

KOZMOS



2004
ROČNÍK XXXV.
Sk 40,-

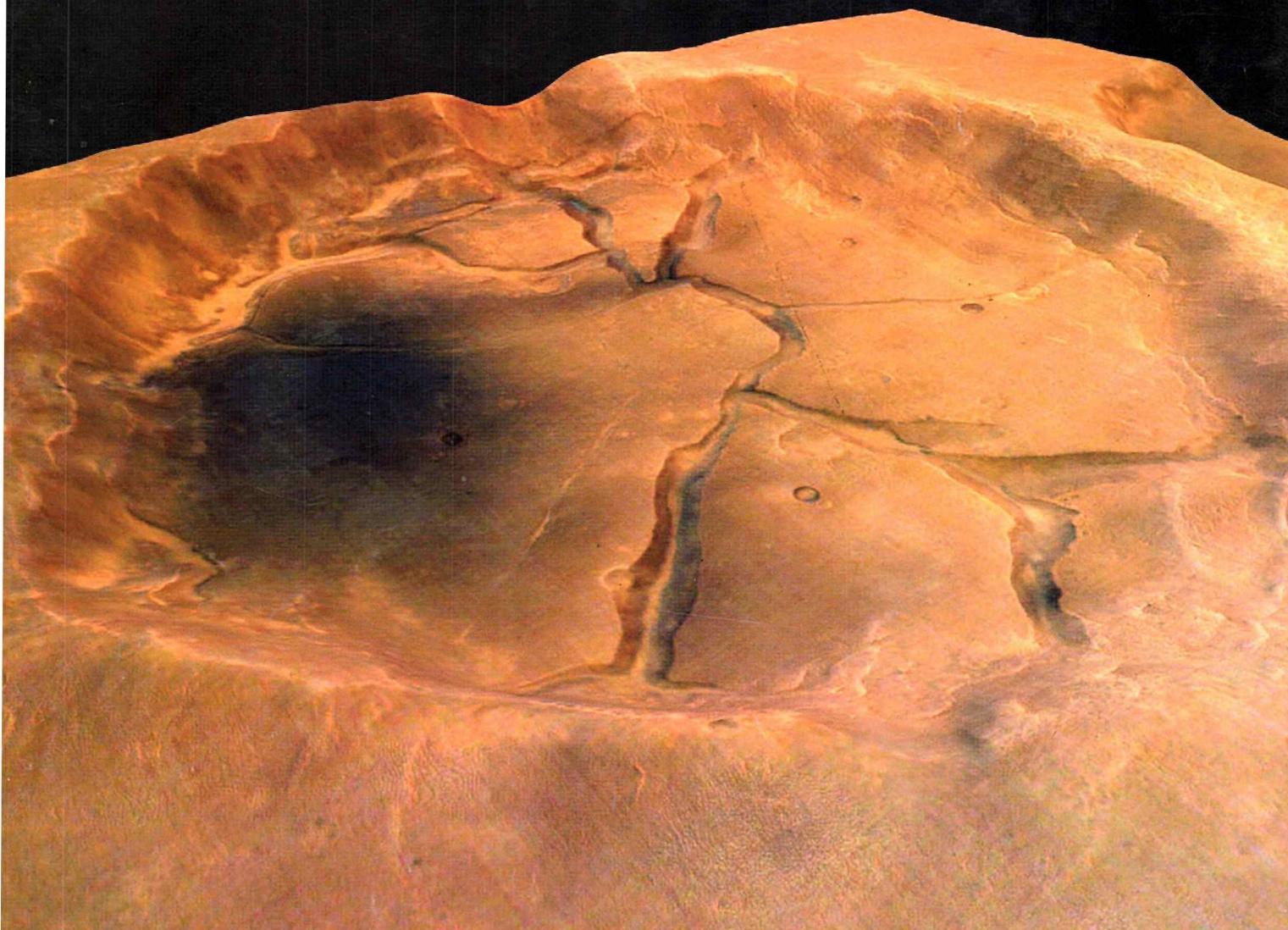
5

MARŤANSKÉ FOTOSAFARI

Boli Američania na Mesiaci, alebo...

Gama žiarenie a supernovy

AGO v Modre: Odhalenie podvojnosti 2003 YT1



Titan

23. augusta 2004 sa motory sondy Cassini na 51 minút zapálili a naviedli ju na novú obežnú dráhu, po ktorej sa koncom októbra priblíži k Saturnu až na 300 000 km. Tento manéver bol nevyhnutný kvôli tomu, aby sonda nekrižovala prstenec a uskutočnila prvý blízky oblet Titanu. Manéver sa udial na najvyššom bode prvej, vzhľadom k rovine rovníka naklonenej obežnej dráhy, vo vzdialenosti 9 miliónov kilometrov od stredu Saturna. Rýchlosť sondy sa tak znížila z pôvodných 30 000 metrov za sekundu (keď sa začiatkom júla usadila na obežnej dráhe) na 325 metrov za sekundu.

Snímku Titana na obrázku (všimnite si pás atmosféry) exponovala sonda 2. júla zo vzdialenosti 340 000 km. Počas nasledujúcich 4 rokov obletí sonda najväčší mesiac Slnecnej sústavy ešte 45-krát, pričom každý oblet využije na korekciu dráhy bez použitia motorov. Pri januárovom oblete odštartuje z Cassini európska sonda Huygens, ktorá zostúpi do atmosféry Titanu. Počas najtesnejšieho obletu Titanu dosiahne Cassini výšku 950 kilometrov.

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum.

Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Peter Majchrák – redaktor, Lýdia Priklarová – 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 Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, PhD Anna Pribullová, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

Tlač: Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava.

Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 40,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 210,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava.

Predplatitelia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permant, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 20. 9. 2004

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

EXTRASOLÁRNE PLANÉTY

- 2 **Nový typ extrasolárnych planét; Malý teleskop našiel obriu planétu; Okolo hviezdy AU Mic krúžia planéty, asteroidy i kométy (4. str.); První pozorování zákrytu hvězdy exoplanetou v Česku (5. str.)**

MARS

- 6 **Marťanské fotosafari Mars Odyssey (6. str.); Spirit (7. str.); Opportunity (8. str.); Mars Global Surveyor; Mars Express (10. str.) Je vulkanická činnosť na Marsu minulosťou? Mars: Europa kolaboruje s Amerikou / www.astro.cz (9. str.)**

SATURN

- 11 **Cassini: objavy ako na bežiacom páse**
 14 **Pristáli Američania na Mesiaci, alebo...**
 19 **Vzplanutia žiarenia gama a supernovy sú dve podoby toho istého úkazu**

- 23 **Asijští tygři nastupují (2. díl) / Tomáš Přibyl**

- 26 **Významný objav na AGO v Modre / Š. Gajdoš, A. Galád**



- 28 **Cesta do hĺbín záhadnej povahy pani Klímy (2. časť) / Anna Pribullová**

Prechod Venuše pred slnečným diskom (v rubrike Album pozorovateľa)

PRÍLOHA

Žeň objavů (pokračování) / Jiří Grygar

Aktuality

- 5 **Záhadné rozdiely medzi Jupiterom a Saturnom**
 13 **Don Quijote proti asteroidom; NASA vyslala na Mesiac Lunar Reconnaissance Orbiter**
 18 **Najrýchlejšia kozmická búrka dosiahla hranice Slnecnej sústavy**
 22 **Masívna čierna diera zarazila vedcov; Marťanský meteor; Spitzerov vesmírny teleskop: senzačný prvý rok**

Rubriky

POZORUJTE S NAMI

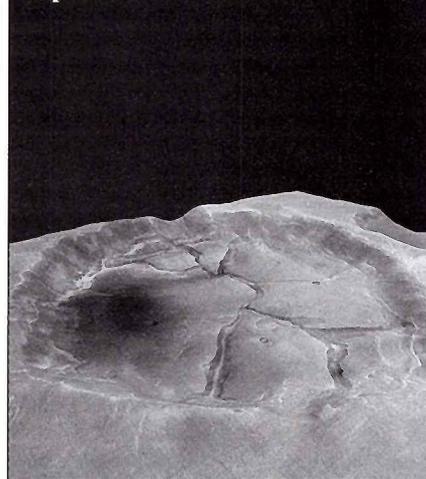
- 34 **Obloha v kalendári (august – september) / Pavol Rapavý; Úplné zatmenie Mesiaca 28. 40. 2004 / Pavol Rapavý; Kalendár úkazov (str. 37)**
 38 **Slnecná aktivita / Milan Rybanský**
 ALBUM POZOROVATEĽA
 37 **/ Milan Rybanský**
 38 **Prázdninové veľké slnečné škvrny / Pavol Rapavý; Perzeidy (aj) v Rim. Sobote / Pavol Rapavý; Moja prvá meteorická expedícia / Z. Gerbošová (str. 39); XXI. Ebicykl 2004 / Bohumír Kratoška (str. 40)**

Podujatia / Rôzne

- 40 **Zomrel zakladateľ časopisu Kozmos / Ladislav Druga**

Obálka

K článku Sopečná činnosť na Marse



Popraskané dno krátera neďaleko Valles Marineris zhotovila európska sonda Mars Express pomocou stereokamery (HRSC) v januári tohto roka pri 61. obehu okolo červenej planéty. Kamera HRSC umožňuje zhotoviť reálne 3D pohľady. Výsledný model je možné skúmať natáčaním z rôznych uhlov. Na Zemi podobné praskliny vznikajú v prudko ochladenej láve, vo vysušenom íle, ale aj na zamrzutej pôde. Čo spôsobilo trhliny na dne tohto marťanského krátera však vedci zatiaľ nevedia. Ak by to boli trhliny v chladnutej láve, bol by to dôkaz nedávnej sopečnej činnosti na planéte. Kráter sa nachádza severne od Valles Marineris (0,6° S a 309° E). Priemer krátera je asi 27,5 kilometra, jeho hĺbka 800 metrov.

Astronomický kalendár 2005

Autor: Mgr. Ladislav Druga

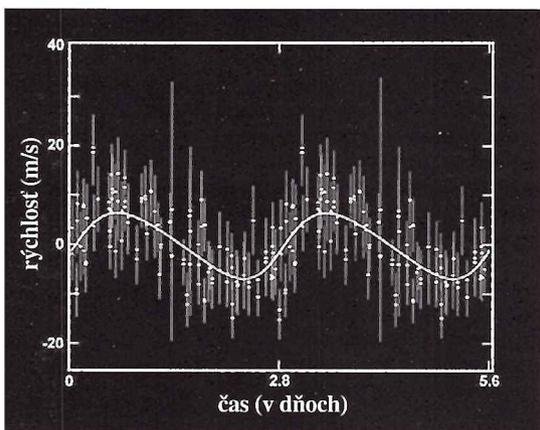


V týchto dňoch vydala Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove Astronomický kalendár na rok 2005. Na jeho stránkach sú uvedené bohaté informácie o postavení planét, Mesiaca a Slnka na jednotlivé dni roka, pomocou ktorých sa i najširšia verejnosť dokáže orientovať na hviezdnej oblohe. Súčasťou týchto informácií sú údaje o východe a západe Slnka, fázach Mesiaca, jeho najmenšej a najväčšej vzdialenosti od Zeme, maximálnych jasnostiach planét, zatmeniach Slnka a Mesiaca, vstupech Slnka do znamení zvieratníka, maximálnych meteorických rojov, extrémnych teplotách v jednotlivých mesiacoch roka za posledných 133 rokov, ako aj údaje o zavedení letného času. Pripomína výročia našich a svetových astronómov a výročia svetovej kozmonautiky. Publikácia je ilustrovaná najnovšími farebnými fotografiami hmlovín, galaxií a hviezdokôp, ktoré vyfotografoval Hubbleov vesmírny ďalekohľad NASA v nekonečných hĺbkach vesmíru. **Cena 90 Sk.**

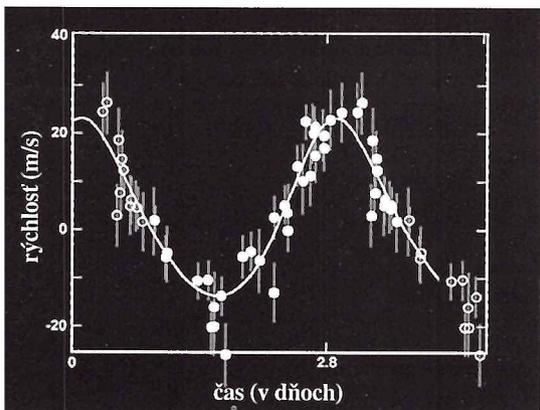
Informácie: Publikáciu si môžete objednať u vydavateľa na adrese Slovenská ústredná hviezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo (tel. 035/7602484-6, fax: 035/7602487, e-mail: suhlib@suh.sk) alebo priamo zakúpiť vo všetkých hviezdárňach na Slovensku.

Nový typ extrasolárnych planét

Sú najmenšie zo všetkých doteraz objavených extrasolárnych planét – iba 10- až 20-krát väčšie ako Zem. Čo do hmotnosti i veľkosti pripomínajú Neptún. Tri najmenšie z doteraz objavených 140 planét iných slnečných sústav boli veľké ako Saturn. Senzáciou je, že jedna z týchto neptunických planét obieha neďalekú hviezdu 55 Cancri, o ktorej vieme, že ju obieha najmenším ďalšie tri extrasolárne planéty.



Graf ilustruje obehy neptunických extrasolárnych planét v sústave 55 Cancri. Každý trvá 2,8 dňa. V tomto prípade bolo využitie Dopplerovej metódy mimoriadne zložitá, pretože okolo hviezdy obieha ďalšie tri joviánske planéty, ktorých gravitačný vplyv je väčší.



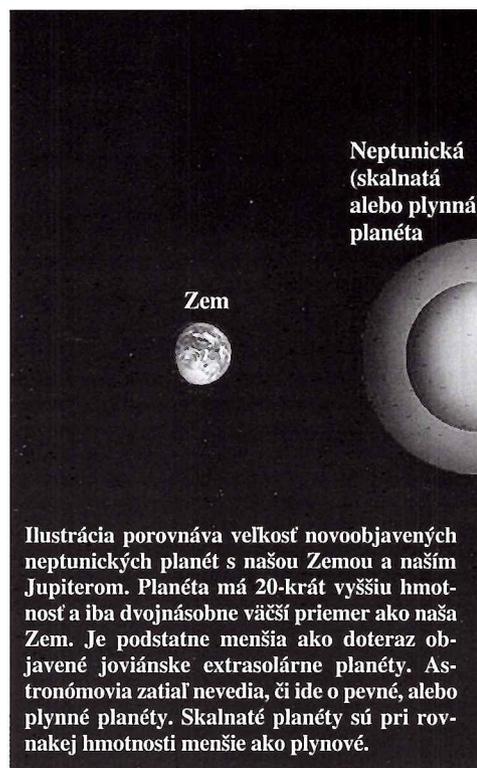
Tento graf nazorňuje obehy neptunických extrasolárnych planét v systéme malej hviezdy Gliese 436. Ide o malú hviezdu typu trpaslík D, ktorej hmotnosť predstavuje 4/10 hmotnosti Slnka. Neptunické planéty s oveľa nižšou hmotnosťou ako Jupiter sa detegujú mimoriadne ťažko, lebo ich gravitačný vplyv na materskú hviezdu je nepatrný a pre súčasné prístroje nezaznamenateľný. V tomto prípade sa gravitačný vplyv podarilo zaznamenať iba preto, lebo hmotnosť hviezdy je mimoriadne nízka.

Nové planéty objavil tím lovcov extrasolárnych planét, ktorý vedie Paul Butler a Geoffrey Marcy z Carnegie Institutu vo Washingtone a Kalifornskej univerzity v Berkeley. NASA si na tomto objave náramne zakladá.

„Náš objav dokazuje, že okrem obrích joviánskych planét existujú aj v iných sústavách aj menšie planéty,“ vyhlásil Marcy. „Ojedinelé objavíme prvú terestrickú planétu.“

NASA kvôli extrasolárnym planétam plánuje niekoľko vesmírnych misií. Doteraz bolo objavených 140 overených a najmenej tucet ďalších extrasolárnych telies, obiehajúcich okolo blízkych hviezd našej Galaxie.

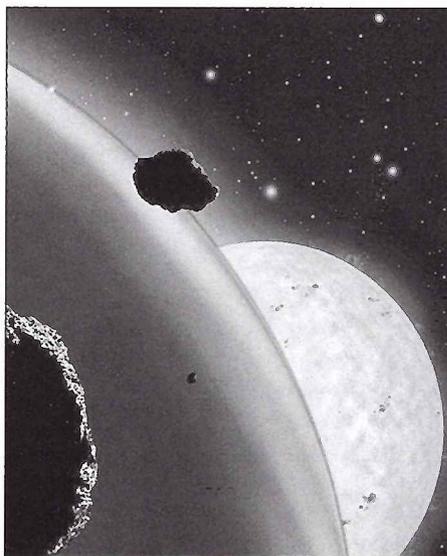
Prvá z nových planét obieha po blízkej obežnej dráhe malú hviezdu Gliese 436. Vzdialenosť 4,1 milióna kilometrov. Doba obehu: 60 hodín. Ak sa ukáže, že planéta s hmotnosťou Neptúna je iba 10-krát väčšia ako Zem, možno predpokladať, že jej pevné jadro bude tvoriť horniny zmiešané



Ilustrácia porovnáva veľkosť novoobjavených neptunických planét s našou Zemou a našim Jupiterom. Planéta má 20-krát vyššiu hmotnosť a iba dvojnásobne väčší priemer ako naša Zem. Je podstatne menšia ako doteraz objavené joviánske extrasolárne planéty. Astronómia zatiaľ nevedia, či ide o pevné, alebo plynné planéty. Skalnaté planéty sú pri rovnakej hmotnosti menšie ako plynné.

Malý teleskop našiel obriu planétu

Prvé extrasolárne planéty objavovali pomocou najväčších teleskopov. Pätnásť rokov po prvom objave planéty v inej slnečnej sústave sa dozvedáme o čerstvom objave extrasolárnej planéty TrES-1, objavenú aj pomocou 10-centimetrového teleskopu, ktorý si môže kúpiť v obchode každý. Senzáčný objav je výsledkom programu TrES (Trans-Atlantic Exoplanet Survey), čo je celosvetová sieť relatívne lacných, malých teleskopov, ktoré vyvinuli tak, aby mohli objaviť planéty, obiehajúce jasné hviezdy.



Novoobjavená extrasolárna planéta je veľká ako Jupiter. Materskú hviezdu v súhvezdí Lýra, vzdialenú 500 svetelných rokov, obieha za 3,03 dní. Jej obežná dráha je oveľa bližšie k hviezde, ako obežná dráha Merkúra.

Objav umožnilo použitie novej techniky – tranzitnej metódy, ktorá zaznamenáva nepatrné pohasnutie hviezdy, keď pred ňou prechádza planéta. Tá zatieni iba stotinu svetla hviezdy, ale aj takýto nepatrný pokles svietivosti sa dnes dá zaznamenať.

Táto metóda je efektívna iba vtedy, keď sa planéta v kritickej chvíli ocitne v zornom lúči pozemského pozorovateľa. Väčšina majiteľov malých ďalekohľadov pozoruje menšie, nevýraznejšie hviezdy, pretože pri väčšom počte je pravdepodobnosť optimálnej koincidencie väčšia. Hvezdári využívajúci sieť TrES sa však zameriavajú najmä na svietivejšie hviezdy, pretože planéty obiehajúce jasnejšie hviezdy sa ľahšie dajú študovať priamo.

„Je neuveriteľné, že malé ďalekohľady, využívajúce tranzitnú metódu, sú pri objavovaní extrasolárnych planét oveľa efektívnejšie ako veľké teleskopy, pretože lovci planét si na nich v tvrdej konkurencii iných odborov astronómie iba zriedka vydobyjú pozorovací čas,“ vraví Roi Alonso z Astronomical Institute od Canaries (IAC), muž, ktorý novú planétu objavil.

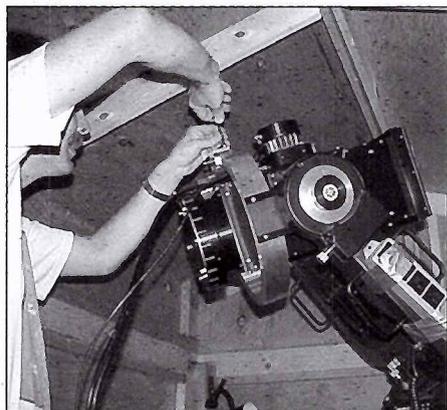
Dopplerova metóda má konkurenta

Najznámejší lovci extrasolárnych planét využívajú najmä Dopplerovu metódu, pomocou

Jupiter



Neptunická planéta na obrázku obieha hviezdu 55 Cancri. Materskú hviezdu obieha vo vzdialenosti 5,6 milióna kilometrov. Jej povrchová teplota sa odhaduje na 1500 stupňov Celzia. Hviezda 55 Cancri je o niečo staršia ako Slnko, má 5 miliárd rokov, o niečo menšiu hmotnosť a nachádza sa vo vzdialenosti 41 svetelných rokov.



Malý ďalekohľad, jeden zo siete TrES, pomocou ktorého bola v rámci tohto perspektívneho programu objavená extrasolárna planéta TrES-1.

ktorej spektroskopicky detegujú gravitačný vplyv planéty na materskú hviezdu. Táto metóda však o objavených planétach neposkytuje dost informácií. Napríklad, veľmi ťažko sa odhaduje hmotnosť, pretože väčšinou iba približne odhadneme uhol, ktorý zvierajú jej obežná dráha so zorným lúčom pozemšťana. Hnedý trpaslík s veľkou hmotnosťou, ktorého obežná dráha zvierajú so zorným lúčom pozemšťana veľký uhol, sa prejaví rovnakým signálom ako malá planéta, ktorá je „priamo na osi“.

„Keď objavíme planétu pomocou tranzitnej metódy, vieme, že je „na osi“, takže spoľahlivo môžeme odhadnúť jej hmotnosť. Z množstva svetla, ktoré ubudlo, vypočítame jej veľkosť, ba získame aj údaje o jej atmosfére,“ vraví David Charbonneau z CfA/Caltech, člen tímu TrES, ktorý vyvinul analytickú metódu pre program využívajúci aj malé teleskopy.

Prehliadka oblohy v rámci programu TrES zahŕňala asi 12 000 hviezd na 36 štvorcových stupňoch oblohy. Alonso z nich vytipoval 16 hviezd – kandidátov, kde prichádzal do úvahy tranzit, prechod planéty pred hviezdou.

V apríli, keď bol zoznam najhorúcejších kandidátov hotový, výskumníci využili kapacitu ďalekohľadov na Whippleovom observatóriu v Arizone a na Oak Ridge Observatory v Massachusetts, aby získali dodatočné fotometrické údaje o svietivosti i spektroskopické dáta, vylučujúce dvojhviezdne systémy. Po dvoch mesiacoch sa všetci zhodli na najperspektívnejšom kandidátovi a začali ho študovať na 10-metrovom Keckovom teleskope na Havajských ostrovoch, ktorý pomocou Dopplerovej metódy objav planéty potvrdil.

TrES-1: jeden z horúcich Jupiterov

Novobjavená planéta má hmotnosť a veľkosť ako Jupiter. Je to plynový obor, ktorého atmosféru tvorí vodík a hélium. Materskú hviezdu obieha po veľmi tesnej dráhe, takže jeho teplota dosahuje vyše 1000 °C. Planéta TrES-1 astronómov zaujala, pretože jej štruktúra oveľa lepšie zapadá do teórie ako štruktúra ďalšej tranzitnou metódou objavenej planéty – HD 209458b. Tá má rovnakú hmotnosť ako, ale o 30 % vyššiu hmotnosť ako TrES-1! Tento paradox sa nedá vysvetliť ani blízkosťou materskej hviezdy, ani vplyvom jej teploty.

TrES-1 patrí do skupiny „horúcich Jupiterov“. Tieto planéty sa sformovali ďaleko od materskej hviezdy, ale postupne sa po špirále k nej priblížili, pričom cestou vymietli z obežných dráh menšie planéty. Naša Slnčná sústava je oproti týmto divokým systémom neuveriteľne stabilná.

Migrácia a aktuálna blízka obežná dráha planéty TrES-1 takmer vylučujú, že by si uchovávala satelity alebo prstence. Napriek tomu ju astronómovia podrobne študujú, lebo pomocou fotometrie by sa prípadné mesačičky i prstence detegovať dali. Navyše pomocou spektroskopie dokážu určiť zloženie planetárnej atmosféry.

National Center for Atmospheric Research Press Release
Astrophysical Institute of the Canaries Press Release
Lowell Observatory Press Release

s ľadom či železom, pričom podobne ako Merkúr, nemusí mať nijakú atmosféru. (Nie je Merkúr pozostatkom po plynovom obrovi, ktorý, približujúc sa k Slnku, stratil atmosféru?)

V takom prípade by teplota povrchu (planéta je, podobne ako Mesiac, prívratená k Slnku stále rovnakou stranou) dosahovala na prívratenej strane 377 stupňov Celzia, na odvrátenej strane niekoľko desiatok stupňov pod bodom mrazu. Ide iba o druhú planétu obiehajúcu hviezdneho trpaslíka typu M, hviezdu s malou hmotnosťou (0,4 hmotnosti Slnka). Materská hviezda, Gliese 436 sa nachádza v súhvezdí Leva, vo vzdialenosti 30 svetelných rokov.

Druhá neptunická planéta, 25-krát hmotnejšia ako Zem, obekne hviezdu 55 Cancri za necelé 3 dni, vo vzdialenosti 5,6 milióna kilometrov. Ďalšie planéty tohto systému obehnú materskú hviezdu za 15, 44 a 4520 dní. Najvzdialenejšiu z nich objavili Butler a Marcy v roku 2002. Ide o jedinú planétu s joviánskymi parametrami, ktorá obieha materskú hviezdu vo väčšej vzdialenosti ako Jupiter. (Objavitelia predpokladajú, že aj táto planéta môže mať jadro z tvrdých hornín a železa, obalené mohutnou atmosférou z vodíka a hélia.) 55 Cancri má 5 miliárd rokov, je o niečo svietivejšia ako Slnko. Nájde ju v súhvezdí Raka, vo vzdialenosti 44 svetelných rokov.

Novobjavené planéty vraj nemusia byť obrovskými plynovými guľami. Väčšinu ich hmotnosti môžu tvoriť horniny alebo zlepenice exotických ľadov a skál, ktoré na seba nabalili atmosféru.

Obe planéty objavili meraním „uhlovej rýchlosti“, drobných záškľbov, ktorými materská hviezda reaguje na obiehajúcu planétu. Butlerov a Marcyho tím objavil prvý extrasolárny Neptún po preverení 950 blízkych hviezd Keckovým ďalekohľadom na Mauna Kea. Gliese 436 je relatívne malá hviezda, takže viditeľne reaguje aj na gravitačné pôsobenie menšieho telesa.

Druhý extrasolárny Neptún potvrdil aj tím Texaskej univerzity, vedený McArthurom po vyhodnotení 100 pozorovaní na Hobby-Eberlyho ďalekohľade (McDonalдово observatórium v západnom Texase). Svoje merania porovnali s dávnejšími údajmi Marcyho, Butlera a Fischera z Lickovho observatória v Kalifornii i s archivovanými údajmi Hubblovho teleskopu. Po vyhodnotení údajov bol McArthurov tím schopný namodelovať obežnú dráhu novoobjavenej extrasolárnej planéty.

Najmenšiu z doteraz objavených extrasolárnych planét objavil európsky tím, (vedený švajčiarskym lovcem exoplanét Michelom Mayorom) na ESO teleskope v La Silla. Planéta, obiehajúca hviezdu μ Arae má iba 14-krát vyššiu hmotnosť ako Zem. Mohla by to byť terestrická planéta, alebo planetárny obor, ktorý na blízkej obežnej dráhe (perióda 10 dní) už svoju atmosféru stratil? Povrchová teplota planéty (objavitelia jej dali meno SuperZem) sa odhaduje na 900 stupňov Celzia.

Hviezda μ Arae je vo vzdialenosti 50 svetelných rokov. Rozlíšiť sa dá na južnej pologuli, ale iba za temných nocí. Okrem SuperZeme obiehajú hviezdu dve ďalšie planéty: prvá, s hmotnosťou Jupitera, ju obehne za 650 dní, ďalšia, iba nedávno potvrdená, s ešte neurčenými parametrami, krúži v oveľa väčšej vzdialenosti.

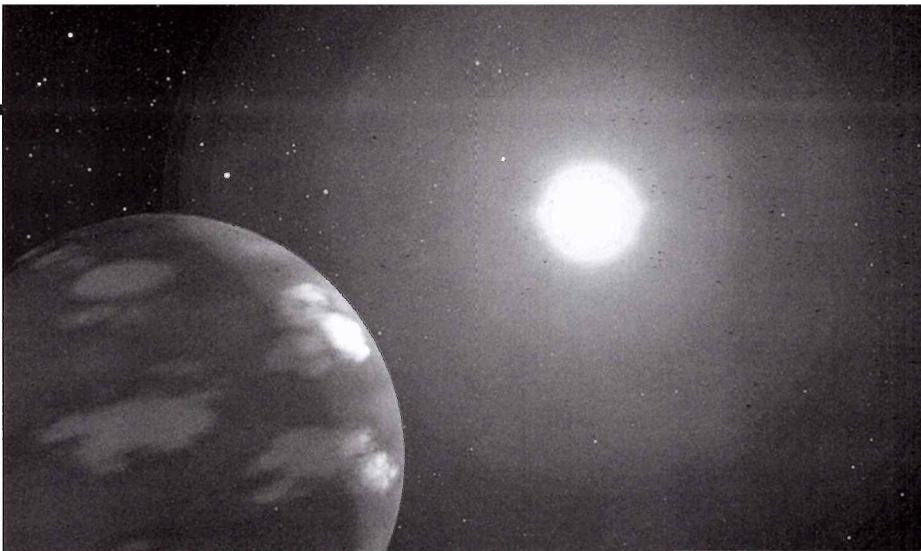
„Je to vzrušujúci objav,“ vraví planetológ Alan Boss z Carnegie Institution vo Washingtone.

„SuperZem, je o niečo ľahšia ako Urán, čo je pre terestrické planéty podľa teórie horný limit hmotnosti. Ak sa sformuje hmotnejšia terestrická planéta, veľmi rýchle sa premení na plynového obra. SuperZem túto kritickú hodnotu nikdy nedosiahla.“

SuperZem podľa všetkého obaluje riedka plynová obálka. Vedci upozorňujú na to, že hviezda μ Arae, čo do hmotnosti veľká ako Slnko, má vyšší podiel kovov, takže jej planéty by mali byť podľa teórie hmotnejšie. SuperZem sa musela sformovať vo vnútornej oblasti sústavy, presnejšie, ešte pred obežnou dráhou sesterskej joviánskej planéty, ktorá obieha materskú hviezdu v dvojnásobne veľkej vzdialenosti ako Zem naše Slnko.

Jej objaviteľ Boss neverí, že neptunické planéty, ktoré objavili Američania, majú tiež väčšinu hmotnosti v pevnom jadre. Je presvedčený, že sa sformovali ako plynoví obri a na svoje súčasné dráhy sa premiestnili až dodatočne. Boss: „Planéty obiehajúce Gliese 436 a 55 Cancri sa čo do hmotnosti, veľkosti i zloženia podobajú na Neptún. Podiel plynu a ľadu na ich hmotnosti je oveľa väčší ako podiel pevných hornín.“

Je to odvážne tvrdenie, pretože o formovaní a migrácii planét vieme zatiaľ veľmi málo. V prospech migrácie však hovorí nedávny objav ďalších „horúcich Jupiterov“, plynových obrov,



Na tejto ilustrácii vidíte neptunickú extrasolárnu planétu obiehajúcu hviezdíčku Gliese 436, ktorá je o dve tretiny menšia ako Slnko. Je načervenalá, pretože je chladnejšia ako Slnko podobné hviezdy. Ide iba o druhý objav extrasolárnej planéty, obiehajúcej hviezdneho trpaslíka typu D. Materskú hviezdu obehne za 2,6 dňa vo vzdialenosti 4,1 milióna kilometrov. Výtvarník novoobjavenú planétu znázornil ako plynového obra s hustou, oblačnou atmosférou, hoci objavitelia sa nazdávajú, že by mohlo ísť aj o terestrickú, skalnatú planétu. Teplota na strane prirátenej k povrchu dosahuje 370 stupňov Celzia, na odvrátenej približne 200 stupňov, alebo menej.

ktorí obiehajú materské hviezdy po bližších dráhach ako Merkúr. Takéto planéty sa totiž môžu sformovať iba v dostatočnej vzdialenosti od materskej hviezdy, tam, kde jej teplota neroztápa gravitačné zlepenie primordiálnych ladov a hornín. Až po sformovaní sa začínajú premiestňovať: buď sa vzdalujú, alebo približujú k materskej hviezde. V každej slnečnej sústave platia síce rovnaké prírodné zákony, ale vzhľadom na počet, hmotnosť a polohu telies iný scenár gravitačného biliardu. O to záhadnejšia je neobyčajná stabilita obežnej dráhy nášho Jupitera i stabilita našej Slnečnej sústavy.

