho Pogsonovo vzťahu a modulu vzdialenosť ($m - M$) určíme vzdialenosť r : $\log r = 1 + (m - M)/5$.

Samořejme, potrebujeme k tomu veľký ďalekohľad, aby sme mohli potrebnú hviezdu oddeliť.

Iné metódy sú založené na rôznych predpokladoch. Napríklad, že existuje akási stredná hodnota rozmeru, alebo absolútnej magnitúdy celej galaxie a že tieto hodnoty sú v určitých medziach rovnaké ako u našej Galaxie.

Ak napríklad predpokladáme, že priemer M31 je rovnaký ako pri Galaxii, 30 kpc, a vidíme ju pod uhlom 160° , dostaneme pre vzdialenosť hodnotu 644 kpc, čo sa málo lísi od uznanej hodnoty.

Už pred Hubblokom existoval názor, že „spirálové hmloviny“ sa nachádzajú mimo našej Galaxie. Pri štatistike ich smerového rozdelenia sa totiž ukázalo, že v galaktickom rovníku (v rovine Mliečnej cesty) ich nepozorujeme vôbec. Najviac ich je okolo galaktických pólov. Tento jav sa dá vysvetliť absorbciou svetla v plyne a prachu, ktorý je sústredený v rovine galaxie (populácia I).

Objavy podstaty a vlastnosti galaxií sa spája s menom E. Hubbla najmä pre jeho odvahu publikovať celkom nový, všeobecne ešte nepriyatý názor. Môžeme povedať, že podľa zákonov dialektiky čas dozrel na prechod od kvantity ku kvalite.

Za hlavného hráča na poli naplnenia kvantity môžeme považovať tzv. „Pickeringov hámrem“, decentnejšie nazývaný tiež „Harvardský komputer“ (obr. 6).

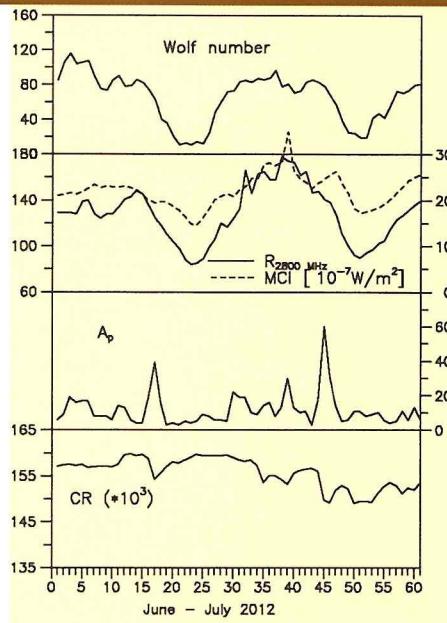
E. Ch. Pickering bol riaditeľom Harvardského observatória v rokoch 1877 – 1919 a najmä zručné ženy na spracovanie fotografických platení. Počas jeho riaditeľovania ich bolo okolo 80. Výsledok bol neuveriteľne efektívny:

- V roku 1890 publikoval Pickering *Henry Draper Catalog*, obsahujúci vlastnosti viac ako 10 000 hviezd spolu s ich spektrami. Vďaka po amatérskom astronómovi H. Draperovi poskytla dotáciu na túto prácu v roku 1886.
- H. Leavittová (vedúca oddelenia fotografickej fotometrie) objavila vyše 2 400 premenných hviezd, čo bolo viac ako polovica všetkých známych v tom čase. Pri tomto štúdiu sa jej podarilo objaviť vzťah *perióda – svietivosť* u ceľí, ktorý umožnil Hubblovi určiť vzdialenosť hmloviny v Andromede.
- H. Leavittová vyuvinula metódu fotografickej fotometrie hviezd, ktorá bola prijatá v roku 1913 medzinárodne (*International Committee on Photographic Magnitudes*), ako Harvardský štandard. Na tento účel spracovala 299 platení z 13 rôznych ďalekohľadov.

MILAN RYBANSKÝ



Obr. 6. Fotografia „Pickeringového hámre“ z roku 1913.

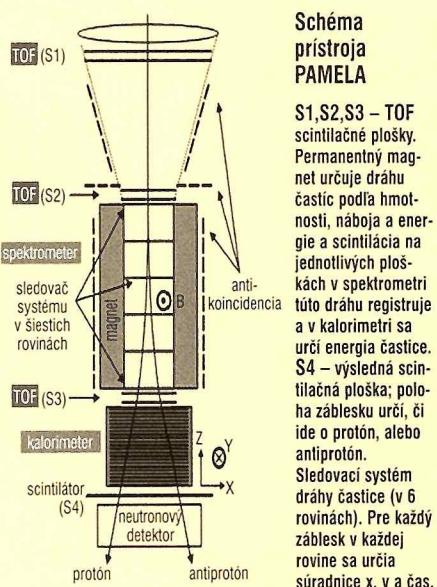


Slnečná aktivita

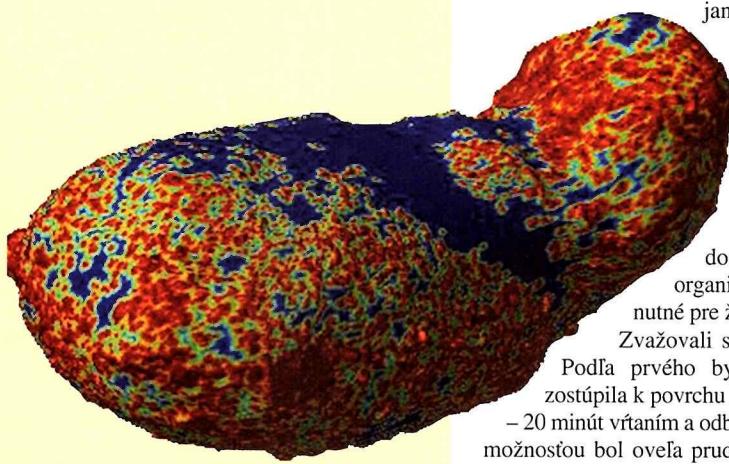
Tak ako sme písali už v minulom čísele, dá sa povedať, že priebeh slnečnej aktivity zodpovedá fáze cyklu v období jeho vzastu. Za posledné dva mesiace sa nič zvláštneho neudialo. Všetky kozmické aparáty napr. SOHO, STEREO, HINODE, SDO zhromažďujú obrovské množstvo pozorovaní, avšak za ostatné dva mesiace sa nevyskytlo nič neocakávané.

V minulom čísele sme hovorili o jave GLE v kozmickom žiareni. Dnes si priblížime informáciu o komplexnejšom meraní kozmického žiarenia pomocou kozmického aparátu PAMELA (Payload for Antimatter Matter Exploration and Light nuclei Astrophysics). Jeho prístroje sú schopné registrať aj antičasticie s rozsahom energií od 10^7 do 10^{12} eV. Detektorom je hmotový spektrometer s trvalým magnetom a kremíkovo-tungstenový elektromagnetický kalorimeter (pozri obrázok dole). Prístroj bol vypustený na takmer okolopárnú obežnú dráhu 15. júna 2006. Na konferencii o kozmickom žiareni v Lodži (2009) boli prezentované prvé výsledky, najmä koncentrácie jadier od B po C v kozmickom žiareni a zastúpení antičasticie.

Milan Rybanský



Mprojekt *Marco Polo R-Mission* má zaujímavú história vzniku. Najprv vznikol pod názvom *Marco Polo* a bol pripravovaný v rokoch 2007–2010 v ESA a spolupracujúcich technických inštitúciách. Skončil ako technická štúdia a ako jedna z mnohých drahých výziív mal malú šancu na realizáciu. Až po podstatnom prehodnotení prístupu, čo viedlo k značnému zlacneniu celého projektu, sa začal realizovať pod modifikovaným názvom.



Pri odberu vzoriek hrá dôležitú úlohu výber miesta na povrchu asteroidu. Strmší svah by mohol spôsobiť prevrátenie odbernej časti a znemožniť tak transport kapsuly do orbitálneho modulu. Na obr. je vyznačené prístupnosť povrchu z hľadiska pristátia pre asteroid Itokawa. Nebezpečné oblasti sú vyznačené červenou, bezpečné modrou farbou. Ako nebezpečné boli zvolené oblasti so sklonom viac ako 10 stupňov na metrovej dĺžke.

MarcoPolo

MarcoPolo R-Mission – prvá fáza

Hlavným cieľom pôvodnej misie bolo priniesť vzorku z blízkozemského asteroidu (NEA) pre možnosť laboratórnej analýzy na Zemi – kandidátom NEA vybraným na pozorovanie bol asteroid 1999 JU3. Asteroidy patriace k najstarším objektom v Slniečnej sústave nám umožňujú pohľad na zrod a vývoj našej planéty. Dnes si myslíme, že terestrické planéty sa tvorili späjajúcim objektov podobných asteroidov. Pretože priniesaná vzorka by mohla významne prispieť k našim vedomostiam o formovaní sa planét. Je tiež pravdepodobné, že asteroidy mohli dodáť primitívnej Zemi organické zlúčeniny nevyhnutné pre život.

Zvažovali sa 2 odlišné postupy. Podľa prvého by sonda *MarcoPolo* zostúpila k povrchu planétky a strávila 10 – 20 minút vrtaním a odberom vzorky. Druhou možnosťou bol oveľa prudší „dotyk a odchod“ tak, že sonda by bola v kontakte s povrhom 1999 JU3 len 3 sekundy.

Obe stratégie by získali z asteroidu prach a vzorky centimetrovej veľkosti, ktoré by boli uložené do návratovej kapsuly a uzavreté. Po návrate na Zem by sa návratové kapsule s hmotnosťou 30 až 70 kg oddeliли od materskej sondy a na padáku by pristáli vo Woomere v Austrálii.

Materská kozmická loď, väziacia okolo 1 400 kilogramov, mala niesť aj súbor prístrojov na štúdium 1999 JU3, vrátane vedeckých kamier, páru infračervených spektrometrov na analýzu chemického zloženia a tepelnofyzikálnych vlastností a zariadenia pracujúceho na rádiových vlnách na určenie hmotnosti a štruktúry asteroidu.

Podľa navrhovaného rozpisu mala byť sonda *MarcoPolo* vypustená raketou Sojuz z kozmo-

drómu vo Francúzskej Guyane, v decembri 2018. Po získaní gravitačných impulzov dvojnásobným blízkym preletom popri Zemi – v decembri 2019 a znova o rok neskôr – by dorazila k 1999 JU3 vo februári 2022. Pred pristátím na asteroide by sonda strávila 6 – 7 mesiacov na jeho obežnej dráhe a robila *in-situ* vedecké merania a hľadala najlepšie miesto na pristátie. Po zobrať vzorky by

sonda *MarcoPolo* zamierila späť k Zemi v júli 2023, s návratom v decembri 2024.

Sonda *MarcoPolo* bola pripravovaná v spolupráci s japonskou spoločnosťou Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) a bola pomenovaná po jednom z prvých Európanov, ktorý nadviazal dobré vzťahy medzi Európu a Áziu.

MarcoPolo R-Mission – druhá fáza

MarcoPolo R-Mission je pokračovaním štúdie *MarcoPolo*, ktorej hlavným cieľom je privezeť vzorky z primitívneho NEA. Má riešiť podobnú sériu otázok, z ktorých mnohé možno zodpovedať len v pozemských laboratóriách, zameranie je však nové a to vedie k redukcii ceny. Vedecký výbor pre prípravu misie má 30 členov z Európy i USA, na jeho čele je známa odbornička na asteroidy Maria Antonietta Barucci z parižskej hvezdárne.

Niektoré záležitosti bude možné overiť vopred, keďže NASA plánuje vyslať v roku 2016 sondu OSIRIS-REx, ktorá má priniesť vzorky z primitívneho asteroidu triedy B 1999RQ36.

Doteraz sme mali možnosť nasnímať *in-situ* 5 komét (1P/Halley, 9P/Tempel 1, 19P/Borrelly, 81P/Wild 2 a 103P/Hartley 2), 9 asteroidov (21 Lutetia, 243 Ida, 253 Mathilde, 433 Eros, 951 Gaspra, 2867 Steins, 5535 Annefrank, 9969 Braille a 25 143 Itokawa) a jeden mesiac asteroidu (Dactyl). Z týchto objektov len 50-kilometrový asteroid Mathilde má spektrálny typ a albedo (0,03) v súlade s predstavou o vlastnostiach primitívneho materiálu. Cieľový asteroid misie *MarcoPolo R* je však o jeden rád menší.

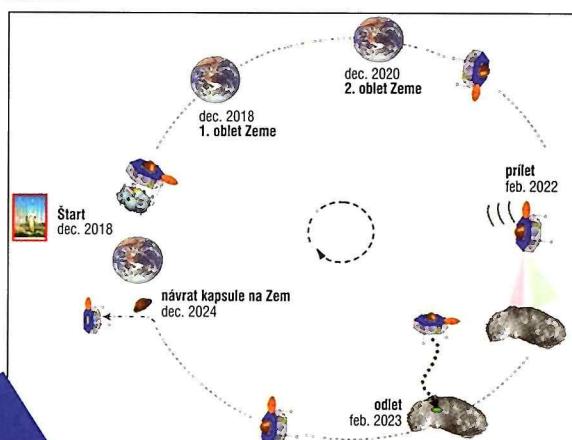


Schéma letu.

Výskum NEA okrem dôležitých informácií o prvotných podmienkach vzniku Slniečnej sústavy nám prináša informáciu o vnútornej stavbe a štruktúre NEA a pomôže stanoviť aj vhodné stratégie pri ochrane pred potenciálnym impaktom. Sonda *MarcoPolo R-Mission* k primitívному NEA má poskytnúť odpovede na 4 základné otázky vymedzujúce vedecké ciele misie:

1. Aké procesy v ranej Slniečnej sústave sprevádzali vznik planét?

Jeden z návrhov dizajnu sondy *Marco-Polo*.



R-Mission

2. Aká je povaha a pôvod organických látok v primitívnych asteroidoch a ako môže vrhnúť svetlo na pôvod molekúl nevyhnutných pre život?
3. Obsahujú primitívne NEA materiál doposiaľ neznámy z meteorických nálezov?
4. Aké sú fyzikálne vlastnosti a vývoj stavebných blokov terestrických planét?

Pri premene zloženia materiálu zobraťeho aj z povrchu aj zvnútora asteroidu hrajú významnú úlohu geologické procesy, skyprenie povrchových vrstiev kozmickým žiareniom a vzájomné

zrážky asteroidov s následnými rozpadmi. K tomu sa v rámci misie plánuje

- štúdium návratových vzoriek v laboratóriu: zloženie z hľadiska zastúpenia prvkov a izotopov, výskyt organických látok a mineralogia,
- štúdium „in situ“: určenie hmotnosti, hustoty, gravitačných anomalií, morfológie povrchu a čiastočne aj mineralogie.

Tabuľka uvádzá detailnejšie procesy a potrebné merania na získanie príslušných odpovedí.

MarcoPolo R nám umožní analyzovať vzorku

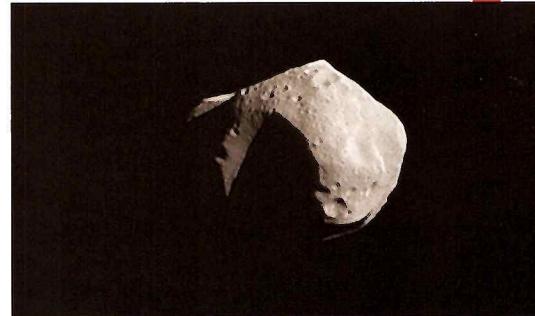
vedecké otázky	vedecké ciele	merania	metóda
1. Aké procesy v ranej Slnečnej sústave sprevádzali vznik planét?	A. Charakteristika chemického a fyzikálneho prostredia v ranej slnečnej hmlovine. B. Definícia procesov ovplyvňujúcich plyn a prach v slnečnej hmlovine. C. Určenie časovej mierky procesov v slnečnej hmlovine.	Chemické zloženie. Mineralogia, petrológia. Izotopická chémia v inkluziách (napr. chondry alebo CAIs*), v zrnach a prachových látkach protoslnécej hmloviny a vode.	Analýza vzoriek.
2. Aká je povaha a pôvod organických látok v primitívnych asteroidoch a ako môže vrhnúť svetlo na pôvod molekúl nevyhnutných pre život?	D. Určenie globálnych fyzikálnych vlastností NEA. E. Určenie fyzikálnych procesov, ktoré utvárali povrchovú štruktúru NEA a ich chronologické usporiadanie. F. Charakteristika chemických procesov, ktoré formovali zloženie NEA (napr. prachová látka, voda). G. Využitie podrobnych orbitálnych a laboratórnych charakteristik pre meteority a medziplanetárne prachové časticie a poskytnutie referenčných údajov pre astronomické databázy.	Objem, tvar, hmotnosť. Morfológia a geológia povrchu. Mineralogia, petrológia. Geochemia a chronológia izotopov. Efekty zvetrávania. Tepelné vlastnosti. Pohlcovanie radarových vln. Seizmické vlny.	Snímkovanie. Výškové merania laserom. Spektrometria vo viditeľnej a blízkej IR oblasti spektra. Analýza vzoriek. Analýza neutrálnych častic. Radarové merania. Seizmické experimenty.
3. Obsahujú primitívne NEA materiál doposiaľ neznámy z meteorických nálezov?	H. Určenie množstva medzihviezdných zŕní. I. Popisanie medzihviezdeného prostredia, v ktorom sa zrná tvorili. J. Definovanie medzihviezdných procesov, ktoré ovplyvnili zrná.	Chemické zloženie. Mineralogia, petrológia. Izotopická chémia v inkluziách (napr. chondry alebo CAIs*), v zrnach a prachových látkach protoslnéjej hmloviny a vode.	Analýza vzoriek.
4. Aké sú fyzikálne vlastnosti a vývoj stavebných blokov terestrických planét?	K. Určenie rozmanitosti a zložitosti organických látok v primitívnom asteroide. L. Pochopenie pôvodu organických látok. M. Poskytnutie pohľadu na úlohu organických látok pri vzniku života.	Výskyt a distribúcia neropustných organických látok. Štúdium rozpustných organických látok. Celkový povrch.	Analýza vzoriek. Spektrometria vo viditeľnom a blízkom IR žiarenií.

* CAIs – Inkluzie obsahujúce veľké množstvo vápnika a hliníka. CAIs sú tvorené minerálmi, ktoré skondenzovali medzi prvými v chladnúcom protoplanetárnom disku.

primitívneho NEA v pozemských laboratóriach, čím získame výsledky meraní, ktoré zatiaľ nie je možné vykonať z kozmickej sondy (napr. datovanie významných udalostí v histórii vzorky: laboratórnymi technikami možno určiť časový interval medzi koncom nukleosyntézy a spájaním častic, trvanie procesu spájania, kryštalačný vek, čas hlavných tepelných a odpłyňujúcich udalostí, čas metamorfózy, čas a dĺžku pôsobenia vody a dobu expozície kozmickým žiareniom). Jedným z hlavných cieľov týchto analýz je identifikácia a určenie vlastností organických materiálov, ktoré mohli prispieť k vzniku života na Zemi. Veľkou výhodou laboratórnych meraní je možnosť komplexného pohľadu a takmer neobmedzeného opakovania meraní. V takmer všetkých prípadoch neexistuje len jedno meranie, alebo typ merania, ktoré by poskytlo kompletnú odpoveď na niektorú z otázok. Namesto toho naše závery sa budú skladáť z výsledkov mnohých analýz rôznych zložiek použitím veľkého množstva metód.

Absolútny vek formovania zložiek slnečnej protohmloviny, teda CAIs a chondrúl, sa určí rádiometrickými metodami. To si vyžaduje veľmi špecializované systémy hmotnostného spektrometra, ktoré poskytujú vysokú presnosť, citlosť a hmotnostné rozlíšenie pre presné meranie pomeru izotopov stopových prvkov, ako napríklad olovo. Výsledkom sú odhady veku na úrovni viac ako $4,5 \times 10^9$ rokov s chybou rádovo 100 rokov.

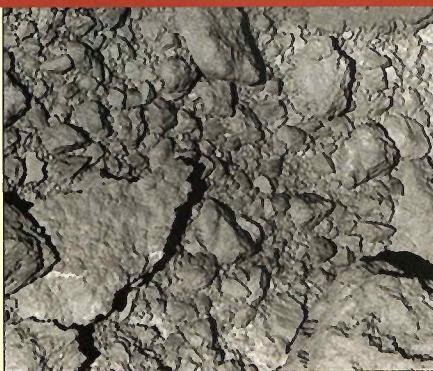
Predpokladáme, že asteroidy s nízkym albe-



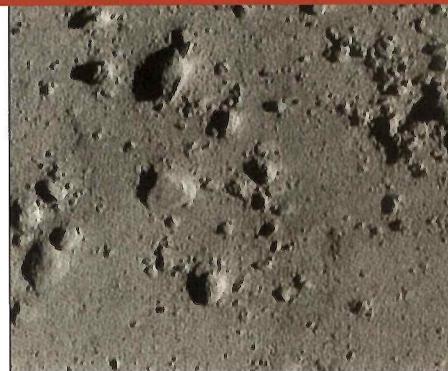
Obraz primitívneho tmavého asteroidu Mathilde, ktorý získala sonda NEAR počas preletu k asteroidu Eros. Albedo asteroidu ukazuje, že jeho povrch odráža len tri percentá slnečného svetla, čo je dvakrát menej ako kus uhlia. Predpokladáme, že taký tmavý povrch tvoria látky bohaté na uhlík, ktorý neboli zmenené procesmi pri tvorbe planét a poskytuje nám pohľad na originálne materiály stavebných blokov, z ktorých vznikli terestrické planéty Slnénej sústavy.

dom sú zložené z primitívnych materiálov. Vyskytujú sa najmä v C, D a P taxonomickej triedach. Doteraz žiadna vesmírna sonda ne navštívila tmavý asteroid, zatiaľ čo dve vesmírne sondy boli venované návšteve asteroidov, ktoré patria do taxonomickej triedy S s viac premeneným materiáлом. Išlo o dlhodobé stretnutie sondy NEAR s asteroidom Eros a zobraťie





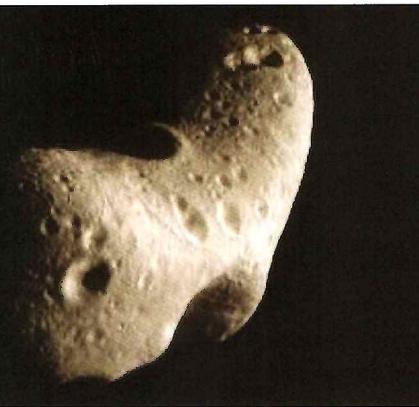
Povrch Itokawa: štrky a okruhiaky, žiadne jemné časticie (JAXA).



Povrch Eros: jemný prachový regolit, veľké balvany (NASA).



Dva NEA skúmané doteraz pomocou vesmírnych sond. Vľavo: Itokawa (rozmer 500 m), vpravo: Eros (23 km).



Celá komunikácia so sondou MarcoPolo R-Mission sa bude uskutočňovať pomocou 35 m antény v New Norcia v západnej Austrálii (na obrázku). Ako podporná bude slúžiť 15 m anténa v Maspalomas na Kanárskych ostrovoch.



Jedným z kľúčových momentov celého projektu je bezpečný prelet cez zemskú atmosféru a zachytenie návratovej kapsule. V prípade zlyhania by vlastne v poslednom okamiku desaťročného projektu došlo k zmareniu celého úsilia. Je to veľmi nebezpečná časť letu, napriek tomu, že už máme aj prvé reálne skúsenosti. Na obrázku je snímka letu kapsule sondy Stardust cez zemskú atmosféru.

važované za záložné ciele. Základné známe charakteristiky cieľa (175706) 1996FG3:

- Priemer primárnej zložky: 2,0 km.
- Priemer sekundárnej zložky: 0,5 km.
- Doba rotácie primárnej zložky: 3,6 hodiny.
- Polos dráhy sekundára voči primáru: 2,4 km.

Ako záložné ciele môžeme spomenúť asteroidy C-typu 1999 JU3 a 1989 UQ, asteroidy D-typu 2001 SG286 a 2001 SK162, ale aj oddychujúce neaktívne kometárne jadro označené ako asteroid (4015) Wilson-Harrington.

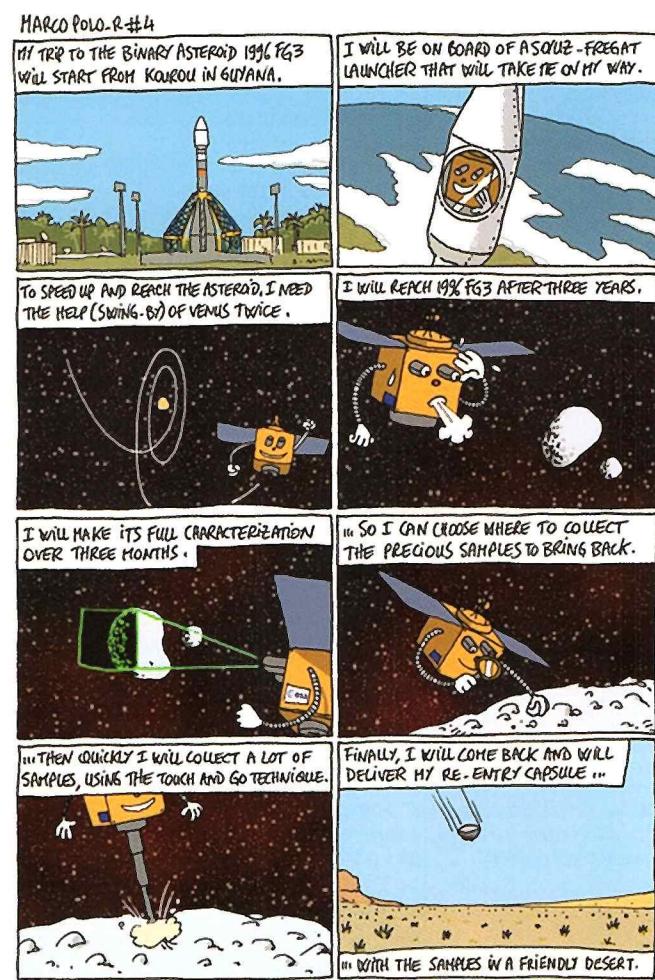
Projekt je stále živý s dopracovávaním ďalších čiastkových vedeckých úloh a navrhovaných metodík. V januári 2013 sa uskutoční v Barcelone ďalšie vedecké sympózium venované výlučne tejto misii, na ktorom bude prezentovaný súčasný stav poznatkov a prípravy projektu.

Robot Marco

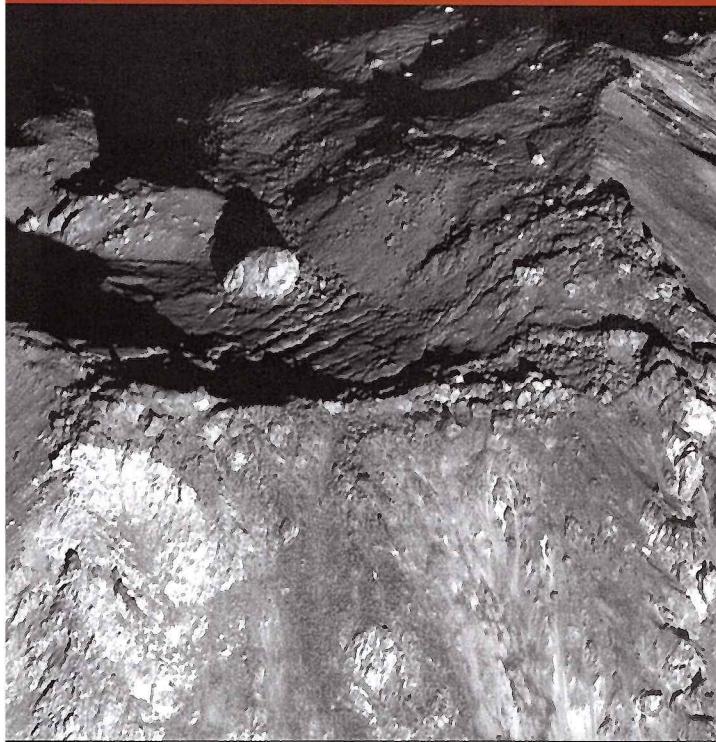
Marcopolo-R kreslený príbeh oboznamuje záujemcov prístupnou formou s dobrodružstvom *MarcoPolo R-Mission*. Po slávnom Indiana Jonesovi, lupičovi zo stratenej archy, je tu Marcopolo-R, jazdec z binárneho asteroidu! Celkovo 8 farebných strán vo forme komiksu prinášajú jednotlivé etapy celej misie. Kresby v angličtine sú k dispozícii na internete (vo francúzštine, taliančine a španielčine na vyžiadanie).

Ukážka strany číslo 4:

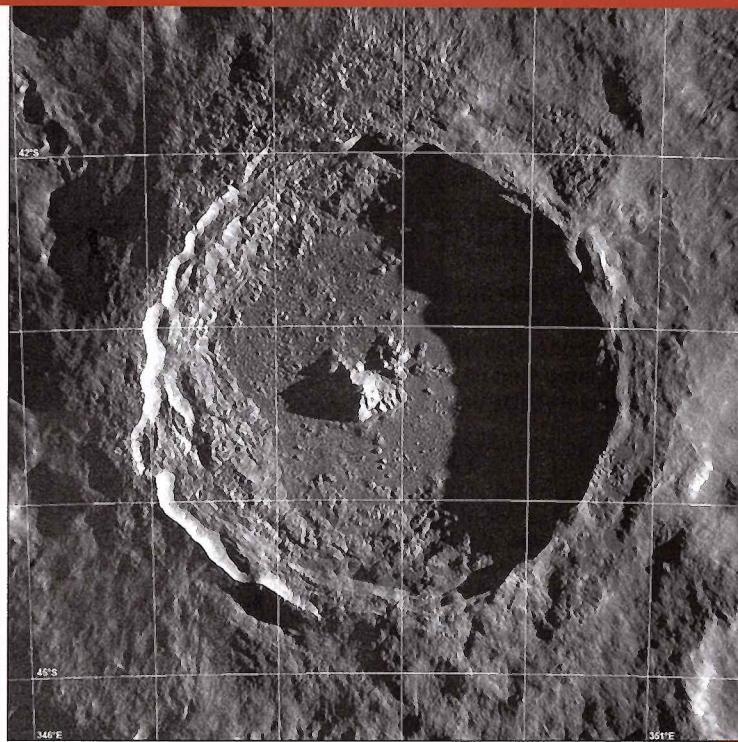
JÁN SVOŘEN



SCÉNARIO : A. BARUCQ - DESSIN + COULEUR : SYLVAIN CHAUDE 05.12
Článok je zostavený s použitím materiálov ESA vrátane príspevkov na vedeckých konferenciach.