Objav štvrté extrasolárnej planéty v sústave 55 Cancri sugeruje možnosť, že práve v tomto systéme by sme mohli nájsť terestrickú planétu v zelenej zóne, teda v páse, kde by sa na nej mohol uchytiť a rozvíjať život. Život však potrebuje planétu s dlhodobou stabilnou dráhou. V systéme, kde planéty migrujú, je dlhodobosť stabilnej dráhy vylúčená.

Objavovanie malých, Zemi podobných terestrických planét umožnia až nové technológie, ktorými budú vybavené špecializované vesmírne ďalekohľady novej generácie. V roku 2007 vypustí NASA Keplerov ďalekohľad. Približne v rovnakom čase spustí Európska vesmírna agentúra misiu COROT. Po nich budú nasledovať ďalšie misie: Space Interferometry Mission a Terrestrial Planet Finder, o ktorých sme už v Kozmose písali. Jedno je isté: počet extrasolárnych planét sa do konca desaťročia zvýši aspoň na 1000. Čoraz rozvetvenejšie spoločenstvo lovcov planét nepochybuje, že medzi nimi už bude pri najmenšom jedna terestrická planéta.

NASA Press Release

Okolo hviezdy AU Mic krúžia planéty, asteroidy i kométy

Hviezda AU Microscopii (AU Mic) je relatívne blízka, mladá hviezda. Astronómia ju študujú už dávnejšie, pretože má masívny akrečný disk, pozostatok materiálu, z ktorého sa sformovala. Vedci sa pôvodne nazdávali, že ide o triesť po kolíziách početných asteroidov a komét, pretože inakšie si nevedeli vysvetliť vysoký podiel prachu v disku. „Tam, kde je toľko asteroidov a komét, tam by mohli byť aj planéty,“ tak znel logický záver, ktorý vyústil do projektu, požadujúceho pridelenie pozorovacieho času na obrom teleskope Keck na Havajských ostrovoch.

Už po prvých pozorovaniach zistili, že v disku sú zhustky, možný príznak formujúcich sa alebo už „hotových“ planét. Podobné zhustky sa objavili pri iných hviezdach, lenže AU Mic patrí do skupiny premenných hviezd, ktoré tvoria 85 % všetkých známych hviezd.

AU Mic má polovičnú hmotnosť ako Slnko, ale je 10-krát menej svietivá. Má nanajvýš 12 miliónov rokov, takže Slnko (4,6 miliardy rokov) je oproti nej galaktický veterán. Astronómia v posledných rokoch objavila desiatky hviezd s diskom, ale táto je vzhľadom na vzdialenosť (33 svetelných rokov) tak blízko, že predstavuje ideálny objekt na štúdium prachoplynových diskov, v ktorých sa rodia planéty.

Stihli sa už v disku AU Mic sformovať planéty? Teória hovorí, že protoplanéta, ktorá je už schopná gravitačne nabaľovať dostatok materiálu, musí mať minimálne priemer Pluta. Astronómia ešte nemá dostatočne silné dôkazy na potvrdenie existencie takýchto protoplanét, ale sú svedkami aj takých procesov, ktoré do teórie nezapadajú.

Joviánske planéty zatiaľ okolo mladej hviezdy neobjavili, takže telesá, ktoré sa nabaľujú uprostred zhustkov, musia byť menšie. Disk je eliptický, takže sa predpokladá, že aj dráhy planét by mali byť, na rozdiel od našej Slnečnej sústavy, skôr eliptické ako kruhové.

SPACE.com

hviezda

55 Cancri e
Minim. hmotnosť:
0,045 Jupitera
Ob. dráha: 0,038 AU
Periódka: 2,808 dní

55 Cancri b
Minim. hmotnosť:
0,78 Jupitera
Ob. dráha: 0,115 AU
Periódka: 14,666 dní

55 Cancri c
Minim. hmotnosť:
0,22 Jupitera
Ob. dráha: 0,24 AU
Periódka: 43,934 dní

55 Cancri d
Minim. hmotnosť:
3,31 Jupitera
Ob. dráha: 5,3 AU
Periódka: 12,4 roka

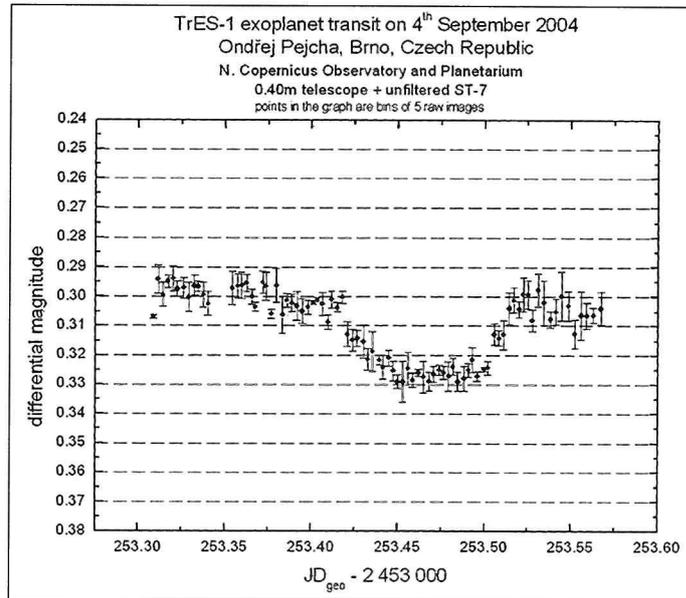
Hviezda 55 Cancri má 5 miliárd rokov, je o niečo svietivejšia ako Slnko. Nájde ju v súhvezdí Raka, vo vzdialenosti 44 svetelných rokov. Astronómia pri nej objavila už 4 planéty.

První pozorování zákrytu hvězdy exoplanetou v Česku

Tiskové prohlášení České astronomické společnosti číslo 63 ze 7. 9. 2004

V dnešní době známe už více než sto planet obíhajících kolem jiných sluncí. Přestože v poslední době byly objeveny i planety takřka pozemského typu, většina z nich jsou obří planety srovnatelné s Jupiterem. Navenek se přítomnost tzv. exoplanety u hvězdy projeví tím, že „cloumá“ se svou mateřskou hvězdou. Tyto drobné pohyby jsou astronomové schopni rozeznat ve spektru hvězd. V poslední době se ale začíná prosazovat jiný způsob detekce exoplanety – pokud máme štěstí, dochází k přechodům exoplanety před mateřskou hvězdou podobně jako třeba v letošním roce přecházela před Sluncem planeta Venuše. Pozorovatel pak může zaznamenat periodické poklesy jasnosti. Díky malým rozměrům planet je ale amplituda změny jasnosti velmi malá a detekce tak velmi obtížná.

V srpnu letošního roku oznámil mezinárodní tým astronomů objev exoplanety kolem hvězdy 11. hvězdné velikosti (je nazývána TrES-1 = GSC 2652-1324) v souhvězdí Lyry právě pomocí fotometrické metody. Oběžná doba planety je přibližně 3,03 dne, její hmotnost zhruba tři čtvrtiny hmotnosti Ju-



piteru a velká poloosa dráhy 0,04 astronomické jednotky (vzdálenosti Země od Slunce). Hvězda se během zákrytu zeslabí asi o 2,5 %.

V noci z 1. na 2. září pozoroval zákryt TrES-1 belgický amatérský astronom Tonny Vanmunster. Při dalším předpovězeném zákrytu hvězdy v noci z 4. na 5. září byl úkaz úspěšně pozorován pomocí

40 cm dalekohledu Hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně. Dalekohled je vybaven speciální astronomickou CCD kamerou ST-7. Pro získání maximálního poměru signálu k šumu nebyl použit žádný fotometrický filtr. Expoziční doba snímků byla 45 sekund. Po zpracování více jak 400 snímků pomocí českého

původního programu CMunipack za užití čtyř srovnávacích hvězd se ukázala světelná křivka, jak ji lze vidět na obrázku.

TrES-1 je teprve druhou hvězdou, u níž se podařilo pozorovat zákryty exoplanetou i amatérským astronomům, a pokud je autorům těchto řádků známo, jedná se o první pozorování exoplanety z území České republiky.

Úspěšným pozorovatelem byl dvacetiletý student Ondřej Pejcha, spolupracovník Hvězdárny a planetária M. Koperníka v Brně, člen „BRNO“ – sekce pozorovatelů proměnných hvězd České astronomické společnosti. Samotný zákryt však nebyl jediným výsledkem sobotní noci. Během pozorování zákrytu hvězdy TrES-1 se Ondřeji Pejchovi podařilo objevit i novou krátkoperiodickou proměnnou hvězdu, v pořadí už jeho 25. novou proměnnou hvězdu.

RNDr. Miloslav Zejda
předseda „BRNO“ –
sekce pozorovatelů
proměnných hvězd ČAS
doc. RNDr.

Zdeněk Pokorný, CSc.
ředitel Hvězdárny a planetária
Mikuláše Koperníka v Brně

Záhadné rozdiely medzi Jupiterom a Saturnom

O tom, ako vyzerá vnútro obrích planét, vedci zatiaľ veľa nevedia. Rôznia sa aj teórie vysvetľujúce procesy, ktoré ich sformovali. Nová štúdia vedcov z Los Alamos National Laboratory však otvorila nové okno k poznaniu skutočnej povahy najväčších planét.

Výskumníci zhrnuli 50 000 údajov, prezrádzajúcich vnútornú štruktúru Jupitera a Saturna, vytvorili z nich modely a skúmali, ako sa materiál správa v podmienkach vysokého tlaku. Ukázalo sa, že Saturn by mal mať veľké jadro, zatiaľ čo v prípade Jupitera sa začalo pochybovať, či nejaké jadro má. „V Saturne sa ťažké prvky skoncentrovali v jadre, zatiaľ čo na Jupiteri sa rozptýlili v celom telese, pričom v jadre ich ostalo, ak vôbec, iba málo,“ vraví Didier Saumon z Národného laboratória.

Obe planéty majú 70 percent vodíka. Väčšinu zvyšnej hmoty tvorí najmä hélium a malé množstvá železa, kremíka, uhlíka, dusíka a kyslíka. Ako sa teda vyvinulo v Saturne masívne jadro? Táto záhada teoretikov znepokojila.

Klasická teória formovania obrích planét vychádza z predstavy jadra, pozliepaného z ľadov a skál, ktoré by malo byť niekoľkonásobne

hmotnejšie ako Zem. Iba takéto jadro dokáže z okolitého materiálu gravitačne nabalit a udržať mohutnú atmosféru obrích planét. Tento model však má slabinu: takýto proces by musel trvať milióny rokov, príliš dlho na to, aby sa v akrečnom okolohviezdnom disku udržal plyn, bez ktorého takýto model nefunguje.

Alternatívnu teóriu je rýchly kolaps veľkého a hustého plynového oblaku do podoby obrej planéty v priebehu 1000 až 10 000 rokov. Väčšina planetológov však takúto predstavu odmieta. Ak by sa však ukázalo, že Jupiter naozaj nemá jadro (alebo ak má, iba malé), potom by mali vedci silný dôkaz podporujúci kolapsovú hypotézu.

To však neznamená, že by klasická teória padla.

Mohutné jadro Saturna je dôkazom, že obrie planéty sa mohli formovať na rozličný spôsob, čo konzervatívnych planetológov rozčuľuje, pretože si osvojili predstavu, že podobné, navyše susediace objekty mohli sformovať iba rovnaké procesy.

Túto skepsu zdieľa aj Saumon, preto sa pokúsil zistiť, čo sa po sformovaní stalo s Jupite-

rom. Kráľ planét je 318-krát, Saturn iba 95-krát hmotnejší ako Zem. Saumon po laboratórných experimentoch tvrdí: „Jupiterovo jadro sa pod enormným tlakom ešte počas formovania roztopilo!“ Ak sa plyn na pôvodné jadro Jupitera nabalil veľmi rýchlo, ťažké kovy v jadre sa roztopili, premenili na plyn a rozdistibuovali po celom telese planéty. V prípade Saturna jadro slabšiemu kolapsu odolalo.

„Jadro pozorovať nemôžeme,“ vraví Saumon. „Naše údaje o ňom získavame nepriamo. Obrie planéty rotujú veľmi rýchle; jedna otočka trvá okolo 10 hodín. Rýchla rotácia má vplyv na stredné oblasti planéty, pričom forma týchto rotujúcich bochníkov hmoty závisí aj od ich vnútornej štruktúry. Navonok sa tieto formácie prejavujú v gravitačných poliach, ktoré monitorujú sondy počas obletov. Je to nepriamo, a preto nespoľahlivý spôsob, ale práve tieto údaje sú všetko, čo máme.“

Od sondy Cassini, najmä ak sa jej misia predĺži na viac ako 4 roky, sa očakáva, že tieto záhady pomôže rozlúštiť.

Astrophysical Journal

Martánské fotosafari

Vo chvíli, keď čítate toto číslo, dovŕšili marťanské roboty Spirit a Opportunity 250 dní na Červenej planéte. Pracujú tam už deväť mesiacov, trikrát dlhšie, ako predpokladal minimálny plán. Ba zdá sa, že napriek rozličným poruchám, ktoré pohyb i činnosť niektorých prístrojov dočasne ochromili, pracujú ďalej, hoci tímy, ktoré ich zo Zeme riadia, už zvažujú najoptimálnejšie scenáre prezimovania.

Marťanské safari je vzrušujúce; interpretácie záplavy mnohých údajov, najmä z oblasti geológie a geochemie, síce nie sú jednoznačné, ale aj mnohí skeptici ich považujú za senzačné. Na ucelenejšie štúdie si ešte chvíľu počkáme, a tak sme sa rozhodli priblížiť posledné mesiace pred zimným spánkom najmä vizuálne.

Spirit na svahoch pohoria Columbia Hills

Spirit operuje v poslednom čase v pahorkatine Columbia Hills, kde opatrne postupuje hore miernymi svahmi. Od úpätia pohoria prekonal 13, od miesta pristátia 37 výškových metrov. V slabnúcim jesennom Slnku čoraz dlhšie trvá

nabíjanie slnečných batérií, a tak prestávky medzi jednotlivými etapami prieskumu starostlivo vyberaných objektov sú čoraz dlhšie. Koncom augusta skúmal robot balvan Clovis, na ktorom jeho abrazná kefa vyšúchala päť olympijských kruhov. Nebol to iba symbolický akt: vzápätí röntgenový spektrometer častic alfa preskúmal päť olympijských a dve ďalšie okrúhle sondy a exponoval ich mikrokamerou. Úspešné boli pozorovania pomocou spektrometra na meranie termálnych emisií, (ktorý konkuruje prístroju na sonde Mars Odyssey), vydarili sa i snímky panoramatickej kamery.

Po tejto práci sa presunul o ďalších 8 metrov (od miesta pristátia urazil už 3613 metrov), k balvanu Ebenezer, ktorý preskúmali tie isté prístroje ako Clovis. Z tejto kóty sa naskytol skvelý výhľad na dno krátera Gusev. Ďalší cieľ vo chvíli, keď píšem tieto riadky, ešte nebol vybratý.

Opportunity v kráteri Endurance

Robot Opportunity po vyriešení problémov s batériami, ktoré sa vzhľadom na problémy s určením presnej polohy nedarilo správne nastaviť,

po vyriešení poruchy abrazného prístroja sa pustil do ďalšej roboty. Nasnímal niekoľko škvŕn na balvane Escher, vzápätí širokouhlá kamera nasnímala dny na dne krátera Endurance. Na dno krátera sa Opportunity nespustí, pretože návrat hore piesočnatým svahom by bol neistý, navyše, robot nebol vyvinutý ako pieskochod, takže prechádzka po dunách by mohla skončiť uviaznutím. Robot preto dostal povel, aby na svojom stanovišti vyhrabal diery a preskúmal horniny v podloží.

Malé resumé

Abrazný prístroj Opportunity bol využitý 18-krát pri vyhĺbení okrúhlych terčičoch na vytipovaných balvanoch, 5-krát bola použitá špeciálna kefa, ktorej úlohou je očistiť cieľ od prachových nánosov. Spirit kefoval 28-krát, hĺbil iba 5-krát.

Vzhľadom na to, že 16. septembra sa Zem a Mars dostali do konjunkcie, niekoľko dní pred i po tomto dátume nebolo spojenie so Zemou možné. V tomto čase roboty pracovali podľa vo prednaprogramovaných povelov: boli to najmä výskumy atmosféry a čítanie zloženia vytipovaných geologických cieľov pomocou Mösbauerovho spektrometra, pričom údaje sa prenášali na sondu Mars Odyssey, krúžiacu okolo Marsu.

Mars Odyssey pokračuje

Misia Mars Odyssey sa skončila presne po troch rokoch: na obežnú dráhu Marsu sa dostala 24. augusta 2001 a 24. augusta 2004 formálne svoju činnosť skončila. Splnila všetky úlohy, ktoré sa od nej očakávali, a keďže je stále vo veľmi dobrom technickom stave, bolo jej vedeckému tímu umožnené pokračovať v predĺženej misii.

Misia potvrdila, že Mars, ktorý má len percento atmosféry Zeme a celkom zanedbateľné magnetické pole, eventuálne výpravy naň budú vystavené účinkom slnečných erupcií a galaktickému žiareniu. Experiment MARIE zistil, že človek bude na Marse a na ceste k nemu vystavený žiareniu 2- až 3-krát väčšiemu ako na Zemi.

Slnečným erupciám sa však nevyhne nielen človek, ale ani prístroje, ktoré ho budú v medziplanetárnej lodi obklopuvať. Veď aj samotný prístroj MARIE bol už počas letu k Marsu zasiahnutý takou dávkou slnečnej radiácie, že bol 6 mesiacov vyradený z prevádzky a teraz je taktiež nefunkčný.

Zato gama-spektrometer (GRS), ktorý pomohol vytvoriť základné mapy zloženia marsovského povrchu pre 20 prvkov periodickej sústavy (najmä vodík, kremík, železo, draslík, thorium, chlór) je v bezchybnom stave. Potvrdilo sa už aj predtým poznané, že napríklad draslík je na Marse asi dvakrát častejší než na Zemi.

Množstvo vody na Marse prístroj nespresnil. Je stále len vo forme dohadov, koľko ho je medzi povrchom a jadrom planéty. Ani ďalší prístroj na sonde Mars Odyssey – THEMIS – zobrazujúci teplotné rozdielnosti emisií, hoci objavil známky vody, ich množstvo spoľahlivo nešpecifikoval.

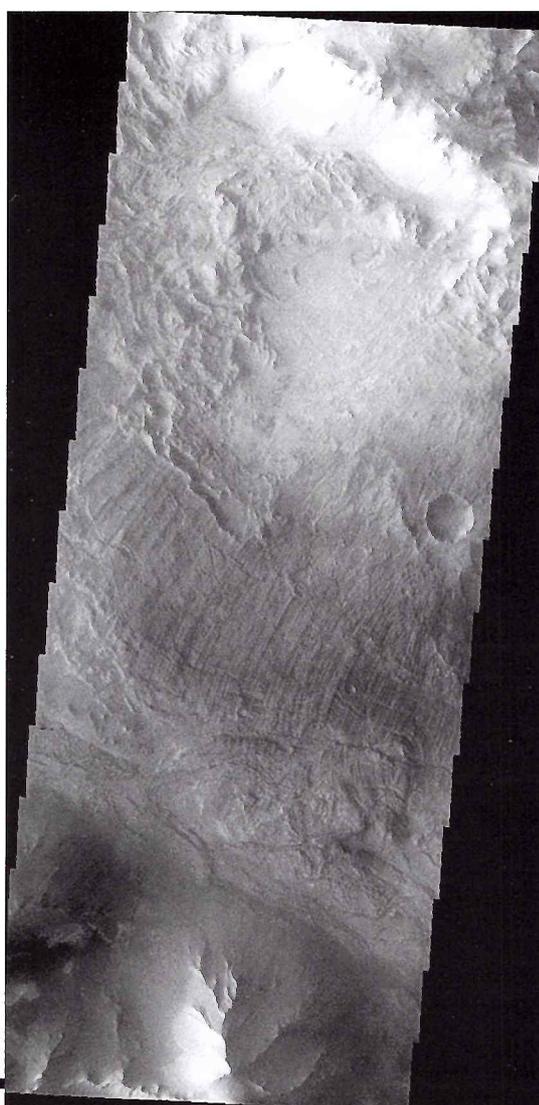
Mars Odyssey bude aj naďalej spolupracovať ako retranslačná stanica pre Spirit a Opportunity. Bude z nich prenášať údaje na Zem, čo bude oveľa rýchlejšie ako prenos priamo z marťanských robotov z povrchu. Vďaka svojej polárnej dráhe prelietava nad oblasťami oboch robotov dvakrát denne.

Skončením primárnej časti misie Mars Odyssey sa teda až tak veľa nezmení a všetko v jeho činnosti môže pokračovať de facto ďalej.

Zmeny nastali len v riadiacom stredisku, kde post riaditeľa prebral Phil Varghese. To však nie je nijako podstatné, keďže nový riaditeľ sa vyjadril, že Mars Odyssey má dostatok systémových prostriedkov, aby mohla pokračovať hoci aj desať rokov. Treba len veriť, že systémovými prostriedkami myslel aj finančné.

Podľa internetových stránok -ml-

Mars Odyssey

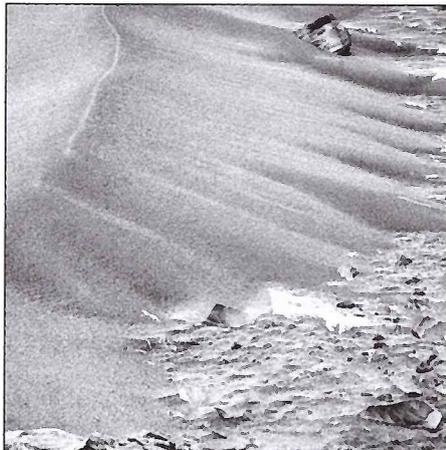


Valles Marineris, gigantický, priemerne 2 kilometre hlboký a 5000 kilometrov dlhý marťanský kaňon (na Zemi by prešiel po diagonále Los Angeles/New York celé územie Spojených štátov), študujú planetológovia veľmi podrobne. Aj na jeho dno by mal byť v najbližších rokoch vyslaný jeden z pristávacích robotov. Vedci vyberú najvhodnejšie miesto na základe podrobnej analýzy stoviek snímok z družíc krúžiacich okolo Červenej planéty. Na snímke vidíte obrovské zosuny pôdy v Ius Chasma, jedného z kaňonov v uzle, kde sa hlavný kaňon rozvetvuje do bludiska postranných kaňonov. Snímku získala sonda Mars Odyssey, vypustená v roku 2001, pomocou snímača teplotných emisií THEMIS.

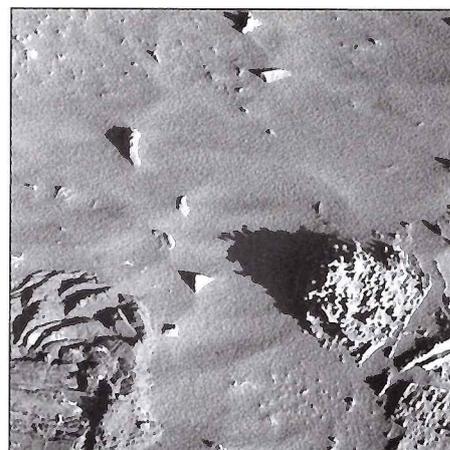
Spirit



27. február: balvan Humphrey.



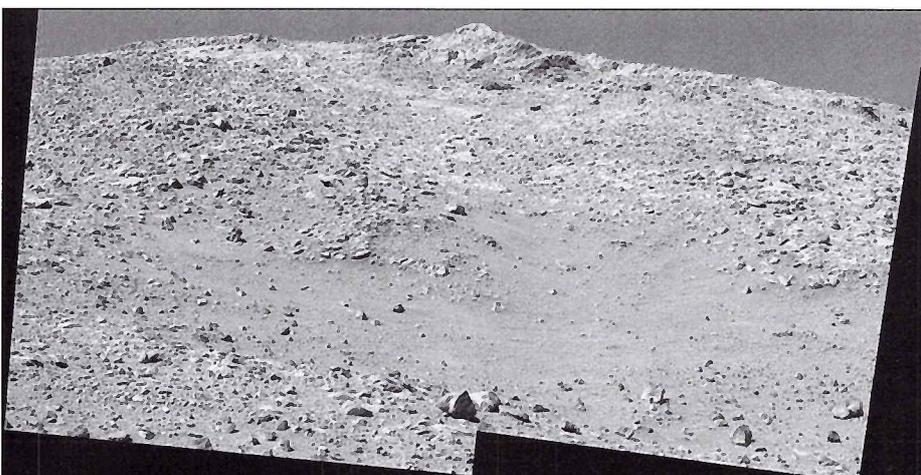
16. marec: pieskové duny okraji krátera Bonneville.



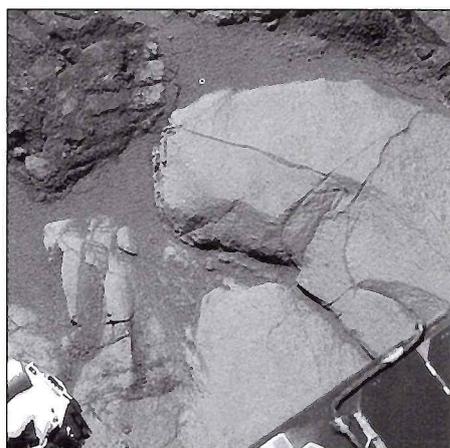
25. jún: balvan Hrnec zlata (Pot Gold) na úpätí Columbia Hills, ktorý sa skladá najmä z hematitu. (Ďalší nepriamy dôkaz o prítomnosti vody.)



25. jún: na tomto mieste našiel Spirit počas svojej púte ku Columbia Hills síru a horčík v pôde, čo nepriamo dokazuje dávnu prítomnosť vody v kráteri Gusev.

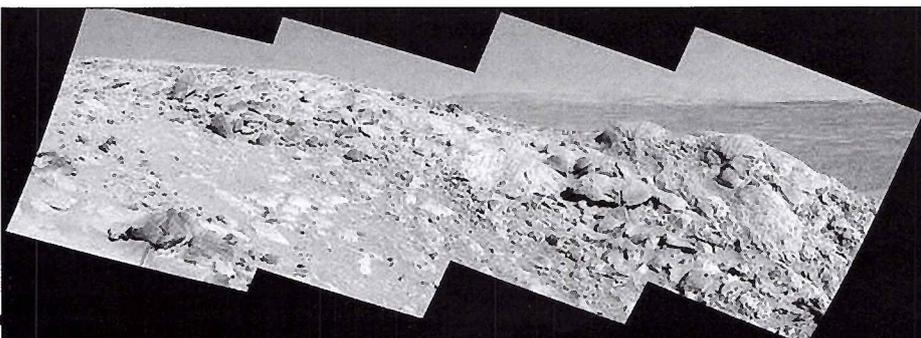


16. júl: panoráma Columbia Hills z pahorku, ktorý dostal meno West Spur.



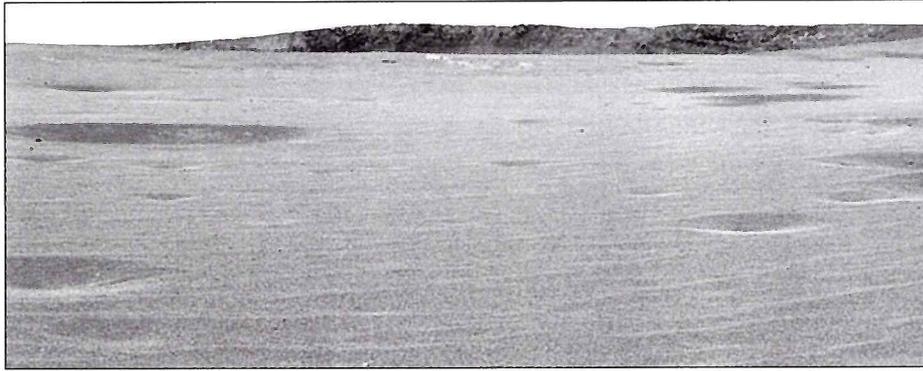
18. august: balvan Clovis na dne krátera Gusev, ktorý podľa geológov nesie jasné známky vodnej erózie.

18. august: skalnatý hrebenok Longhorn na dne krátera Gusev.

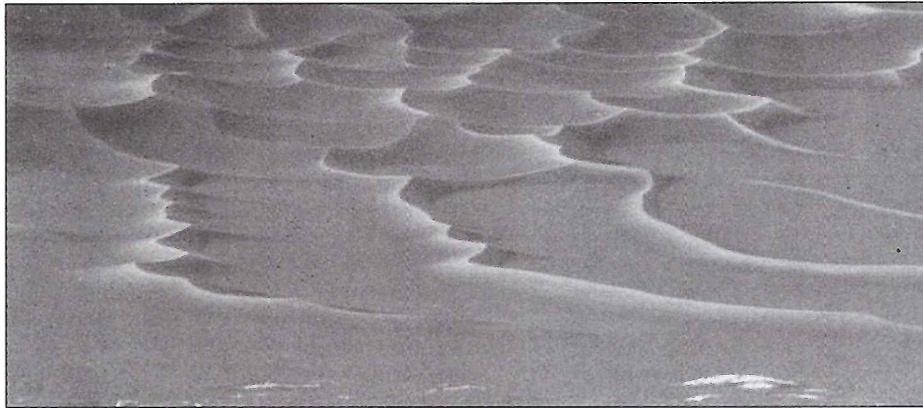


Jednotlivé fázy zatmenia Slnka na Marse mesiacom Phobos. Napriek tomu, že sa Slnko z obežnej dráhy Marsu javí menšie ako zo Zeme, ani jeden z oboch martanských mesačikov ho úplne nezakryje. (Opportunity, 11. marec 2004.)

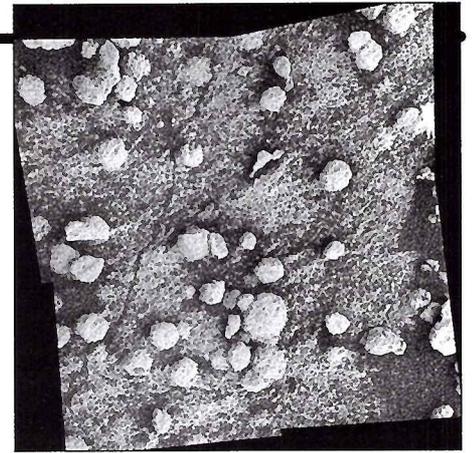
Opportunity



30. apríl: kráter Endurance zo vzdialenosti 70 metrov od okraja.



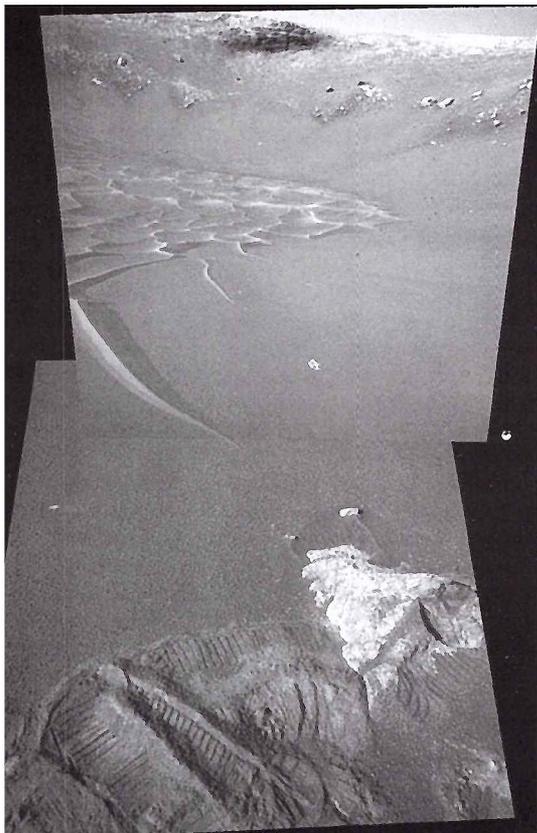
6. august: duny na dne kráteru Endurance.



11. august: čučoriedky na okraji kráteru Endurance.



16. júl: Britva, záhadný ostrý hrebeň na dne kráteru Endurance.