Na vrcholovej priehlbni krátera Tycho leží balvan s priemerom 120 metrov.



Na tejto snímke sa dajú jasne rozlíšiť zosuvy zo svahov okrajového valu krátera.

Centrálny pahorok v kráteri Tycho

Vlani, 10. júna, exponovala lunárna sonda LRO unikátnu snímku mesačného krátera Tycho vo svetle vychádzajúceho Slnka. Tycho má priemer 82 kilometrov, jeho centrálny pahorok sa vypína nad dnom do výšky 2000 metrov, pričom dno leží 4700 metrom pod okrajovými valmi krátera. Na svahoch pahorku rozlišíme rozličné útvary (10 až 100 m), ktorých pôvod je nejasný. Vznikli deformáciou pahorku, keď plastické vzdušné horniny po im-

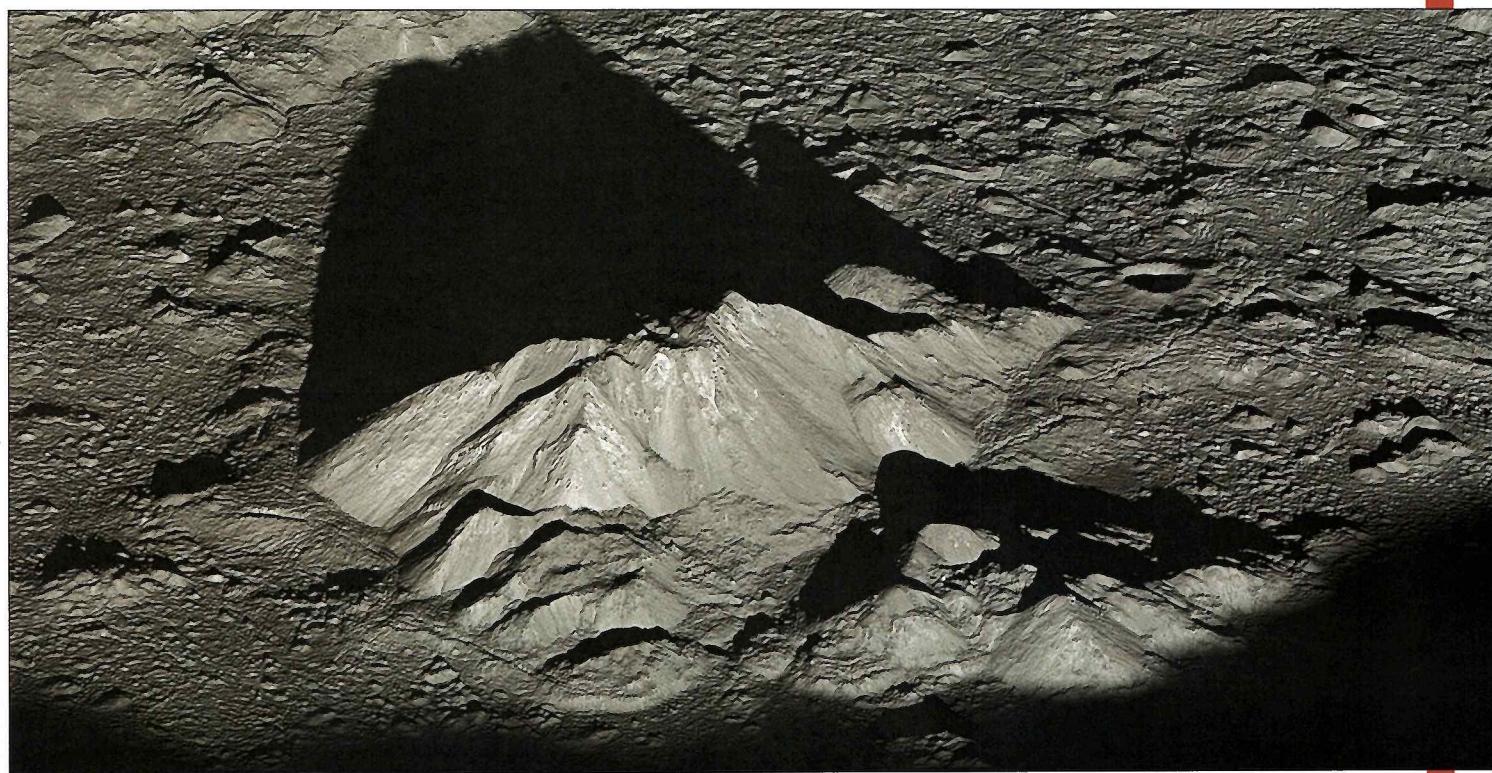
pakte chladli a rozpadali sa? Alebo ide o horniny z podložia, ktoré vyvreli na povrch?

Kráter Tycho je na mesačné pomery mladý: má zhruba 110 miliónov rokov. Jeho svahy poznamenali mikrometeority i väčšie meteoryty. Podľa planetológov sa centrálny pahorok sformoval veľmi rýchlo. Keď plastické, vyvrhnuté horniny stekali po oboch stranach okrajových valov, pahorok už mal vyše 2000 metrov.

Keď asteroid či kométa dopadnú na povrch Mesiaca rýchlosťou 10 až 60 km/s, náraz uvoľní lenko energie, že sa veľká časť zasiahnutého terénu roztaví. Čím väčšie teleso, tým väčší kráter, tým viac taveniny. V kráteri Ty-

cho sa časť taveniny usadila na dne, časť bola vyvrhnutá na svahy valu i na priestor za valom. Väčšina taveniny dopadla na juhovýchodné svahy valu, stiekla a z nich a vyplňala priehlbne na dne. Tok tejto „lávy“ možno na snímkach zo sondy LRO rozlíšiť. Láva stekala z výšky – 310 metrov. Prud taveniny vypíňal cestou menšie bazény a priehlbne, až kým sa väčšina roztaženého materiálu neusadila v najväčšom bazéne, v hĺbke 950 m pod horným okrajom valu. Prud má dĺžku 5000 m a jeho šírka sa mení od 300 do 700 metrov. Z povrchu lávy možno odvodiť meniacu sa viskozitu taveniny počas chladnutia.

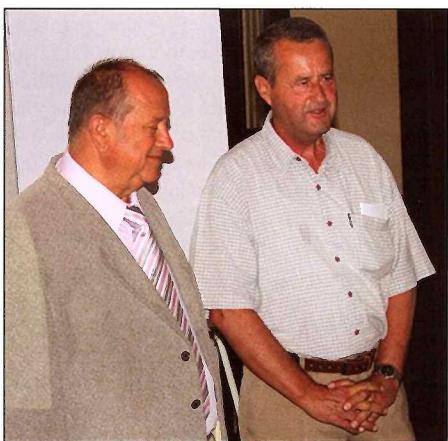
LRO Press Release



Centrálny pahorok uprostred krátera Tycho na Mesiaci. Masív má na úpätí šírku 15 km.



Účastníci seminára pred hotelom Lipa.



Generálny riaditeľ SÚH T. Pintér (vľavo) a primátor mesta J. Kišš pri slávnostnom otvorení seminára.



Ch. Monstein (Švajčiarsko) prezentuje e-Callisto.



Po exkurzii na Trenčianskom hrade.

Momentka z prednáškového maratónu.



21. slnečný seminár (Stará Turá 28. 8. 2012)

V dňoch 18. až 22. júna hostilo kopaničiarske mestečko Stará Turá v krásnom prostredí na slovensko-moravskom pomedzí približne 40 slnečných astronómov a geofyzikov zo Slovenska, Českej republiky ale aj Portugálčana, Švajčiara a Rakúšana na už 21. slnečnom seminári.

Organizačný výbor na čele s neúnavným predsedom (Ivanom Dorotovičom) ako vždy doteraz prípravil pre účastníkov seminára po všetkých stránkach zaujímavé podujatie. Hodnotný odborný program vďaka zaujímavým príspevkom účastníkov bol doplnený kultúrno-poznávacími aktivitami, ktoré iba potvrdili, že na Slovensku sa máme čím popýšiť.

Po zaužívacom privítaní predstaviteľom miestnej správy, ktorú teraz reprezentoval primátor Starej Turej Ing. J. Kišš, sme si mohli vypočuť počas 6 pracovných tematických poldenných zasadnutí 40 krátkych pôvodných referátov, ktoré sa týkali Slnka, slnečnej aktivity, vplyvu Slnka na kozmické počasie a geoaktivitu.

Odznelo 7 prehľadových referátov, ktoré boli istým zhruňtim súčasných vedomostí o danej problematike v skúmanej oblasti astrofyzikálneho výskumu: M. Sobotka – Novinky ve výzkumu slunečních skvrn II, M. Bárta – Teorie magnetické rekonekce a jej aplikace ve sluneční fyzice, J. Dudík – Filamenty a protuberance, E. Dzifčáková – Slnečná koróna a heliosféra, E. Marková – Slnečná koróna při úplných zatměních Slunce, K. Kudela – Sto roků od objevu kozmického žiarenia: niekoľko poznámok, P. Heinzel – Pozorování Slunce z kosmu.

V rámci seminára boli prezentované aj výsledky dosiahnuté v rámci Medzinárodnej iniciatívy pre kozmické počasie International Space Weather Initiative (ISWI).

Účasť zahraničných hostí (nepočítam kolegov z ČR) je príjemným osviežením pracovnej atmosféry seminára. Nielen, že „domácich“ pocvičia v anglickej terminológii, ale poskytnú priamy pohľad na vedeckú činnosť na ich pracoviskách.

Špeciálne za zmienku stojí prednáška Ch. Monsteina o zariadení Callisto a e-Callisto network, ktorá zoznámila prítomných so zaujímavou nepriamu rádioastronomickou metódou pozorovania aktivity Slnka, ktorá vyústila do úspešnej medzinárodnej spolupráce.

Exkurzia do Parku miniatúr hradov a zámkov na Slovensku v Podolí, prehliadka Trenčianskeho hradu, mesta Trenčín a slávnostný koncert Malého komorného orchestra pod vedením Mgr. M. Chrástku boli iba poukazom na povestnou čerešničku na torte.

Myslím si, že všetci sa už tešíme na stretnutie o dva roky...

Marián Lorenc
Foto: I. Dorotovič



Slávnostné otvorenie konferencie za účasti zástupcov Európskej astronomickej spoločnosti a Pápežskej Lateránskej univerzity.

EWASS 2012 – Rím

V dňoch 1. – 6. júla 2012 sa na pôde Pápežskej Lateránskej univerzity v Ríme konalo pravidelné stretnutie astronómov z Európy. Na prvý pohľad nič nehovoriaca skratka je zloženinou prvých písmien slov The European Week of Astronomy and Space Science – EWASS.

Nevedné, možno až neobvyklé, ale krásne a príjemné prostredie prichýlilo počas mimoriadne horúcich dní okolo tisícky vedeckých a odborných pracovníkov astronomických observatórií, univerzít a výskumných laboratórií.

Odborný program bol rozdelený do niekoľkých úrovní: plenárne prednášky, sympózia, špeciálne sekcie a pracovné stretnutia a usilovalo sa dotknúť čo najširšieho okruhu problematiky, ktorá súvisí s astronómou a kozmickým výskumom (základný výskum pozemský a kozmický, nové technológie v astronómii, vyučovanie astronómie v Európe, atď.), na ktorom sa podieľa Európa. Bolo pritom zaujímavé, ako usporiadatelia zapojili do odborného programu každého talianskeho astronóma a neúnavne pripominali ostatným účastníkom významný prínos „talianskej astronómie“ minimálne do európskej astronómie.

Autor príspevku okrem plenárnych prednášok, ktoré boli prezentované v mohutnej a neobvyklej prednáškovej hale Aula Magna, sa zúčastnil na práci sympózia a špeciálnej sekcie venovanej výskumu Slnka, aktívnym a pripravovaným zariadeniam na pozorovanie Slnka (napr. 4-m európsky slnečný ďalekohľad) a slnečnej aktivity, budúcnosti európskej slnečnej fyziky, slnečnej aktivity v kontexte s aktivitou na Slnku podobných hviezdoch.

Príspevky okrem iného len potvrdili tendencie na konštrukciu stále väčších a výkonnejších prístrojov nielen v slnečnej astronómii a tendenciu na „preťahovanie si“ mladých a perspektívnych vedcov medzi svetovými astronomickými centrami.

Tieto pocity však ihned zahnal majestátny a životom pulzujúci Rím.

O rok dovedenia v Turku!

Marian Lorenc
Foto: I. Dorotovič

Slovenskí účastníci pred hlavnou budovou univerzity.



U priateľov astronómov

Ked sa spomienie dovolenka a Buharsko, väčšina si asi predstaví more a pláž.

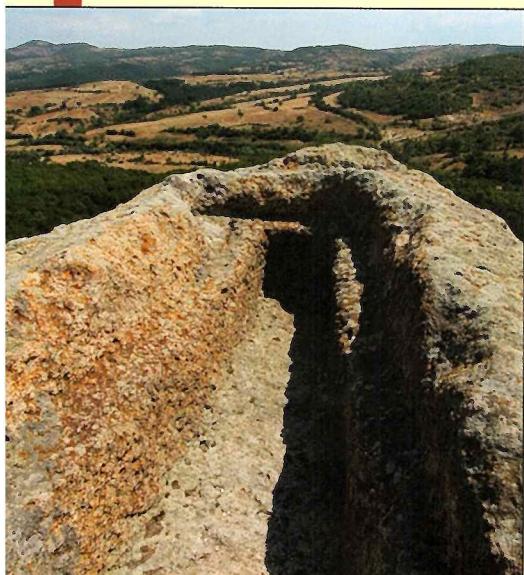
My sme sa však vybrali do Rodop blízko gréckych hraníc za našimi astronomickými priateľmi, u ktorých sme naposledy boli pred viac ako štvrtstoročím, na Letnú školu astronómie a astrofyziky. Dvoch z nás pozýval Slavej Zlatev z Hvezdárne v Kardžali v minulosti už niekolkokrát. Tentokrát bola nostalgia návratu poznačená smutným výročím jeho tragickej smrti. A aj to bol jeden z dôvodov i cieľov našej cesty.



Posledné miesto odpočinku nášho priateľa na cintoríne pod observatóriom.



V kupole hvezdárne v Kardžali s Agopom Uzunbosjanom.



Obetné miesto na Tatule, vysoko nad úrovňou terénu, smeruje k východu Slnka.



Hviezdná obloha na Polanke, zakryté ďalekohľady a čakajúci pozorovatelia.