26. august: predbežne najhlbšie stanovisko robota Opportunity na svahoch kráteru Endurance. Svah pod stanovišťom tvorí jemný piesok na dne sfomovaný do dún. Na snímke jasne vidieť stopy kolies nasnímané tesne po povel: „Vycúvať!“

28. jún: mikrosnímka okrúhlej sondy na balvane Manitoba, ktorý sonda minula počas zostupu do kráteru Endurance. Priemer: 6 centimetrov.



Je vulkanická činnost na Marsu minulostí?

Mars, jak se zdá, měl sopečnou aktivitu ještě „nedávno“, tedy mnohem později, než se dříve předpokládalo.

Pro tuto domněnku svědčí nové důkazy získané evropskou sondou Mars Express. Předchozí odhady poslední sopečné aktivity na Marsu byly založeny na datech z misí Viking ze sedmdesátých let minulého století.

Poslední odhady dnes naznačují, že větší vulkanická činnost mohla na Marsu existovat ještě před jedním až dvaceti miliony let. Získaná data je však potřeba ještě překontrolovat a upřesnit.

Je to zásadní změna, protože data získaná předchozími kosmickými sondami naznačovala, že sopečná činnost na planetě ustala už před 500 až 600 miliony let. Ve světle nových zjištění však někteří vědci dokonce přemýšlí o tom, že by Mars mohl být, v omezeném rozsahu, sopečně aktivní i dnes.

Jeden z nich, Agustin Chicarro, zúčastněný na projektu Mars Express, se dokonce vyjádřil v tom smyslu, že by to musela být velká náhoda, aby právě teď už na Marsu nebyl žádný aktivní vulkán.

Doba od poslední sopečné aktivity je odvozována z rozboru snímků kamery s vysokým rozlišením (HRSC). Na nich jsou identifikovány a počítány vulkanické krátery, spojené s krátery vzniklými dopadem meteoritu. Je to již téměř klasická metoda, široce užívaná planetologií k odhadu stáří povrchu.

Předpokládá se, že čím více je kráterů na

povrchu, tím je tento povrch starší a naopak. Absolutně to však platí jen na tělesech bez atmosféry. Na Marsu, přeci jen funguje eroze, zejména větrná a může také docházet k zakrývání detailů prachnými bouřemi.

Za jeden z posledních aktivních vulkánů na Marsu se pokládá mohutný Olympus Mons a tři další obrovské vulkány v oblasti Tharsis. Jedná se o Arsia Mons, Pavonis Mons a Ascraeus Mons, souhrnně nazývané jako Tharsis Montes (na snímku).

Doktor Chicarro k otázce možnosti současné sopečné činnosti na Marsu poznamenává, „jestliže sopečná činnost existuje, neznamená to, že musíme právě teď vidět velké sopečné erupce. Pokud říkáme, že poslední velká sopečná erupce nastala jen před několika miliony let, pak se to může stát znovu – nebo taky ne. Může ale existovat mnoho malých sopek, které jsou ještě aktivní. Právě teď, však předpokládáme spíše jen hydrotermální aktivitu, než skutečnou sopečnou činnost.“

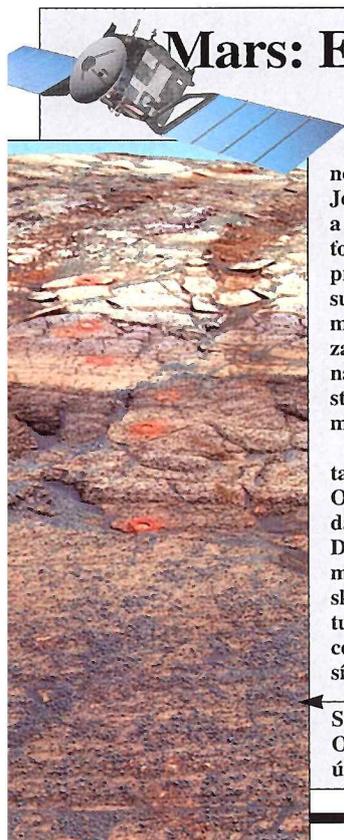
Vědci se domnívají, že na Marsu skutečně mohou existovat hydrotermální systémy nebo jen prameny horké vody podobné pozemským horkým pramenům. Jejich existence by v konečném důsledku mohla také znamenat, že existence života na rudé planetě je o něco více pravděpodobná, říká doktor Chicarro. „Na naší vlastní planetě jsou dnes horkovodní systémy domovem teplomilných mikrobů a kdysi dávno mohly být oporou vznikajícího života.“ Nick Hoffman z Uni-



Arsia Mons, Pavonis Mons a Ascraeus Mons, souhrnně nazývané jako Tharsis Montes.

verzity v Melbourne pak předpokládá, že tak zvané ledové věže by mohly být formou horkovodních výlevů na Marsu. V podobných útvech na Zemi, v Antarktidě, přežívají mikrobiální životní formy. Proč by nemohly i na Marsu?

www.astro.cz



Mars: Europa kolaboruje s Amerikou

Mars Express, sonda evropské vesmírné agentury, poprvé přenášela k Zemi obrazová data jednoho z marsovských roverů NASA. Jednalo se o součást souboru zkoušek testů možností meziplanetárního síťového propojení. Tato zkouška připraví cestu budoucím misím u Marsu, jak využít vzájemného propojení meziplanetární přenosové schopnosti zařízení ESA a NASA. Obě agentury naplánovaly tyto ukázky jako demonstraci svého úsilí o spolupráci na vesmírném výzkumu.

4. srpna, když Mars Express přelétal nad oblastí ve které působí sonda Opportunity, tato jí úspěšně předala data, která předtím nashromáždila. Data, včetně 15 snímků z devíti kamer sondy, byla přenesena do evropského operačního centra v Darmstadtu a ihned předána k dalšímu zpracování výzkumnému týmu NASA, se sídlem v JPL v Pasadeně.

Snímka zhotovená 19. júla roverom Opportunity z ukazuje zaujímavé útvary v kráteri Endurance.

Většina dat produkovaných oběma terénními vozidly, od té doby, co v lednu přistály na Marsu, byla k Zemi přenášena pomocí orbitálních sond NASA – Mars Odyssey a Mars Global Surveyor. Přenosová kompatibilita mezi evropskou sondou Mars Express a americkými sondami na povrchu planety byla sice vyzkoušena už v únoru, ale teprve teď se jednalo o skutečný přenos „ostrých“ obrazových dat. Za zhruba šest minut bylo přeneseno 42,6 megabitů. Byl tak ustaven nový mezinárodní rekord v rychlosti přenosu dat od jiné planety. V době přenosu byl Mars Express 1400 kilometrů nad martanským povrchem.

Úspěch této ukázky je výsledkem dlouholeté přípravy vycházející z toho, že obě zařízení, jak Mars Express, tak i sondy Spirit a Opportunity, používají stejný komunikační protokol. Tento protokol, nazvaný Proximity-1, byl vyvinut Mezinárodním poradním výborem pro vesmírné datové systémy. Inženýři obou agentur naplánovali zopakovat tuto ukázku me-

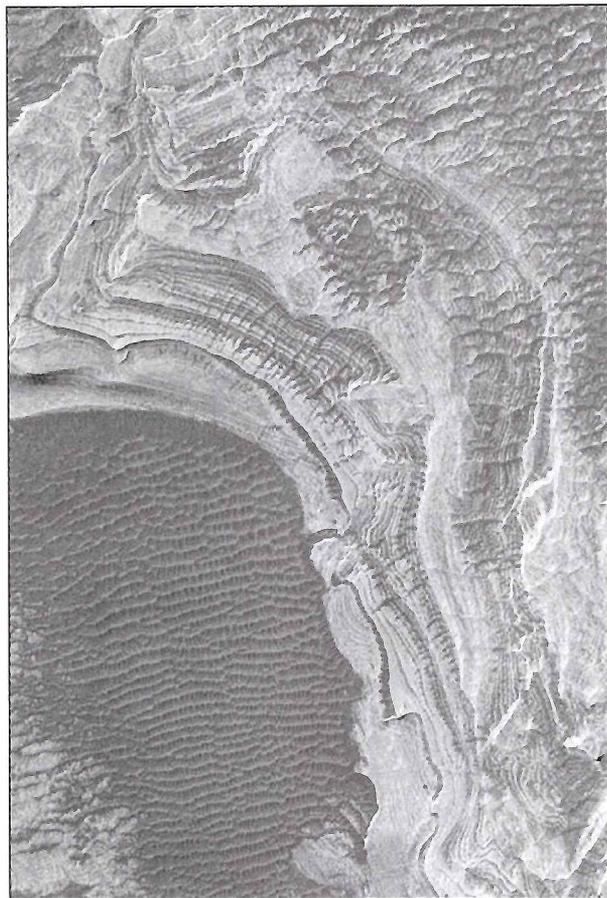
zinárodní spolupráce znovu na 10. srpna, s dalším souborem obrazů a dat ze sondy Opportunity.

Vedoucí pracovníci projektu spolupráce mezi NASA a ESA u Marsu vyjádřili uspokojení nad tím, jak úspěšně zatím zkoušky komunikace probíhají a vyjádřili přesvědčení, že mezinárodní spolupráce na tomto poli bude v budoucnu pro výzkum Marsu ještě daleko důležitější.

Navíc, Mars Express ověřuje ještě dva další pracovní režimy mezi ní a sondami Spirit a Opportunity z větších vzdáleností než tomu bylo doposud. Mars Express 3. a 6. srpna úspěšně naslouchal sondě Spirit, ze vzdálenosti 6000 kilometrů nad povrchem. Byla tak testována schopnost orbitální sondy lokalizovat další přístroje na Marsu během kritických událostí, jako např. při sestupu k planetárnímu povrchu nebo pro orbitální setkávací manévry.

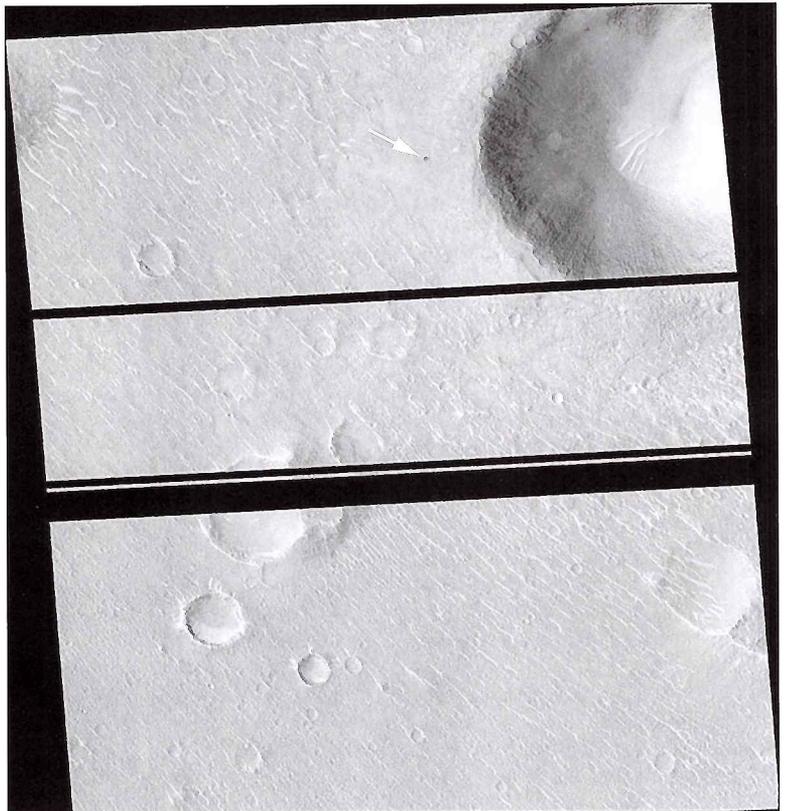
Závěr současných zkoušek a ukázek je naplánován na 13. srpna, kdy bude opět s Opportunity vyzkoušen mód pro získávání navigačních informací z Dopplerova posunu rádiového signálu.

www.astro.cz



Jasne rozlíšiteľné vrstvy usadených hornín na svahoch Melas Chasma, jedného z bočných kaňonov systému Vallis Marineris exponované vo viditeľnom svetle kamerou MOC na palube sondy Mars Global Surveyor. Rozlíšenie 1,5 m/na pixel.

Mars Global Surveyor



Stratenú sondu Beagle 2 sa podarilo nájsť po podrobnej analýze snímok kamery MOC na sonde MGS. Malý bod označený šípkou (vľavo od bezmenného krátera) je stratená európska sonda Beagle, hoci skeptickejší členovia tímu ešte o tom pochybujú. Táto oblasť ostane jedným z terčov, ktoré bude sonda MGS sledovať minimálne do roku 2006, hoci program podrobného prieskumu sa už naplnil.

Mars Express



Eos Chasma, jedna z južných vetiev kaňonu Valles Marineris exponovaná stereokamerou s vysokým rozlíšením (HRSC) na palube európskej sondy Mars Express. Rozlíšenie 80 m/pixel.

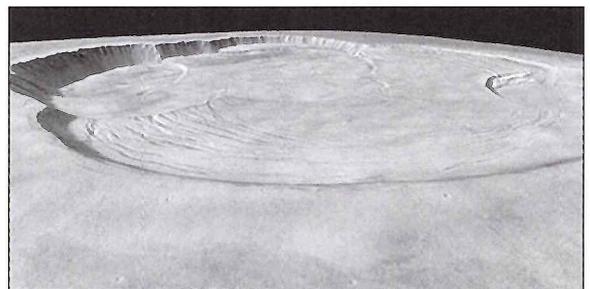
Yardangy, veternou eróziou vytvorené úžlabiny neďaleko sopky Olympus Mons, získala kamera HRSC s rozlíšením 20 m/pixel. Takéto útvary sa v piesočnatých oblastiach vytvárajú iba vtedy, keď vietor dlhodobo fúka jedným smerom. Tak kde je povrch tvrdý, erózia sa tak výrazne neprevjaví. Zobrazená plocha: 17×9 kilometrov.



Impaktný kráter v severovýchodnej časti planiny Argire Planitia na južnej pologuli. Rozlíšenie: 16,2 m/pixel. Snímka bola kvôli skresleniu perspektívou digitálne upravená. Na dne nepomenovaného krátera sú pieskové duny (vpravo).

Štítový vulkán Arsia Mons, exponovaný z výšky 400 kilometrov.

Doteraz najdetailnejšia snímka gigantického kaldery na vrchole sopky Olympus Mons, vysokej 22 kilometrov. Svahy kaldery majú v priemere 3 kilometre. Na dne, vľavo dole, vidíte tektonické pukliny, ktoré vznikli až po zrútení vrcholu sopky, keď sa komora magmy po dlhodobom chŕlení vyprázdnila. Iné, mladšie depresie na dne kaldery, vznikli po ďalších výronoch lávy.



CASSINI:

objavy ako na bežiacom páse

Nový pás žiarenia, elektrické výboje v atmosfére Saturna a žiaru okolo Titanu objavila sonda Cassini počas prvých týždňov na obežnej dráhe okolo kráľa prsteňov.

Blýskavica sa prezradila akustickými poruchami, podobnými tým, keď búrka ruší vysielanie rozhlasu na Zemi. Bill Kurth riadi tím, ktorý vyhodnocuje údaje z prístroja zaznamenávajúceho rádiové plazmové vlny: „Elektrické poruchy zaznamenali už pred 20 rokmi sondy Voyager, ale údaje zo sondy Cassini sa od nich dramaticky odlišujú. Prístroje zaznamenali, že intenzita blýskavice sa z jedného dňa na druhý výrazne mení. Po niektoré dni sa vôbec neobjaví, po iné dni sa vyskytne aj niekoľko menších búrok, väčšinou v stredných a vyšších šírkach. Sonda Voyager pred 20 rokmi zaznamenala v nižších šírkach rozsiahly búrkový systém s permanentnou aktivitou, ktorý pretrvával niekoľko mesiacov.

Nie je vylúčené, že tieto rozdiely spôsobuje tiež Saturnovho prstenca. Začiatkom osemdesiatych rokov zatemňoval rovníkovú oblasť Saturna hlboký tieň prstenca. Úzky pruh zatienenej atmosféry bol vtedy podstatne chladnejší, čo ostro kontrastovalo so susednými, najprehriatejšími časťami atmosféry. Dôsledok: interakcie medzi chladnou a horúcou atmosférou generovali silné búrky. Teraz, keď sa sonda usadila na obežnej dráhe, vládne na južnej hemisfére Saturna leto, pričom tieň prstenca sa premieta do rozľahlého tieňa, pokrývajúceho severnú hemisféru. Chladné a horúce končiny nemajú bezprostredný kontakt.

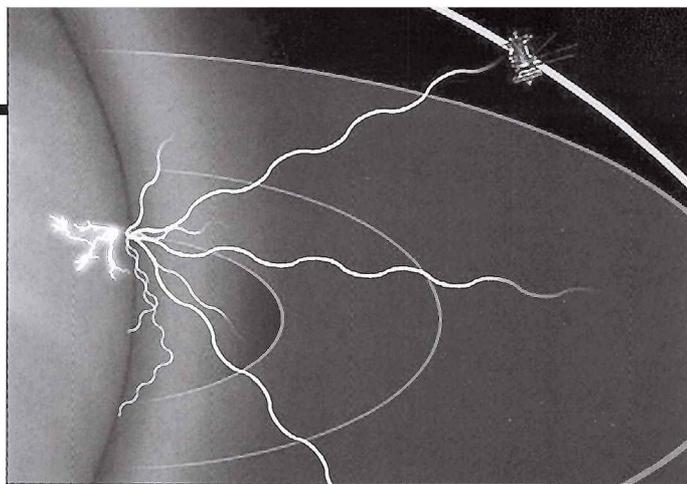
Za významný objav sa považuje aj zaznamenanie nového radiačného pásu nad najvrchnejšími mrakmi Saturna, ktorý sa končí až pri vnútornej hrane prstenca D. Tento pás radiacie sa ťahá okolo celej planéty. Objavili ho detegovaním emisie rýchlych neutrálnych atómov, ktoré vznikajú vtedy, keď ióny polapené v magnetickej pasci interagujú s plynom na okraji prstenca D, najvnútornejšieho zo všetkých prstencov Saturna. To znamená, že radiačné pásy sa môžu sformovať oveľa bližšie k povrchu planéty, ako sa pôvodne predpokladalo. Vedcov prekvapilo, že častice, tvoriace radiačný pás sa dokážu preskupovať bez toho, aby ich prstence absorbovali.

Prekvapenie pripravil aj Titan: infračervený mapovací spektrometer zviditeľnil žiaru, ktorá obklopuje vo dne i v noci najväčší Saturnov mesiac. Túto žiaru generujú emisie metánu a kyslíčnika uhoľnatého v rozsiahlej, hustej atmosfére Titanu. Slnkom iluminovaná, fluoreskujúca metánová žiara v najvrchnejších vrstvách Titanovej atmosféry prezradila, že najväčší mesiac Slnčnej sústavy obaľuje atmosféra, ktorej vonkajší okraj pulzuje nad

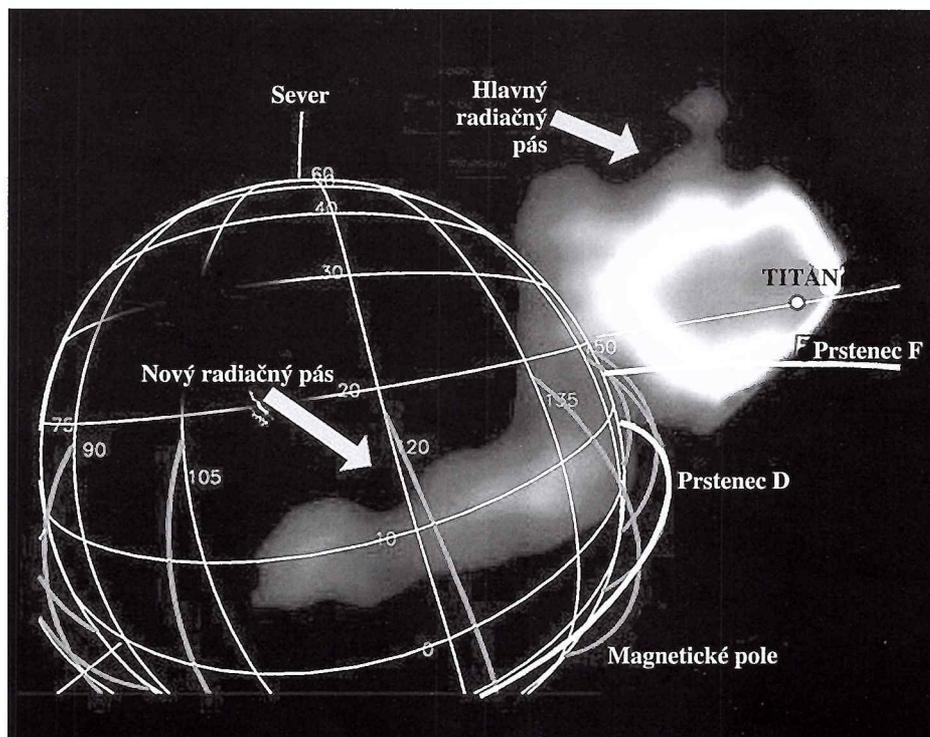
povrchom prinajmenšom o 700 kilometrov vyššie, ako sa planetológovia nazdávali. Tento objav budú musieť inžinieri zohľadniť nielen pri plánovaných blízkyh obletoch sondy Cassini, ale najmä počas misie sondy Huygens, ktorá v januári 2005 pristane na povrchu Titanu.

Vedcov najviac prekvapila intenzita žiary počas noci, keď sa prejavuje v blízko-infračervenom spektre. Žiari však aj na iných vlnových dĺžkach. V optickom svetle je taká silná, že na Titane sú iba biele noci.

NASA Press Release



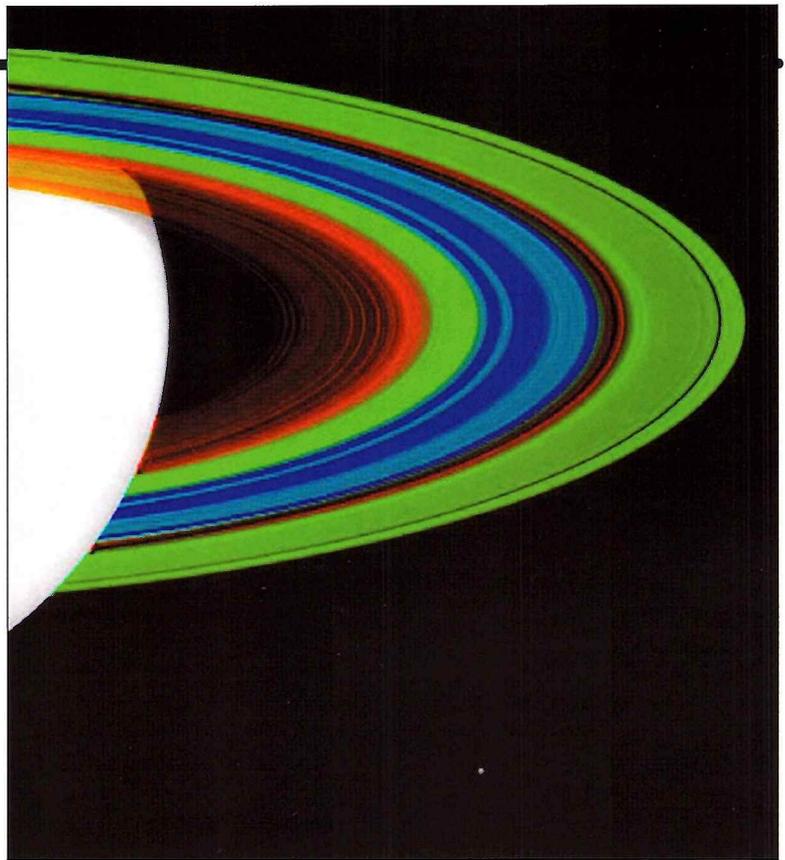
Ilustrácia znázorňuje, ako sonda Cassini deteguje rádiové signály bleskov na Saturne. Blýskavica generuje elektromagnetickú energiu: vo viditeľnej oblasti spektra ich vnímame ako blesky, na rádiových vlnách ako poruchy. Niektoré rádiové vlny sa prejavujú aj vo veľkej vzdialenosti, v našom prípade 24 000 km, kde ich na palube Cassini zaregistroval detektor rádiových a plazmových vln. Bariérou proti rádiovým vlnám je ionosféra, horúca, ionizovaná vrstva nad atmosférou, ktorá môže absorbovať rádiové vlny s nižšími frekvenciami. Dlhšie vlny prenikajú až k sonde. Z údajov, ktoré sonda nazbiera, odhadnú vedci hrúbku Saturnovej ionosféry.



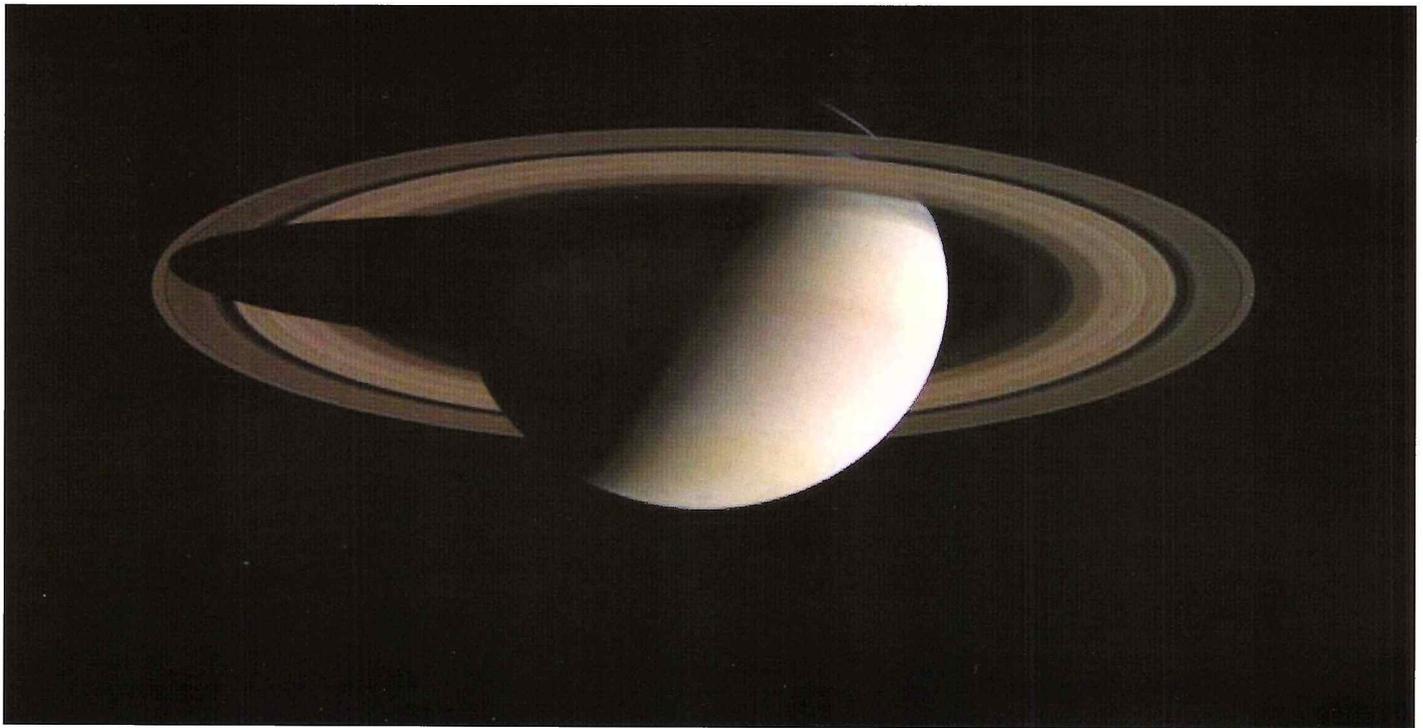
Jemné obláčiky nad 10. stupňom severnej šírky Saturna, zviditeľnené magnetosferickým snímačom na sonde Cassini, identifikovali vedci ako nový radiačný pás Saturna (označený spodnou šípkou), dosahujúci vnútorný okraj prstenca D. Dávnejšie objavený pás žiarenia označuje vrchná šípka. Donedávna sa nepredpokladalo, že populácia iónov sa môže udržať medzi prstencom a povrchom planéty. Saturnove radiačné pásy majú niekoľko dier, ktoré vznikajú po kolíziách s mesiačikmi, prachovými prstencami či plynom. Novobjavené radiačné pásy sú menšie a slabšie ako hlavné pásy. Vnútorný okraj hlavných pásov sa nachádza vo vzdialenosti 139 000 kilometrov od stredu Saturna a ťahá sa až do vzdialenosti 362 000 kilometrov. Tvoria ho častice s energiou desiatok megaelektrónvoltov. Nový pás má šírku nanajvýš 6000 kilometrov, a podľa všetkého ho tvoria častice, ktorých energia nepresahuje 150 kiloelektrónvoltov. Ilustrácia bola vytvorená 1. júla 2004 podľa snímky snímača magnetosféry zo vzdialenosti 24 000 km nad rovinou najhornejších oblakov Saturnovej atmosféry. Rozličné odtiene šedej reprezentujú rastúcu intenzitu žiarenia. Na ilustrácii je znázornený aj Titan so svojou žiarou, hoci na pôvodnej snímke Saturnových pásov žiarenia by jeho žiara celkom zanikla. Sivé siločiarly objaveného magnetického pola krížia rovinu rovníka presne na vnútornom okraji prstenca D.



Štruktúry Saturnovej atmosféry s oblúkmi prstencov v pozadí. Dva svetlé body vľavo dole sú mesiace Mimas a Enceladus. Snímku z 8. augusta exponovala úzkouhlá kamera vybavená červeným, zeleným a modrým filtrom zo vzdialenosti 8,5 milióna kilometrov.



Falošné farby zviditeľňujú rozdielnu teplotu Saturnových prstencov, ktorá sa mení od relatívne teplých, červených pruhov (110 kelvinov) až po chladné (70 kelvinov). Zelená farba predstavuje teplotu 90 kelvinov. Voda mrzne pri teplote 273 kelvinov. Vonkajšie prstence A a B sú chladnejšie, vnútorný C prstenec je teplejší. Tmavé prstenečky pásu C, rovnako ako Cassiniho štrbina v prstenci A sú hustejšie a preto absorbujú viac tepla ako redšie, svetlejšie prstence. Svetlý bod pod prstencami je mesiac Enceladus. Snímku získal infračervený spektrometer 1. júla, krátko po vstupe sondy na obežnú dráhu okolo Saturna. Prístroj bude merať tepelné emisie Saturnovej atmosféry, prstencov a povrchov jednotlivých mesiacov. Na základe jeho údajov sa vytvoria vertikálne profily atmosfér Saturna a Titanu.



Studená guľa plynu stratená v tmavom vesmíre. Tak pôsobí Saturn na snímke v pôvodných farbách. Snímka bola exponovaná 17. júla, keď sa sonda od planéty vzdalovala po pôvodnej obežnej dráhe, zo vzdialenosti 5,8 milióna kilometrov. Na snímke vidíme, že tieň Saturna prekrýva prstence za odvrátenou stranou planéty. Snímku získala širokouhlá kamera s použitím zelených, modrých a červených filtrov.

Don Quijote proti asteroidom

Európska vesmírna agentúra (ESA) posúdila 6 projektov, ktoré mali slúžiť na výskum asteroidov. Prednosť dostal jediný: Don Quijote, v rámci ktorého by sa malo overiť, či sa dá odkloniť alebo deštruovať asteroid, ktorý sa nachádza vzhľadom na Zem na kolíznej dráhe.

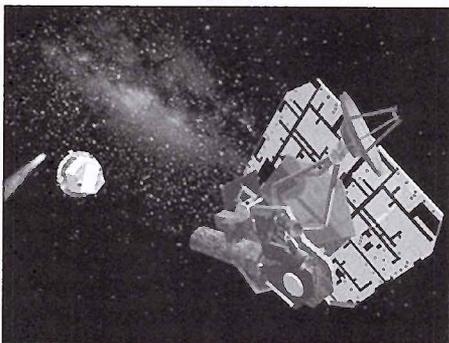
Planetológovia o zložení, hustote a vnútornej štruktúre asteroidov predbežne veľa nevedia. Nevedia preto ani namodelovať a vypočítať dôsledky prípadnej deštrukcie telies, ktoré križujú dráhu Zeme a v budúcnosti by mohli spôsobiť globálnu či prinajmenšom kontinentálnu katastrofu.