Pobyt na Belite Brezi



Letná škola astronómie a astrofyziky má už svoj 42. ročník. Dvaja z nás sme tu boli už v roku 1974 ešte ako delegácia zo SÚH a dodnes na to radi spomíname a neboli sme sami, ako sme sa presvedčili na spoločnom slovensko-bulharskom večere, pri prezeraní starých fotiek. Mnohí z niekdajších účastníkov sú dnes už profesionálmi, niektorí vo významných funkciách, a aj napriek tomu sa na tábor radi vracajú už ako lektori. Stretnutia s nimi boli veľmi príjemné, čas nič nezotrel, duch školy ostal. Tábor organizuje Hvezdáreň Slaveja Zlateva v Kardžali v spolupráci s Univerzitou Sv. Klimenta Ochradskeho



P. Augustín s bulharskými priateľmi pri prezeraní starých fotografií.

v Sofii a Národným astronomickým observatóriom Rožen. Zameranie tábora je inšpirujúce, v mnohom odlišné od tých našich. Na „Polanke“ bolo množstvo pozorovacej techniky, no počasie tohto roku neprialo. Akurát stromy za tých niekoľko desaťročí vyrástli, a tak sme si tú trochu južnej oblohy neužili. Príroda však bola krásna a iná ako u nás, bolo čo fotiť aj cez deň, motýle, aké sme u nás nestretli, i vzácné pamiatky z blízkeho okolia ako Diabolský most z 15. storočia pri Ardine či Tatul. Niečo sme poznali už z predchádzajúcich pobytov, nikdy sme sa však nedostali južnejšie cez hranice, keďže prechod do Grécka bol vybudovaný až neskôr. Jeden deň sme teda cez divoké serpentíny Rodop prešli až k moru do prístavu Porto Lagos, ktorý kedysi patril Bulharsku. Tu sme sa chvíiku nadýchali morskej atmosféry, užili si slanej vody i škrekotu veľkých morských čajok. V Zlatograde bol úžasný etnografický komplex s ukázkami starých remesiel, no času bolo málo, čakali nás ešte desiatky 180-stupňových zákrut. Serpentíny, horúčava, hlboké kaňony riečok, skalnaté suché kopce s pasúcim sa chudým dobytkom, kde kravám bolo ľahko vidieť nejaké vemená, a ovce, nezriedka ležiace rovno na ceste, ak tam bol tieň. To bola krajina, kde sa žije ľahko, kde najčastejšia plodina je tabak na každom kúsku skalnatnej pôdy. Sviežu zeleň Slovenska sme videli len vysoko v horách.

Tatul

Patrí k tomu najzaujímavejšiemu v súvislosti s archeoastronómou. V krajinе pripomínačnej skôr sever Afriky, južne od Kardžali je mimoriadne cenné archeologické nálezisko, stará trácka svätyňa venovaná kultu Orfea. Dýcha tu prastará história, ktorá svedčí aj o astronomických vedomostiach Trákov. Niektoré stavby majú významnú astronomickú orientáciu, obetné miesto na samom vrchole je v smere východu Slnka v čase zimného slnovratu, čo súvisí s ich kultom života. Najstaršie nálezy sú z roku 4000 pred n. l., je to jeden z najvýznamnejších monolitickej pamätníkov v Európe. Aj toto miesto sa však zmenilo, už to nie je panenské miesto v zabudnutej krajine ako kedysi. Cestičky upravené, zaplatíte vstupné do areálu a refektory sú tu pripravené na nelogické nočné osvetľovanie...

Kardžali

Pred 26. rokmi naša „domovská“ hvezdáreň, dnes nesie meno svojho zakladateľa Slaveja Zlateva. Hvezdáreň bola veľkoryso postavená,

Kupoly Schmidtovej komory a Cassegrainu, v pozadí dvojmetrového RCC ďalekohľadu.



na Balkáne

v mnohom sme im vtedy závideli. Dnes je situácia iná, bolo nám z toho smutno, rovnako aj na mieste posledného Slavejovho odpočinku. Jeho bývalý kolega, terajší riaditeľ Agop Uzunbohosjan až obdivuhodne udržiava činnosť organizácie i tábor na Bielych Brezach, len s prispěním sponzorov, bývalých účastníkov, teraz úspešných astronómov v zahraničí.

Rožen

Cestou do Roženu sme sa zastavili v Smoljane, v meste s najväčším planetáriom v Bulharsku, ktoré, ako sme zažili, sa teší značnému záujmu verejnosti, my sme tu riešili niektoré technické záležitosti problémov planetáriu u nás. Astronómia v Rodopách je však najznámejšia Roženom, najväčším astronomickým observatóriom na Balkáne vo výške 1759 m v blízkosti lyžiarskeho strediska Pamporovo. Prof. Ilian Iliev, náš sprivedca po observatóriu, taktiež niekdajší účastník táborov, s úsmevom ukázal smerom na sever, kde v rovnakej výške je aj naše Skalnaté Pleso a kolegovia, s ktorými spolupracuje.



Dvojmetrový ďalekohľad typu Ritchey-Chrétien: priemer hlavného zrkadla 2 m, sekundárneho 0,6 m, RC ohnisko 16 m, coudé ohnisko 72 m (spektrograf).

Od roku 1981 je hlavným prístrojom reflektor Ritchey-Chrétien-Coudé s priemerom 2 m, mladšie dvojča Ondřejovského dvojmetra (1967). Modernizáciu a robotizáciu realizoval v roku 2009 ProjectSoft HK a.s. Pred mohutnou budovou ďalekohľadu je malá kaplnka z roku 1935 ako spomienka na bývale pútnické miesto.

V rozsiahлом areáli sú ďalšie tri kupoly (Schmidtova kamera 50/70 cm, 60 cm Cassegrain, 15 cm koronograf), pracovne, laboratóriá a ubytovacie kapacity. Pod odsuvnou strechou je niekoľko menších prístrojov určených pre väčnejších záujemcov o astronomické pozorovanie. Záujem verejnosti o prehliadku je prekvapujúci, ročne observatórium navštíví 10 tisíc ľudí. Po observatóriu je pomenovaný asteroid (6267) Rozhen, ktorý tu objavil E. W. Elst. Na akýsi príkaz zhora boli tu nainštalované aj stĺpy verejného osvetlenia pekne v rovnometerných vzdialenosťach. Dodnes sú však, vzhľadom na svetelné znečistenie, ešte stále dobré – bez svietidiel.

Srbsko

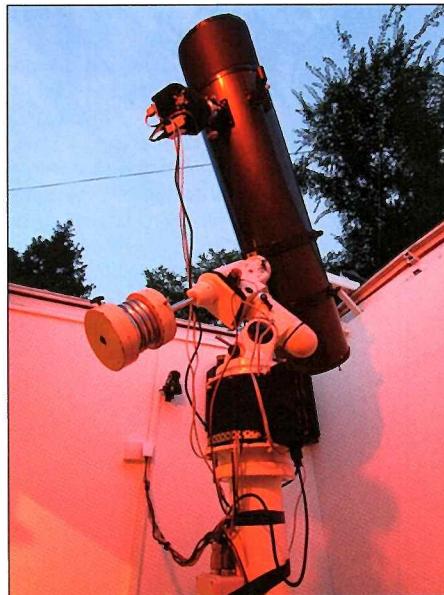
Cestou tam i späť nám bolo dopriate využiť pohostinnosť nášho priatelia, člena MO SZAA v Rimavskej Sobote, Jaroslava Grňu z Kulpina pri Báčkom Petrovci, ako i jeho rodiny. Príjemné bolo počúvať, aj ďaleko za našimi hranicami, mäkkú a ľubožvúčnu slovenčinu. Na tunajšom Gymnáziu Jána Kollára, kde učí, je veľmi obľúbený a vázia si ho aj za astronomické úspechy, ktoré dosiahli spoločne s Jankom Mravikom. Janko má hvezdárničku Night Hawk v nedalekej Báčskej Palanke, pri Dunaji na hraniciach s Chorvátskom. Malinká hvezdáreň je



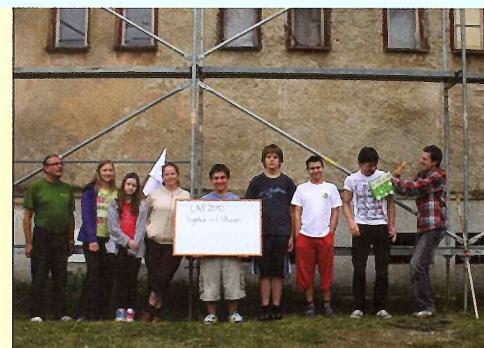
J. Mravik a P. Augustín diskutujú o dialkovom ovládaní.

dialkovo ovládaná – od odsuvnej strechy až po navádzanie či samotné pozorovanie. Otvorená bola len vlni v apríli a tito naši priatelia už majú, okrem iného, na svojom konte objav novej premennej hviezdy a vyše tridsať tranzitov exoplanét. Našincov tu v Petrovci majú radi, v Dome Matice slovenskej nám len stručne oznámili, že sme vítaní vo dne aj v noci. S dobrým pocitom a spomienkou na priateľstvá, ktoré sa kedysi rodili pod južnou oblohou a vydržali desiatky rokov, sme sa napokon šťastivo vrátili domov.

DANIELA a PAVOL RAPAVÝ



Ďalekohľad „observatória“ Night Hawk: GSO 250/1250 s kamerami Astropix 1.4 zo Slovenska a SBIG ST-7 od astronómov z Macedónska.



Účastníci praktika.

LAP 2012 vo Vysokej nad Uhom

V tomto roku usporiadala Hvezdáreň v Michalovciach svoje Letné astronomické praktikum (LAP) už po siedmy raz vo Vysokej nad Uhom v budove ZŠ a MŠ. Praktikum sa konalo v dňoch 9. – 15. 8. 2012. a zúčastnil sa na ňom rekordný počet deviatich pozorovateľov. Na doterajších praktikách sa zúčastnilo najviac 5–6 osôb. Počasie nám vyšlo len čiastočne – jasno sme mali počas prvých dvoch noci a z toho tú prvú noc len chvílu. Bolo však aspoň pomerne teplo – cez deň i v noci. Venovali sme sa vizuálnemu pozorovaniu meteorov – Perzeíd. Spolu sme získali 354 záznamov o prelete 184 meteorov, z ktorých bolo 135 Perzeíd a pozorovali sme spolu približne 30 hodín čistého času. Kedže sme mali medzi sebou aj mladších pozorovateľov, pozorovanie Perzeíd pred maximom bol pre nich dobrý zácvik. Pozorovania meteorov sme hned ráno spracovávali programom WIMPS a odosielali ich prostredníctvom elektronického formulára na stránke www.imo.net do International Meteor Organization (IMO).

Prakticky v reálnom čase sa vďaka tomu naše pozorovania objavili v grafe na tejto stránke a ocitli sa aj v databáze organizácie IMO. Maximum činnosti Perzeíd nastávalo popoludní 12. 8., a keďže Mesiac bol po poslednej štvrti, rušil pozorovanie v druhej polovici noci. Žiaľ, kvôli nepriaznivému počasiu sme v čase okolo maxima pozorovať nemohli. Zvyšujúcemu sa frekvenciu Perzeíd sme mohli sledovať len na Internete. V októbri sa niektorí opäť stretneme na expedícii na pozorovanie Orionid (maximum 22. 10.) a možno si ešte predtým vyskúšame na hvezdárni pozorovanie Drakónid (maximum 8. 10.).

RNDr. Zdeněk Komárek
Hvezdáreň v Michalovciach



Spracovanie pozorovanií.



Kurz praktických pozorovaní na Jankovom vršku mal okrem prednáškovej časti aj bohatý pozorovateľský program.

Počas prvej noci boli na nádvori hotela Partizán pripravené dalekohľady (od Dobsonov 30 a 25 cm po refraktory 100 a 70 mm) na nočné pozorovanie. Pozorovanie sa sústredilo najmä na objekty jarnej a letnej oblohy, niektorí šikovní sťahli ešte aj niečo zo zimnej oblohy.

Išlo zväčša o najznámejšie messierove objekty ako napr. M 57, M 13, M 92 či M 51. Z planét, na ktoré bol cez spominané refraktory nádherný pohľad, sme pozorovali Saturn s jeho mohutnými prstencami, ktoré sa rozvárajú a Mars.

Nasledujúci deň (bola to sobota 19. 5.) počas dlhšej obedňajšej prešťavky väčšina účastníkov si išla pozrieť sineačné aktivity cez chromosférický dalekohľad Coronado 40/400, takže mohli pozorovať veľkú protuberánciu, ktorá sa postupne vyvíjala. Niektorí účastníci si protuberánciu aj zakreslili či odotili.

Noc zo soboty na nedelu bola ešte krajsia než predošlá. Priezračnosť bola perfektná a takisto aj seeing. Pozoroval sa Saturn, u ktorého sme mali možnosť viest cez 300 mm newton 6 Saturnových mesiacíkov (Titan, Rhetu, Tethys, Dione, Iapetus a Enceladus). V prstencoch bolo vidieť Cassiniho delenie, na planéte tieň prstencov a pás mračien na disku planéty. Na Marse nás zaujala najmä výrazná polárná čiapočka.

Po planétoch sme pokračovali v pozorovaní klasických Deep sky objektov, pričom sme mali možnosť vidieť aj niekoľko meteorov.

Milan Lachký



Podivné hviezdy

Také všeobecné a každodenné „veci“ ako je Slnko a hviezdy sa nám pri hlbšom pohľade môžu zdať podivné. Podivnostiam okolo nás a vo vesmíre bol venovaný odborný seminár organizovaný Hvezdárom v Partizánskom. V dňoch 18. až 20. mája 2012 sa v priestoroch hotela Partizán na Jankovom vršku stretli záujemcovia o hviezdu astronómu na v poradí už tretom Kurze praktických pozorovaní.

Kurz praktického pozorovania, je aktivita v rámci projektu *Obloha na dlani*.

Kurz sa realizoval v spolupráci s hvezdárom vo Valaškom Meziříčí v rámci operačného programu cezhraničnej spolupráce medzi Slovenskom a Českou republikou v rokoch 2007 – 2013. Projekt je finančne podporovaný Európskym fondom regionálneho rozvoja pri EÚ a spolufinancovaný Trenčianskym samosprávnym krajom.

Tematický kurz praktického pozorovania bol zameraný na premenné hviezdy. Hviezdy, ktoré menia niektorú zo svojich základných charakteristík, najmä jasnosť, intenzitu magnetického poľa alebo spektrum, sú označované ako premenné hviezdy. Hovoríme tiež o fyzikálnych a geometrických premenných hviezdoch.

Prvá prednáška bola venovaná *Podivnostiam v dvojhviezdnych sústavách*. Z úvodných myšlienok prednášateľa RNDr. Petru Kluváneku, PhD., sa účastníci podujatia mohli dozvedieť, že väčšinu pozorovaných hviezd na našej oblohe tvoria dvojhviezdy a viacnásobné hviezdné systémy. V týchto systémoch sa s pohľadom zu Zeme dajú pozorovať fyzikálne deje, z ktorých môžeme získať zaujímavé informácie zo života každej zložky daného dvojhviezdneho systému. Napríklad parametre dráh, v prípade zákrytových dvojhviezdom ich hmotnosť, zo spektra a posunu spektrálnych čiar vieme určiť radiálne rýchlosť zložiek dvojhviezdy, atď.

Večer prvého dňa prednáškového cyklu bol ukončený virtuálnou exkurziou na južnú pologuľu do Juhoafrického astronomického observatória (SAAO), ktoré je národným centrom pre optickú a infráčervenú astronómiu v Južnej Afrike. Tu, v exotickom prostredí pod južnou hviezdnou oblohou, na konci prázdnin minimálneho roka absolvoval svoju odbornú prax nás zahraničný host Mgr. Marek Skarka, doktorand Masarykovej univerzity v Brne.

Pred večerným pozorovaním mohli mladí adepti astronómických vied absolvovať let vesmírom v priestore prenosného digitálneho planetária. Ako v predchádzajúcich kurzoch, hviezdná obloha na Jankovom vršku nesklamala ani počas tohto stretnutia. Podľa vyjadrení nových príchodiakov účastníkov podujatia bola hviezdná obloha prekvapením nielen z pohľadu svetelného znečistenia, ale i limitnej hviezdnnej magnitudy.