Misia počítá s vyslaním dvoch sond. Sancho a Hidalgo, každá po inej dráhe, zamieri k dvom vytípaným asteroidom s priemerom 500 metrov, teda čo do veľkosti takých, aké v minulosti, (raz za niekoľko 10 000 rokov), spôsobili kontinentálnu katastrofu a prerušili kontinuálnu evolúciu. Názov misie – Don Quijote odvodili inžinieri projektu zo známej scény Cervantesovho románu, kde dômyselný, ale pochabý rytier bojuje s veternými mlynmi, zatiaľ čo jeho sluha Sancho, so zdravým sedliackym rozumom pozoruje nerovný boj zobďaleč. V tomto prípade bude Don Quijote bojovať proti asteroidu. Autormi projektu sú ľudia z agentúry DEIMOS Space, španielskej spoločnosti, ktorá misiu navrhla.

Sonda Sancho sa dostane na obežnú dráhu



Misia Don Quijote je projektom ESA.



Misia Deep Impact – projekt NASA.

okolo vytípaného asteroidu o niekoľko mesiacov skôr, ako Hidalgo. Vyšle na planétku niekoľko penetrátorov vybavených seizmografmi, pomocou ktorých vytvorí seizmickú sieť telesa. Z tej sa vytvorí trojdimenzionálna mapa štruktúry, odhalia sa slabé miesta, tektonické trhliny i časti s menšou hustotou. Až potom bude vypustená sonda Hidalgo.

Hidalgo narazí do asteroidu rýchlosťou 10 kilometrov za sekundu. Sancho riadený impakt a jeho dôsledky bude sledovať z bezpečnej vzdialenosti. Zameria prípadné zmeny obežnej dráhy asteroidu, zmeny rotácie i štruktúry. Tak sa získajú údaje, ktoré budú využité pri ďalších pokusoch, zameraných buď na odklon dráhy, alebo na totálnu deštrukciu planétok.

V júli 2004 schválila ESA Projekt Don Quijote za akciu s najvyššou prioritou. Sonda Sancho bude vypustená o 5 až 6 rokov. Don Quijote pripomína misiu Deep Impact (NASA), ktorej cieľom je vysadiť 4. júla 2005 malú sondu na povrch kométy Tempel.

Kométy tvorí zmes ľadov a kremičitej drviny, zloženie asteroidov je podstatne iné: tvoria ich kovy, i porézne tvrdé horniny. Materská loď Deep Impact bude z bezpečnej vzdialenosti fotografovať a monitorovať dôsledky výbuchov, z ktorých každý vyhlíbi na povrchu kométy Tempel 1 diery s hĺbkou 7-poschodového domu. Ohnivé vzplanutia jednotlivých výbuchov budú môcť vraj sledovať aj pozemskí pozorovatelia.

Deep Impact sa na bezpečnej obežnej dráhe usadí až po blízkom obele. Sancho bude zatiaľ neznámu kométu sledovať dlhodobu: pred, počas i po plánovanej kolízii. Presnejšie: 7 mesiacov pred a 4 mesiace po impakte.

Metódu, pomocou ktorej vznikne seizmický model asteroidu, využili už astronauti mesačného modulu Apollo. Na Zemi ju využívajú geológovia hľadajúci ložiská nafty, plynu a iných minerálov.

Zdroj: Space.com

NASA vyslala na Mesiac Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)



Američania pripravujú vyslanie celej flotily lunárnych sond, ktoré majú pripraviť pôdu pre efektívny návrat ľudí na Mesiac. Prvou bude sonda LRO, ktorú vypustia v roku 2008. Okolo Mesiaca bude krúžiť celý rok, pričom vyhotoví podrobné mapy lunárneho povrchu, získa údaje o úrovniach žiarenia a preskúma nerastné bohatstvo polárnych oblastí, kde budú stáť (vzhľadom na pravdepodobný výskyt vody) prvé základne.

Inžinieri z Goddardovho centra pre vesmírne lety v Greenbelte projektujú nosič; prístroje pre sondu vyvíjajú na objednávku v súkromných firmách.

„Nebude to vedecká misia,“ vraví Jim Gravin,

šéf lunárneho výskumu pri NASA. „Bude to meračia misia. Okrem máp, ktoré získali lode Apollo z oblastí okolo ich miesta pristátia, nemáme totiž rovnako podrobné mapy mesačného povrchu, pritom existuje viac metód, ako ich získať.“

Topografické, mapovacie prístroje na palube LRO: konvenčný radar; laserový systém na detekciu svetla; radar, vybavený syntetickou aparátúrou, ktorý kombinuje radarové merania s počítačovou analýzou; kamera s vysokým rozlíšením, podobná tým, ktoré využívali satelity Ikonos v rámci projektu diaľkového prieskumu Zeme, ktorá nasníma povrch Mesiaca s rozlíšením 1 metra.

Jedným z cieľov LRO je vytípanie najvhodnejších miest na pristátie, podľa možnosti bez lavanov a nerovností, ktoré by mohli spôsobiť prevrátenie pristávacích modulov.

LRO dôkladne zmapuje aj permanentne zatienené oblasti, najmä v hlbokých polárnych kráteroch, kde by sa mohli nájsť depozity vodného ľadu. Významné bude aj monitorovanie radiácie a jej vplyvu na živé organizmy.

Napriek tomu, že prístroje ešte nie sú vyvinuté, inžinieri už vyhotovili prvé modely sondy. LRO bude využívať iba overené technológie. Na dráhu k Mesiacu ju vynesie konvenčný motor na chemické palivo. Iónové motory a ďalšie pohony si na nasadenie ešte počkajú. To všetko zníži náklady na misiu. Ich výška neprevyší 90 miliónov dolárov.

Vzhľadom na limity raketového pohonu nosiča Delta 2 hmotnosť sondy nesmie prevýšiť 1000 kilogramov, pričom polovicu hmotnosti tvorí palivo, potrebné na štart, let k Mesiacu i korekcie na obežnej dráhe okolo neho. Vzhľadom na to, že LRO bude mapovať povrch Mesiaca z výšky 50 kilometrov, sonda sa bude musieť automaticky pointovať.

Vzhľadom na obrovské množstvo údajov, ktoré bude sonda vysielat na Zem, LRO vybaví silným zdrojom energie i neobyčajne výkonným komunikačným systémom.

Na základe údajov z LRO vypracuje NASA programy pre pristávacie robotické sondy, ktoré vykonajú podrobnejší prieskum najzaujímavejších oblastí.

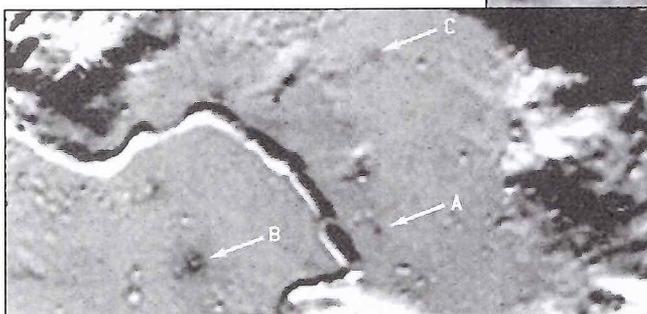
NASA Press Release

Pristáli Američania na Mesiaci, alebo...?

...alebo famózne technologické dobrodružstvo nafilmovali za 30 miliónov dolárov v špeciálnych a dobre utajených filmových ateliéroch? Toto podozrenie vzniklo krátko po ukončení misí Apollo a pochybnosti, udržiavané rozrastajúcou sa skupinkou lovcov senzácií, spisovateľov, novinárov i čudesných občianskych združení sa udržalo podnes. Títo kувici tvrdia, že sa Američania, vystrašení sovietskou prevahou v kozme rozhodli zvíťaziť v nevyhlásených pretekoch o prvé pristátie ľudí na Mesiaci za každú cenu, a preto to, čo bolo v 60. rokoch „technologicky nemožné“, realizovali „za zlomok ohlásených nákladov ako virtuálne dobrodružstvo“, ktorému celý svet naletel. Zvíťazili tak v najprestížnejších pretekoch studenej vojny a primáli Sovietov, aby svoje ambície na Mesiaci odložili na neurčito. Posledným tromfom tejto „investigatívnej kampane“ bol dokumentárny film, ktorý v roku 2003 zhládlo na FOX-TV 15 miliónov amerických divákov.

Nezaškodí si v tejto súvislosti pripomenúť 30. október 1938, keď Orson Welles, v tom čase ešte neznámy mladý herec, adaptoval pre rozhlas známe sci-fi anglického spisovateľa H. G. Wellsa *Vojna svetov*. Rozhlasovú hru naštudoval ako akustickú „reality show“ tak sugestívne, že niekoľko miliónov Američanov si naozaj myslelo, že prežívajú skutočnú inváziu Martanov na Zem. Pre autorov konšpiračných teórií, ktoré na trhu senzácií idú rovnako dobre na odbyt ako trilery či porno, je famóznym úspech Wellesovej rozhlasovej recesie jedným z argumentov, na ktorých postavili svoju základnú tézu: „Ak sa Orsonovi podarilo za pár stoviek dolárov vytvoriť ilúziu, že martánske kozmické lode obsadzujú Ameriku, potom pre NASA, ktorá na program Apollo vynaložila 30 miliárd dolárov, muselo byť hračkou zinscenovať šesť letov na Mesiac. Ak Hollywood dokáže vytvoriť ilúziu druhohorného sveta dinosaurov, sugestívnu deštrukciu asteroidu hroziaceho vyhladiť našu civilizáciu či svet po ľubovoľnej katastrofe, virtuálne misie astronautov na Marse alebo sugestívnu, klimatickú či atómovú katakliзму, potom zinscenovanie šiestich prechádzok po Mesiaci, vrátane dokumentárne vierohodných prenosov z riadiaceho strediska musela byť pre týchto šamanov virtuálnej skutočnosti iba splnením mimoriadne lukratívnej objednávky.“

V roku 1975 vydal Bill Kaysing, muž, ktorý si urobil meno písaním odborných článkov o leteckej a kozmonautike, knihu s titulom: *We Never Went to the Moon (Nikdy sme neboli na Mesiaci)*. Táto kniha spustila tézu „lunárnej konšpirácie NASA“. O deväť rokov neskoršie vyšla kniha Williama L. Briana: *Moongate: Suppressed Findings of the US Space Program (Utajené fakty o americkom vesmírnom programe)*. V roku 1994 sa na americkom trhu objavila kniha *NASA Mooned America* (dalo by sa to preložiť aj ako *Známesačnená či Mystifikovaná Amerika*) od Alpha Reného; potom nasledovala feature Mary Bennetovej: *Moon-Apollo and the Whistle Blowers (Mesiac-Apollo a donášači)*. Okrem týchto publikácií, ktoré vyšli vo veľkom



Sonda Lunar Orbiter získala v 90. rokoch dôkazy o prítomnosti ľudí na Mesiaci. Difúzna čierna škvrna A na fotografii sa presne kryje s miestom pristátia lunárneho modulu misie Apollo 15. Tmavé sfarbenie spôsobili splodiny paliva raketových motorov počas pristátia i štartu. Tmavé škvrny B a C sú stopami po nedávnych impaktoch.

náklade, sa predávali na americkom trhu aj ďalšie „skeptické diela“, o množstve článkov, rozhlasových a televíznych relácií ani nehovoriac. Pochybnosti boli zasiaté, a to, čo z tejto seby vzišlo, sa udržuje podnes. V roku 1999 zverejnil renomovaný denník The New York Times výsledky prieskumu Gallupovho inštitútu, podľa ktorých 5 percent Američanov (teda asi 14 miliónov) neverí, že na Mesiaci už boli ľudia. Zhodou okolností rovnaký počet Američanov sadne na lep každej, podobne rozohranej mystifikácii.

Povážlivejší je fakt, že až 42 percent Američanov je presvedčených, že vláda pred občanmi Spojených štátov utajuje dôležité informácie. Na tomto podhubí postavili svoje neveriteľne úspešné projekty autori „paranormálnych“ televíznych seriálov. Najznámejším sa stal aj u nás známy televízny seriál Akty X.

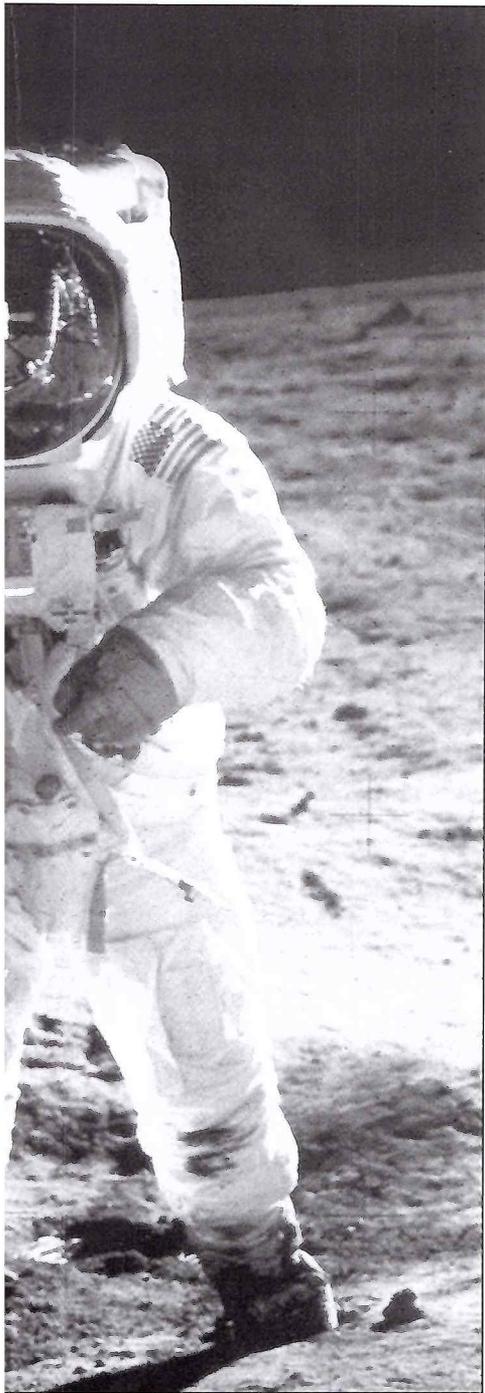
Pokrivená logika

Autorom kníh a článkov o mesačnom sprisahaní NASA sa nepodarilo podoprieť podozrenia ani jedinou výpoveďou niektorého z 35 000 zamestnancov a vyše 200 000 zmluvne viazaných spolupracovníkov NASA. Nedokážu

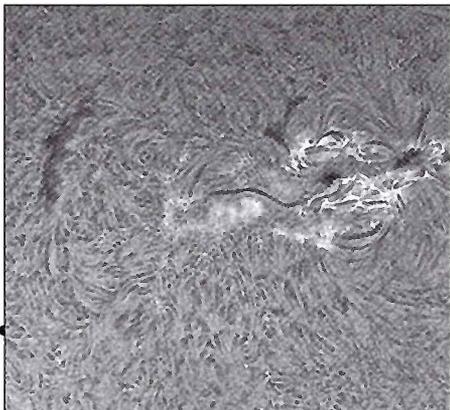


Pohybuje sa tento astronaut na Mesiaci, alebo v Nevade? Buzz Aldrin sa prechádza okolo lunárneho modulu Eagle, ktorý sa odpojil od materskej lode Apollo 11 a pristál na Mesiaci. Fotografuje ho pomocou špeciálnej kamery Neil Armstronga i lunárny modul vidíte vďaka reflexu na priezore Aldrinovej helmy.

vyvetliť ani to, prečo sa ani jediný z hollywoodskych machrov na špeciálne efekty v priebehu desaťročí nevslovil v prospech nimi vytvorenej tézy. Autori absenciu priamych svedkov „podvodu storočia“ vysvetľujú tým, že viacerých zasvätených špeciálne služby na príkaz vlády zastrašili, umlčali, ba aj zlikvidovali. Medzi zlikvidovaných patrila (vraj) aj trojica astronautov, ktorí v roku 1967 zoreli pri požiari lode Apollo 1 na štartovacej rampe.



Solárne vzplanutia sú zdrojom nebezpečného žiarenia, ktoré by mohli ohroziť zdravie, ba aj životy astronautov. Všetky lety misie Apollo sa uskutočnili v rokoch slnečného minima. Prístroje na lodiach zaznamenali iba jedno vzplanutie, pričom v kabíne, kde boli astronauti, sa detektory žiarenia ani nepohli.



Analýza internetových stránok, na ktorých prívrženci sprisahania komunikujú s verejnosťou, dokazuje, že teoretikov konšpirácie najviac odhaľuje najmä ich pomýlená logika. Ich tvrdenia sú paranoidné, ich argumenty sa opierajú o vývody šarlatánov, falzifikované snímky fotoamatérov, ich vývody sú z hľadiska formálnej logiky trápnu znôškou lapsusov. Mary Bennetová sa odvoláva na utajené dokumenty, ktorých obsah jej ktosi prerozprával „z druhej ruky“. Bill Brain, autor knihy *Moongate* tvrdí, že Američania síce na Mesiaci boli, ale podarilo sa im to iba vďaka antigravitačnému zariadeniu, ktoré inžinieri NASA vyvinuli ako kópiu časti vládou utajeného lietajúceho taniera, ktorý stroskotal v púšťach amerického Juhozápadu.

Neppravdepodobná misia

V dobe infotainmentu (ide o pojem, ktorý teoretici médií zaviedli pre polutovaniahodnú prax zámerného mixovania informácií a pseudo-informácií s cieľom manipulovať, vytrhávať zprávy z kontextu a podávať ich zábavnou, emotívnou formou ako výber z najaktuálnejších senzácií), človek už nedokáže rozlišovať pravdu od lži či polopravdy, zakrnieva jeho schopnosť logicky sa orientovať v lavíne informácií, a preto čoraz ochotnejšie sadne na lep rozličným mediálnym šarlatánom. Preto sa teória „mesačného podvodu“ rozšírila ako lesný požiar.

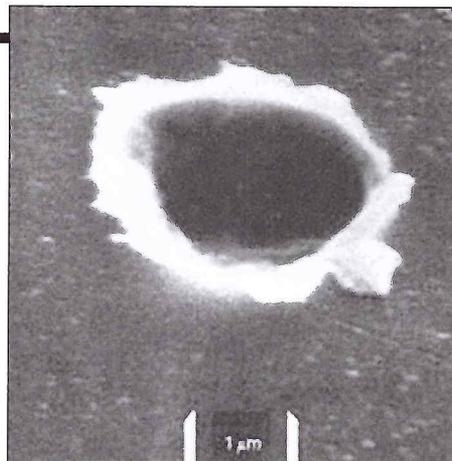
Šírili sa najrozličnejšie fámy. Napríklad: vláda vraj (prostredníctvom „mužov v čiernom“) vydala šéfom NASA tajný príkaz, aby jedna z posádok (porucha Apollo 13) počas letu zahynula. Údajný dôvod: zvýšenie sledovanosti televízie. Iný príklad: NASA vraj prikázala jednému astronautovi z posádky Apollo 12, aby predstieral zlyhanie kamery, pretože reálne zábery z Mesiaca by odhalili špeciálne efekty šamanov z Hollywoodu.

Vzorok nazbieraný na Mesiaci, fotodokumentácia či telemetria z povrchu Mesiaca sú nefalšovateľné. Pravdaže, aj na toto teoretici konšpirácie našli vysvetlenie: najznámejší planetológovia sveta, ktorí skúmali 400 kilogramov mesačných hornín zo šiestich rozličných oblastí Mesiaca, boli vraj úmyselne zavádzaní. (Pozri knihu *Moon Rock Analysis for Dummies / Analýzy mesačných hornín pre hlupákov.*) Nuž a napokon najväčšia fantazmagória: podplatení vedci sa dohodli, že sa zapoja do konšpirácie, a publikovali údaje podľa želania NASA. Tento blud prekonáva aj podozrenie o konšpirácii vlády.

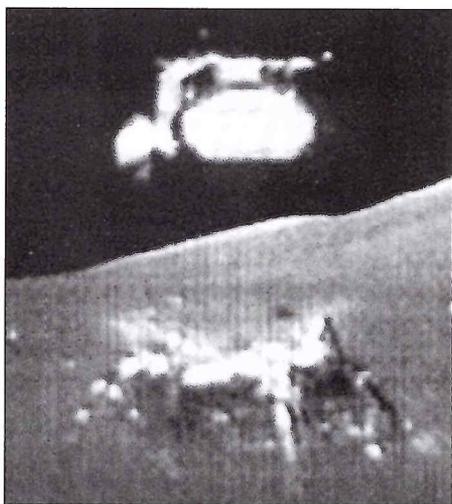
Čo sa týka videozáznamov dokumentujúcich prechádzky astronautov okolo miest pristátia, či už peši alebo na lunomobiloch, tie sú príliš komplexné na to, aby sa dali pomocou technológií 60. rokov sfaľšovať. Bolo by to možné iba v prípade, že lode Apollo boli časovými strojmi, ktoré tieto technológie priviezli z budúcnosti.

Očividné dôkazy

Teoretici konšpirácie tvrdia, že ani najsilnejšie ďalekohľady nedokážu na Mesiaci rozlíšiť stopy po šiestich misiách. Nuž: okružle škrvny, ktoré spôsobili trysky raketových pohonov, majú priemer 5 metrov. Ani Hubblov vesmírny teleskop nedokáže z obežnej dráhy okolo Zeme



Mikrometeoroidy pre astronautov nepredstavujú nijaké nebezpečenstvo, pretože sú veľmi zriedkavé, a dierky, ktoré spôsobujú, sú nepatrné. Jamka po mikrometeoroide, ktorý vidíte, sa objavila na jednom z testovacích kolektorov kovov na kozmickej stanici Skylab, ktorá obiehala Zem v rokoch 1973 až 1979.



Na snímke vidíte lunárny modul misie Apollo 15, ktorý štartuje z povrchu Mesiaca k materskej lodi na obežnej dráhe. Všetky objekty, modul i tryskami vymrštené čiastočky regolitu sa pohybujú presne podľa zákonov gravitácie na telese, ktoré má 4-krát slabšiu príťažlivosť ako Zem.

rozlíšiť na Mesiaci objekty, ktoré nemajú priemer aspoň 90 metrov. Napriek tomu dvaja vedci, Miša Kreslavskij z Brownovej univerzity a Jurij Škuratov z Charkovského astronomického observatória na Ukrajine, objavili nedávno priamy vizuálny dôkaz o návšteve ľudí na Mesiaci. Porovnali snímky, ktoré v roku 1994 získala sonda Clementine s 30 rokov starými fotografiami získanými počas misií Apollo, na ktorých sa dajú rozoznať malé krátery po relatívne čerstvých impaktoch. Keď porovnali „jeden impakt“ s okružlou škrvnou rozrušeného regolitu presne na mieste pristátia Apollo 15 (kde nijaký kráter nebol), zistili, že získali vzácny úlovok: dôkaz o pristátí lunárneho modulu na Mesiaci.

Astronauti zanechali na povrchu Mesiaca päť malých staníc (napájaných energiou z jadrových generátorov), ktoré vysielali na Zem údaje z piatich rozdielnych experimentov: od monitorovania seizmickej aktivity, teploty pod povrchom až po zaznamenávanie počtu mikromete-

orických impaktov a ďalších údajov o vlastnostiach lunárneho povrchu. V roku 1977 sa experimenty kvôli vyčerpaniu prostriedkov ukončili. Vysielačky z ústrednej stanice však dodnes vysielať signály, ktoré sa využívajú na navigáciu sond; pri rozličných experimentoch s gravitáciou; pri určovaní pozícií planét a meraní presného tvaru Zeme. Navyše: každá z piatich staníc je vybavená zrkadlovou anténou – retroreflektorom, ktorý už 30 rokov umožňuje astronómom merať pomocou laseru vzdialenosti s presnosťou 2,5 centimetra.

400 kilogramov mesačných hornín – antracitu, lávové čadiče či brekcie (ide o drvinu, ktorá vznikla po impaktoch), skúmali geológovia z celého sveta. Vo všetkých prípadoch prezradili rádioizotopy v horninách oveľa starší povrch (v priemere 4,4 miliardy rokov), ako majú najstaršie horniny nájdené doteraz na Zemi (3,6 mld rokov). Aktívna geológia Zeme povrchové horniny neustále prepracúva, no suchý a chladný Mesiac je už dlho mŕtvym telesom. Odkiaľ sa vzali tieto horniny, ak nie z povrchu Mesiaca?

Fantastický výlet

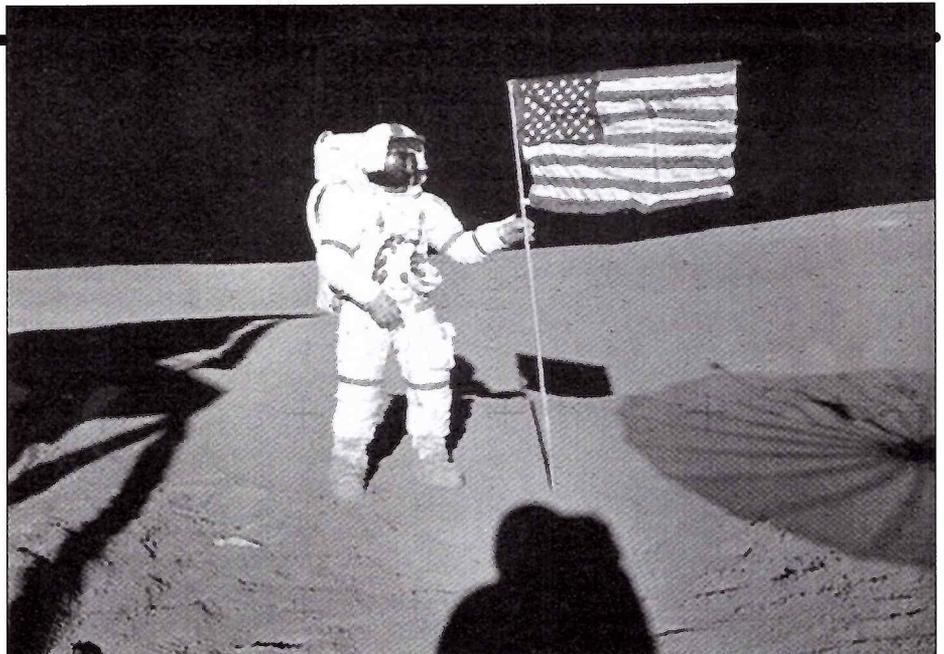
Častým argumentom teoretikov konšpirácie je tvrdenie, že technológie, ktoré ovládneme, neumožňujú let ľudí na Mesiac. Prípomína to kuvikanie podaktorých vedcov, ktorí svojho času spochybňovali funkčnosť raketového pohonu, keď pionier kozmonautiky Američan Robert Goddard skúšal svoje rakety v Massachusetts. Let na Mesiac s ľudskou posádkou predpovedali vedci 18. storočia až na koniec 21. storočia.

Moderný raketový pohon bol skonštruovaný na základe platných fyzikálnych zákonov. Najväčším problémom letu na Mesiac je vymalenie sa zo zajatia zemskej gravitácie. Obrovský Kennedyho raketodrom na Floride a spoľahlivý nosič Saturn V je neustále v prevádzke a štarty rakiet dodnes sledujú desaťtisíce návštevníkov. Napokon, ak chcela NASA oklamať verejnosť, nemusela vyvíjať takú silnú raketu. Podľa štúdií zo začiatku 60. rokov mal lunárny modul odštartovať z nízkej obežnej dráhy okolo Zeme, kam ho mohlo dopraviť aj niekoľko malých rakiet Saturn 1-B a „virtuálne mesačné dobrodružstvo“ zinscenovať s oveľa menšími nákladmi pomocou trikov videotechniky. Reálny projekt Apollo však vyžadoval nosič, ktorý bol schopný dopraviť kozmickú loď i návratný lunárny modul na obežnú dráhu okolo Mesiaca.

Nebezpečná zóna

Jedným z argumentov teoretikov konšpirácie je dobrý zdravotný stav astronautov nielen tesne po návrate, ale aj počas ich ďalšieho života. (Väčšina z nich sa teší dobrému zdraviu dodnes.) Teoretici konšpirácie však tvrdia, že keby boli naozaj vystavení počas 10 dní trvajúcej misii žiareniu v kozmickom priestore, na ich zdraví by sa to muselo prejaviť. Ak sú zdraví dodnes, letieť nemohli, ergo: verejnosť sledovala hollywoodsku virtuálnu show, nie let na Mesiac.

Kozmické lety sú nebezpečné. Jedným z reálnych nebezpečenstiev predstavujú Van Allenove radiačné pásy, v ktorých magnetické pole Zeme udržuje vysokú koncentráciu nabitých častíc. Elektróny a protóny, špirálujúce okolo magnetických siločiar Van Allenových pásov,



Astronaut Alan Sheperd, veliteľ lode Apollo 14, vztyčuje americkú zástavu na pahorkoch v krátere Fra Mauro. Hviezdy na oblohe nevidno, pretože Mesiac je naplno osvetlený Slnkom. Ani najcitlivejší film z roku 1971 nemohol exponovať také rozdiely v jasnosti.

môžu poškodiť elektroniku na kozmickej lodi. Lode Apollo, opúšťajúce Zem rýchlosťou 11 kilometrov za sekundu však pobudli vo Van Allenových pásoch iba niekoľko hodín.

Najväčším potenciálnym nebezpečenstvom pre posádky kozmických lodí sú vzplanutia slnečnej aktivity. Radiácia generovaná takýmto vzplanutím sa rovná energii miliardy atómových bômb, ktoré by vybuchli v rovnakom čase. Našťastie, táto energia sa v kozmickom priestore rýchle rozptýli a zoslabne.

V priebehu štyroch rokov, keď k Mesiacu letelo sedem lodí Apollo, bola slnečná aktivita na minime 11-ročného cyklu. Vzplanutia boli v tomto období zriedkavé a slabé. Iba prístroje Apollo 12 zaznamenali jedno malé vzplanutie, ale v kabíne, kde sa zdržovala posádka, zvýšenie radiácie nebolo zaznamenané.

Treba spomenúť aj ďalší argument teoretikov konšpirácie. Tvrdia, že kozmické lode museli na ceste k Mesiacu a späť (i počas krúženia okolo Mesiaca) rovnako ako lunárne moduly na povrchu Mesiaca zasiahnuť mikrometeoroidy. Ak ani na jednej z lodí, ani na jednom module známky po takomto karambole nie sú, lode nemohli letieť na Mesiac. Aká je skutočnosť? Vieme, že hoci dráhu Zeme podchvíľou križujú meteorické roje / roje meteoroidov, kozmické lode a satelity na rozličných obežných dráhach nezasiahol nikdy ani jediný. V novembri 1999 križoval dráhu Zeme hustý roj Leoníd, najintenzívnejší v období modernej astronómie. Tento meteorický dážď, v niektorých oblastiach pripomínajúci ohňostroj, nepoškodil ani jediný zo 700 operačných satelitov.

Sú počítačové grafiky reálne?

Hlavným dôkazovým materiálom pochybovačov sú mesačné prechádzky. Tvrdia, že ide o zábery natočené na Zemi, v ateliéroch i v teréne, pravda, dodatočne upravené najrozličnejšími trikmi. Poukazujú pritom na filmy z dielne Hollywoodu (napríklad *Červená planéta* o misii na Mars), v ktorej vidíme neuveriteľne reálne

panorámy Marsu, červenkasté krajiny, po ktorých sa pohybujú neohrození marsonauti. Nepochybne, revolučný rozvoj počítačovej grafiky i digitalizácia snímok takéto efekty dnes umožňujú. Špecialisti dnes dokážu vyfabrikovať akúkoľvek fotografiu, pričom podľa objednávky upravujú detaily jednotlivých prvkov scény: svetla, textúry, pohybu či choreografie.

Technológia špeciálnych efektov bola v 60. rokoch iba v plienkach. Neexistovali ani mikropočítače, ani digitálne spracovanie snímok, ani softvér na animácie v troch rozmeroch (3D). Vrcholom vtedajších možností bol Kubrickov film *Vesmírna odysea*, ktorý sa dostal do kín v roku 1968. Navyše pri dnešných možnostiach trvá výroba takýchto efektov, aj pri nasadení špičkových expertov, najmenej dva roky, pričom tieto práce pohltia značnú časť celkových nákladov. (V prípade filmu *Červená planéta* išlo o sumu 10,8 milióna dolárov.)

Lucasove *Hviezdne vojny*, nakrútené v roku 1977, nesú neklamné znaky štúdiových efektov. Finalizácia filmu si v tomto prípade vyžiadala prácný proces optickej tlače, kde sa jednotlivé prvky scény montujú priamo do filmu opakovaným preháňaním exponovaných políčok cez gigantickú optickú tlačiareň. Kvôli tomuto filmu vyvinuli špeciálnu kameru, kde je pohyb kontrolovaný počítačom, takže výsledný efekt pôsobí naozaj reálne.

Zábery z Mesiaca

Pripustíme, že NASA mala také zariadenie už v roku 1969, keď na Mesiaci pristala loď Apollo 11. Naozaj, s dnešnými prostriedkami by sa všetko dalo nakamuflovať s výnimkou pohybu astronautov v prostredí, kde je gravitácia štyrikrát slabšia ako na Zemi. Pochybovači tvrdia, že sa všetky scény nafilmovali v Nevadskej púšti. Výroba takeho efektu je nemožná bez použitia čiernej skrinky, postavenej pred kamerou, ibaže v takomto prípade sa kamera nesmie pohnúť.

Kľúčovým problémom efektu čiernej skrinky by bolo kamuflovanie tieňov, ktoré sa pohybujú

zo západu na východ počas filmovania, trvajúceho celé hodiny. (Slnko sa na našej oblohe premiestni o 15 stupňov za hodinu. Na Mesiaci o 13 stupňov za deň.)

Lunárna fotografia 101

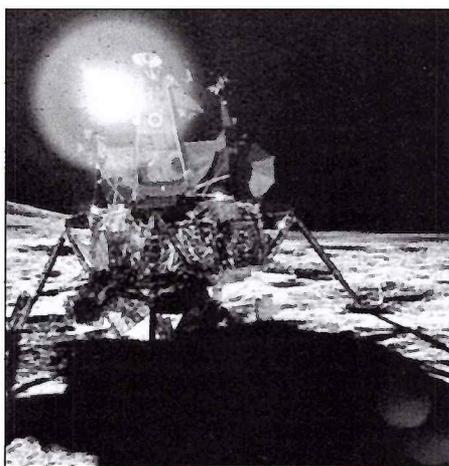
Teoretici konšpirácie vedia o fotografovaní menej ako absolventi filmových stredných škôl. Nepostrehli totiž, že všetky fotografie exponované členmi posádok lodí Apollo sú absolútne v zhode so zdrojom svetla – so Slnkom. Nepostrehli, že všetky tieň sú vždy paralelné, ale ohýbajú sa k jedinému bodu na horizonte, čo je efektom širokouhlej optiky. Hrany mesačných tieňov sú ostré, výrazné, čo vylučuje prípadné použitie viacerých svetelných zdrojov.

Na snímkach, ktoré astronauti exponovali na Mesiaci, nevidieť na oblohe ani jediné hviezdu. Tento „najzávažnejší argument“ teoretikov konšpirácie sa rozsype ako domček z karát, keď si uvedomíme, že všetky snímky boli exponované za bieleho dňa. Skúste snímkať za tmavej noci hviezdne nebo kamerou vyvinutou pre fotografovanie za denného svetla a zistíte, že výsledok bude biedny. Kamery Apolla, ale ani dnešné, oveľa výkonnejšie kamery nedokážu exponovať za dňa slabučké svetlo hviezd. V mnohých umeleckých filmoch z posledných rokov sa síce objavila na plátne nočná obloha posiatá hviezdami, ale v každom prípade išlo iba o umelecký efekt, ktorý umožňujú súčasné technológie.

Zrkadlo reality

Pri vyvracaní podozrení okolo misií Apollo si hodno všimnúť reflexie skutočnosti na priehľadoch heliem, tejto súčasti astronautických

V priezore helmy astronauta vidíme Alana Beana, veliteľa lode Apollo 12, ako v poklaku manipuluje s kontajnerom, do ktorého sa zbierali vzorky mesačnej pôdy. Na snímke nevidieť členov filmového štábu (kameramana, zvukára, atď.), ktorí by tam museli byť, ak by sa nakrúcalo v pozemských ateliéroch.



Všetky tieň na Mesiaci zodpovedajú tomu, čo očakávame na povrchu objektu bez atmosféry vo vzdialenosti zodpovedajúcej vzdialenosti Mesiac/Slnko. Na snímke modulu Antares (Apollo 14) v protisvetle vidíme okrúhle reflexie svetla zo slnečného kotúča.

skaftandrov. Každý fotograf, ktorý vyhotovuje snímky pre katalógy najrozličnejších tovarov, vie, ako dlho mu trvá, kým fotografovaný objekt poriadne nasvieti. Osvetlený objekt reflektuje kameru i štúdio, takže fotograf musí okolo neho vybudovať „stan“, eliminujúci nežiadúce odrazy.

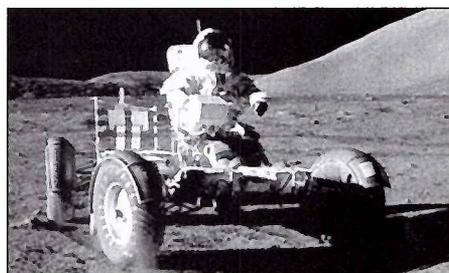
Priehľady na helmách astronautov so zlatistým zákalom (chrániacim pred vplyvom ultrafialového žiarenia) mali navyše tak zakrivený povrch, že zároveň fungovali aj ako širokouhlé zrkadlo, takže v prípade kamufláže by reflekto-

vali nielen kameramana, ale aj osvetľovačov a zvukárov a ich prístroje. (Prítom pri takejto reflexnej ploche sa zdá, že kameraman snímajúci druhá astronauta stojí bližšie, ako v skutočnosti.)

Dnešné digitálne triky by umožnili aj takéto reflexy. Ibaže ak by inžinieri NASA naozaj plánovali gigantický podvod, helmy s takými priezormi by si istotne ne zvolili. Všimnite si: vo všetkých kozmonautických filmoch z poslednej doby majú astronauti helmy, ktoré nereflektujú okolie, pretože by prekryvali mimiku a grimasy na tvárach hercov.

Peter Pan na Mesiaci

Autori konšpiračných teórií morfondírujú nad podrobnosťami osvetlenia, ale celkom ignorujú pohyb objektov v mesačnej gravitácii. Nikto na svete by nedokázal napodobniť v pozemských podmienkach chôdzu či poskoky astronautov pod vplyvom gravitácie, ktorá je štyrikrát slabšia ako na Zemi. V tomto prípade nepomôžu ani digitálne čary.

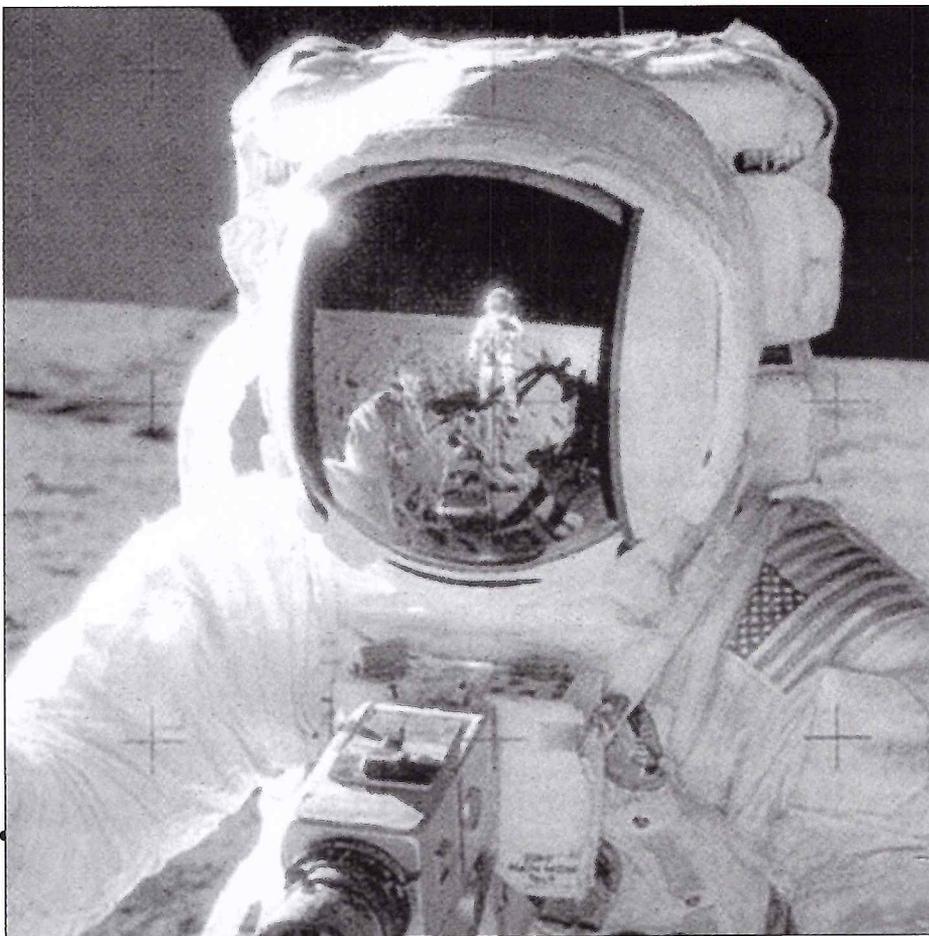


Eugen Cernan, veliteľ lode Apollo 17, počas jednej z vychádzok lunomobilom na dne krátera Littrow. Na filme, ktorého polčíkom je i táto fotografia, jasne vidieť, ako sa prach, zvrátený kolesami lunomobilu, pohybuje presne podľa zákonov gravitácie, na telese so štvornásobne slabšou gravitáciou, ako má Zem.

Keby si teoretici konšpirácie dopodrobna preskúmali všetky pohyby astronautov, peši či na lunomobiloch a sústredili by sa napríklad na dráhy rozličných kamienkov či zmiok prachu, ktoré kroky či pneumatiky premiestnili, zistili by, že ich dráhy zodpovedajú mesačnej gravitácii. Takáto balistika nie je na Zemi možná. Všetky kamienky sa pohybujú po dlhých parabolickej dráhe. Najlepšie to možno vidieť na filme zo štartu lunárneho modulu (Apollo 16) z povrchu Mesiaca, pri ktorom raketové motory zvrátili prach i väčšie kúsky regolitu. Rovnako presvedčivé sú i jasne viditeľné stopy po kolesách lunárneho roveru, ktoré sa otláčili na mesačnom povrchu okolo miesta pristátia nodulu Apollo 16.

Tieto fakty zverejňujeme i preto, lebo šírenie konšpiračných teórií okolo misií Apollo napomáhajú aj médiá, ktoré ovplyvňujú svojich čitateľov, poslucháčov a divákov. Spochybňujú tak nielen hrdinstvo astronautov, ale aj skvelé výkony vedcov a inžinierov, ktorí toto veľkolepé dobrodružstvo uskutočnili. Ich motivácia je prizemná: v snahe zvýšiť sledovanosť svojich programov a zvýšiť tak svoje zisky z reklamy, neštítia sa priživovať na bludoch autorov konšpiračných teórií, ktorým ide tiež iba o peniaze.

Článok publikoval americký astronomický mesačník *Astronomy* v júli 2004



Najrýchlejšia kozmická búrka dosiahla hranice Slnačnej sústavy

Prvá z neobyčajne silných slnečných búrok, ktorá v roku 2003 zasiahla aj Zem, dosiahla hranice Slnačnej sústavy vo vzdialenosti 13 miliárd kilometrov. Častice tohto bezprecedentne silného vzplanutia slnečnej aktivity predbehli obe sondy Voyager, z ktorých prvá už v minulom roku dosiahla hranice vnútorného okraja heliopauzy.

Vývoj slnečných vzplanutí, pri ktorých Slnko do kozmického priestoru vyvrhne miliardy ton hmoty v oblakoch častíc, monitoruje celá flotila kozmických sond. Vzplanutia obvykle rýchle pohasínajú, rýchlosť ich šírenia sa spomaľuje, až kým ich energia nezoslabne na úroveň, ktorú ani najcitlivejšie prístroje nedokážu zaznamenať.

Posledné vzplanutia však boli také silné, že narušili aj magnetické polia Jupitera a Saturna a spôsobili magnetické búrky, ktoré sa na oboch obrích planétach prejavili podobne ako na Zemi zakaždým, keď energetické častice zo silnejších vzplanutí na Slnku bombardujú jej magnetosféru.

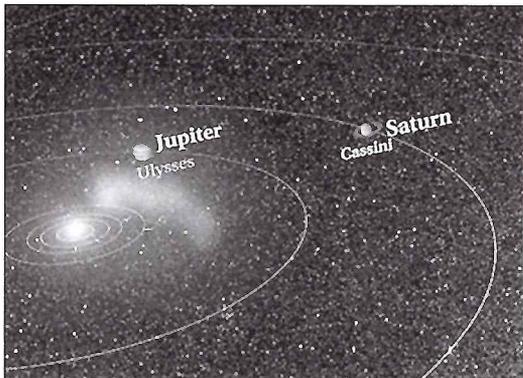
Aká silná musela byť magnetická búrka, ktorej účinky sa prejavili aj v magnetosfére Saturna, ktorý obieha Slnko v 10-násobne väčšej vzdialenosti ako Zem?

Údaje o rekordnom vzplanutí

Koncom októbra a začiatkom novembra 2003 vygenerovalo 10 silných magnetických búrok na Slnku extrémne vysoké dávky röntgenového a iných typov žiarenia zároveň s prúdmi pomalšie sa pohybujúcich ionizovaných častíc. Jedno z týchto vzplanutí bolo podstatne silnejšie ako ktorékoľvek z doteraz zaznamenaných.

Vo všetkých prípadoch sa erupcie zrodili v obrovských, magneticky nestabilných slnečných skvmách počas neutíchajúcej dvojtyždenej solárnej aktivity, ktorá tiež nemá v monitorovanej minulosti obdobu. Rozpínajúce sa oblaky ionizovaných častíc, známych aj ako koronálne výrony hmoty (CME) sa šírili do okolitého priestoru. Rekordné vzplanutie už po niekoľkých minútach zaznamenala sonda SOHO, ktorá hniezdi medzi Zemou a Slnkom. Niektoré prúdy CME sa pohybovali abnormálne rýchle. Zem dosiahli asi za 20 hodín. Vedcom sa vďaka nim podarilo odvodiť limit rýchlosti elektricky nabitých ob-

Sonda Cassini, v tom čase na polceste medzi Jupiterom a Saturnom, zaznamenala zvuk jednej z búrok už 115 minút po vzplanutí.



lakov častíc. Rekordná hodnota: 2235 kilometrov za sekundu. Vyššiu hodnotu rýchlosti plynu prúdiaceho zo Slnka vedci zatiaľ nezaznamenali.

Rýchlosť prúdu sa neskôr spomalila. Teraz sa pohybuje rýchlosťou 670 kilometrov za hodinu.

Časť rýchle sa šíriaceho žiarenia i častíc CME prenikli až do atmosféry Zeme. Spôsobili poruchy rádiokomunikácie, prinútili navigátorov odchýliť dráhy lietadiel z polárnych trás (práve tom sa dávky žiarenia prejavujú najintenzívnejšie) a narušili funkciu dvoch japonských satelitov. Astronauti na palube medzinárodnej kozmickej stanice ISS sa niekoľkokrát museli utiahnuť na celé hodiny do chránených priestorov.

Poruchy v činnosti prístrojov sa prejavili na polovici satelitov NASA. Na Zemi vzplanuli gigantické polárne žiary. Na nočnej oblohe ich mohli pozorovať aj v nižších zemepisných šírkach, vo Virgínii i na Slovensku.

Zničenie vrchnej časti marťanskej atmosféry

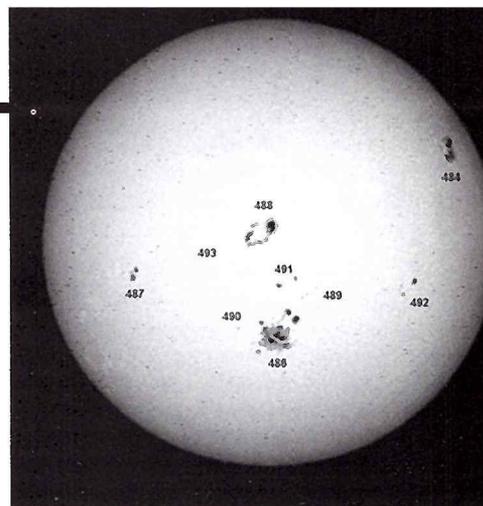
Pôvodné žiarenie solárnych vzplanutí – rádiové vlny, viditeľné svetlo a röntgenové žiarenie – leteli rýchlosťou svetla pred pomalšími oblakmi nabitých častíc. Sonda Cassini, v tom čase na polceste medzi Jupiterom a Saturnom, zaznamenala zvuk jednej z búrok už 115 minút po vzplanutí. Oblaky ionizovaných častíc sa dostali až za obežnú dráhu Marsu. Jeden z týchto nárazov žiarenia vyradil z činnosti detektor radiácie na palube sondy Mars Orbiter. Detektor sondy ešte pred zlyhaním dokázal zaznamenať stlačenie (a paralelné pretiahnutie) sférickej marťanskej atmosféry, ktorej hustota predstavuje iba 1 percento hustoty pozemskej atmosféry.

Mars nemá globálny magnetický štít ako Zem, takže ionizovaný oblak interagoval s atmosférou Marsu s ďalekosiahlymi dôsledkami. Vedci zistili, že podstatná časť horných vrstiev marťanskej atmosféry bola vymetená do priestoru!!!

Podaktorí analyzátori tohto úkazu sa nazdávajú, že podobné solárne vzplanutia mohli v priebehu 3,5 miliardy rokov spôsobiť nielen postupné rednutie marťanskej atmosféry, ale aj disociáciu vody, ktorá sa nachádzala v atmosférickej fáze kolobehu. To by bol kľúč k hádanke, kam sa podela tečúca voda z Červenej planéty, ktorej hojnosť v dávnej minulosti potvrdzujú nové a nové objavy.

Na pomedzí Slnačnej sústavy

Mohutné vzplanutie zaznamenali aj najrozličnejšie sondy pohybujúce sa vo vonkajších oblastiach Slnačnej sústavy. Sonda Voyager 2, vypustená v roku 1977, v súčasnosti sa blížiaca k heliopauze, zaznamenala v polovici mája žiarenie vygenerované najsilnejšou z erupcií vo vzdialenosti 11 miliárd kilometrov. V polovici júla sa očakávalo, že ten istý prúd častíc deteguje aj sonda Voyager 1 (vypustená tiež v roku 1977), ktorá v súčasnosti letí vo vzdialenosti 13,5 miliárd kilometrov. To je 90-násobok vzdialenosti Sln-



Slnko 28. 10. 2003. Snímka: Pavol Rapavý

ko/Zem. Solárny výron žiarenia urazil túto vzdialenosť za menej ako 9 mesiacov! V posledných mesiacoch tohto roka dosiahne tento výron najodľahlejší okraj Slnačnej sústavy, pulzujúci vo vzdialenosti 4,8 až 6,4 miliárd kilometrov za aktuálnou polohou sondy Voyager 1. Tam sa prúd zrazí s vlnami medzihviezdnych častíc. Rádiové poruchy spôsobené touto interakciou prístroje na Palube Voyageri 1 možno zaznamenajú. Tak by vedci získali doteraz najpresnejší odhad vzdialenosti Slnko/heliopauza. Vedci predpovedajú, že detegované údaje posunú hranice heliopauzy o ďalších 644 miliónov kilometrov. Stane sa tak za jeden až dva roky.

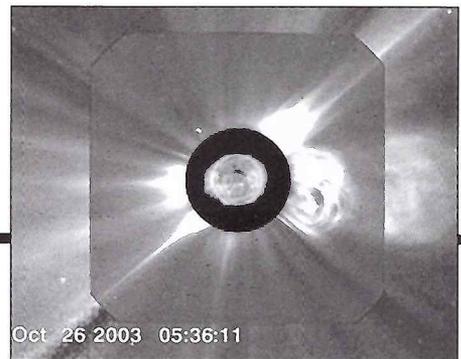
Predpovede slnečných búrok

Väčšina slnečných búrok nemá na zdravie človeka nijaký vplyv, okrem pasažierov polárnych leteckých liniek a, pravdaže, aj kozmonautov na vesmírnych staniách, na kozmických lodiach, na povrchu Mesiaca či Marsu. Najmä pre tých by bolo spoľahlivejšie predpovedanie, okamžité zaznamenanie, odhad intenzity veľkých solárnych búrok a vzplanutí, ale najmä smerovania a evolúcie najrýchlejších prúdov žiarenia otázku života a smrti. V každej kozmickej lodi i na vesmírnych staniách je priestor, ktorý posádka spoľahlivo ochráni, ale varovanie musí prísť včas, pretože sprška smrtiaceho žiarenia ich môže zasiahnuť už po niekoľkých minútach. Vystaví sa takémuto žiareniu počas expedície v teréne by znamenal rýchlu smrť. Niekoľko menších dávok v istom časovom rozmedzí môže vážne poškodiť nervový systém, spôsobiť rakovinu či šedý zákal.

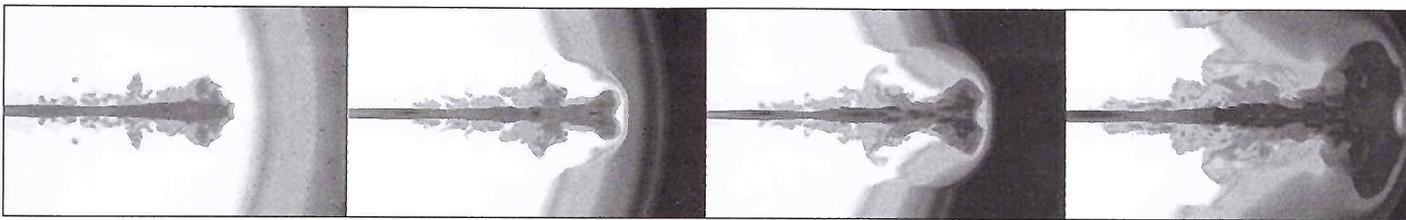
Mimoriadne ohrozené by boli najmä posádky na Marse, keby sa Červená planéta nachádzala v momente vzplanutia na opačnej strane ako Zem, lebo varovanie zo satelitov i zo Zeme by sa mohlo oneskoriť. Preto bude nevyhnutné vypustiť ešte pred obnovením letov s ľudskou posádkou oveľa viac satelitov monitorujúcich slnečnú činnosť a rozmiestniť ich tak, aby monitorovanie bolo dokonalé.

Slnko nám poslalo vážne varovanie.

Podľa Saece.com/scienceastronomy



Oct 26 2003 05:36:11



Výtrysky relativistických častíc, ktoré počas svojho úniku z umierajúcej masívnej hviezdy generujú žiarenie gama na počítačovom modeli: hviezda skokuje do čiernej diery okolo ktorej krúži akrečný disk. Magnetické polia urýchlia častice v disku takmer na rýchlosť svetla a tie potom prenikajú na povrch hviezdy. Tunelovanie z jadra na povrch trvá 10 sekúnd a spolu so silným vetrom častíc z disku hviezdu rozmetajú. (Explózia hypernovy.) Ak výtrysk nie je nasmerovaný o viac ako 5 stupňov od Zeme, pozorovatelia zaznamenajú vysokoenergetické častice (bledosivá farba) v podobe vzplanutia žiarenia gama. Vzplanutie trvá dovtedy, kým čierna diera neprehltne celé jadro hviezdy.

Vzplanutia žiarenia gama a supernovy sú dve podoby toho istého úkazu

Pred vyše tridsiatimi rokmi ich objavili americké vojenské satelity Vela, ktorých pôvodnou úlohou bolo monitorovanie skúšok s jadrovými zbraňami na Sibíri, v Austrálii a na francúzskej Sahare: záhadné vzplanutia žiarenia gama (GRB). Objavovali sa na rozličných oblastiach oblohy, aj niekoľkokrát za deň; niektoré vzplanutia trvalo zlomok sekundy, iné aj vyše minúty. Vtedy sa ešte nevedelo, že tieto energetické vzplanutia čo do intenzity prekonal iba big bang.

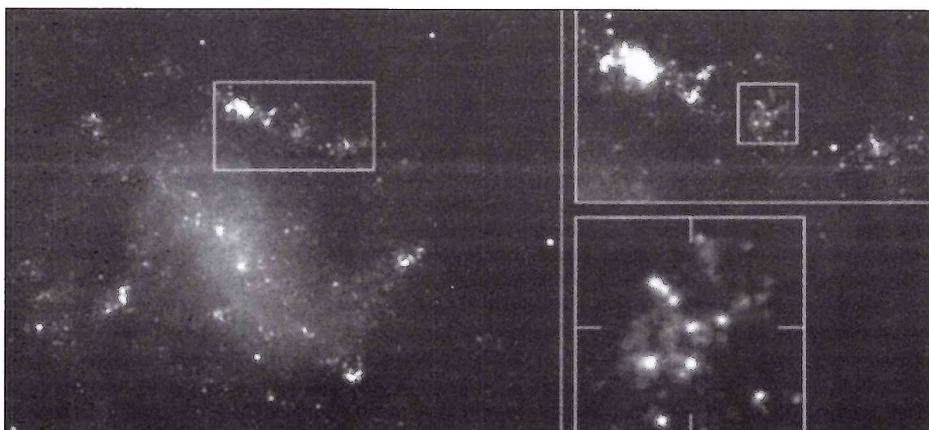
Dnes už o GRB vieme viac: zistilo sa, že žiarenie z GRB sa nešíri zo zdroja rovnomerne na všetky strany, ale v prúdoch či výtryskoch sformovaných do úzkeho kužeľa. Väčšinu týchto nasmerovaných výtryskov nedokážeme zaznamenať. Detektory žiarenia gama dokážu zachytiť iba tie prúdy fotónov s vysokou energiou, ktoré sú nasmerované na nás.

Dlho trvalo, kým sa štúdiom GRB podarilo zmerať energiu jednotlivých vzplanutí a ich frekvenciu. Kým astronómovia predpokladali, že sa energia šíri na všetky strany, a nie kónicky, odhady vzplanutím uvoľnenej energie boli podstatne vyššie. Ak sa energia vzplanutí šíri kónicky a kužeľ fotónov sú naozaj také úzke ako sa zdajú, potom na každé detegované vzplanutie pripadá najmenej 1000 takých, ktoré nedokážeme zaznamenať.

Jeden z najdôležitejších poznatkov o GRB získali vedci v marci 2003, keď satelit HETE-2 (High Energy and Transient Satellite) zaznamenal vzplanutie v súhvezdí Leva. Pozorovaním dosvitu erupcie získali vedci údaje, z ktorých vyplynulo, že zdroj GRB sa nachádza vo vzdialenosti 2,6 miliardy svetelných rokov a jeho zdrojom je jasná supernova. Teoretici medzičasom dospeli k záveru, že najčastejšie vzplanutia GRB, ktoré trvajú v priemere 20 sekúnd, sú pozostatkom po kataklizme, keď sa masívna hviezda zrúti a premení na čiernu dieru s hmotnosťou 30 a viac slnečných hmôt.

V poslednom desaťročí objavili vedci GRB z mnohých hviezdnych zdrojov i aktívnych jadier galaxií, lenže ani pomocou satelitov nedokázali určiť, či ide o nasmerované výtrysky, alebo o sféricky sa šíriace žiarenie.

Aj tento problém súvisí so špeciálnou teóriou relativity. V štandardom modeli „ohnivej gule“ produkuje GRB extrémna teplota (generovaná vnútornými kolíziami hmoty v umierajúcej hviezde), ktorá urýchli častice bezmála na rýchlosť



Podozrenie, že vzplanutia GRB a supernovy sú dva prejavy jednej explózie, sa objavilo v roku 1998, keď na mieste, kde bolo zaznamenané GRB, vzplanula jasná supernova. Tri snímky HST, exponované 2 roky po vzplanutí, sú prvými fotografiami galaxie, ktorá hostí GRB. (GRB 980 425 a supernova 1998bw sa nachádzajú v oblasti bohatej hviezdotvorby v ramene špirálovej galaxie ESO 184-G82.

svetla. Ak fotóny emituje horúci zdroj (ktorý má navyše veľkú rýchlosť), nemôžu sa šíriť na všetky strany, ale sformujú sa do úzkych, laser pripomínajúcich lúčov, kolmých na povrch zdroja. Čím rýchlejšie sa povrch umierajúcej hviezdy rozpína, tým je lúč fotónov užší. Jedným z dôsledkov relativity je, že sa „veľmi rýchlo sa pohybujúce povrchy nikdy naplno neprejavia“. Pozemskí pozorovatelia vidia z nich iba malú časť. Ak pozorujete iba malú časť, nemôžete s istotou povedať, či ide o rozpínajúcu sa guľu, alebo iba o kužeľ.

Prvý dosvit

Model GRB sa dramaticky spresnil v roku 1977, keď sa objavili prvé dosvity (afterglows) v röntgenových, optických a rádiových emisiách, ktoré možno detegovať aj týždeň či mesiace po vzplanutí. Dosvity pripomínajúce ohnivé gule vznikajú vtedy, keď výtrysk penetruje medzi hviezdne médiá aj hmotu, ktorú vyvrhla zanikajúca hviezda. V dôsledku týchto kolízií sa rýchlosť výtrysku počas času dosvitu znižuje. Keď rýchlosť klesne pod kritickú hranicu, vtedy môžeme pozorovať „okraj výtrysku“, čo je dôkaz, že nejde o sféru, pretože ohnivé gule nemajú výrazný okraj.

V roku 1977 využil tieto poznatky James Rhoads z Inštitútu HST, ktorý vypracoval jednoduchý diagnostický test, tzv. „jet break“. Podľa jeho teórie výtrysk, ktorý vznikne do ob-

lakov hmoty, stráca rýchlosť a začína sa rozpínať do strán. V tej chvíli svietivosť dosvitu začne pohasínať, pretože svetlo sformované v úzkom kužeľi sa začne rozptyľovať. To sa okamžite prejaví na tvare „svetelnej krivky“ (ide o grafické znázornenie vzťahu svietivosť/čas). Od tejto chvíle začne svietivosť klesať oveľa rýchlejšie.

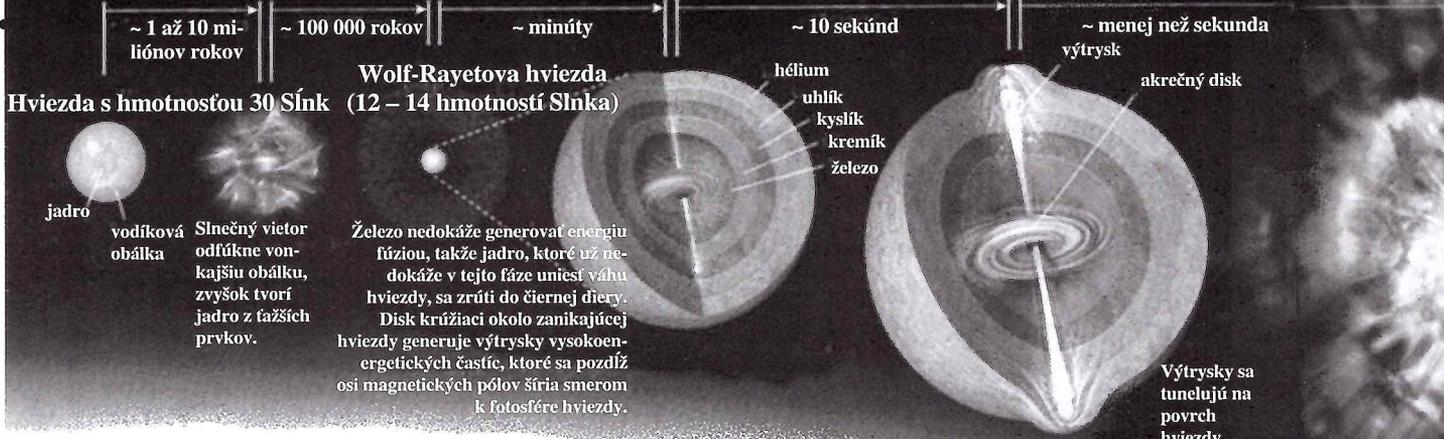
O dva roky neskoršie Re'em Sari z Caltechu pozoroval 3 rozdielne GRB, pri ktorých sa výtrysky správali rovnako. Z toho usúdil, že pozorovania tohto úkazu sa musia začať bezprostredne potom, ako sa „výtrysk zlomí“.

V nasledujúcich rokoch Dale Frail a Kulkarni Sari, pracovníci National Radio Observatory, skúmali svetelné krivky 17 dosvitov GRB na rozličných vlnových dĺžkach. Keď sa potvrdilo, že energia žiarenia gama sa šíri kužeľovito, pokúsili sa vypočítať uhol jednotlivých výtryskov, pričom vychádzali z času, keď sa výtrysky zlomili. Výsledok: čím neskoršie sa výtrysk po vzplanutí zlomil, tým väčšia bola hodnota „otvorenia uhla“. Zároveň sa ukázalo, že väčšina výtryskov mala iba niekoľkostupňový uhol.

Meranie energií GRB

Vedci sú presvedčení, že medzi veľkosťou uhla výtrysku a svietivosťou vzplanutí gama je priama závislosť: úzke výtrysky sú svietivejšie ako širšie. To bol významný pokrok. Ešte pred niekoľkými rokmi sa predpokladalo, že uhol

Kolapsarový model, vysvetľujúci vzplanutie žiarenia gama



priemerného výtrysku má až 20 stupňov. Dnes vieme, že priemerná hodnota kužeľov kolíše okolo 4 stupňov.