Sobotnajší program prednášok otvoril RNDr. Rudolf Gális, PhD., z Prírodovedeckej fakulty UPJŠ z Košíc pohľadom na *Podivné hviezdy pod röntgenom*. Prostredníctvom tejto prednášky mohli prítomní absolvovať historický prehľad výskumu vesmírnych objektov, ktoré vyžarujú energiu najmä v krátkovlnnej oblasti elektromagnetického žiarenia – röntgenového a gama žiarenia. V ďalšej prednáške sa poslucháči prenesli do blízkosti Zeme, k našej dennej hviezde – Slnku. *Podivná variabilita Slnka* – prednáška Mgr. Júliusa Kozu, PhD., po-

ukázala na časopriestorovú podivnosť našej hviezdy v oblasti spektrálneho a elektromagnetickeho a röntgenového žiarenia.

Prednáška Mgr. Matúša Kocku bola obsahovo zameraná na oblasť astrofyziky ultravysokých energií. Táto doposiaľ veľmi málo preskúmaná oblasť astrofyziky spája odbory fyziky do úplne nových exotických oblastí kozmickej fyziky, prostredníctvom ktorej chceme opísať nás vesmír od veľkého tresku až po súčasnosť.

Pozorovaniu premenných hviezd typu RR Lyr bola venovaná prednáška Mgr. Mareka Skarku. Dozvedeli sme sa, že tento typ premenných hviezd objavila atronómka W. Flemingová v súhviedzí Liry a dostali označenie RR Lyrae – prototyp celej skupiny hviezd. Dodnes sa hľadá model, ktorý by správne vysvetlil zmeny jasnosti v tomto type hviezd.

Mgr. Lubomír Hambálek, PhD., vo svojej prezentácii *Podivné hviezdy a ich prekvapenia* poukázal na skutočnosť, že tento typ hviezd sú vlastne obrovské vesmírne laboratóriá, ktoré nám umožňujú posúvať hranice známej fyziky, poznávať atypické objekty vo vesmíre a porozumieť termojadrovým reakciam vo vnútri hviezd, ako i vzťahom vo viacnásobných hviezdných systémoch. Prezentácia veľmi podrobne podala základný prehľad o podivnostiach hviezd, ktoré tvoria nás známy vesmír.



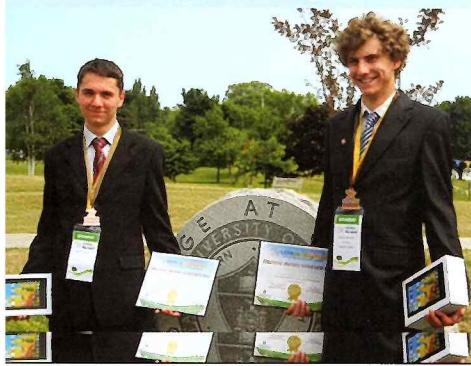
Účastníci KPP „Podivné hviezdy“.

Sobotnajší program bol zavŕšený videoprojekciou populárno-vedeckého filmu v netradičnom priestore prenosného digitálneho planetária. Úplnú bodku dali až praktické ukážky pozorovania objektov hvieznej oblohy prostredníctvom astronómických dalekohľadov, ktoré zabezpečil organizátor podujatia.

Nedelňajší dopoludňajší program patril nášmu hlavnému cezhraničnému partnerovi – Hvezdáreň vo Valašskom Meziříčí. Odborný pracovník hvezdárne Ladislav Šmercel s časovým odstupom desiatich rokov analyzoval výskum podivnej hviezdy V838 Mon, ktorú objavil. Záhadnosť zjasnenia uvedenej hviezdy vysporiada profesionálnu astronómu do takej miery, že sa využil aj kozmický dalekohľad HST, ktorý od mája 2002 do októbra 2004 sledoval následné zmeny v okolí tejto podivnej hviezdy v súhviedzí Monoceros – Jednorôča.

Pozorovací program ostravskej hvezdárne a nové premenné hviezdy prezentovala dvojica spolupracovníkov astronómov amatérov Jakub Jurýšek a Katarína Hoňková. Prezentácia oboznámila poslucháčov so zaujímavými premennými hviezdami, ktoré aj so skromnými prostriedkami počas vysokoškolského štúdia vo voľnom čase môžeme prostredníctvom CCD techniky pozorovať.

Viac na <http://www.oblohanadlani.eu/>
Text a foto: Vladimír Mešter



Bronzová dvojica s Oswega Milan Tkáčik a Juraj Lörinčík ml. (vpravo) po vyhlásení výsledkov.

Bronzové slnko nad Rožňavou

Kvalitatívny skok v práci hvezdárne v Rožňave nastal v roku 2010, keď iniciatíva členov Astroklubu pomohla vytvoriť odborný rádioastronomický program. Dovtedajšie popularizačné zameranie hvezdárne s nízkym podielom odbornej činnosti v pozičnej a slnečnej astronómii tak dostalo významný impulz k činnosti a perspektívu udržateľného rozvoja.

Na význame účasti amatérov a dobrovoľníkov v profesionálnej vede a výskume nič neubral ani nástup digitálnych technológií celej flotily satelitov na obežnej dráhe okolo Zeme. Komplexný monitoring záplavy dát nemôžu kapacitne zvládnut' ani vysoko špecializované pracoviská, ktoré sú prioritne vybavené a určené na riešenie úloh aplikovaného výskumu. Tu nastupujú amatéri s jednoduchým, ale

účinným prístrojovým či softvérovým vybavením a pomáhajú skladáť mozaiku riešenia konkrétnej úlohy. Klasickým príkladom symbiózy profesionálov a amatérov je nielen premenárská astronómia, ale aj monitoring porúch zemskej ionosféry, ktorý sa pod názvom SID monitor (Sudden Ionospheric Disturbances) objavil ako ľahko dostupný rádioastronomický program.

Hvezdáreň v Rožňave, ako súčasť Gemerského osvetového strediska v Rožňave, podľa vzoru ďalších hvezdární prijala SID monitor za svoj program v plnom rozsahu. Od roku 2011 sa stal súčasťou plánov činnosti hvezdárne. V nepretržitej prevádzke je zabezpečovaný odbornými pracovníkmi hvezdárne a členmi Astroklubu. Hvezdáreň poskytuje priestory, energie, základnú anténového systému a počítačovú techniku. Mladí rádioastronomovia Juraj Lörinčík ml. a Milan Tkáčik, žiaci Gymnázia P. J. Šafárika v Rožňave, v prostredí bez tradičie a skúseností prejavili kompetencie, získali dôveru pri plánovaní, hľadaní informácií, štúdiu a konzultáciách, konštrukcii prístrojov, softvérových prácach, ako aj pri interpretácii výsledkov. Na celoštátnnej prehliadke bádateľských projektov žiakov stredných škôl *Scientia pro futuro* v novembri 2011 v Bratislave boli nominovaní na *Genius Olympiad Environmental Issues* do Oswego, štát New York, USA. V júni 2012 v konkurencii vyše 400 súťažiacich s 248 projektmi z 50 štátov sveta získali v kategórii Zdroje energie bronzovú medailu. Vo svojej výskumnej práci budú pokračovať. Omladená rožňavská hvezdáreň s novým odborným zameraním má tak jasný výhľad a ciele do budúcnosti.

Juraj Lörinčík st.

Za Mgr. Ivanom Molnárom

3. júna 2012 sme sa na Selickom cintoríne rozlúčili s priekopníkom amatérskej astronómie na Slovensku, naším čestným členom, kolegom, priateľom i učiteľom, Mgr. Ivanom Molnárom.

I. Molnára (23. 1. 1930 – 31. 5. 2012) väčšina astronomickej obce na Slovensku pozná ako dlhoročného vedúceho Okresného astronomického kabinetu (OAK) v Galante a odborníka, ktorý sa venoval zákrytom a zatmeniam.

V rokoch 1953 – 1957 študoval fyziku na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave, pracoval v Slovenskej ústrednej hvezdárni (Slovenskom ústredí amatérskej astronómie), ako učiteľ a riaditeľ základnej školy v Seliciach.

Ako zamestnanec ONV – odboru kultúry začal v roku 1973 OAK, kde pracoval až do roku 2010. Aktívne sa venoval popularizácii, centrom jeho záujmu boli zákryty a zatmenia. Podielal sa na budovaní slovenskej pozorovaťateľskej siete. Už v roku 1970 mala sieť 6 stanovišť. Vydával bulletin Astronomický spravodaj (6 × ročne od roku 1973) a odborno-metodické materiály. Počítał topocentrické efe-meridy, ktoré rozosielal záujemcom o pozorovanie – to všetko v čase, keď ešte počítača neboli...

Nezmazateľnú stopu zanechal aj v organizátockej činnosti. Stál pri zdrobe Pomaturitného štúdia astronómie v Hurbanove (1969), prednášal kozmológiu, kozmogóniu, zatmenia a zákryty. Bol zakladajúcim členom a prvým tajomníkom SZAA (1970), zakladajúcim členom Slovenskej astronomickej spoločnosti (1959) a dlhoročným predsedom Sekcie zákrytov a zatmení. V redakčnej rade časopisu Kozmos



pôsobil 14 rokov. Ako lektor bol pozývaný na semináre a konferencie, viedol astronomické krúžky a veľa času venoval práci s mládežou. Okrem astronómie mal rád literatúru a hudbu, hral na niekolkých hudobných nástrojoch.

Ivan Molnár bol zvolený za čestného člena SAS pri SAV a SZAA, dostal niekoľko vysokých ocenení (Ministerstvo kultúry, Slovenská astronomická spoločnosť, Krajská hvezdáreň Hlohovce, Slovenské ústredie amatérskej astronómie). V roku 2009 za celoživotnú prácu mu bola udelená Medaila predsedu Trnavského samosprávneho kraja za prínos v oblasti šírenia astronomických poznatkov v Trnavskom kraji.

Ja osobne si spomínam najmä na jeho pokojný hlas, usmievavú tvár, priateľský prístup a schopnosť počúvať. Vedel povzbudiť každého, nielen začínajúceho astronóma.

Všetci, ktorí bol učiteľom v astronómii i v živote, budú na neho s láskou spomínať...

**Z poznámok J. Krištofoviča,
riaditeľa HaP MRS v Hlohovci,
M. Gallovej a archívu SZAA
napísal Pavol Rapavý**

Letný astronomický tábor 2012

Aj tento rok Hvezdáreň v Michalovciach organizovala Letný astronomický tábor (skrátene LAT) pre deti základných škôl a členov astronomických krúžkov.

Tohtoročný tábor prebiehal vo Vojenskej zotavovni na Zemplínskej Šírave. Začal sa v nedelu 8. 7. 2012 poobede a skončil nasledujúcu sobotu po raňajkách. Tábora sa zúčastnilo 17 detí širokej vekovej škály – od prvákov až po ôsmakov – a nie všetci boli členmi astronomických krúžkov.

Priestor hotela, kde sme boli ubytovaní, nám ponúkal možnosti na doobedňajšie prednášky z astronómie v kinosále. Prebiehali oddelené, pretože boli vytvorené témy pre mladšie a staršie deti, ktoré sa už zaoberali aj prikladmi z astronómie. Prednášky boli doplnené dokumentárnymi filmami, vzťahujúcimi sa ku preberanej látke.

Poobedňajší program, keďže bolo leto, sa zameral na kúpanie v bazéne alebo v Zemplínskej Šírave, hry na multifunkčnom ihrisku, ale aj výlety do okolia. Absolvovali sme prechádzku cez les k Vinianskemu jazeru, ale aj cestu autobusom do múzea a skanzenu v Humennom, kde sme videli aj výstavu kuriozít, ktorá deti, ale aj dospelých, veľmi zaujala. V piatok sme sa peši vybrali popri Šírave k prístavu a nastúpili na vyhliadkovú loď. Plavba lodou netrvala ani hodinu, napriek tomu sme získali iný pohľad na brehy Zemplínskej Šíravy.

Vo večerných až nočných hodinách bolo na programe sledovanie počasia a ak bolo jasno a videli sme hviezdy, rozložili sme ďalekohľad v blízkosti hotela a pozorovali objekty, ktoré je vidieť v lete. Okrem toho sa deti pomocou laserového ukazovátka učili poznávať súhviedzia na reálnej oblohe, nielen na mape.

Dúfame, že sa deťom tábor páčil a že sa uvidíme na astronomických krúžkoch na hvezdárni.

Mgr. Milada Jakubecová



Október – november 2012

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári

5. 10. 2012, 22:00 SEČ



18. 10. 2012, 17:30 SEČ



27. 11. 2012, 6:00 SEČ



Merkúr sa nám ukáže až koncom tohto obdobia, no Venuša a Jupiter budú skvelými objektmi nočnej oblohy. Mars sa bude hrať na schovávačku na pomerne svetlej oblohe, no podmienky viditeľnosti Saturna sa zlepšujú a spolu s Venušou bude pekným spestrením nad východným obzorom. K tejto dvojici sa 12. 11. pridruží ešte aj Mesiac a vytvoria tak zaujímavý scenériu. Polotieňové zatmenie Mesiaca 28. 11. bude len s podpriemernými podmienkami a za úplným zatmením Slnka 3. 11. bude treba vysteňať až k protinožcom do Austrálie. Niekoľko pekných inšpirácií pre astrofotografov si pripravili asteroidy a pravú žatvu budú mať meteorári, pozorovacie podmienky sú výhodné. O niečo budú ukrátení milovníci komét, no aj im sa už blýska na lepšie časy.

Planéty

Merkúr zapadá krátko po Slnku, je nepozorovateľný, uholovo sa však od neho vzďaľuje a v poloviči mesiaca zapadne na začiatku nautického súmraku ako objekt -0,2 mag. 26. 10. je v najväčšej východnej elongácii (24,1°), no geometrické podmienky nie sú najpriaznivejšie, a tak jeho viditeľnosť ostáva prakticky nezmenená. Po elongácii sa približuje k Slnku a 17. 11. bude v dolnej konjunkcii. Po nej sa podmienky rannej viditeľnosti rýchlo zlepšujú, na prelome dekád vychádza na konci nautického súmraku, má však len 3,5 mag. Do konca mesiaca sa však jeho fáza zväčší na 0,4, jasnosť na -0,1 mag a nad obzor sa dostane už krátko po skončení astronomického súmraku. Spoločnosť mu bude robíť jasná Venuša, Saturn a západnejšie aj Spika.

Venuša (-4,1 až -4,0 mag) je do 23. 10. v Levovi, potom sa presunie do Panny. Vzhľadom na svoju jasnosť bude neprehliadnuteľným objektom rannej oblohy. 3. 10. bude tesne pod Regulusom. Najbližšie (len 0,7°) bude až počas dňa, no už pred svitaním na tmavej oblohe môžeme urobiť niekolko fotografií, kde bude badateľný jej pohyb východným smerom. Jej vlastný pohyb môžeme dobre zaznamenať aj

porovnaním jej polohy deň pred konjunkciou a deň po nej. Počas týchto dvoch dní sa posunie o 2,4°.

Konjunkcie s Mesiacom 12. 10. a 11. 11. nebudú súce tesné, no vzhľadom na jasnosť oboch objektov zaujmú. 27. 11. bude iste aj pre fotografov inšpirujúca tesná konjunkcia Venuše so Saturnom. Delit ich bude len 0,5°, nad žiarivou Venušou bude Saturn s jasnosťou 0,6 mag a vľavo dole vo vzdialenosťi 12° aj Merkúr (0,3 mag).