Čo z toho vyplýva? Predovšetkým: ak majú výtrysky taký úzky uhol, potom zo Zeme dokážeme pozorovať iba 1 z 500 až 1000 takýchto udalostí, pretože sú nasmerované iným smerom. Zo štatistiky vyplýva, že každý deň vzplanie na oblohe 1500 GRB, čo znamená, že každú minútu sa zrodí jedna čierna diera s hmotnosťou Slnka. Tento odhad je konzistentný aj s poznatkami, že iba 1 percento hviezd má takú hmotnosť, ktorá im dovoľuje kolabovať v záverečnom štádiu do čiernej diery.

Výpočty uhlov umožňujú oveľa presnejší odhad energie, ktorý sa počas gama – vzplanutí uvoľní. Je pozoruhodné, že hodnota uvoľnenej energie je konštantná: okolo 10^{51} ergov. Zdá sa, že GRB sú „štandardné bomby“, ibaže energetickejšie ako supernovy. Dnes už síce nemôžeme tvrdiť, že GRB sú najväčšími explóziami v prírode, platí však, že GRB sú najsvietivejšími explóziami po big bangu!

Pred spresnením výpočtu uhlov teoretici odhadovali energiu GRB na 10^{54} ergov. Aktuálna, nižšia hodnota, zodpovedá modelom, ktoré porovnávajú GRB so supernovami.

Smrteľný zápas

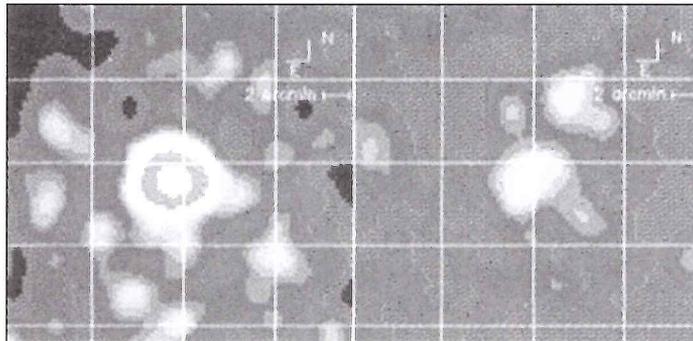
Výtrysky sú integrálnou súčasťou modelu takzvaných „kolapsarov“, ktorý vyvinul Stan Woosley z kalifornskej univerzity. Podľa tohto dnes najuznávanejšieho modelu GRB a supernovy sa prejavujú v rovnakom okamihu, pretože ich generuje rovnaký zdroj energie: konečný kolaps masívnej rotujúcej hviezdy, po ktorom vznikne čierna diera opásaná špirálujúcim diskom hmoty. Rotujúca čierna diera a okolo nej krúžiaci disk vytvárajú magnetické pole, ktoré vystreľuje častice z disku do dvoch protismerných výtryskov, šíriaci sa do priestoru pozdĺž rotačnej osi hviezdy. Silný vietor z disku roztrhá zvyšky hviezdy, pričom výtrysky penetrujúce túto „vyfúkanú hmotu“ generujú emisie gama. Zvyšok hviezdnej obálky sa rozptyľuje pomalšie, pretože rovnaké množstvo energie je skoncentrované vo väčšom balíku hmoty – v čiernej diere.

Ešte v nedávnej minulosti považovali vedci GRB a supernovy za dva rozličné úkazy. Podľa

Wosleyovho modelu ide o dva rozličné prejavy jednej explózie, pričom supernovy s príznakmi GRB tvoria 1 percento, v ostatných prípadoch ide najmä o kolaps do neutrónovej hviezdy.

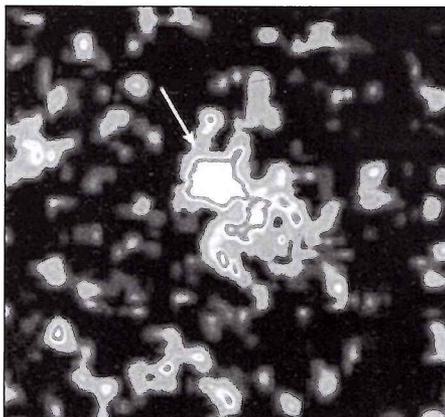
Woosleyovu teóriu podporujú aj pozorovania oblastí, kde sa rodia mladé hviezdy. Zistilo sa, že tam, kde sa rodia mladé hviezdy, obvykle zaniká aj veľký počet masívnych hviezd, ktorých explózie v záverečnom štádiu života zahusťujú výbuchmi rozptýlenú hmotu a medzi hviezdnu hmotu do prachoplynových oblakov. V nich sa po čase narodia nové hviezdy.

Ďalšie sugestívne dôkazy o súčasných GRB dodal XMM-Newton Telescope. James Reeves z Leicesterskej univerzity využil údaje tohto satelitu na spektrálnu analýzu dosvitu a zistil



Prvý dosvit vzplanutia gama v röntgenovej oblasti zaznamenal satelit Bepo/SAX osem hodín potom, ako bolo 28. februára 1977 zaznamenané na rovnakom mieste vzplanutie gama. Dosvity pomáhajú hviezdárom upresniť vzdialenosť GRB i ich hostiteľských galaxií.

Prvý optický dosvit bol získaný z rovnakého zdroja. Na snímke z HST ukazuje šípka na biely dosvit. Ďalšie tri biele hrčky sú asi časti hostiteľskej galaxie.



prítomnosť horčíka, kremíka, síry, argónu a vápnika, napospol prvkov, ktoré sa uvoľňujú do priestoru po výbuchu supernovy.

Woosleyova teória má čoraz viac prívržencov. On sám pripomína: „Ešte pred desiatimi rokmi väčšina kolegov vyznávala 'termojadrový' model, podľa ktorého generátorom žiarenia gama mala byť rýchla akcelerácia hmoty presúvajúcej sa zo súptútnika do neutrónovej hviezdy, generujúcej v silnom magnetickom poli teplo. Táto predstava sa ukázala ako pomýlená. Viem to, pretože aj táto teória vychádzala z môjho modelu. Aj nový, 'kolapsarový' model má ešte mnoho, ktoré treba vychytať. GRB sú produktom explózií masívnych hviezd, to vieme. Tento mechanizmus je však do značnej miery nejasný.“

Vedci síce vedia, ako výtrysky vznikajú, ale ešte si nie sú načístopom, čo ich tvorí. Predpokladá sa, že ide o vodík, najštandardnejší kozmický materiál, vodík vo forme protónov a elektrónov. Úplnou záhadou je aj zdroj energie, ktorá urýchľuje výtrysky na relativistické rýchlosti a formuje lúče do takých úzkych kužeľov. Kulkarni: „Čo je tento mysteriózny motor, ktorý produkuje takú gigantickú energiu, a pritom pracuje s takou neuveriteľnou presnosťou?“ Sformovať výtrysk s uhlom 1 stupeň možno prirovnať k zručnosti pekára pizzy, ktorý ju dokáže rozporcovať na 360 častí. Príroda, ako vidieť, to dokáže.“

Vedcov fascinuje aj zarážajúca „konštantnosť energie“ vo výtryskoch, ktorej príčinou je čosi, čo explózii predchádza. Je to tak, akoby sa suma 100 000 dolárov menila v banke iba na tisícovky, a nie aj na 10, 50, 100 či 10 000-ové bankovky. V pochopení tohto „čosi“ je kľúč k problému.

Vedcov fascinuje aj zarážajúca „konštantnosť energie“ vo výtryskoch, ktorej príčinou je čosi, čo explózii predchádza. Je to tak, akoby sa suma 100 000 dolárov menila v banke iba na tisícovky, a nie aj na 10, 50, 100 či 10 000-ové bankovky. V pochopení tohto „čosi“ je kľúč k problému.

Svetlá budúcnosť GRB

Astronómovia sa snažia spresniť znalosti o vlastnostiach výtryskov. Kumar: „Vychádzame z modelu kužela vybraného z gule, ibaže tieto útvary nemusia byť dokonalými kužeľmi. Rozličné časti výtryskov sa prejavujú rozličnými rýchlosťami.“

V téže době byla poprvé pozorována proslulá „světelná ozvěna“, typická pro novy a případně supernovy. Jde v podstatě o postupné ozařování již dříve vyvrženého materiálu světlem náhlého vzplanutí. Rozměry světelné ozvěny rostou rychlostí světla, což mj. umožňuje odhadnout za určitých předpokladů vzdálenost objektu od nás. V našem případě rostl úhlový průměr světelné ozvěny rychlostí $0,54''/d$, takže koncem března dosáhl hodnoty $27''$. Odtud vyšla podle U. Munariho aj. vzdálenost objektu 790 pc. V březnu 2002 se mnohé absorpční čáry a pásy změnil v emisní, což nasvědčovalo zředění plynných i prachových obalů a teplota dále klesala na 4 kK. K další nápadné změně spektra došlo v polovině dubna 2002, kdy hvězda zčervenala na spektrální typ gM5 s pásy TiO a dalších molekul, tj. teplota fotosféry odpovídala už jen 3 kK. Koncem dubna zobrazil světelnou ozvěnu HST kamerou ACS a série těchto snímků v časovém sledu se pak stala nejenom astronomickým snímkem roku, ale jedním z nejkrásnějších záběrů HST vůbec, jak se mohou snadno přesvědčit návštěvníci internetu nebo majitelé české Hvězdářské ročenky na r. 2004. Ozářená slupka kolem V838 Mon má totiž velmi zajímavou strukturu s mnoha koncentrickými prstenci, oblouky a vlákny, jež výbuch hvězdy postupně zviditelňuje. Snímky z HST však vedly k podstatně větší vzdálenosti objektu. H. Bond aj. ji odhadují přibližně na 5 kpc s chybou kolem 40%, čemuž by odpovídala maximální absolutní hvězdná velikost objektu -8 mag.

Další změny chování objektu se však nepodařilo zaznamenat přímo, jelikož V838 Mon se skrývala až do konce srpna 2002 za Sluncem. Když se vynořila, byl centrální objekt na minimu jasnosti 16,0 mag ve vizuální části spektra a světelná ozvěna se dále rozprostřela a slábala; uprostřed byla tmavá dutina o průměru $15''$. Světlo ozvěny jevílo 45% polarizaci. Počátkem října 2002 bylo spektrum V838 Mon klasifikováno jako M10 III, takže maximum jasnosti se posunulo hluboko do infračervené oblasti spektra. Koncem října už spektrum odpovídalo spíše teplejším hnědým trpaslíkům než hvězdám, neboť se v něm mj. objevily pásy vody! Současně se opět změnil odhady vzdálenosti objektů až na neuvěřitelných 10,5 kpc, což má přirozeně závažné důsledky pro odhad energie vyzařené během výbuchu. Hvězda byla patrně počátkem r. 2002 nejsvítlivější hvězdou Galaxie vůbec! Podle D. Banerjeeho a N. Ashoka však už po čtyřech měsících od konce vzplanutí klesla efektivní teplota jejího povrchu na pouhé 2,5 kK a hmotnost vyvrženého materiálu dosáhla až $10^{-5} M_{\odot}$. Koncem roku dosáhla rozpínající se obálka úhlového průměru $60''$.

G. Fritz Benedict aj. využili pointeru FGS3 HST ke změření trigonometrické paralaxy proměnné hvězdy δ Cephei o hmotnosti $4 M_{\odot}$, jež je prototypem cefeid a s výjimkou Polárky též nejbližší známou cefeidou. Dostali tak vzdálenost 273 pc, která je určena téměř čtyřikrát přesněji než hodnota zjištěná před časem družicí HIPPARCOS. Změřili též vlastní pohyb hvězdy $0,017''/r$, v naprosté shodě s výsledkem měření družice HIPPARCOS. Stejným způsobem změřili též paralaxu prototypu proměnných třídy RR Lyrae a obdrželi tak vzdálenost 262 pc. To zajisté přispěje k lepší kalibraci vzdáleností ve vesmíru pomocí tohoto typu proměnných hvězd. Jak uvedli G. Bono aj., je totiž zmíněná vzdálenost ve výborné shodě s tzv. pulsační paralaxou 259 pc.

N. Evansová aj. se zabývali změnami pozorovaných hodnot pro Polárku, jež je – jak známo – pulsující cefeidou sp. třídy F7 Ib. Za poslední půlstoletí se amplituda optických pulsací výrazně snížila, kdežto její pulsační perioda 4,0 d se prodlužuje tempem 3,2 s/r. Její vzdálenost od nás činí 132 pc, takže její absolutní hvězdná velikost dosahuje $-3,6$ mag a hmotnost $6 M_{\odot}$. Polárka má přinejmenším tři vizuální průvodce v úhlových vzdálenostech $19''$, $43''$ a $83''$. J. Davis aj. ukázali, že během posledních 90 let klesla amplituda světelných změn z 0,12 na 0,02 mag, avšak v poslední době se opět mírně zvýšila na 0,03 mag. D. Turner a J. Burke využili měření poloměru 13 jasných cefeid ke zlepšení empirického vztahu mezi poloměrem cefeid a trváním jejich periody světelných změn. Odtud se pak odvíjí i zlepšení kalibrace stupnice vzdálenosti galaxií, založené převážně na pozorování cefeid v nich.

M. Reid a J. Goldston odhalili příčinu výrazných periodických poklesů jasnosti až o 8 mag u hvězdy o Ceti, jež je prototypem pulsujících proměnných hvězd – mirid. Jakmile se totiž atmosféra hvězdy lehce ochladí, kondenzuje v ní tolik TiO, že zcela pohltí viditelné záření zvnitřku hvězdy, což má za následek prudké rozepnutí fotosféry až na dvojnásobek klidové hodnoty. Tím se však teplota fotosféry sníží až na 1400 K, energie se vyzářuje převážně v infračerveném oboru spektra a hvězda ztmavne ve viditelném světle. G. van Belle aj. určili pomocí interferometrů IOTA a PTI úhlové průměry 22 mirid v rozmezí $0,004 - 0,022''$. Měření miridy jsou od nás vzdáleny 115 – 1140 pc; mají efektivní teploty 1,99– 3,25 kK; lineární poloměry 236 – 801 R_{\odot} a pulsují většinou v základním módu resp. na 1. harmonické frekvenci. Speciálně pro Miru Ceti dostali při vzdálenosti 121 pc absolutní hvězdnou velikost $-7,8$ a poloměr $470 R_{\odot}$. Tak se zvýšil počet mirid s dobrými parametry na 37. K miridám patří též proměnná R Hya, kterou objevil již r. 1662 gdaňský hvězdář Hevelius. Jak zjistili A. Zijlstra aj., do r. 1950 se její perioda pulsací lineárně zkracovala z 495 d na 385 d a od té doby je stálá. Amplituda pulsací dosahuje pouze něco přes 2,5 mag, zatímco u ostatních mirid nejméně 4 mag a maximálně 10 mag. Autoři soudí, že výrazné změny periody souvisejí s epizodou větší ztráty hmoty hvězdy někdy před r. 1750, což by mohlo vysvětlit, proč řada červených obrů na asymptotické větvi diagramu H-R je obklopena soustřednými prstenci materiálu.

T. Mizerski a M. Bejger využili obsáhlého pozorovacího materiálu o jasnostech hvězd, získaných v projektu OGLE II (hledání gravitačních mikročerek ve výduti Galaxie) k rozpoznání 3969 nových proměnných hvězd a jejich klasifikaci. U 762 hvězd se podařilo určit periodu světelných změn; z toho je 110 těsných kontaktních dvojhvězd a 71 proměnných typu RR Lyr. Ukazuje se též, že všichni červení trpaslíci třídy M patří mezi proměnné hvězdy.

2.6.3. Symbiotické hvězdy a chemicky pekulární hvězdy

C. Quiroga aj. určovali vlastnosti symbiotické dvojhvězdy AR Pavonis, skládající se z horké složky o hmotnosti $1,0 M_{\odot}$ a obří hvězdy o hmotnosti $2,5 M_{\odot}$. Složky kolem sebe obíhají po kruhové dráze v periodě 605 d a horká složka je obklopena akrečním diskem, napájeným plynem přetékajícím z obra třídy M3 III, jenž vyplňuje Rocheův lalok. Horká složka je patrně bílý trpaslík, protože je obklopen planetární mlhovinou. Jak ukázali C. Brocksope aj., skládá se známá symbiotická dvojhvězda V1016 Cygni, vzdálená od nás 2 kpc, z bílého trpaslíka a miridy, jež kolem sebe obíhají v periodě 15 r při vzájemné vzdálenosti 84 AU. Interakce mezi složkami je však přesto výrazná, protože z bílého trpaslíka vyvěrá bipolární výtrysk, pozorovatelný ve spektru čáry [O III].

Ostatně též T. Iijima zjistil, že i když v symbiotických dvojhvězdách nevyplňují složky soustavy Rocheovy laloky zcela, dochází tam přesto k přenosu hmoty mezi složkami tempem až $10^{-7} M_{\odot}/rok$.

A. Evansovi aj. se podařilo pozorovat pomocí submilimetrového radioteleskopu JCMT na vlnových délkách 450 a 850 μm objekt **Sakurai** (V4334 Sgr), jenž se zjasnil jako nova v r. 1996 a od té doby vykazuje charakteristiky jádra vznikající planetární mlhoviny. Bílý trpaslík je obklopen horkým prachem, jenž uniká z jeho okolí tempem několiknásobků $10^{-7} M_{\odot}/\text{r}$. Úhlový průměr prachové slupky dosáhl v srpnu 2001 hodnoty $0,055''$. Vše nasvědčuje tomu, že vzplanutí v r. 1996 způsobil závěrečný heliový záblesk hvězdy na špičce asymptotické obří větve diagramu H-R, takže hvězda nyní doslova před našima očima směřuje k fází bílého trpaslíka za současného vzniku planetární mlhoviny. Dokazují to též spektra zakázaných emisních čar N a O, nalezená v polovině r. 2001 pomocí spektrografu VLT ESO na Cerro Paranal. Zatímco ještě r. 1997 činila efektivní teplota hvězdy pouze 5,5 kK, dosáhla v r. 2001 hodnoty 20 kK. Pomocí teleskopu IRTF se podařilo v srpnu 2002 odhalit ve středním infračerveném pásmu absorpce Si, jež svědčí o vzniku vlažného prachu o teplotě pouhých 430 kK kolem hvězdy, jejíž infračervený zářivý výkon tak stoupl o 40%. Podle J. Castory aj. kondenzuje kolem hvězdy červený cirkumstelární disk, podobající se diskům u hvězd FG Sge nebo V605 Aql.

C. Deliyannis aj. zjistili, že hvězda J37 ve hvězdokupě **Hyády** má o řád vyšší zastoupení lithia, než jaké se vyskytuje v meteoritech. Považují to za důkaz difuze prvků v atmosférách hvězd s efektivní teplotou 6900 – 7100 K, což pak vede k chemicky pekuliárním hvězdným spektrům.

2.6.4. Planetární mlhoviny a bílí trpaslíci

H. Imai aj. zjistili pomocí interferometru VLBI, že hvězda **W43A** (Aql) ve vzdálenosti 2,6 kpc je v mikrovlnném pásmu radiových vln ozdobena dvěma úzkými protilehlými výtrysky vodního maseru, v nichž plyn z červeného obra proudí pryč od hvězdy rychlostí 150 km/s v podobě tryskajícího vodotrysku. Výtrysky se vlivem precese stáčíjí do šroubovice patrně až do vzdálenosti 0,3 pc od hvězdy. Autoři se domnívají, že výtrysky podléhající precesi jsou staré pouze 30 roků a hvězda sama právě vstupuje do fáze vzniku planetární mlhoviny, takže během nejbližšího tisíce let se zde utvoří protáhlá mlhovina. M. Claussen odtud vyvozuje, že právě takto vzniká typický **nesférický tvar** většiny planetárních mlhovin, ovlivněný navíc silným magnetickým polem červeného obra. Protáhlé jsou též všechny planetární mlhoviny v těsných dvojhvězdách. Nejprotáhlejší planetární mlhovinu zobrazil loni HST. Jde o objekt **He 3-401**, vzdálený od nás 3 kpc. Mlhovina sama je stará pouze několik málo tisíc let.

N. Sterling aj. objevili díky družici FUSE poprvé čáru Ge III (109 nm) v daleké ultrafialové oblasti spektra planetární mlhoviny **NGC 3132**. Jelikož čára je nejméně o řád intenzivnější než se očekávalo, jde o přímý důkaz, že v červených obrech probíhá vznik prvků těžších než železo zachycováním pomalých neutronů v atomových jádrech.

Zatímco v průběhu minulého století se podařilo identifikovat zhruba 1500 planetárních mlhovin, jejichž generální katalog publikoval v r. 2001 náš krajan L. Kohoutek, nové přehledky zřejmě tento počet podstatně zvýší. Pomocí Schmidtovy komory UKST s průměrem zrcadla 1,2 m, instalované na observatoři Siding Spring v Austrálii, se podařilo během přehledky v čáře H α podél 70% rozsahu v blízkém okolí galaktické roviny najít **dalších 1000 dosud neznámých planetárních mlhovin** a další stovky v oblasti galaktické výdutí.

H. Richer aj. využili 17 Mpix kamery ACS HST k objevu 600 bílých trpaslíků na 8 dnů trvající expozici **kulové hvězdokupy M4** (Sco) s mezní hvězdnou velikostí 30 mag. Snažili se nalézt nejvíce vychladlé bílé trpaslíky, jelikož křivka poklesu teploty s časem je pro tyto hvězdy dobře kalibrována. Odtud jim vyšlo stáří kulové hvězdokupy ($12,7 \pm 0,7$) Gr, což je v souladu s nyní přijímaným stářím vesmíru 13,5 Gr. Hvězdokupa je od nás vzdálena 2 kpc.

J. Provençal aj. zkoumali bílého trpaslíka **Prokyon B** v širokém pásmu 180 ÷ 1000 nm pomocí spektrografu HST STIS. Ve spektru našli čáry C, Mg II a Fe a z průběhu spojitého spektra odvodili efektivní teplotu povrchu hvězdy 7700 K a její poloměr $0,012 R_{\odot}$. R. Scholzovi aj. se podařilo objevit velmi volný **pár chladných bílých trpaslíků** v polohách 2231-7514 a 2231-7515 ve vzdálenosti 15 pc od Slunce. Objekty 16,6 a 16,9 mag jsou od sebe úhlově vzdáleny $93''$ a vykazují shodný vlastní pohyb úhlovou rychlostí $1,9''/\text{r}$. Oba trpaslíci patří k velmi staré diskové populaci hvězd, čemuž odpovídá neuvěřitelně nízká efektivní teplota 3,8 a 3,6 kK. G. Ramsay aj. našli naopak velmi těsný pár bílých trpaslíků **RX J1914+24** s velmi krátkou oběžnou dobou 9,5 min. Zatímco menší a hmotnější trpaslík v páru je silně magnetický, jeho větší a lehčí průvodce má jen velmi slabé magnetické pole. Pokud přitom nerotuje synchronně, vytváří se mezi ním a magnetickým trpaslíkem extrémně silné elektrické pole a to je důvod, proč objekt výrazně září v rentgenovém oboru. Do jisté míry to připomíná situaci Jupiteru se silným magnetickým polem a Galileových družic, mezi nimiž a planetou probíhají velmi silné elektrické proudy.

Pozorování pomocí HST ukázala že **staří bílí trpaslíci** náležejí ke dvěma různým populacím. První populaci představují bílí trpaslíci v tlustém disku Galaxie, kdežto příslušníci druhé populace tvoří halo naší Galaxie. V okolí Slunce se pak vyskytují zástupci obou populací a tvoří pro svou nepatrnou svítivost větší část skryté hmoty v této části Galaxie.

3. Neutronové hvězdy a hvězdné černé díry

3.1. Supernovy a jejich pozůstatky

Moderní **přehledky supernov** rychle rozšiřují počty známých supernov – do konce r. 2001 jich bylo v katalozích už více než 2100 a tempo jejich objevování se stále zvyšuje. Podle S. Maurera a D. Howella k přelomu došlo v r. 1989, kdy byly zahájeny poloautomatické přehledky. Do objevování velmi vzdálených supernov se zapojil i japonský 8,2 m reflektor Subaru na Mauna Kea, jehož mezní hvězdná velikost v blízkém infračerveném pásmu I dosahuje 26 mag a dokáže tak odhalit supernovy do 25 mag, což přibližně odpovídá červeným posuvům do $z = 1,0$. Během jediné lednové noci v r. 2002 tak tamější astronomové našli rovnou neuvěřitelných 25 supernov. Dalších 29 supernov objevili porovnáním se třemi snímky těchto galaxií z října až prosince 2001.

Také HST objevuje pilně supernovy při mezní hvězdné velikosti až 28 mag, tj. nezřídka až do 27 mag. S. van Dyk aj. využili HST k revizi identifikace předchůdce jasné **supernovy 1993J** v galaxii M81 (NGC 3031). Ukázalo se, že předchůdcem byl raný veleobr sp.

třídě K, jež dosáhl v maximu absolutní hvězdné velikost -7 mag a jehož hmotnost činila před výbuchem $13 - 22 M_{\odot}$. B. Sugerman a A. Crots našli na snímcích HST minimálně 2 světelné ozvěny kolem této supernovy, což vysvětlují existenci mezihvězdných mlhovin 81 a 220 pc před supernovou ve směru zorného paprsku. Jedno z mračen má rovinou souměrnosti skloněnou ke galaktickému disku, zatímco druhé je s tímto diskem rovnoběžné. Samu supernovu klasifikují jako objekt třídy II, tj. masivní předchůdce se zhroutil vlastní gravitací.

Již 29. ledna 2002 vzplanula jasná **supernova 2002ap** v galaxii M74 (NGC 628) v souhvězdí Ryb, vzdálené od nás 7 Mpc. Spektrum s několika velmi širokými absorpcemi a bez čar poněkud připomíná proslulou hypervonu 1998bw, ztotožněnou se vzplanutím gama GRB 980425. Objekt 2002ap se však odlišuje nepatrným radiovým zářením a rovněž spektrem, které spíše odpovídá veleobru třídy F, a navíc se svítivostí blíží jasným modrým proměnným hvězdám (LBV). Již 4. den po vzplanutí bylo družicí Newton objeveno její rentgenové záření a dalekohled UT3 VLT změřil rychlost rozpínání plyných obalů na rekordních 45 000 km/s. O tři dny později dosáhla maximální jasnosti $R = 12,5$ mag. Odhaduje se, že absolutní hvězdná velikost supernovy v době maxima činila $-16,9$ mag v modrém oboru spektra. Osmý den po vzplanutí však Japonci našli spektrální profily P Cyg, z nichž vychází rychlost rozpínání plyných obalů supernovy o standardní hodnotě 16 000 km/s. Počátkem března se podařilo v infračerveném spektru supernovy identifikovat čáry Mg II, Si, II, Mg I, C I, Ca II a O I. Jak uvedli P. Mazzali aj., supernova 2002ap se nejvíce podobá hypervově 1997ef. Vyvržená látka avšak dosáhla hmotnosti jen $5 M_{\odot}$, což vysvětluje, proč se její světelná křivka vyvíjela dvakrát vyšším tempem než u 1997ef. S výbuchem supernovy nesouvisí žádné vzplanutí gama a také její radiové záření je zcela slabé. S. Smartt aj. porovnávali supernovu se snímky galaxie M74, pořízenými od r. 1994, ale na daném místě není vidět žádný hvězdný objekt svítivější než $-6,3$ absolutní hvězdné velikosti.

R. Sankrit aj. studovali vlastní pohyby vláken v proslulé **smyčkové mlhovině v Labuti** (Cygnus Loop) porovnáním snímků HST z let 1997 a 2001. Vlastní pohyby dosáhly $0,08''/r$ a odtud vyplývá, že tento pozůstatek po anonymní prehistorické supernově je od nás vzdálen jen 430 pc – dvakrát blíže, než se dosud uvádělo. K překvapivému závěru však vzápětí dospěli B. Uyaniker aj. na základě pozorování obřím radioteleskopem v Effelsbergu na frekvenci 2,7 GHz. Jde totiž ve skutečnosti o překrývající se obrazy pozůstatků dvou různých supernov; severní složka s souřadnicích 2051+31 vybuchla dříve ve vzdálenosti 770 pc, kdežto jižní složka se souřadnicemi 2050+29 je blíže a v jejím centru se nachází bodový rentgenový zdroj AX J2049.6+2939.

P. Winkler a M. Kankl tvrdí, že nejjasnější supernovou astronomické historie byla zřejmě **SN 1006** (Lup), která navzdory nízké deklinaci -38° byla pozorována i v Itálii, Francii a dnešním Švýcarsku. Nejlepší údaje pak pocházejí z pozorování astronomů východního Středomoří (Egypt, Irák, Sýrie) a Dálného východu (Čína, Japonsko). Podle spektrálních měření pozůstatku po této supernově vyšla P. Ghavamianovi aj. vzdálenost supernovy 2 kpc a třída Ia. Odtud mj. vyplývá pozorovaná hvězdná velikost supernovy v maximu $-7,5$ mag.

Díky opakovaným snímkům HST v optickém oboru a měřením družice Chandra v rentgenovém oboru spektra v intervalu od srpna 2000 do dubna 2001 se podařilo sestavit animaci pohybů v **Krabí mlhovině**, která je pozůstatkem po supernově z r. 1054. Jsou tam vidět výtrysky dosahující rychlosti až $0,5 c$, rozpínající se prstence a rázové vlny, turbulentní víry a další pozoruhodné úkazy, svědčící o nádherné fyzice horkého magnetického plazmatu bezmála tisíciletí po vlastní příčině.

P. Slane aj. studovali pomocí družice Chandra **pozůstatek 3C-58** po supernově z r. 1181 (Cas), jež byla tehdy po půl roku vidět očima. V kompaktní mlhovině našli rentgenový pulsar J0205+64 – neutronovou hvězdu rotující v periodě 65 ms, která má poloměr 12 km a efektivní teplotu jen $1,1 MK$, což je překvapivě málo v porovnání s přijímanými modely vychlazení neutronových hvězd po výbuchu supernovy. Autoři se domnívají, že chlazení mohou urychlit neutrino, pokud ovšem jde ve skutečnosti o tzv. kvarkovou hvězdu, ale ta by zase měla mít výrazně menší poloměr než 12 km. F. Camilo aj. objevili pomocí obřím radioteleskopu GBR v Green Banku v téže poloze slabounký radiový pulsar ve vzdálenosti 3,2 kpc od nás se shodnou impulsní periodou, ale z brzdění rotace neutronové hvězdy jim vychází příliš vysoké stáří neutronové hvězdy 5400 r. Nejde však zdaleka o první případ, kdy takto určené stáří neutronové hvězdy příkře nesouhlasí se stářím z historických pozorování jasných supernov.

U. Hwang aj. pozorovali pomocí družice Chandra s úhlovým rozlišením $0,5''$ vnější rázovou vlnu v pozůstatku po **Tychonově supernově** třídy Ia z r. 1572 (Cas) a ukázali, že šlo o mimořádně homogenní výbuch.

S. Merenghetti aj. objevili pomocí družice Newton bodový rentgenový zdroj J2323+58 jen $7''$ od centra rozpínání optické obálky pozůstatku po lehce záhadné **supernově Cas A**. Pravděpodobně jde o pomalu rotující neutronovou hvězdu, vzdálenou od nás 3,4 kpc o povrchové teplotě 8 MK a s indukcí magnetického pole na povrchu 100 MT. Výstředná poloha odpovídá maximální projekci příčné rychlosti hvězdy vůči mlhovině 340 km/s, takže téměř určitě jde skutečně o pozůstatek supernovy, která podle těchto měření vzplanula kolem r. 1680 a nejspíš unikla pozornosti tehdejších astronomů.

S. van de Bergh se zabýval historickou **supernovou S And** (1885) a prokázal rozborem její útržkovitě měřené světelné křivky, že šlo o supernovu třídy Ia, která byla v maximu viditelná očima, neboť dosáhla $5,85$ mag.

Konečně R. Plotkin a G. Clayton určovali světelnou křivku předchůdce **supernovy 1987A** ve Velkém Magellanově mračnu. Z harvardského archivu fotografických snímků od r. 1897 do r. 1948 zjistili, že kandidát výbuchu modrý veleobr Sk-69°202 nejevil po celý interval žádné měřitelné ($>0,5$ mag) změny jasnosti. Současně se neustále zjasňuje okolí pozůstatku po supernově, v souladu s představou, že po výbuchu se okolním prostorem šíří rázové vlny o maximální rychlosti 15 000 km/s. Následkem toho byl v r. 2002 radiový pozůstatek po supernově jasnější než týden po vlastním výbuchu a v mlhovinovém prstenci kolem pozůstatku svítí už na deset horkých skvrn, nádherně zobrazených na snímcích HST jako ohnivý náhrdelník. Tyto skvrny označují místa střetu rázové vlny s původním cirkumstelárním materiálem, který hvězd ztrácela ve fázi veleobra. Podle B. Sugermana aj. se skvrny posouvají směrem od pozůstatku rychlostí 3000 km/s, což představuje dolní hranici pro šíření rázových vln. T. Tanakovi a H. Washimi se podařilo objasnit pozorování prstenců trojrozměrným magnetohydrodynamickým modelem interagujících hvězdných větrů ve fázích červeného a modrého veleobra, které předcházely explozi supernovy asi o 1600 let. Vítr z modrého veleobra byl totiž rychlejší a tak tehdy dostihl starší vítr z červeného veleobra.