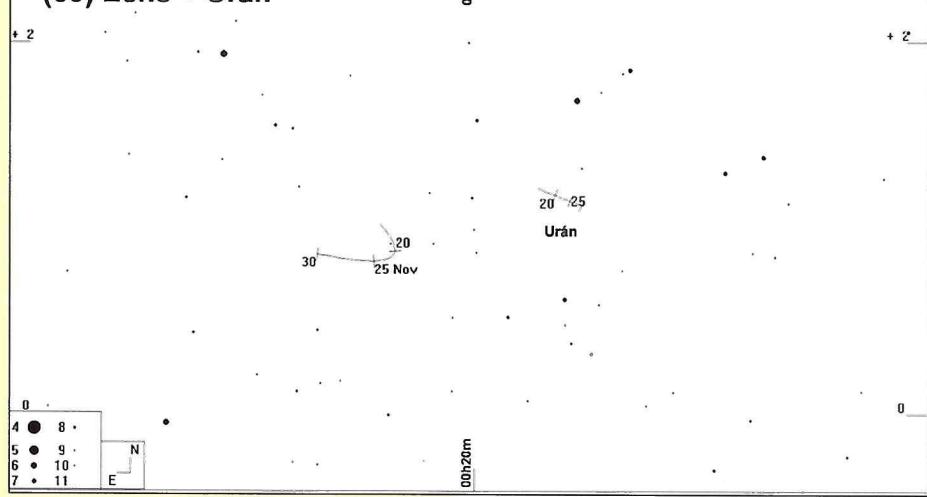
Mars (1,2 mag) sa pomerne rýchlo presúva smerom na východ. Z Váh prejde cez severnú časť Škorpióna, Hadonosa až do Strelca, je teda na večernej oblohe. Medzi hviezdami urobí úctyhodných 45° a jeho uholová vzdialenosť od Slnka sa zmenší zo 48 na 32°. Aj keď je na začiatku októbra pomerne veľká, podmienky sú podpriemerné, nakolko sklon ekliptiky k obzoru je nepriznivý. Počas oboch mesiacov bude Mars na konci občianskeho súmraku vo výške asi 8°. Škoda, že je to tak nízko, keďže sa priblíží k niektorým zaujímavým objektom: 16. 10. M 80 – 0,7°; 24. 11. M 28 – 0,4°; 28. 11. M 22 – 0,4°. 18. 11. bude dokonca prechádzaf južnou časťou hmloviny Lagúna (M 8).

18. 10. večer však určite zaujme konjunkcia s kosáčikom Mesiaca, deliť ich budú necelé dva stupne. Ich ďalšie priblženie na necelých 5° nastane 16. 11.

Jupiter (-2,5 až -2,8 mag) v Býkovi príjemne zjasňuje, nakolko sa blíži do decembrovej opozície. Vychádza vo večerných hodinách, koncom novembra je nad obzorom už celú noc. Vzhľadom na svoju jasnosť bude ozdobou nočnej oblohy na mimoriadne peknom hviezdnom pozadí. V dalekohľade bude skvelým objektom, jeho vzdialenosť od Zeme sa zmenší zo 4,59 na 4,07 AU a jeho uholový priemer zväčší zo 43 na 48°. Ďalekohľadom si všimnime spoštený disk, výrazné tmavšie oblačné pásy a aj Veľkú červenú škvruvu. Už tričiernom uvidíme jeho 4 najjasnejšie mesiace, ktoré pozoroval už Galileo Galilei, a pri troške šťastia aj ich zákryty či prechody tieňov. Predpovede týchto úkazov bývajú v každej kvalitnejšej ročenke alebo ich získate vo hvezdárňach.

Konjunkcie s Mesiacom budú pomerne tesné (5. 10. – 1,6°; 2. 11. – 1,3° a 29. 11. – 1,1°), zaujmú aj napriek tomu, že Mesiac bude, vzhľadom na blížiacu sa opozíciu Jupitera, vo veľkej fáze.

(60) Echo + Urán



Merkúr

Venuša

Mars

Jupiter

Saturn

Urán

Neptún

1. 10. – 1. 11. – 1. 12.

1. 11. 2012

30"

Zákryty hviezd Mesiacom (október – november 2012)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
1. 4.	22 46 12	D	12934	6,4	+67S	125	20	-119
1. 10.	17 25 33	R	2250	5,6	+40N	293	4	65
4. 10.	0 28 31	R	4460	6,4	+34N	312	153	-141
4. 10.	19 52 0	R	5396	5,7	+86N	264	-3	91
5. 10.	2 56 46	D	6552	5,3	-70S	106	58	59
6. 10.	0 6 19	R	6552	5,3	+65S	241	60	134
6. 10.	21 1 7	D	7837	4,6	-29N	29	-51	184
6. 10.	21 32 0	R	7837	4,6	+34N	326	41	-20
6. 10.	21 28 52	D	7880	4,8	-64N	65	-13	116
6. 10.	22 25 58	R	7880	4,8	+70N	291	29	59
7. 10.	1 57 16	D	8195	4,7	-80N	81	94	74
7. 10.	3 21 1	R	8195	4,7	+73N	288	108	-36
10. 10.	1 30 17	R	12934	6,4	+82N	290	37	52
11. 10.	2 41 14	D	14350	5,5	-82N	97	42	74
11. 10.	3 48 44	R	14350	5,5	+71N	304	61	3
18. 10.	16 32 42	D	22407	4,4	+64N	72	49	-51
24. 10.	23 33 35	D	30645	5,8	+65N	47	15	-10
26. 10.	18 13 12	D	32002	5,8	+48S	114	129	12
5. 11.	22 24 33	R	12360	6,1	+84N	290	18	57
7. 11.	1 30 54	D	13869	5,2	-71N	88	67	87
7. 11.	2 41 6	R	13869	5,2	+63N	314	74	-42
16. 11.	16 30 21	D	24861	3,8	+75S	101	60	-86
17. 11.	17 42 18	D	26719	5,0	+31S	139	124	-241
19. 11.	17 32 33	D	29362	4,5	+29N	11	14	105
19. 11.	18 16 11	R	29362	4,5	-45N	297	116	-142
23. 11.	22 23 6	D	628	5,7	+42S	117	74	-179

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ\text{E}$ a $\phi_0 = 48,5^\circ\text{N}$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ , ϕ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\phi - \phi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákrete.

Saturn (0,7 – 0,6 mag) v Panne je začiatkom októbra na konci občianskeho súmraku vo výške len 3°. V nasledujúcich dňoch sa bude strácať na presvetlenej oblohe, nakolko 25. 10. je v konjunkcii so Slnkom. Po nej sa presunie na rannú oblohu a jeho viditeľnosť sa bude rýchlo zlepšovať. Na prelome mesiacov vychádza už začiatkom občianskeho súmraku a koncom novembra už počas astronomickej noci po 4. hodine.

Jeho konjunkcia s Mesiacom 12. 11. bude súčasťou vzdialosti takmer 5°, no nad juhovýchodným obzorom bude ešte jasná Venuša a Spika. Vytvoria tak mimoriadne pekné zoskupenie, ktoré iste poteší všetkých obdivovateľov krás nočnej oblohy.

V dalekohlade uvidíme jeho mohutné, široko roztvorené prstence, ktoré pozorujeme z ich severnej strany. Ich šírka za zväčší z 9,3 na 10,9°.

Urán (5,7 – 5,8 mag) je v Rybách s dobrými podmienkami pozorovateľnosti. Nakolko je v oblasti pomerne chudobnej na hviezdy, môžeme sa pokúsiť nájsť ho pomocou mapky aj voľným okom. Začiatkom októbra vychádza krátko po západe Slnka, nakolko koncom septembra bol v opozícii. Do konca novembra sa jeho viditeľnosť skráti a bude zapadať asi hodinu po polnoci. V dalekohlade ho uvidíme ako malý kotúčik s priemerom 3,7" a zaujme svojím pokojným vzhľadom. Jeho konjunkcie s Mesiacom nastanú 27. 10. a 23. 11., no uholovo budú vyše 4° a nás súpútnik bude v blízkosti splnu.

Neptún (7,9 mag) je Vodnárovi, asi 35° západnejšie ako Urán. Zapadne dve hodiny po polnoci, koncom novembra už okolo 22. hodiny. Nájdeme ho už malým dalekohľadom ako pokojne svietiaci modrástavý objekt necelého polstupňa juhovýchodne od 38 Aqr (5,4 mag). 11. 11. je v zástavke a začne sa medzi hviezdami pohybovať v priamom smere (východne). Konjunkcie s Mesiacom 24. 10. a 20. 11. sú nevýrazné, len vo vzdialosti 5°.

Mesiac s relatívne malým uhlíkovým priemerom si všimnime 28. 11., keď bude v splne (15,8 hod.) a súčasne v odzemí (20,6 hod.). Bude nás od neho deliť 406 361 km a na oblohe bude mať priemer len 29,7'.

Úplné zatmenie Slnka 13. 11. nebude od nás po-

zorovateľné ani ako čiastočné. Začiatok pásu totality prechádzza len severnými výbežkami Austrálie a končí sa v Tichom oceáne západne od Južnej Ameriky. Je to 45. zatmenie zo série Saros 133, maximálna dĺžka totality je 4 min 2 s. V okolí mesta Cairns, kde bude pravdepodobne väčšina expedícií, bude zatmenie trvať len niečo vyše 2 minúty.

Polotieňové zatmenie Mesiacu 28. 11. bude od nás pozorovateľné len čiastočne. Maximálna fáza zatmenia (0,92) nastáva o 15:33, teda ešte pred východom Mesiacu o 15:50. Severná časť Mesiacu, ktorá bude najbližšie k zemskému tieňu, bude teda nenápadne tmavšia. Zatmenie sa končí o 17:51. Je to 11. zatmenie série Saros 145.

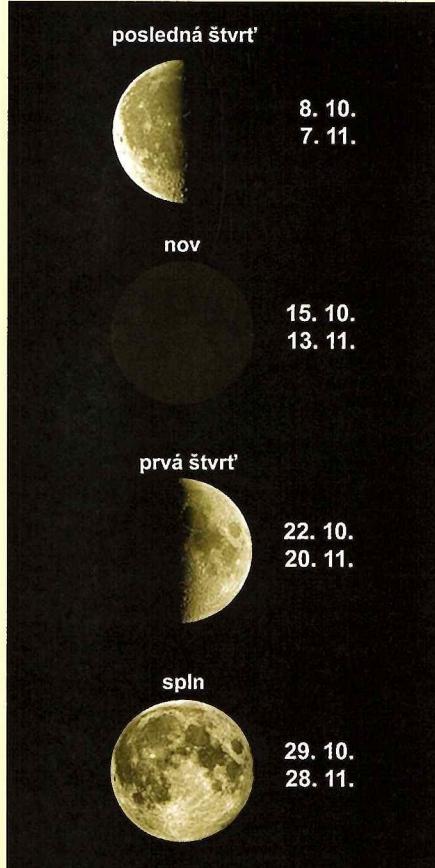
Trpasličie planéty

(1) Ceres (8,5 – 7,3 mag) sa presunie z najsevernejšej časti Orióna do Blížencov. Na prelome mesiacov bude v zástavke, začne sa pohybovať späťne, a tak medzi hviezdami urobí elegantný oblúk. 7. 10. ju nájdeme 1,3° severne od Mesiacu pred poslednou štvrtou.

5. 11. prejde len 3° od červenej hviezdy ε Gem (3,3 mag), od ktorej je východne pozostatok supernovy IC 443. 20. 11. sa bude presúvať necelý stupeň popod otvorenou hviezdkopou M 35 (5,1 mag), 22. 11. sa priblíží len na 0,3° k hustej otvorennej hvie-

Fázy Mesiacu

posledná štvrt'	8. 10..	8:33	7. 11..	1:36
nov	15. 10..	13:03	13. 11..	23:08
prvá štvrt'	22. 10..	4:32	20. 11..	15:31
spln	29. 10..	20:49	28. 11..	15:46

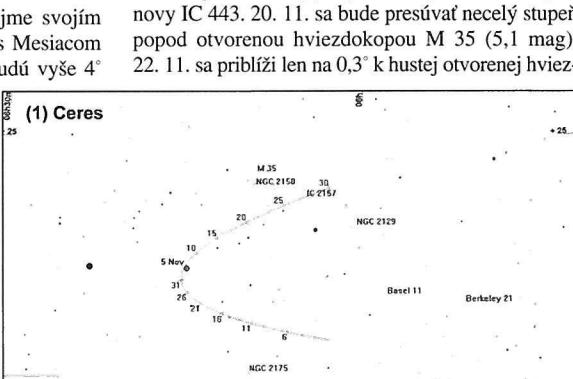


Prechody Veľkej červenej škvorny

1.10., 5:39	24.10., 19:31	14.11., 21:47
2.10., 1:31	25.10., 5:27	15.11., 17:39
2.10., 21:22	26.10., 1:18	16.11., 3:34
4.10., 3:09	26.10., 21:09	16.11., 23:25
4.10., 23:00	28.10., 2:56	17.11., 19:17
6.10., 4:47	28.10., 22:47	18.11., 5:12
7.10., 0:39	29.10., 18:39	19.11., 20:55
7.10., 20:30	30.10., 4:34	20.11., 6:50
9.10., 2:17	31.10., 0:25	20.11., 16:46
9.10., 22:08	31.10., 20:17	21.11., 2:42
10.10., 20:24	1.11., 6:12	21.11., 22:33
11.10., 3:55	2.11., 21:55	22.11., 18:24
11.10., 23:46	4.11., 23:33	23.11., 4:20
12.10., 19:37	5.11., 19:24	24.11., 0:11
13.10., 5:33	6.11., 5:20	24.11., 20:02
14.10., 1:25	7.11., 1:11	25.11., 5:58
14.10., 21:16	7.11., 21:02	26.11., 1:49
16.10., 3:02	9.11., 2:49	26.11., 21:40
16.10., 22:54	9.11., 22:40	27.11., 17:31
18.10., 4:41	10.11., 18:31	28.11., 3:27
19.10., 0:32	11.11., 4:27	28.11., 23:18
21.10., 2:10	12.11., 0:18	29.11., 19:09
21.10., 22:02	12.11., 20:09	30.11., 5:05
23.10., 3:49	13.11., 6:05	
23.10., 23:40	14.11., 1:56	

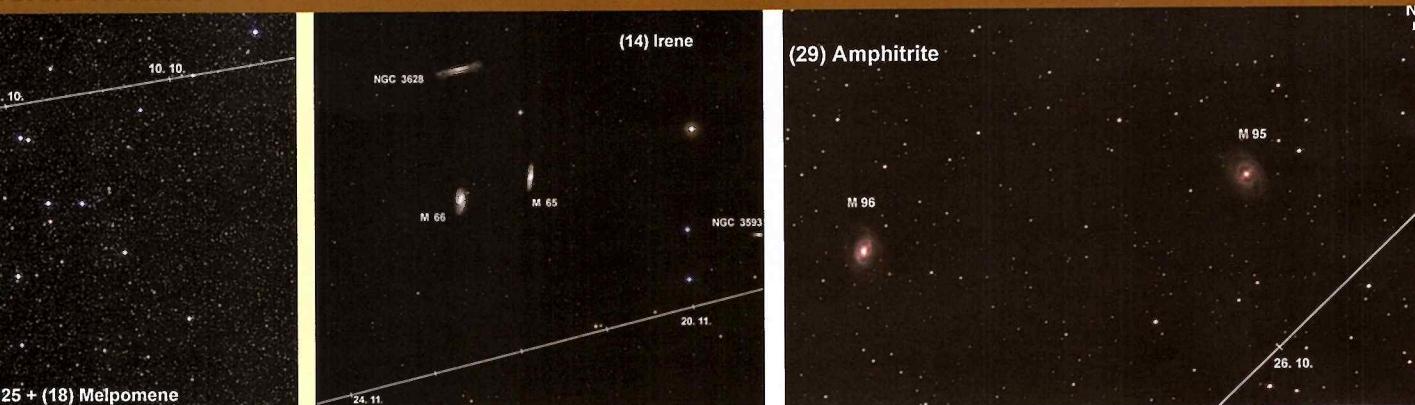
Efemerida (1) Ceres

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 10.	06h03,0m	+21°07,7'	8,5	97,3
6. 10.	06h06,5m	+21°17,2'	8,4	101,4
11. 10.	06h09,5m	+21°27,3'	8,4	105,7
16. 10.	06h11,9m	+21°38,2'	8,3	110,1
21. 10.	06h13,7m	+21°49,9'	8,2	114,6
26. 10.	06h14,8m	+22°02,7'	8,1	119,4
31. 10.	06h15,3m	+22°16,7'	8,0	124,2
5. 11.	06h15,1m	+22°31,9'	7,9	129,3
10. 11.	06h14,1m	+22°48,3'	7,8	134,6
15. 11.	06h12,4m	+23°06,0'	7,7	140,0
20. 11.	06h09,9m	+23°24,7'	7,5	145,6
25. 11.	06h06,7m	+23°44,2'	7,4	151,4
30. 11.	06h03,0m	+24°04,1'	7,3	157,3



dokope NGC 2158 (8,6 mag) a o 5 dní neskôr aj k okraju riedkej hviezdkopy IC 2157 (8,4 mag). Niektoré z týchto zoskupení možno zaujmú majiteľov vhodnej záznamovej techniky.





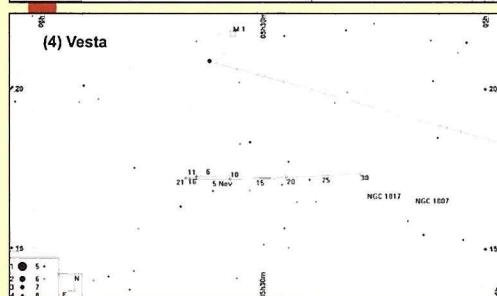
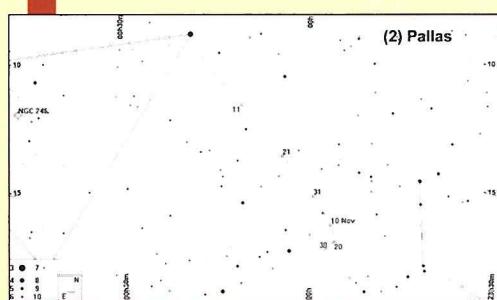
M 25 + (18) Melpomene

Efemerida asteroidu (4) Vesta

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 10.	05 ^h 34.9 ^m	+17°31.3'	7,7
6. 10.	05 ^h 37.4 ^m	+17°30.1'	7,7
11. 10.	05 ^h 39.2 ^m	+17°28.8'	7,6
16. 10.	05 ^h 40.4 ^m	+17°27.4'	7,5
21. 10.	05 ^h 40.8 ^m	+17°26.1'	7,4
26. 10.	05 ^h 40.4 ^m	+17°25.0'	7,3
31. 10.	05 ^h 39.3 ^m	+17°24.4'	7,2
5. 11.	05 ^h 37.4 ^m	+17°24.4'	7,1
10. 11.	05 ^h 34.8 ^m	+17°24.9'	7,0
15. 11.	05 ^h 31.4 ^m	+17°26.1'	6,9
20. 11.	05 ^h 27.4 ^m	+17°28.0'	6,8
25. 11.	05 ^h 22.8 ^m	+17°30.8'	6,7
30. 11.	05 ^h 17.7 ^m	+17°34.2'	6,6

Efemerida asteroidu (2) Pallas

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 10.	00 ^h 19.0 ^m	-09°18.9'	8,3
6. 10.	00 ^h 15.2 ^m	-10°30.8'	8,4
11. 10.	00 ^h 11.5 ^m	-11°38.6'	8,5
16. 10.	00 ^h 08.0 ^m	-12°41.4'	8,6
21. 10.	00 ^h 04.9 ^m	-13°38.1'	8,7
26. 10.	00 ^h 02.2 ^m	-14°28.4'	8,8
31. 10.	23 ^h 59.9 ^m	-15°11.9'	8,9
5. 11.	23 ^h 58.2 ^m	-15°48.7'	9,0
10. 11.	23 ^h 57.0 ^m	-16°18.6'	9,0
15. 11.	23 ^h 56.4 ^m	-16°42.1'	9,1
20. 11.	23 ^h 56.4 ^m	-16°59.2'	9,2
25. 11.	23 ^h 57.0 ^m	-17°10.5'	9,3
30. 11.	23 ^h 58.1 ^m	-17°16.4'	9,3

**Efemerida kométy LINEAR (C/2011 F1)**

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 10.	15 ^h 14.9 ^m	+05°37.7'	10,7	42,2
6. 10.	15 ^h 22.2 ^m	+03°31.7'	10,6	39,5
11. 10.	15 ^h 29,8 ^m	+01°27.1'	10,6	36,8
16. 10.	15 ^h 37,6 ^m	-00°36.0'	10,5	34,1
21. 10.	15 ^h 45,8 ^m	-02°37.6'	10,4	31,4
26. 10.	15 ^h 54,2 ^m	-04°37.4'	10,4	28,7
31. 10.	16 ^h 02,8 ^m	-06°35.5'	10,3	26,0
5. 11.	16 ^h 11,8 ^m	-08°31.8'	10,3	23,2
10. 11.	16 ^h 21,0 ^m	-10°26.2'	10,2	20,4

(136199) Eris bude 15. 10. v opozícii vo vzdialnosti 95,54 AU ako slabý objekt 18,7 mag.

(134340) Pluto (14,3 mag) v Strelcovi sa bude presúvať popod otvorenou hviezdomkopou M 25. Na prelome mesiacov zapadá o 20. hodine.

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (59) Elpis (3.10.; 10,8 mag), (532) Herculina (6.10.; 10,6 mag), (60) Echo (6.10.; 10,6 mag), (85) Io (12.10.; 10,1 mag), (349) Dembowska (30.11.; 9,6 mag), (704) Interamnia (14.11.; 9,9 mag), (980) Anacostia (17.10.; 11,0 mag).

Najjasnejším asteroidom stále zostáva (4) Vesta (7,7 – 6,6 mag), ktorá bude 20. 10. v zastávke, a tak nám medzi hviezdami, pod spodným rohom Býka, urobí málo otvorenú slučku. Nájdeme ju asi 10° juhovýchodne od Jupitera.

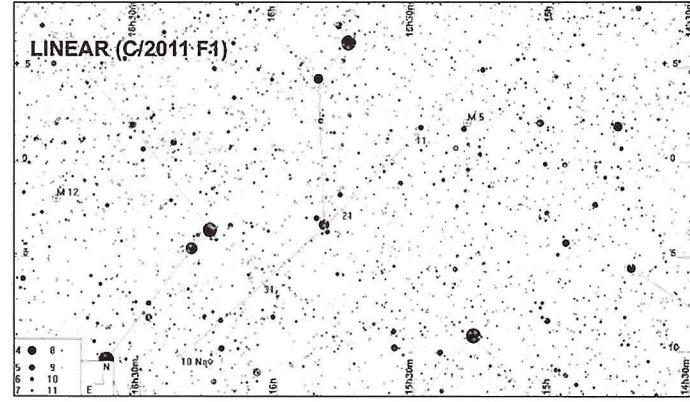
(7) Iris je na oblohe v blízkosti Marsu, žiaľ, na nie dostatočne tmavej oblohe. 1. 10. je ich vzájomná vzdialenosť len 9°, do konca prvého týždňa za zväčší na 2°. V blízkosti ďalšej planéty, Uránu, však môžeme nájsť do polovice novembra (60) Echo (11,7 mag).

Astrofotografov azda zaujme na prelome posledných novembrových dekád približenie (14) Irene (11,0 mag) ku galaxiám M 65 (10,1 mag) a M 66 (9,7 mag) v Levovi alebo (29) Amphitrite (11,1 mag) k M 95 (10,6 mag) a M 96 (10,1 mag) ešte o takmer mesiac skôr. (18) Melpomene (10,6 mag) začne svoju pút medzi hviezdami nad otvorenou hviezdomkopou M 24 (4,6 mag) a 11. 10. prejde severnou časťou ďalšej hviezdomkopu M 25 (6,5 mag).

Komety

Jasnejšie komety nás nepotešia, no v súlade s predpovedou sa zjasňuje avizovaná C/2011 L4 (PanSTARRS), ktorá sa do dosahu menších ďalekokohľadov dostane už v decembe.

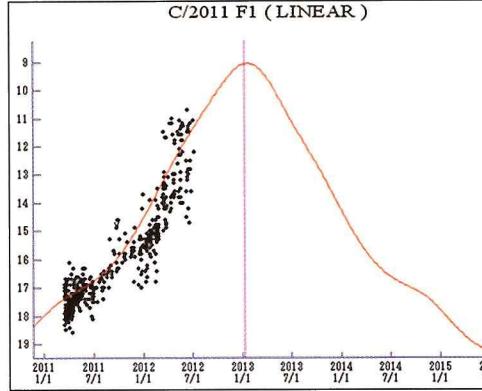
Neperiodická kométa C/2011 F1 (LINEAR) prejde perihéliom až 8. januára a v tomto období je to najjasnejšia kométa, ktorú na oblohe máme. Pomerančky zjasňuje (graf Yoshida), no jej uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje a v polovici novembra sa stratí na presvetlenej oblohe. 6. 10 sa priblíži na 1,6° k jasnej guľovej hviezdomope M 5.



(14) Irene

(29) Amphitrite

C/2011 F1 (LINEAR)

**Meteor**

Meteorári majú pred sebou mimoriadne dobré obdobie, hlavné roje nebude väčšinou rušíť pri pozorovaní svít Mesiacu.

Materským telesom Drakoníd je periodická kométa 21P/Giacobini-Zinner s obežnou dobu 6,6 roka, ktorá prešla perihéliom v lani 11. februára. 8. októbra 2011 a v dobrom súhlase s predpovedou bola pozorovaná vysoká frekvencia 300 meteorov za hodinu. Tento rok sa vyššia aktivita neočakáva, maximum nastane 8. 10. okolo poludnia, no pozorovatelia by mali byť v strehu. Mesiac po poslednej štvrti bude rušíť len v druhej polovici noci, a tak od skončenia súmraku je na pozorovanie času dostatok. Drakonídy sú veľmi pomále (20 km/s), a tak ich odľšenie od sporadičkého pozadia bude nenáročné aj pri nižšej frekvencii.

Orionidy majú pravdepodobne 12-ročnú zvyšenú periodicitu aktivity, tento rok sa však vyššia neočakáva, prepočítaná frekvencia bude okolo 25 meteorov za hodinu. Pozorovacie podmienky sú veľmi dobré, Mesiac v prvej štvrti zapadne v neskorých večerných hodinách. V minulosti to bol jeden z najobľúbenejších rojov jesenných meteorických expedícií. Súbežne s rýchlymi Orionidami je aktívny aj slabý roj Geminíd, ktorého odľšenie od Orionid je náročné. Radiant sú pomerne blízko a rýchlosť meteorov sú takmer rovnaké.

Leonidy tohto roku asi neprekvapia, frekvencia meteorov bude okolo 15. Podmienky sú však ideálne, Mesiac zapadne ešte pred východom radiantu, ktorý kulminuje ráno. Je predpoklad výskytu niekoľkých podružných maxím (17. a 20. 11.), preto budú všetky pozorovania vitané. V roku 2011 malí Leonidi frekvenciu niečo nad 20 meteorov.

Z menej aktívnych rojov budú mať najvyššie frekvencie Tauridy. Južné, s maximom 10. 10., bude rušíť Mesiac len v druhej polovici noci a u severných s maximom 12. 11. je Mesiac v nove.

Úspech našich

O päť ubehol rok a my konečne štartujeme z viedenského letiska do Ria na medzinárodnú olympiádu z astronómie a astrofyziky (IOAA). Už 6. ročník tejto prestížnej olympiády sa tohto roku koná v Brazílii a naša 7-členná slovenská výprava – 5 študentov a dva vedúci – sa vydáva na ďalekú cestu. Nebude to priamy a jednoduchý let, no jednoduchá neboľa ani príprava študentov, kym získali možnosť zúčastniť sa. Najprv sa museli zúčastniť 1. kola Astronomickej olympiády (AO) na Slovensku. Túto súťaž pre mladých v oblasti astronómie a príbuzných vied organizuje Slovenská astronomická spoločnosť (SAS) pri Slovenskej akadémii vied v spolupráci s Astronomickým ústavom SAV. Do finálového kola postúpili všetci úspešní riešitelia 1. kola AO, ktorí dosiahli potrebný počet bodov pri počítaní príkladov a praktických pozorovaní. Pri jeho organizovaní veľmi aktívne pomohla aj Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Na celoslovenskom finále vo Vysokých Tatrách potom museli študenti ukázať svoje vedomosti a iba 5 najlepších z nich mohlo postúpiť až do medzinárodnej súťaže. Teraz tu sedia Matúš Kulich z Gymnázia v Detve, Peter Kosec z Gymnázia L. Štúra v Trenčíne, Miroslav Gašpárek zo Súkromného gymnázia v Žiline, Filip Ayazi z Gymnázia L. Štúra tiež z Trenčína a Michal Račko z Gymnázia J. Lettricha v Martine, plní očakávaní, čo nás čaká na južnej pologuli, ako sa zlepšila konkurenca z iných štátov a či obhájime úspechy z predchádzajúcich IOAA.



Takto pekne vyzerá zlatá a strieborná medaila s motívom Ria.



Moderovanie jednotlivých úloh (zľava inštruktor, Dr. L. Hric a Dr. M. H. Bartolomejová).



Slovenská výprava na slávnostnom otvorení 6. IOAA v Riu (zľava Dr. M. H. Bartolomejová, Dr. L. Hric, F. Ayazi, M. Kulich, M. Račko, P. Kosec, M. Gašpárek a Gustávo).

Posledné vedomosti načerpali študenti deň pred odletom na sústredenie na Hvezdárni v Žiline u Dr. Miroslava Znášika a ešte aj čakanie na letisku sme využili na ukážku príkladov z astronomickej fotometrie. Teraz už však letíme smer Paríž, kde prestupujeme na New York a po ďalšom prestupe a po celkovom 21-hodinovom lete pristávame v dopoludňajších hodinách miestneho času v Rio de Janeiro. Na južnej pologuli teraz vrcholí zima, no naše obavy sa rozplynuli, keď zistujeme, že je tu príjemných 25 stupňov. Nepríjemné je však zistenie, že ani jedna zo šiestich batožín nám neprišla, zostala v Paríži, kde ju zabudli preložiť. Chlapcom tak chýbajú knihy a mapky, ktoré chceli ešte použiť na tréning pod reálnou oblohou na rozdiel od tej čvičnej v planetáriu v Žiari nad Hronom. Aspoň, že nás trpeživo čakajú naši brazílski kolegovia a odvážajú nás do hotela Florida. Jeho cena nezaostáva za jeho názvom, preto sa len zaregistrujeme a odchádzame sa ubytovať do nedalekého hostela. Prvú noc nemáme ešte platenú organizátormi, tak sme si našli veľmi lacné ubytovanie párs desiatok metrov od hotela. Musíme šetriť, lebo aj na letenky sme zohnali sponzorov len pre dvoch študentov a ostatnú si cestu hradíme prevažne z vlastných zdrojov. Vo Floride sme však stretli početnú grécku delegáciu, ktorá sa tu ubytovala ako prvá, tak sa s nimi opäť po roku srdečne víame.