D. Richardson aj. využili **katalogu supernov** z observatoře Asiago pro stanovení průměrných absolutních bolometrických hvězdných velikostí (M_b) různých podtříd supernov, jež vzplanuly ve vzdálenostech do 1 Gpc. Ukázali, že možná pětina všech supernov patří do tří-

dy podsvítivých s $M_b = -15$. K nejsvítivějším patří klasické SN Ia ($M_b = -19,46$ mag; jde o docela dobré standardní svíčky prakticky téže svítivosti, což souvisí s tím, že předchůdci tohoto typu jsou bílí trpaslíci s toutéž hmotností na Chandrasekharově mezi), dále pak hypernovy Ib a Ic ($-20,26$) a obyčejné supernovy týchž tříd ($-17,61$). Pro supernovy třídy II vycházejí nejvyšší hodnoty ($-19,15$) pro podtřídou II_n, po níž následují supernovy II-L ($-18,03$) a konečně II-P ($-17,00$).

R. Pain aj. využili obsáhlého pozorovacího materiálu o supernovách ve vzdálených galaxiích k odhadu četnosti jejich výskytu v galaxiích o bolometrické svítivosti $10^{10} L_{\odot}$. Zjistili, že ve vzdálenostech do 1 Gpc vzplane v modelové jednotkové galaxii 0,6 supernov třídy Ia za století. Četnost těchto supernov je přirozeně úměrná skutečné bolometrické svítivosti reálných galaxií. Podle H. Janka tak v naší pozorovatelné části vesmíru vzplane supernova v průměru jednou za sekundu!

M. Hamuy a P. Pinto zjišťovali kvalitu **standardních svíček** supernov Ia a odhadli přesnost takto určených kosmologických vzdáleností mateřských galaxií na 7%. Kalibraci méně svítivých, ale zato mnohem početnějších supernov třídy II pomocí korelace svítivosti s rychlostí rozpínání plyných obalů se jim zdařilo určit jejich střední bolometrickou hvězdnou velikost s chybou do $\pm 0,2$ mag, tj. vzdálenost lze pak určit s chybou do 9%. A. Clocchiatti aj. studovali světelné křivky pěti standardních svíček – supernov třídy Ia, objevených v první třetině r. 1999 ve středních kosmologických vzdálenostech s červenými posuvy $z \approx 0,5$. Tím potvrdili, že A. Riess a S. Perlmutter mají pravdu, když zjistili, že supernovy v této vzdálenosti jsou asi o 0,25 mag slabší, než by měly být podle standardního kosmologického modelu. Odtud vyplývá, že tempo rozpínání vesmíru v druhé polovině jeho dosavadní existence opět roste zásluhou nenulové hodnoty kosmologické konstanty.

W. Warren a C. Fryer využili současného čtvrtého nejvýkonnějšího superpočítače světa IBM RS/60000 SP k prvnímu **trojrozměrnému modelování** průběhu překotného hroucení (gravitačního kolapsu) velmi hmotné nerotující hvězdy, což je pochopitelně velké zjednodušení reálného průběhu výbuchu supernovy třídy II, jež bylo nutné pro uskutečnění náročných výpočtů v přijatelném čase jednoho měsíce (!). Jak autoři uvádějí, jde patrně o vůbec nejnáročnější úlohu numerického programování, přičemž sledovali pohyby pouhých 3 milionů testovacích částic v hroučící se hvězdě. Jde o největší výpočetní pokrok od r. 1994, kdy se poprvé podařilo úspěšně simulovat tentýž jev dvojrozměrně (jednorozměrný výpočet poprvé zkušeno v r. 1966 byl tak nerealistický, že k modelovému výbuchu vůbec nedošlo!). Odchylky třírozměrného modelu od dvojrozměrného však nepřesahují 10 %, ale nikdo neví, co to udělá, až se podaří na ještě výkonnějších superpočítačích hroučící se hvězdu roztočit... Podobné výpočty uskutečnili též M. Reinecke aj., kterým se podařilo tímto modelem správně určit zastoupení nuklidu ^{56}Ni ve shodě s pozorovanými průběhy světelných křivek supernov po maximu.

H. Janka připomněl, že naprostou většinu energie uvolněné při výbuchu supernov třídy II odnášejí **neutrína**, jelikož vazebná gravitační energie hvězdy o hmotnosti v intervalu 8 – 80 M_{\odot} je obrovská. Tak např. proslulá supernova 1987A ve Velkém Magellanově mráčku vyzářila v prvních sekundách výbuchu neuvěřitelných 10^{58} neutrin, z nichž pouhých 19 bylo zaznamenáno v podzemních detektorech v Japonsku a USA, což značí, že jádro hvězdy se zhroutilo na nukleonovou hustotu řádu 10^{17} kg/m^3 během jediné sekundy! Od té chvíle bylo dále nestlačitelné, tj. vznikla z něho neutronová hvězda. Co se děje pak, není úplně jasné. Pravděpodobně dochází k rozbíjení jader železa na jádra hélia a volné nukleony v nejhlubších vrstvách hroučící se hvězdy, což obstarávají vysoce energetické fotony záření gama. Jádra hélia a volné protony zachycují elektrony, čímž se začnou masově uvolňovat elektronová neutrína, která jsou zadržena v hustotní rázové vlně asi 200 km od rodící se neutronové hvězdy.

Neutrína tuto vlnu rychle ohřejí, což představuje druhý a rozhodující výbuch, který se po několika hodinách projeví **optickým vzplanutím supernovy**, jehož předzvěstí jsou právě tím opět uvolněná neutrína. Pouze 1% uvolněné energie představuje kinetická energie rozlétajících se částic supernovy. Přenos energie z vnitřních vrstev v okolí neutronové hvězdy navenek představuje pro současnou astrofyziku tvrdý oříšek, jehož řešení patrně přijde až poté, kdy se podaří zaznamenat neutrína a případně i gravitační vlny z blízké supernovy uvnitř naší Galaxie. Jelikož poslední supernova v Mléčné dráze vzplanula koncem 17. stol., mělo by statisticky vzato dojít k takovému představení co nevidět...

3.2. Radiové pulsary

B. Jacoby aj. našli pomocí obřího radioteleskopu GBT v Green Banku další tři milisekundové pulsary v **kulové hvězdokupě M62** (NGC 6266), vzdálené od nás 6,9 kpc. Průvodci pulsarů mají minimální hmotnosti v rozmezí 0,12 – 0,03 M_{\odot} , což potvrzuje obecný předpoklad, že milisekundové pulsary vznikají roztočením neutronové hvězdy díky akreci plynu z průvodců (tzv. recyklované pulsary). Celkem je v této hvězdokupě nyní známo již 6 milisekundových pulsarů, čímž se M62 přidala ke třem hvězdokupám s nejvyšším výskytem milisekundových pulsarů. Souvisí to zcela zjevně s vyšším zastoupením dvojhvězd v hustých částech kulových hvězdokup. Pravděpodobnými předchůdci recyklovaných milisekundových pulsarů jsou rentgenové dvojhvězdy s nízkou hmotností průvodců (LMXB), kteří jsou v závěrečné fázi svého vývoje kanibalizováni neutronovou hvězdou a případně zcela pohlceni.

J. Migliazzo aj. měřili pomocí anténní soustavy VLA polohu **pulsaru B1951+32** v letech 1989 – 2000 a určili tak jeho vlastní pohyb $0,025''/r$, což při vzdálenosti 2,4 kpc od nás dává příčnou rychlost 240 km/s. Pulsar se tímto tempem vzdaluje od optického středu pozůstatku po supernově, která měla podle těchto měření vzplanout před 64 000 lety. Naproti tomu stáří pulsaru odvozené z tempa zpomalování jeho rotace vychází na 107 000 roků. Jestliže jeho dnešní perioda činí 39,5 ms, tak původní rotační perioda byla jen 27 ms. Pulsar je viditelný též v oboru záření gama a rentgenového.

W. Brisken aj. využili přesných polohových měření 9 pulsarů pomocí radiového interferometru VLBA nejenom k určení vlastních pohybů, ale i **trigonometrických parallax** s relativní chybou pouhých 2%, což odpovídá určení úhlových poloh s přesností na 0,000 1". Ukázali na soustavné rozpory mezi vzdálenostmi určenými z parallax a z disperze rádiových signálů – poslední hodnoty jsou soustavně přeceňovány, a to až pětikrát (!) pro vzdálenosti větší než 1 kpc. Z parallax vyšly vzdálenosti pulsarů v rozmezí 0,17 – 1,15 kpc a vlastní pohyby v rozmezí 23 – 484 km/s.

A. Meñ aj. využili dekametrové antény Uran-1 na frekvencích 25 a 20 MHz k podrobnému prozkoumání okolí nejrychlejšího mili-

sekundového pulsaru **PSR 1937+214** (impulsní perioda činí jen 1,6 ms) v galaktické šířce $-0,3^\circ$ a délce 58° . Ukázali, že jeho poloha se liší od stálého radiového zdroje 4C 21.53 jenom nepatrně, takže tento zdroj je zřejmě pozůstatkem po supernově. Obě polohy se liší díky vlastnímu pohybu pulsaru z centra exploze supernovy, k níž došlo zhruba před milionem roků.

Týž pulsar studoval M. Vivekanand pomocí radioteleskopu v Ooty v Indii v pásmu 327 MHz po dobu 8 minut (cca 330 000 otoček neutronové hvězdy), přičemž v záznamu našel 7 tzv. **obřích impulsů** s intenzitou až stokrát vyšší než jsou běžné impulsy tohoto unikátního pulsaru. Obří impulsy u téhož pulsaru pozorovali též A. Kuzmin a B. Losovskij pomocí radioteleskopu BSA FIAN na dosud nejnižší frekvenci 112 MHz, kde jejich intenzita převyšuje intenzitu běžných impulsů až 600krát a odpovídající jasová teplota pulsaru přitom dosahuje neuvěřitelných 10^{35} K! Příčina je zcela neznámá.

G. Hobbs aj. oznámili objev **obřího skoku** v rotační periodě (0,4 s) pulsaru **PSR J1806-2125**, jehož stáří se odhaduje na 65 000 roků. Velikost zkrácení periody (v relativní míře $1,6 \cdot 10^{-5}$) dosáhla 16násobku průměrné hodnoty předešlých skoků pro daný pulsar a absolutně rekordů 2,5krát vyššího než byl dosavadní pro všechny známé skákající pulsary.

R. Mignani aj. potvrdili pomocí STIS HST optickou identifikaci neutronové hvězdy z r. 1996 u jednoho z nejbližších pulsarů **PSR 1929+10**, která při vzdálenosti 330 pc dosahuje v oboru U jasnosti 25,7 mag. Změřené vlastní pohyby hvězdy v intervalu 1994–2001 dobře souhlasí s pozorováními pulsaru radiointerferometrem a odpovídá i stáří pulsaru 3 miliony roků. S. Ord aj. využili měření radiové scintilace v signálu binárního pulsaru **PSR J1141-6545** k určení jeho prostorové rychlosti 115 km/s a minimální vzdálenosti od nás 3,7 kpc. Rotační perioda neutronové hvězdy o hmotnosti $1,3 M_\odot$ činí 0,4 s a oběžná doba průvodce o hmotnosti $1,0 M_\odot$ dosahuje 4,7 h. Jelikož průvodce obíhá po výstředné dráze ($e = 0,17$) se sklonem 76° k zornému paprsku, jde o téměř ideální soustavu k měření příslušných relativistických efektů.

Dalším vhodným relativistickým binárním pulsarem se dle I. Stairs aj. stal objekt **PSR B1534+12**, objevený v r. 1991 a vzdálený od nás 1,0 kpc. Skládá se totiž ze dvou neutronových hvězd o hmotnostech $1,33$ a $1,25 M_\odot$, které kolem sebe obíhají po výstředné dráze ($e = 0,27$) v periodě 0,42 d. Jelikož impulsní profil je užší a signál silnější než u prototypu relativistických pulsarů 1913+16, lze po akumulaci delší řady měření očekávat, že to bude vůbec nejpřísnější astronomický test obecné teorie relativity.

Konečně E. Splaver aj. měřili po dobu 6 roků relativistické stáčení přímky apsid pro binární pulsar **PSR J0621+1002**, který se skládá z neutronové hvězdy o hmotnosti $1,7 M_\odot$ a rotační periodě 29 ms a bílého trpaslíka o hmotnosti $1,0 M_\odot$, jež kolem sebe obíhají po téměř kruhové dráze v periodě 8,3 d. Autoři tak obdrželi relativistické stáčení o velikosti $0,012^\circ/r$ a vlastní pohyb pulsaru $0,0035''/r$. Impulsní perioda se prodlužuje relativním tempem pouze $5 \cdot 10^{-20}$, čemuž odpovídá charakteristické stáří soustavy 11 miliard roků! Magnetické pole neutronové hvězdy je proto relativně slabé – pouze 120 kT.

3.3. Rentgenové dvojhvězdy a proměnné

G. Romero aj. studovali aktivitu prototypu hvězdné černé díry v rentgenové dvojhvězdě **Cyg X-1**, vzdálené od nás 2 kpc. Hmotnost černé díry činí $10 M_\odot$, zatímco jejím protějškem je veleobr sp. O9.7 o hmotnosti $18 M_\odot$, jenž předává hmotu do akrečního disku kolem černé díry. Rentgenový výkon koróny veleobra dosahuje až 10^{30} W a je občas doprovázen vzplanutími měkkého záření gama v pásmu 15 keV v úzkém výtrysku o zářivém výkonu až $2 \cdot 10^{31}$ W. Akreční disk vykazuje precesní pohyb s periodou 142 d. Podle pozorování ruského všesměrového detektoru záření gama KONUS, umístěného na americké sondě WIND poblíž bodu L_1 mezi Zemí a Sluncem, a dále podle měření sluneční sondy Ulysses resp. Compton-BATSE, je objekt Cyg X-1 velmi pravděpodobně příležitostným zdrojem neobvyklých vzplanutí gama, jež byla pozorována 10. ledna a 25. března 1995 jakož i 24. února 2002. Vzplanutí trvají obvykle celé hodiny a dosahují maximálních zářivých výkonů přes 10^{31} W, takže celková vyzářená energie v jednom vzplanutí dosahuje téměř 10^{35} J. Podle M. Rupena je příčinou epizodická akrece hmoty z průvodce na černou díru, což je typické zejména pro tzv. mikrokvasary.

D. Giess aj. určili hmotnosti složek proslulé **rentgenové dvojhvězdy SS433** se subrelativistickými protilehlými výtrysky. Primární složkou soustavy je masivní hvězda o hmotnosti $19 M_\odot$, která předává hmotu na sekundární kompaktní složku, pro níž vyšla hmotnost $(11 \pm 5) M_\odot$, takže jde zřejmě o černou díru, která na přísun hmoty reaguje zmíněnými výtrysky. Podle S. Migliariho aj. obsahují výtrysky jádra železa, která se ohřívají ještě 100 d po vymrštění z okolí černé díry. Soustavu lze proto klasifikovat jako typický mikrokvasar.

O. Vilhu se zabýval přenosem hmoty v **mikrokvasaru GRS 1915+105**, jenž je od nás vzdálen 12,5 kpc, a ukázal, že akreční disk kolem černé díry o rekordní hmotnosti $14 M_\odot$ se periodicky naplňuje přenosem hmoty od sekundární složky a pak zase vyprazdňuje akrecí na černou díru průměrným tempem $10^{-7} M_\odot/r$. Sekundární složka je obrem sp. třídy K6 o absolutní hvězdné velikosti $-2,6$ mag a hmotnosti $1,2 M_\odot$, obíhající kolem černé díry v oběžné době 33,5 d. Jelikož vyplňuje svůj Rocheův lalok, ztrácí ročně přenosem hmoty do akrečního disku $1,5 \cdot 10^{-8} M_\odot$. Předchůdcem dnešní soustavy byla klasická rentgenová dvojhvězda s nízkou hmotností průvodce (LMXB).

I. Mirabel aj. změřili pomocí HST vlastní pohyb **mikrokvasaru GRO J1655-40** (Sco) v Galaxii na 112 km/s po galaktocentrické dráze s velkou výstředností ($e = 0,34$). Autoři odtud usuzují, že tato hvězdná černá díra o hmotnosti $5 M_\odot$ vznikla při výbuchu supernovy v galaktickém disku ve vzdálenosti alespoň 3 kpc od středu Galaxie a exploze ji též vymrštila na tak nezvyklou dráhu. Černá díra má hvězdného průvodce – podoba 17 mag sp. třídy F o hmotnosti asi $2,3 M_\odot$, jenž kolem ní obíhá v periodě 2,6 d.

T. Strohmayer a E. Brown pozorovali pomocí družice RXTE v září 1999 mimořádně dlouhé tříhodinové termonukleární vzplanutí **rentgenové dvojhvězdy 4U1820-30**, která měla donedávna nejkratší známou oběžnou dobu složek 11,4 min mezi dvojhvězdami typu LMXB, přičemž kompaktní složka je téměř určitě černá díra. Podobné termonukleární výbuchy se pozorují už od objevu v r. 1976, ale většinou trvají jen desítky sekund. Při vzdálenosti dvojhvězdy od nás 6,6 kpc dosáhl rentgenový zářivý výkon v maximu obřího vzplanutí hodnoty $3 \cdot 10^{31}$ W. Jelikož ve vzplanutí byly pozorovány kvaziperiodické oscilace s rekordní frekvencí 1050 Hz, autoři soudí, že pozorovali termonukleární hoření uhlíku na poslední stabilní oběžné dráze kolem černé díry

T. Marsh a D. Steeghs však pozorovali rentgenový **polar RX J1914+24**, opticky ztotožněný s proměnnou hvězdou V407 Vul, který má oběžnou dobu 9,5 min, jak vyplývá z jejich objevu periodicity rentgenové světelné křivky. Kolem silně magnetického bílého trpas-

líka o hmotnosti $0,5 M_{\odot}$ obíhá velmi těsně druhý bílý trpaslík o hmotnosti $0,1 M_{\odot}$, takže hmota z něho přetéká rovnou na povrch hmotnějšího bílého trpaslíka. Soustava by tak měla být zdrojem gravitačních vln o nízké frekvenci. Ještě kratší oběžná doba 5,4 min. byla v únoru 2002 rozpoznána G. Ramsayem aj. díky dalekohledům VLT a TNG pro **rentgenový pulsar RX J0806+15** (Cnc). Těsná dvojhvězda typu AM CVn se skládá ze dvou bílých trpaslíků, o hmotnostech $0,1$ a $0,4 M_{\odot}$, jež kolem sebe obíhají ve vzdálenosti pouhých 80 000 km oběžnou rychlostí 1 000 km/s. Soustava tak představuje kandidátku na objev gravitačních vln příští generací kosmických detektorů typu LISA.

Téměř současně byl náhodně objeven **přechodný zdroj XTE J1908+09** velmi tvrdého rentgenového záření, jevíci kvaziperiodické oscilace v rozmezí 1 – 4 Hz, takže jde o dalšího kandidáta na hvězdnou černou díru. Také **mikrokvasar HTE J1550-564** je podle J. Orosze aj. dobrým kandidátem na hvězdnou černou díru o hmotnosti přes $9 M_{\odot}$. Jejím průvodcem, obíhajícím v periodě 1,6 d ve vzdálenosti pouze $13 R_{\odot}$ od černé díry, je totiž hvězda sp. třídy G8 IV – K4 III o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$. Poněvadž sklon k zornému paprsku činí 72° , bylo tak možné z funkce hmoty určit i hmotnost kompaktní složky. Počátkem dubna 2002 byl družicí RXTE odhalen v centru Galaxie nový **milisekundový pulsar XTE J1751-305** s periodou 2,3 ms, jenž je zřejmě složkou těsné dvojhvězdy s oběžnou dobou 42,4 min. Průvodcem je zřejmě cár hvězdy o minimální hmotnosti $15 M_{\odot}$, obíhající ve vzdálenosti asi 3 mil. km od neutronové hvězdy.

O měsíc později pak tatáž družice objevila milisekundový pulsar ve dvojhvězdě **J0929-31** s impulsní periodou 5,4 ms, kde kolem neutronové hvězdy o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$ obíhá ve vzdálenosti 1,8 mil. km další hvězdný drobeček o minimální hmotnosti $8,5 M_{\odot}$ v oběžné době 44 min.

D. Steeghs a J. Casares odhalili pomocí spektroskopie u 4,2 m dalekohledu WHT průvodce nejjasnější rentgenové dvojhvězdy **Sco X-1**. Jde o dvojhvězdu typu LMXB, kde primární složkou je neutronová hvězda o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$, zatímco sekundární složka o hmotnosti $0,4 M_{\odot}$ vyplňuje svůj Rocheův lalok, takže předává hmotu do akrečního disku kolem neutronové hvězdy. Soustava se sklonem 38° k zornému paprsku má oběžnou dobu 18,9 h a je od nás vzdálena 2,8 kpc

T. Connors aj. publikovali výsledky pozorování pozoruhodného rentgenového pulsaru **PSR B1259-63** během posledního průchodu pulsaru periastrum v září 2000. Pulsar o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$ a impulsní periodě 48 ms totiž obíhá kolem hmotné primární hvězdy SS 2883 typu Be o hmotnosti $10 M_{\odot}$ v periodě 3,4 r po velmi výstředné dráze ($e = 0,87$), takže v periastru se vnořuje do rozsáhlé plynné obálky hvězdy Be, což se projevuje velkými změnami jeho parametrů. Autoři tak odvodili rozměry akrečního disku kolem pulsaru na $20 R_{\odot}$ a indukci jeho magnetické pole na 0,16 mT. Stáří pulsaru činí asi 330 000 roků.

J. Liu aj. odhalili pomocí HST optický protějšek extrémně svítivého rentgenového objektu v **galaxii M81**. Jde o hvězdu hlavní posloupnosti sp. třídy O8, která obíhá v periodě 1,8 r kolem černé díry o hmotnosti $18 M_{\odot}$. Mezi oběma složkami dvojhvězdy dochází k přenosu hmoty, což se projevuje neočekávaně vysokou rentgenovou zářivostí na úrovni přes 10^{32} W. Rentgenový tok však během posledních 20 roků kolísá až o 40%.

F. Walter a J. Lattimer změřili pomocí snímků WFPC2 HST paralaxu osamělé **neutronové hvězdy RX J1856-37** a odtud odvodili její revidovanou vzdálenost 117 pc s chybou 10% – jde o dvojnásobek vzdálenosti udávané dříve. Odtud vyplývá, že její poloměr činí 16 km, tj. stavová rovnice pro neutronové hvězdy musí být poměrně „tvrdá“, čili tlak v neutronové hvězdě při dané teplotě a hustotě je vyšší, než se dosud uvažovalo a horní mez hmotnosti pro stabilní neutronovou hvězdu se rovněž zvyšuje nad obvykle uvažované $2 M_{\odot}$. Hvězda se pohybuje prostorovou rychlostí 185 km/s a prchá od hvězdné asociace ve Štíru, kde vznikla před 0,5 miliónem roků.

D. Sanwal aj. studovali rentgenové spektrum osamělé **neutronové hvězdy 1E 1207-5209** pomocí družice Chandra a našli v něm vůbec poprvé absorpční čáry o energiích 0,7 a 1,4 keV. Jde o jaderné čáry He II v atmosféře neutronové hvězdy se silným magnetickým polem 15 GT s gravitačním červeným posuvem $z = 0,2$. Odtud vyplývá poloměr neutronové hvězdy kolem 12 km.

J. Cottamová aj. objevili pomocí družice Newton 28 termionukleárních výbuchů během 93 h pozorování na povrchu neutronové hvězdy v **rentgenové dvojhvězdě EXO 0748-67** (Vol), vzdálené od nás 9 kpc. Během záblesku lze pozorovat absorpční spektrální čáry vysoce ionizovaného kyslíku a železa s gravitačním červeným posuvem $z = 0,35$, což značí, že vznikají v asi 10 mm tlusté atmosféře neutronové hvězdy při epizodě přenosu hmoty z průvodce neutronové hvězdy.

V průběhu roku se mezi odborníky rozhořela diskuse o tom, zda z malých poloměrů některých osamělých neutronových hvězd, odvozených nepřímo z poměrně nízkých teplot na jejich povrchu naměřených družicí Chandra nevyplývá, že jde vlastně o tzv. „**podivné**“ **hvězdy** s vyšší než nukleární hustotou látky, tvořenou volnými kvarky. Ještě před koncem roku se však ukázalo, že šlo spíše o nepřesná určení rozměrů hvězd vlivem různých systematických chyb. Poloměry kvarkových hvězd by totiž neměly přesáhnout 8 km, což zmíněná měření gravitačních červených posuvů víceméně vylučují.

3.4. Trvalé a zábleskové zdroje záření gama (GRB)

M. Kaufman Bernadó aj. hledali souvislost mezi **trvalými zdroji záření gama**, objevenými aparaturou EGRET na družici Compton a známými objekty na obloze, jelikož až dosud plných 170 zdrojů gama z katalogu 3EG není nijak identifikováno. Protože se J. Paredesovi aj. podařilo v r. 2000 ztotožnit jeden z takových zdrojů s **mikrokvasarem LS 5039** (jde o rentgenovou dvojhvězdu s vysokou hmotností průvodce – HMXB), a protože neidentifikované zdroje se vyskytují převážně podél galaktické roviny a v jejich spirálních ramenech, autoři usuzují, že i mnohé další zdroje trvalého záření gama jsou ve skutečnosti mikrokvasary s usměrněnými rentgenově zářícími výtrysky, jež podléhají precesi a proto jsou vidět jen občas.

Naproti tomu vůbec nejjasnější neidentifikovaný zdroj ve vysoké galaktické šířce **3EG 1835+5918** byl díky J. Halpernovi aj. ztotožněn s osamělou neutronovou hvězdou ve vzdálenosti pod 800 pc od Země. Za předpokladu, že poloměr hvězdy je 10 km, dosahuje teplota na jejím povrchu 300 kK. Opticky je slabší než 28,5 mag a také radiově je tichá. Patrně připomíná již dříve identifikovaný zdroj Geminga, ale protože je od nás dále, nevidíme ho jako energetický pulsar. Z dalších studií nepřímo vyplývá, že největší počet neidentifikovaných zdrojů v katalogu 3EG jsou však tzv. **blazary**, tj. vysoce energetické kvasary se silným synchrotronovým zářením bez jakýchkoliv emisních čar v optickém spektru. M. Kudrjacev aj. využili údajů o 6 slabých zdrojích GRB v energetickém pásmu 10 – 300 keV na kosmické stanici Mir k odhadu **četnosti GRB** a její závislosti na kosmologické vzdálenosti od nás. Dostali tak maximum pro-

torové četnosti GRB pro červené posuvy $z > 1,5 - 2,0$ a úhrnnou roční četností asi 1 000 vzplanutí, v dobré shodě se statistikou, získanou aparaturou BATSE. B. Stern aj. studovali statistiku GRB jednak pomocí BATSE, a jednak díky údajům ze sondy Ulysses v energetickém pásmu 50 – 300 keV. Ukázali, že od zmíněného maxima pro $z \approx 2$ klesla do současnosti četnost výskytu GRB asi 12krát, ve shodě s poklesem tempa tvorby nových pokolení hvězd ve vesmíru. Z toho usoudili, že pro vysvětlení dlouhých (trvání > 2 s) GRB se nejlépe hodí model hroučící se hypernovy.

Reeves aj. využili citlivosti družice Newton k prvnímu pozorování spektrálních čar v rentgenovém dosvitu 11 h po záblesku **GRB 011211**. Zatímco mateřská galaxie 25 mag v poloze 1115-2156 (Crt) vykazuje kosmologický červený posuv $z = 2,14$, pro emise vysoce ionizovaného hořčíku, křemíku, síry, argonu a vápníku byl naměřen posuv jen $z = 1,88$, tj. šlo o pozorování rozpínající se obálky zábleskového zdroje ve směru k nám rychlostí 26 000 km/s. Ve spektru však nebyly pozorovány žádné čáry železa, jež se při explozi hypernovy nalézají nejlouhoběji. Samotný zdroj měl v té době povrchovou teplotu 50 MK a jeho plynná obálka poloměr řádu 10^{13} m (≈ 70 AU). Pozorování odpovídají modelu rozpínající se ohnivé koule kolem hustého zbytku po hypernově, který se naopak zřítí do vznikající černé díry. Podle S. Hollanda aj. se v oboru gama vyzářilo během 270 s $1,5 \cdot 10^{43}$ J a celý úkaz se odehrál ve skutečnosti před 11 miliardami roků.

A. Castro-Tirado aj. našli mimořádně jasný ($I = 9,4$ mag) optický dosvit již 4 min. po vzplanutí **GRB 000313** v poloze 1311+1014, což je velké překvapení, neboť vzplanutí gama trvalo v tomto případě jen 0,5 s, a dosud všech 30 pozorovaných dosvitů odpovídalo „dlouhým“ GRB s trváním nad 2 s (medián je dokonce 20 s – takové trvání mají 3/4 pozorovaných GRB). Dalším důležitým zjištěním autorů je rychlý pokles jasnosti dosvitu, takže už 56 min. po objevu přestal být dosvit pozorovatelný. Pokud je to pro krátkozijící GRB typické, pak se nelze divit, že u nich dosvity pozorujeme tak vzácně, protože obvykle trvá déle, než se podaří GRB dostatečně přesně lokalizovat, aby se daly nastavit optické dalekohledy správným směrem.

P. Price aj. objevili optický dosvit po mimořádně dlouhém záblesku **GRB 000911** o trvání plných 500 s, jenž byl zaměřen kosmickou triangulací sond Ulysses, Konus-Wind a NEAR. Již za 23 h byla k dispozici dostatečně přesná poloha kvůli zobrazení dosvitu jakož i mateřské galaxie, která má $z = 1,1$. Světelná křivka dosvitu však nejevila žádné zvláštnosti.

Družice HETE-2 vypuštěná r. 2000 zaznamenala první úspěch až objevem **GRB 020813**, kde rychlé předání polohy robotickým dalekohledům umožnilo odhalit optický dosvit již 2 h po záblesku gama. D. Lazzati aj. využili aviza družice HETE-2 k brzkému objevu dosvitu **GRB 021004** dokonce již 9 min. po záblesku, kdy jeho jasnost v oboru $R = 15,5$ mag. Na sestupné větvi světelné křivky bylo vidět zjasnění, odpovídající interakci rozpínající se ohnivé koule s hustým cirkumstelárním prostředím. P. Moeller aj. našli v optickém spektru 11 h po vzplanutí velké množství absorpčních čar, které byly červeně posunuty v intervalu $z \approx 1,4 - 2,3$. Horní mez odpovídá červenému posuvu aktivní mateřské galaxie vyznačující se překotnou tvorbou hvězd. Podle N. Mirabala aj. bylo světlo dosvitu polarizováno, přičemž velikost polarizace kolísala o 2% a dosáhla maxima 10% asi 1,3 d po záblesku. Do třetice se pro **GRB 021211** podařilo družici HETE-2 předat na Zemi informace o poloze záblesku již minutu po jeho začátku, což umožnilo ihned sledovat příslušný dosvit po dobu následujících 2 h robotickým teleskopem RAPTOR v Los Alamos. Jelikož šlo o docela krátký GRB o trvání pouhých 2,5 s, budí to dojem, že v těchto případech nejde o hroučení supranov či hypernov, ale o splynutí dvou pravděpodobně kompaktních složek velmi těsné dvojhvězdy. Podle E. Bergera aj. se však zdá, že navzdory čím dál početnějším robotickým dalekohledům pro rychlé dohledání optických dosvitů, ve skutečnosti možná 60% GRB žádné pozorovatelné optické dosvity prostě nemá; nejspíš proto, že příliš úzce směřovaný optický kužel mívá Zemi.

S. Yost aj. zjistili, že dosvit po **GRB 980329** je rekordně dlouhý, neboť je pozorovatelný již několik roků! Původní odhad červeného posuvu $z = 5$ však je podle jejich názoru chybný a ve skutečnosti je zdroj podstatně blíže; tj. $z \approx 2$. Tím se též snižuje energie vyzářená ve vzplanutí na rozumnou míru 10^{44} J. Podobně G. Björnson aj. zjistili, že u **GRB 010222** slábně optický dosvit, objevený 4,3 h po vzplanutí gama, vůbec nejpomaleji, což se dá nejspíš vysvětlit plynulou dodávkou energie do rozpínajícího se obalu kolem GRB.