Rio – najkrajšie na svete

Nulty deň sa oboznamujeme s mestom a s naším sprievodcom Gustávom, ktorý sa bude starať o chlapcov po celý čas, keď nebudeme smieť byť s nimi. Rio je skutočne mestom bohov a najkrajšie je pri pohľade zhora, napríklad z Cukrovej homole (Pao de Açúcar), kde nás Gustávo zaviedol. V organizačnom tíme som stretol aj známeho astronóma Alberta Brucha, pôvodom z Nemecka, a ten povedal veľkú pravdu: „Rio je najkrajšie mesto na svete, len sa nesmie ísť do podrobností.“ Aj my sme si to

všimli, že nie všetky štvrti sú rovnako upratanej a niekde sa turistom ani neodporúča ísť. Od mojej ostatnej návštevy Ria spred 5 rokov sa tu však všeľico zmenilo k lepšiemu. Brazília má dnes najperspektívnejšiu ekonomiku Južnej Ameriky a finančuje množstvo projektov v oblasti prírodných vied a ekológie.

Do Floridy postupne poprichádzali všetky delegácie, len naša batožina nikde. Niečo sme si kúpili, aby sme mali čisté šaty, no chlapci majú pekné obleky na slávnostný otvárací ceremoniál stále v kufroch, ktoré medzitým už preleteli do Dallasu. Tešíme sa, že stretávame v hoteli delegáciu z Českej republiky, ktorá je pre nás veľkou konkurenciou, ako aj priateľov z Maďarska, ktorých sme my nahovorili na účasť v IOAA a tento rok je to už ich druhá skúsenosť. Oproti minulému roku sa zvýšil počet zúčastnených krajin na 27, počet delegácií na 29 a počet študentov na 135, čiže zvýšila sa aj konkurenca, no my sa spoliehame na Petra, ktorý je na IOAA už posledný raz, lebo od septembra ide študovať fyziku a astrofyziku v Cambridge.

Otvárací ceremoniál a naše kufre

V nedeľu večer dorazili konečne naše kufre do hotela a v pondelok ráno ideme na otvorenie IOAA v mestskom planetáriu, kde sa pomestí aj 500 ľudí. Pekný program končí rozlúčkou s našimi chlapcami, ktorých odvážajú asi 100 km severne od Ria, na krásnu farmu Ribeirao, ktorá funguje ako hotel. Tu strávia väčšinu času pri krásnom jazere pod tmavou nočnou oblohou pri riešení teoretických, ako aj dátových úloh, a najmä pri pozorovaníach. My tiež odchádzame z Ria do mestečka Vassouras, kde budeme pracovať na príprave úloh a na ich prekladoch a vyhodnoteniach. Počasie je tu stále výborné, v noci vidíme Južný kríž a súhvezdie Škorpióna.

Príklady, dátá a pozorovania

Po preložení všetkých textov úloh do slovenčiny už len netrpeživo očakávame, ako si chlap-

olympioníkov v Riu

ci poradili s ich riešením. Ako prvé prichádzajú teoretické úlohy. Astrofyziku zvládli dobre, no bolo dosť príkladov z nebeskej kartografie, ktorá mnohým urobila nemalé problémy. S výsledkami sme však spokojní, lebo sa zdá, že nikto neurobil riešenia na sto percent, a v takom prípade sa hranica pre udeľovanie medailí bude adekvátnie posúvať. Stala sa nám však aj nemilá vec pri praktickom pozorovaní nočnej oblohy. Postihla práve Petra, do ktorého sme vkladali najväčšie nádeje. 4 praktické úlohy vyriešil na sto percent, no pre určenie zorného poľa dalekohľadu dostal prístroj od Barlowovou šošovkou, ktorá zmenšuje zorné pole na polovicu. A keď aj Peter určil zorné pole „svojho“ dalekohľadu správne, nezhodovalo sa to s predpísanou hodnotou za túto úlohu. Aj keď sme protestovali a požiadali prezidenta IOAA o riešenie, organizátori z Brazílie si nechceli chybu priznať a Peter tak prišiel o cenných 20 bodov, v podstate za najľahšiu úlohu zo všetkých. Ďalší problém vyskočil pri pozorovaní nočnej oblohy a riešení praktických úloh. Organizátori si neoverili dostatočne predpoved počasia a čo čert nechcel, o polnoci sa zamračilo. Taktomer polovica súťažiacich tak musela pozorovať



Vedúci národných výprav v hoteli Santa Amália v mestečku Vassouras.

ďalšiu noc a museli dostať iné úlohy. Bodové hodnotenie týchto úloh sa potom prenomovalo podľa Gausovského rozdelenia na výsledky z prvej noci, dôsledkom čoho bolo menej celkových bodov za druhú noc, keď pozorovali aj Miro a Matúš. Mira tých párr stratených bodov pripravilo o bronzovú medailu. No také sú už olympiády, najdôležitejšia je príprava, no niekedy aj trochu šťastia nezaškodí.

Zaslúžené medaily

Nebudeme však dalej napínať a písť o problémoch, priznajme, že naša radosť bola obrovská počas záverečného ceremoniálu, ktorý sa konal v múzeu astronómie v Riu, v bývalom astronomickom observatóriu. Všetci naši chlapci sa stali úspešnými riešiteľmi tejto náročnej olympiády. Mira delili od bronzovej medaile len dve priečky, no musí sa ešte zlepšiť v dátovnej analýze. Filip z Trenčína bol nováčik, a aj keď príklady počítal výborne, nemal ešte dostatočné skúsenosti s pozorovaním nočnej oblohy najmä na južnej po-

loguli. Mišo nás prekvapil azda najviac, lebo oproti slovenskému finále AO sa zlepšil a získal pre Slovensko dobre podloženú striebornú medailu. No a konečne najlepšie nakoniec. Náš najnádejnejší študent Matúš Kulich postúpil za rok z bronzovej medaile, ktorú získal v Polsku, na stupienok najvyšší a pre Slovensko získal v Brazílii zaslúženú zlatú medailu. Je to obrovský úspech aj pre tých ľudí, ktorí Matúšovi pomáhali na hvezdárni v Žiari nad Hronom a podávanie patrí aj docentovi Vladimírovi Bahylóvi z Technickej univerzity vo Zvolene, s ktorým často pozorovali na hvezdárni Júlia. No a čo Peter Kosec? Samozrejme, obhájil zlato z minulej IOAA a aj so stratou nešťastných 20 bodov sa umiestnil na piatom mieste na svete, no nebyť toho, mohol byť prvý. Navyše dostal ešte diplom za absolútneho víťaza v dátovej analýze, ktorú urobil bez straty bodov. No a treba pripomenúť, že je to jeho veľký „hattrick“, čiže tretia zlatá medaila z IOAA za sebou (z Číny, Poľska a teraz aj z Brazílie). Peter nám už odchádza na vysokú a je teda namiesto otázka, kto nám ho nahradí?

Záverečný ceremoniál bol veľkolepý. Každý medailista prešiel dlhým špalierom divákov až na pódiu, kde si prevzal svoje ocenenie. Mnohé delegácie nám s údivom gratulovali k obrovskému úspechu. V počte zlatých sme predbehli také krajinu ako Poľsko, Litvu, Irán, ktoré si dlhodobo udržiavajú vysoký kredit a na olympiádu vynakladajú aj značné finančné prostriedky.

A čo ďalej?

Chlapci dosiahli v Brazílii zatiaľ najväčší úspech v histórii IOAA, veľmi dobre reprezentovali Eslováquiu, ako nás tu nazývali, a domov si prinesú neoceniteľné skúsenosti a poznatky, o ktoré sa podelia so spolužiakmi na svojich školách. Patrí im za to vďaka.

A vďaka patrí všetkým, ktorí pomáhajú AO na Slovensku organizovať. Výkonnému výboru AO za dobrý výber úloh v národnom kole a projektu „Talenty novej Európy“ v rámci Slovnaftu za čiastočnú finančnú podporu Matúšovej a Petrovej letenky. Škoda, že ostatní členovia slovenskej delegácie si cestu museli hrať prevažne z vlastných zdrojov. Práve sa lúčime s Riom a s ostatnými delegáciemi v hoteli Florida. Všetci už odchádzajú na svoje lety, zostáva tu o noc dlhšie len výprava z Grécka, ktorá nemá problémy s financiami.

Budúca IOAA bude práve v Grécku, v rodisku olympijskej myšlienky, od 28. 7. do 5. 8. 2013 a už teraz sa tešíme na príslušenstvo grécku hostinost. Naši grécki kolegovia nás už neoficiálne aj pozvali. Samozrejme, je to aj výzva pre študentov, aby sa opäť zapojili a sledovali informácie o AO aj na stránke sas.astro.sk.

Dr. LADISLAV HRIC
a Dr. MÁRIA HRICOVÁ BARTOLOMEJOVÁ

Rio, 14. 8. 2012



Prekvapený Matúš Kulich preberá zlatú medailu.



Peter Kosec o zlatú medailu zabojoval.



Slovenská výprava ocenená troma medailami a siedmi diplomi.



Takto vyzerá diplom k zlatej medaile.



Dojatý Michal Račko preberá striebornú medailu.

CELESTRON

OMNI XLT SERIE

VSTÚPTE DO SVETA PROFESIONÁLNEJ ASTRONÓMIE



OMNI XLT 150



Celestron NexImage
5 Mpx CCD kamera
na objekty slnečnej
sústavy

NOVINKA 2012

Pozorujte a snímajte planéty, Slnko a Mesiac pri vysokom rozlíšení 5 MPx. Nová kamera Celestron NexImage umožňuje snímanie obrazu v šípkovom rozlíšení až 2592x1944 bodov v širokom rozsahu expozičných časov (1/10000 až 30 sek.). Kamera sa dá pripojiť cez 1,25" adaptér k ľuboľovnému dalekohľadu. Podrobne informácie o kamere nájdete na našom ishope www.tromf.sk.

Zľava na kameru 15% je možné uplatniť v priebehu októbra pri kúpe spolu s astro. dalekohľadom Celestron.

Cena po zľave 198€.

Cena pri kúpe samostatne 228€.

Od 10. do 12. októbra 2012 sa na vás tešíme
počas večerných pozorovaní na festival
Astrofilm v Piešťanoch.

ASTRO FILM



Nová rada astronomických dalekohľadov Celestron OMNI XLT prináša to na čo ste dilo čakali:

Optika dalekohľadov radu OMNI je opatrená vrstvami XLT, ktoré zabezpečujú až o 10% väčšiu priepustnosť svetla ako klasické optické antireflexné vrstvy. Vrstvy XLT sa používali doteraz výhradne pri vyšších modeloch Schmidt-Cassegrain.

Montáž CG-4 prešla takisto viacerými inováciami. Dalekohľad je postavený na masívnych oceľových nohách. Mechanické časti sú vyrobené z mosadze a uložené v klasických ložiskach. Montáž je možné dobyváti motorickým pohonom oboch osí /Motorický pohon CG-4 - kód CE93522/ a polárnym hľadáčikom /kód CE94221/. Dalekohľad na takejto montáži je vhodný aj na astrofotografiu.

Dalekohľady sú štandardne dodávané s 25 mm okulárom a astronomickým CD-ROMom The Sky L1.

Omni XLT102 - klasický všeobecný dalekohľad

FH refraktor s 102 mm priemerom, ohnisko 1000 mm, svetelnosť f/10

Ideálny dalekohľad na pozorovanie planét, slnečnej fotosféry /s fóliou Baader AstroSolar/, zákrystov, Mesiaca, alebo premenných hviezd. Prípadne ako pointačný dalekohľad pri pripojení teleobjektívov na tubus dalekohľadu.

Omni XLT120 - expert na planéty

FH refraktor s 120 mm priemerom, ohnisko 1000 mm, svetelnosť f/8,3

Ozajstný expert na pozorovanie planét. Zdokonalil jeho obraz môže filter Fringe Killer /kód CE2458370/. S uvedeným filtrom je možné bez problémov použiť dalekohľad do cca. 300 násobného zväčšenia.

Omni XLT127 - Schmidt-Cassegrain

Schmidt-Cassegrain s priemerom 127 mm, ohnisko 1270 mm, svetelnosť f/10

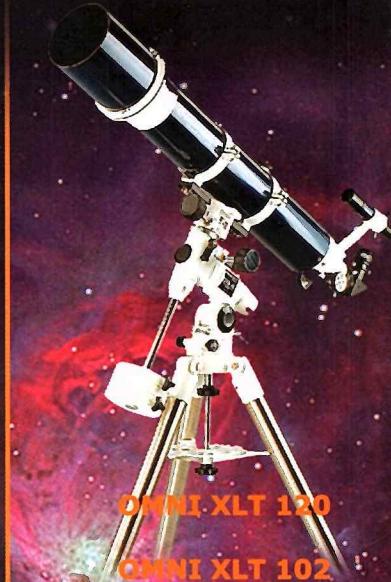
Ideálny dalekohľad na transport, skvelý na pozorovanie hmlovín, galaxií a hviezdomôr, takisto ako aj na planéty, Mesiac a slnečnú fotosféru.

Tubus je možné upevniť aj na klasický fotografický statív.

Omni XLT150 - vysokosvetelný Newton

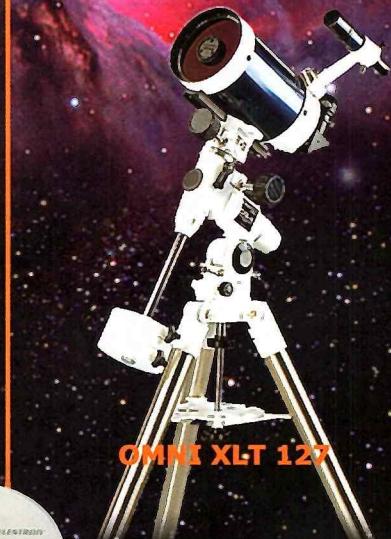
Newton s parabolickým zrkadlom s priemerom 150 mm a svetelnosťou f/5, ohnisko 750 mm.

Dalekohľad vhodný na pozorovanie a fotografovanie hmlovín, galaxií a hviezdomôr. Pri tomto dalekohľade je už možné použiť UHC-S filter /kód CE2458275/ na zvýšenie kontrastu oblohy. S Barlowovou šošovkou vhodný aj na pozorovanie planét.



OMNI XLT 120

OMNI XLT 102



OMNI XLT 127

Softvér Celestron The Sky
Level 1 vám pomôže
pri orientácii na oblohe
a vyhľadávaní objektov.
Pribalené gráts ku každému
dalekohľadu Celestron.



THE SKY

Level 1, Ver. 5
Die weltweit meistverkaufte
engl. Sternkartensoftware
(10.000 Himmelsobjekte)
kostenlos auf CD!

i-shop/web: www.tromf.sk

TROMF PIAROVÁ

Sme vám k dispozícii v našom Astroshopu v B. Bystrici na Partizánskej ceste 80, v pracovných dňoch od 9. do 17. hodiny /tel.: 048/4142332, e-mail: tromf@tromf.sk, kde nájdete široký sortiment dalekohľadov značky Celestron, SkyWatcher a príslušenstva k astro. teleskopom Baader Planetarium. Vybraný sortiment nájdete aj na našej druhej predajni v Europa SC Banská Bystrica.

CELESTRON

MEADE

INT

TeleVue

CELESTRON

INT

MEADE

INT

TeleVue