E. Le Floch aj. využili VLT ESO a HST k přesnému měření červeného posuvu mateřské galaxie **GRB 990705** a vyšlo jím $z = 0,8424$, čemuž při pozorované jasnosti $R = 22,22$ mag odpovídá bolometrická absolutní hvězdná velikost spirální galaxie typu Sc $-21,75$ mag. Tvorba hvězd v galaxii je jen lehce nadprůměrná, neboť činí 5 – 8 M_{\odot}/r . Jelikož dlouhotrvající měkké GRB lze nalézt v rekordních dálkách, je to dobrá metoda pro vyhledávání nejstarších fází vývoje mnoha galaxií.

A. Ibrahim aj. objevili ve spektru **magnetaru SGR 1806-20** pomocí družice RXTE cyklotronovou čáru elektronů urychlovaných magnetickým polem o indukci 100 GT, což je ve shodě s hodnotou indukce, odvozenou z brzdění rotace neutronové hvězdy. Z. Wang aj. upozornili na možnou polohovou souvislost mezi historickou novou, která v dubnu r. 4 př. n. l. dosáhla 5 mag, a proslulým **magnetarem SGR 1900+14** v Orlu, který překvapil gigantickým vzplanutím gama 27. srpna 1998. Magnetar o indukci 4 GT je od nás vzdálen 5,5 kpc, což pro zmíněnou historickou novu by znamenalo absolutní hvězdnou velikost -21 mag, typickou pro hypernovy!

Mechanismus vzplanutí GRB není stále znám. C. Dermer se domnívá, že v rázové vlně kolem rozpínající se ohnivé koule vznikají také energetické neutrony, dále pak neutrino a kosmické záření o extrémně vysokých energiích, což by se v dohledné době mohlo ověřit pozorováními pomocí detektorů neutrin a extrémně energetického kosmického záření. Podle K. Asana a S. Iwamota by byla ohnivé koule ohřáta právě proudem neutrin tak, že by se z cárů hypernovy dalo vyždímat až 10^{45} J uvolněné energie. Jak však sdělil S. Fukuda aj., za období od dubna 1996 do května 2000 nebyla v podzemním detektoru neutrin Superkamiokande nalezena žádná energetická (7 MeV – 100 TeV) neutrino v časech a polohách, odpovídajícím známým vzplanutím GRB. Podle výpočtů Z. Liho aj. lze očekávat, že v rázových vlnách šířících se kolem GRB se dají protony urychlit až na energie v rozmezí 10 PeV – 10 EeV. Podle L. Liho je třeba vysvětlit, že se během krátkého vzplanutí uvolní v nesmírně malém objemu energie až řádu 10^{47} J, že oblast prakticky neobsahuje baryony, které by záření gama pohltily a rozmělnily, a konečně že tzv. Lorentzův faktor relativistického urychlování částic dosahuje minimální hodnoty nad 300. Autor proto k vysvětlení úkazu navrhuje **kosmický tokamak**, tj. vznik toroidálního elektrického pole na povrchu hustého plazmového toru, který obíhá kolem Kerrovy černé díry a generuje vně toru poloidální magnetické pole o indukci nad 100 GT. Právě toto silné pole zajistí, že v oblasti nebude příliš mnoho baryonů. Energie, vytažená z rotující černé díry, se pak v magnetosféře kolem

černé díry mění na kinetickou energii párů elektron-pozitron Blandfordovým-Znajekovým mechanismem (extrakce rotační energie černé díry silným magnetickým polem). Anihilace párů vede k vyzáření paprsků gama v protiběžných výtryscích, jejichž úzký vyzářovací diagram zabezpečuje zmíněný vysoký Lorentzův faktor. Srážky fotonů s mezihvězdným prostředím se pak projevují nejprve jako záblesky GRB a posléze jako rentgenové, optické a radiové dosvity. Nicméně právě zmíněné usměrnění podle T. Pirana fakticky snižuje horní odhady energie vyzářené během vzplanutí GRB, a to nanejvýš na „pouhých“ 10^{44} J, jak vyplývá z pozorování oněch 17 GRB, pro něž díky dosvitům známe jejich vzdálenost na základě kosmologického červeného posuvu. To dává astrofyzikům příležitost hledat i méně exotické mechanismy vzniku GRB, než jsou ony tokamaky.

Problém se však ihned přesouvá k otázce **četnosti GRB**, protože pak nutně většinu GRB nepozorujeme proto, že jejich úzké svazky o vrcholovém úhlu kolem 1° (!) prostě nezasáhnou Zemi. Piran odhaduje, že v tom případě musí v každé solidní galaxii dojít alespoň k jednomu úkazu GRB během řádově 100 000 roků, což je jenom o dva řády nižší četnost než u supernov, a to se pak přirozeně týká i naší Galaxie. G. Ghisellini aj. využili pozorování hodiny trvajících rentgenových dosvitů k odhadu spodní meze vyzářené energie vzplanutí GRB, který nezávisí na případném usměrnění ve svazcích, a překvapivě obdrželi rovněž 10^{44} J, což by prakticky znamenalo, že GRB jsou velmi dobré standardní svíčky pro určování kosmologických vzdáleností, protože se dají pozorovat až pro hodnoty červeného posuvu $z = 10$. Tímto problémem se podrobněji zabývali N. Lloydová-Ronningová aj. na základě statistiky 220 GRB. Ukázali, že zářivý výkon GRB závisí na 1,4. mocnině výrazu $(1 + z)$, přičemž prostorová hustota GRB závisí lineárně na $(1 + z)$. To by znamenalo, že v raném vesmíru se GRB vyskytovaly častěji než dnes, protože v té době byly častější epizody překotné tvorby hvězd v galaxiích a GRB s tím geneticky souvisejí. Tito autoři odvodili maximální zářivý výkon GRB na $5 \cdot 10^{44}$ J. R. Chary aj. si všimli, že u 12 mateřských galaxií dlouhých GRB (trvání > 2 s) byla zjištěna **překotná tvorba hvězd**, vyvolaná slapovými silami srážejících se galaxií. To znamená, že výskyt GRB nám vlastně značkuje právě takové galaxie, v nichž je nutně mnoho hmotných hvězd mladších než 10 milionů roků. Jejich životní cyklus je tudíž krátký a v řadě případů končí vznikem hvězdné černé díry.

Katastrofické hroucení černé díry vede k výbuchu v jejím akrečním disku, což je bezprostřední příčina vzplanutí GRB. Pokud jde o krátké GRB (trvání < 2 s), všeobecně se má za to, že jde o důsledek **splynutí kompaktních složek těsné dvojhvězdy**, která ztrácí energii rostoucím vyzářováním gravitačních vln. K. Belczynski aj. počítali důsledky takových srážek pro všechny základní kombinace bílý trpaslík – hmotná heliová hvězda – neutronová hvězda – černá díra. Jelikož se různé kombinace vyskytují častěji v rozličných oblastech galaxií, je v zásadě možné odhadnout, která kombinace převažuje. Podobně J. Salmonson a J. Wilson vypracovali model přehřáté neutronové hvězdy v těsné dvojhvězdě jako příčinu krátkých GRB. Tvrdí, že tak lze uvolnit až 10^{46} J energie.

C. Lee aj. spojili oba typy možností vzniku GRB na základě studia měkkých rentgenových přechodných zdrojů předpokladem, že předchůdci GRB jsou nejspíš těsné dvojhvězdy, kde primární složkou je už hotová černá díra, kolem níž obíhá hmotná heliová hvězda v oběžné periodě 0,4 – 0,7 d. Ta vybuchne jako **hypernova**, což vede k jejímu zhroucení na černou díru a vzplanutí GRB Blandfordovým-Znajekovým mechanismem.

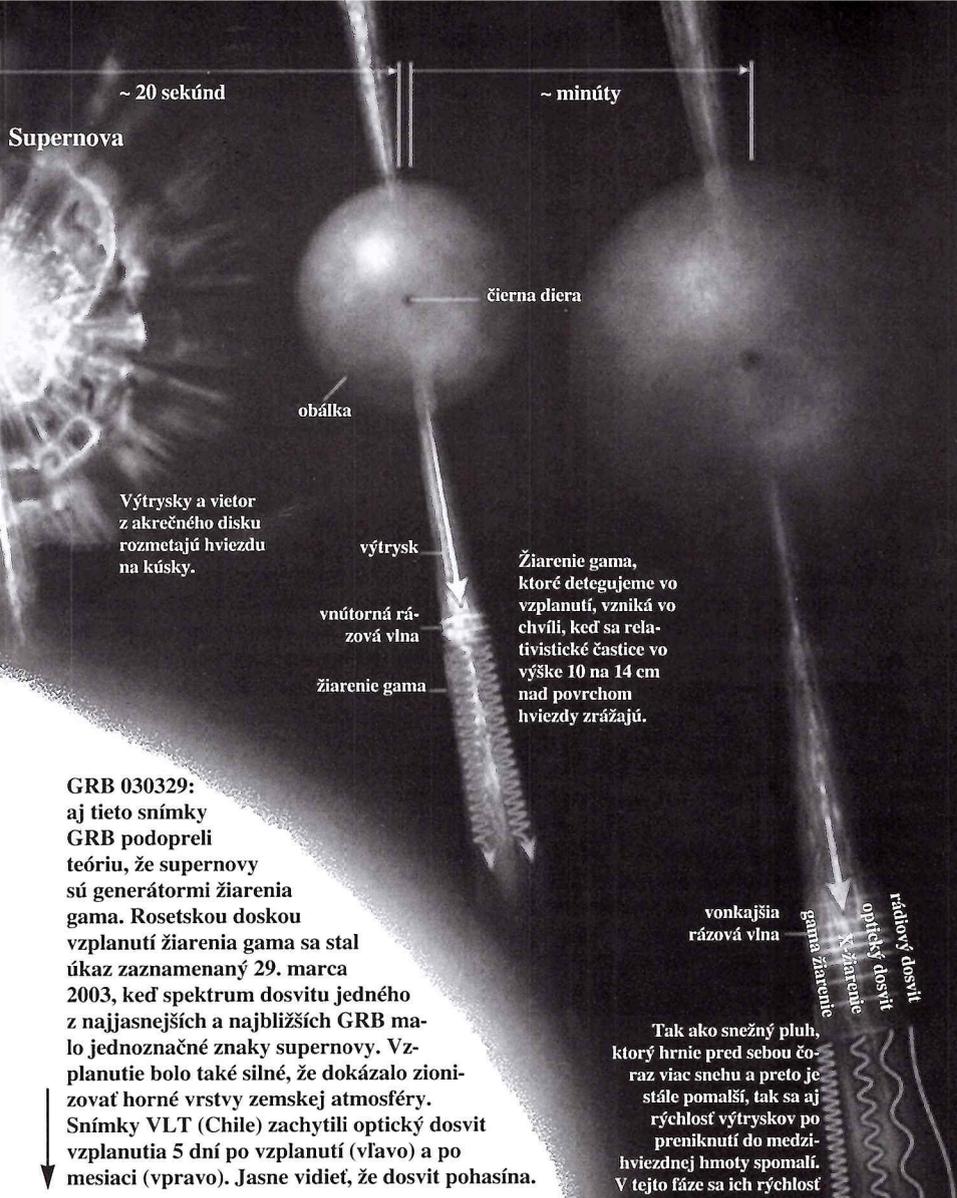
Naproti tomu R. Ouyed a F. Sannina navrhli značně exotický univerzální model pro obě třídy GRB, založený na předpokladu, že existují tzv. **kvarkové hvězdy** (hustší než běžné neutronové hvězdy, takže kvarky se osvobodí a vytvářejí supravodivou horkou „polévku“). Nestability na povrchu kvarkových hvězd by pak byly odpovědné za veškerá vzplanutí GRB. Kvarkové hvězdy byly „vynalezeny“ teoretiky v r. 1980. Jejich průměrná hustota by dosahovala 10^{18} kg/m³, měly by mít zcela ostrý okraj a nad ním čisté vakuum. Taková hvězda drží pohromadě silnou jadernou silou bez ohledu na gravitaci, takže je v jistém smyslu věčná. Poznala by se na dálku tím, že má nanejvýš 2/3 poloměru klasické neutronové hvězdy, jenže právě přesná měření poloměru řádu 10 km jsou na dálku velmi obtížná.

S. McBreen aj. si povšimli krátkodobých špiček na světelných křivkách dlouhých GRB a faktu, že tzv. kumulativní světelná křivka, v níž se špičky zpřůměrují, roste v 97% případů s 2. mocninou uplynulého času, počítáno od začátku vzplanutí, jak vyplývá z pozorování bezmála 400 GRB skutečných aparaturou BATSE na družici Compton. Autoři se domnívají, že jde roztáčení rotace **Kerrový černé díry** v jádře GRB díky akreci hmoty, což vede k uvolňování energie Blandfordovým-Znajekovým mechanismem. Pokud je naopak rotace Kerrový černé díry brzděna silným magnetickým polem, vyzářovaná energie se snižuje a kumulativní světelná křivka s časem klesá rovněž s 2. mocninou času. GRB pak mohou při podrobném zkoumání poskytnout jedinečné údaje o relativistických efektech v okolí hvězdných černých děr.

4. Mezihvězdná látka

H. Fraserová aj. uveřejnili přehled o 122 **mezihvězdných molekulách**, identifikovaných do r. 2001. Nejčtenější jsou nejjednodušší diatomické (27) a triatomické (26) molekuly. S rostoucím počtem atomů v molekule pak jejich četnost klesá, takže zatím známe ve vesmíru jen tři molekuly s 10 atomy a po jedné s 11 (HC₉N) a 13 (HC₁₁N) atomy. Podle autorů přehledu představují molekuly ve vesmíru asi 0,5% vesmírné látky. J. Hollis aj. ohlásili v r. 2002 objev radiových čar na frekvencích 75 a 93 GHz v molekulovém mračnu Sgr B2, které odpovídají desetiatomové molekule **glykoetylenu** (HOCH₂CH₂OH). K objevu využili 12 m radioteleskop KPNO v Arizoně, jímž určili teplotu molekul 20 K. Jde fakticky o „kosmický fridex“, jenž lze považovat za prebiotickou molekulu, příbuznou cukru glykolaldehydu; není však jasné, jak může v kosmu vznikat. A. Ferrera zjistil, že přibližně 0,1% látky naší Galaxie představuje kosmický prach, což jsou převážně silikátové a uhlíkaté částice o typickém rozměru 0,1 μm. Projevují se spojitým zářením v dlouhovlnném infračerveném pásmu kolem 0,1 mm, ale už v r. 1970 usoudili F. Hoyle a N. Wickramasinghe, že by měly neteplem vyzářovat též v mikrovlonném pásmu, což se potvrdilo v r. 1996, kdy bylo objeveno jejich záření na frekvencích 14,5 a 32 GHz (21 – 9 mm).

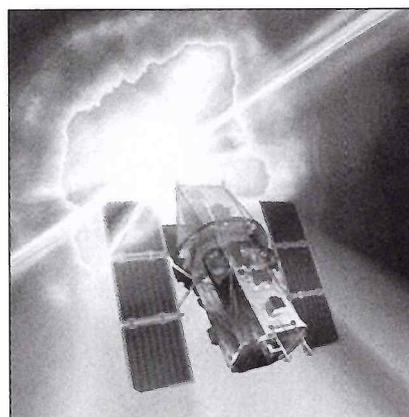
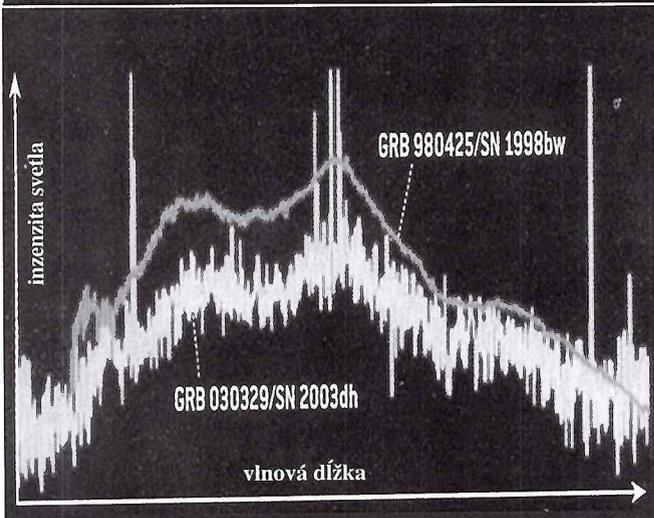
Konečně v r. 2002 našli D. Finkbeiner aj. jejich vyzářování i v centimetrovém pásmu 5 – 10 GHz (vlnové délky 60 – 30 mm). To ovšem znamená nutnost odčítat příspěvek tohoto záření při měření fluktuací reliktního záření, ale na druhé straně skýtá novou možnost, jak studovat **rozložení kosmického prachu** v mezihvězdném či dokonce intergalaktickém prostoru. Prachová zrnka totiž slouží jako kondenzační jádra pro vznik molekul a také jako ochrana před rozkladem (fotolýzou) složitějších molekul všudypřítomným ultrafialovým zářením. Na druhé straně se zdá, že fotolýza usnadňuje tvorbu **aminokyselin** v kosmickém prostoru.



GRB 030329: aj tieto snímky GRB podopreli teóriu, že supernovy sú generátormi žiarenia gama. Rosetskou doskou vzplanutí žiarenia gama sa stal úkaz zaznamenaný 29. marca 2003, keď spektrum dosvitu jedného z najjasnejších a najbližších GRB malo jednoznačné znaky supernovy. Vzplanutie bolo také silné, že dokázalo zionizovať horné vrstvy zemskej atmosféry. Snímky VLT (Chile) zachytili optický dosvit vzplanutia 5 dní po vzplanutí (vľavo) a po mesiaci (vpravo). Jasne vidieť, že dosvit pohasína.



Tak ako snežný pluh, ktorý hrnie pred sebou čoraz viac snehu a preto je stále pomalší, tak sa aj rýchlosť výtryskov po preniknutí do medzi-hviezdnej hmoty spomalí. V tejto fáze sa ich rýchlosť pohybuje v rozmedzí 10^{16} až 10^{18} cm za sekundu, pričom generujú menej energie, najmä v podobe röntgenového, optického a rádiového dosvitu, ktorý pohasína minúty, ale aj celé roky.



Satelit SWIFT: bude detegovať vzplanutia gama i ich dosvity v röntgenovej a optickej podobe.

Očakáva sa, že teória sa spresní najmä po vyhodnotení a spresnení údajov zo satelitu SWIFT, čo je vesmírny teleskop vyvinutý pre vyhľadávanie a pozorovanie GRB. SWIFT mali vypustiť tento rok v máji.

Predpokladá sa, že SWIFT zmonitoruje ročne najmenej 300 dosvitov GRB, pričom celkový počet dosvitov, získaných počas operačného času, by mal byť najmenej trojnásobne vyšší. Zároveň sa spresní aj ich pozícia. (Dnes poznáme presnú pozíciu GRB iba v polovici prípadov.)

Sari upozorňuje, že od SWIFT sa neočakáva iba kvantitatívny, ale aj kvalitatívny prínos: „Presné pozície výtryskov získame nie v priebehu hodín, ale už niekoľkých sekúnd, čo nám umožní sledovať dosvit na najrozličnejších vlnových dĺžkach so zapojením tímov na celom svete. To znamená, že budeme môcť sledovať aj najtenšie výtrysky, a to už v prvom štádiu po výbuchu.“

Ak GRB naozaj generujú aj také diskrétné lúče, ktoré sa predbežne nedajú zaznamenať, zaujímavé údaje prinesie aj štúdium slabších dosvitov, nazývaných „siroty“. GRBy, ktoré produkujú „siroty“ sú oveľa zriedkavejšie a slabšie ako vzplanutia supernov, ale bez ich štúdia by obraz nebol úplný.

Po tridsiatich rokoch výskumu odhalili vedci tajomstvo záhadných vzplanutí žiarenia gama, predbežne aspoň tých dlhších. Pokiaľ ide o krátke vzplanutia (trvajúce nanajvýš 2 sekundy), bude rozlíšenie tajomstva tvrdším orieškom. Predovšetkým: krátke vzplanutia generuje asi iný mechanizmus, najskôr kolízia a následné gravitačné splynutie dvoch neutrónových hviezd. Táto hypotéza vychádza z modelu hviezdnych kolapsov, podľa ktorej výtrysk prenikne obálkou umierajúcej hviezdry v priebehu 2 sekúnd. V prípade splynutia dvoch neutrónových hviezd sa uvoľní také množstvo žiarenia v oblasti vysokých energií, ktoré existenciu krátkych vzplanutí vysvetľuje. Na rozdiel od teórie, vysvetľujúcej dlhé GRB, túto teóriu nemožno zatiaľ podprieť pozorovaniami.

Záhadu konštantnej energie pri vzplanutiach GRB vysvetľujú dnes astronómovia tým, že doposiaľ detegovali a študovali iba množinu najsilnejších vzplanutí. Očakáva sa, že najbližšie roky prinesú údaje aj o celej sérii slabších vzplanutí a bude po záhade.

Aj Woosley sa nazdáva, že množina doteraz zaznamenaných výtryskov je iba príslušným vrcholom ľadovca. V minulosti sa podarilo zaznamenať celú paletu najrozličnejších vzplanutí, generovaných supernovami, novami, búrlivými hviezdami či aktívnymi jadrmi galaxií. Nájdem ich v katalógoch a už po predbežnej analýze sa zdá, že vo všetkých prípadoch ide vzplanutia žiarenia gama, o ktorých zatiaľ veľa nevieme.

Astronomy, január 2004

Spracoval –eg–

Masívna čierna diera zarazila vedcov

Skupina astronómov nedávno objavila obrovskú čiernu dieru vzdialenú 12,7 miliardy svetelných rokov. To znamená, že žiarenie, ktoré prezradilo vedcom jej existenciu ju opustilo len jednu miliardu rokov po Big Bangu. Zarážajúce je ako mohla za taký relatívne krátky čas narásť do takých rozmerov. Jej hmotnosť je desať miliárd hmotností Slnka. V porovnaní s najväčšou doteraz objavenou čiernou dierou je až päťkrát hmotnejšia!

Je tisíckrát väčšia ako naša Slnčaná sústava a váži toľko čo všetky hviezdy našej Mliečnej dráhy.

„V čase keď táto čierna diera vznikla bol Vesmír ešte veľmi mladý,“ vysvetľuje Roger Romani profesor Stanfordskej univerzity, vedúci tímu, ktorý objavil tento pozoruhodný objekt. „Je to pre nás veľkou výzvou porozumieť vzniku čiernych dier, konkrétne v tomto prípade je pre nás záhadou akým spôsobom mohla čierna diera získať také množstvo hmoty, aby narástla do gigantických rozmerov.“

Čierne diery sú ľudským okom neviditeľné, možno objaviť len podľa sekundárnych prejavov ich existencie. Prezradí ich žiarenie, ktoré vzniká pri pohlcovaní plynu čiernou dierou a vplyv jej gravitácie na okolitú hmotu. Existujú dva druhy čiernych dier: stelárne a supermasívne. Stelárne vznikli gravitačným kolapsom hmotných hviezd v konečných štádiách

vývoja. Hmotnosť stelárnej čiernej diery je rádovo niekoľko hmotností Slnka, zatiaľ čo jej supermasívny náprotivok môže vážiť až miliardokrát viac.

Predpokladá sa, že v strede našej Galaxie je čierna diera s hmotnosťou niekoľko miliónov Slnk. Najväčšia doposiaľ objavená čierna diera má hmotnosť dve miliardy Slnk.

Ako sa váži čierna diera?

Presné určenie hmotnosti čiernej diery Q0906+6930, ktorú objavil Romani so svojimi kolegami je problematické. Jednoducho povedané je príliš ďaleko.

„Veľmi hmotné čierne diery, podobné tejto, sú natoľko vzácne, že na počiatku sme boli veľmi podozrievaví,“ tvrdí Romani.

Novoobjavená čierna diera je srdcom jednej z množstva galaxií nachádzajúcich sa v súhvezdí Veľkej medvedice. Jej názov je Q0906+6930. Patrí medzi blazary, pretože jeden z výtryskov žiarenia vznikajúceho pri akrecii plynu čiernou dierou mieri priamo na Zem.

Blazar je natoľko vzdialený, že v jeho okolí jednoducho nie sú susedia, vzhľadom ku ktorým by sa dal určiť gravitačný vplyv blazaru. Navyše, drvivá väčšina jeho žiarenia je pohltaná medzihviezdnym plynom a prachom po ceste k pozorovateľovi na Zemi.

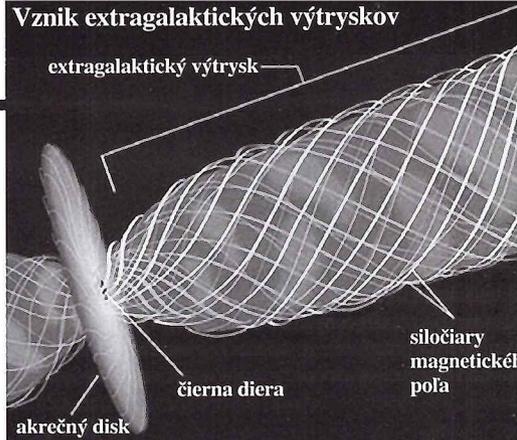
„Je naozaj príliš ďaleko na to aby

sme mohli urobiť priame merania vzájomných pohybov susedných teles pod vplyvom gravitácie čiernej diery, z ktorých sa dá určiť jej hmotnosť,“ podotýka Romani. On i jeho kolegovia určili jej hmotnosť na základe kvantitatívnej metódy, ktorá zahŕňa meranie rýchlostí častíc a dopplerovského posunu ich emisných čiar v infračervenej oblasti. Dodáva: „Najlepšie čo môžeme

urobiť, je pozorovať žiarenie čiernej diery v čo najširšej oblasti spektra, aby sme získali údaje pre čo najviac spektrálnych čiar.“

Na budúci rok plánujú preskúmať RTG emisie blazaru s VLBA (Very Long Baseline Array), v snahe získať ďalšie merania, ktoré pomôžu upresniť hmotnosť blazaru. Tú by mohli prípadne spresniť aj pozorovania v oblasti gama.

Blazar objavený Romanim a jeho kolegami je jeden z dvesto ďalších, ktoré doteraz objavili a katalogizovali. Ich práca je prípravou na vypustenie vesmírneho teleskopu v gama oblasti spektra GLAST (Gamma Ray Large Area Space Telescope) plánovaného na rok 2007. V ich výskume používajú kombináciu pozorovaní v rádiových oblasti, oblasti gama i optických pozorovaní.



Umelecká predstava sústredného výtrysku vysokoenergetických častíc nad a pod rovinu galaxie, v jadre ktorej je supermasívna čierna diera. Čiernu dieru nazývame blazarom práve vtedy keď je jeden z výtryskov namierený priamo na Zem.

Hoci ich výskum je zameraný na štúdium zdrojov žiarenia s vysokou energiou, ako sú pulzary, rotujúce neutrónové hviezdy a pod., napriek tomu chcú objasniť čo je blazar Q0906+6930 vlastne zač, ešte pred vypustením teleskopu GLAST. Objav blazaru môže priniesť mnoho cenných vedeckých informácií.

„Naznačuje nám, že čierne diery začali vznikáť omnoho skôr ako sme predpokladali,“ komentuje Romani svoj objav. „Tým odsúva do úzadia mnoho teórií o čiernych dierach.“

Podrobný výskum žiarenia blazaru pomôže dotvoriť obraz o matérii ležiacej v obrovských rozlohách Vesmíru, cez ktorú muselo prejsť, kým dorazilo k teleskopom pozemských astronómov.

-pm-

Spitzerov vesmírny teleskop: senzačný prvý rok

Rok po vypustení vesmírneho teleskopu Spitzer z mysu Canaveral bilancujú hviezdári neobyčajne cennú a bohatú korisť z tohto mimoriadne vďaka prístroja. Teleskop mapuje slabo viditeľné ciele: pozostatky po výbuchoch supernov, matrice, v ktorých sa rodia mladé hviezdy, jadro našej Galaxie. „Spitzer prekonal aj naše najsmelšie očakávania,“ vyhlásil Michael Werner, projektant Spitzera v Jet Propulsion Laboratory pri NASA. „770 miliónov dolárov bola mimoriadne výhodná investícia.“

Teleskop pomenovali po známom astronómovi Lymanovi Spitzerovi. Po štarte 25. augusta 2003 sa usadil na obežnej dráhe okolo Slnka. Nakoľko ide o infračervený ďalekohľad (pôvodný názov Space Infrared Telescope Facility), jeho úlohou je najmä získavanie infračervených spektier. Na týchto vlnových dĺžkach dokáže Spitzer nahliadnuť aj do galaxií obalených hustým závojom prachu.

Za najsenzačnejšiu korisť Spitzera sa považujú snímky mladého vesmíru, na ktorých vedci rozoznávajú galaxie a čierne diery v najrozličnejších fázach vývoja. Priam za senzačné sa považujú snímky, ktoré vznikli kombináciou so snímkami Hubblovho teleskopu a röntgenového satelitu Chandra.

Spitzer nakukol aj do čiernych mračien, ktoré sa považovali za jalové. Objavil v nich hviezdy v doteraz nepoznaných fázach vývoja.

Vďaka ďalekohľadu Spitzer vieme viac aj o našej Galaxii. Hviezdári v nej pozorujú procesy, na ktoré zatiaľ v iných galaxiách nedovidia. Rozlíšil napríklad aj prachové vlákna medzi hviezdami, akési kozmické neóny, ktoré signalizujú prítomnosť horúcich hviezd. Poznatky o našej Galaxii sa ukladajú do databázy, aby sa s pomocou ďalších tímov mohla upresniť jej štruktúra.

Snímky zo Spitzera umožňujú rozlíšiť aj doteraz neznáme komponenty iných galaxií. Napríklad špirálová galaxia Messier 81 vyzerá na každej zo snímkov, exponovaných na rozličných infračervených dĺžkach, celkom inakšie. To isté platí aj pre iné objekty. Formácie starých hviezd, ako je Christmas Tree, odhalil Spitzer s doteraz nedosiahnutým efektom.

Florida Today



Unikátna snímka prvého marťanského meteoritu, ktorý zachytil modul Spirit pri fotografovaní marťanskej atmosféry cez zelený filter.

Marťanský meteor!

Marťanské rovery Spirit a Opportunity urobili už množstvo prekvapujúcich objavov, tento je o to prekvapujúcejší, že sa netýka geológie Marsu. Na snímke marťanskej atmosféry je zachytené niečo letiace oblohou Červenej planéty.

Najskôr si odborníci v riadiacom stredisku mysleli, že je to jedna z umelých družíc Marsu. Tie sú pozostatkom niekdajších viac či menej úspešných programov k planéte Mars. Sovietskym programom Mars, ktorý začal v roku 1962 sodou Mars 1 a po dlhej prestávke (Mars 7, 1973) skončil neúspešným štartom sondy Mars 8 v roku 1996. Spomenúť treba i americké sondy Viking 1 a 2 (1975), ktoré priniesli prvé zábery z povrchu Červenej planéty. Možno starší Viking orbiter ešte stále obieha Červenú planétu. Takisto v súčasnosti pracujúce misie majú na obežnej dráhe svoje komunikačné družice, ktoré im umožňujú spojenie so Zemou.

„Prvotná myšlienka bola, že stopa na snímke vznikla zásluhou zvyšku družice z niektorého programu na výskum Marsu. Takýchto zvyškov je na obežnej dráhe Marsu relatívne veľa,“ tvrdí Steve Squyres z Cornell University v New Yorku.

„S reálnejším vysvetlením prišla skupina francúzskych odborníkov,“ oznámil Squyres na stretnutí Americkej astronomickej spoločnosti začiatkom júna tohto roku. Ich štúdiá preskúmala predpovedané radianty a časy maxim meteorických rojov na Marse. Výsledkom je zistenie, že snímka z rovery Spirit vznikla práve počas aktivity jedného z marťanských meteorických rojov.

„Orientácia stopy na oblohe sedí na zlomky stupňa s polohou radiantu dotyčného meteorického roja. To znamená, že vznikla unikátna snímka prvého marťanského meteoru a dokonca rojového,“ oznámil Squyres.

-pm-

Asijsští tygři nastupují

V polovině ledna 2004 vyhlásil americký prezident George Bush Jr. nový směr americké kosmonautiky. V Kozmosu 4/2004 jsme se podívali, jakým způsobem se tato změna kurzu projeví (resp. by mohla projevit) na ruském výzkumu vesmíru, dnes obrátíme svoji pozornost do Asie. Konkrétně se podíváme do Japonska, Číny a Indie.

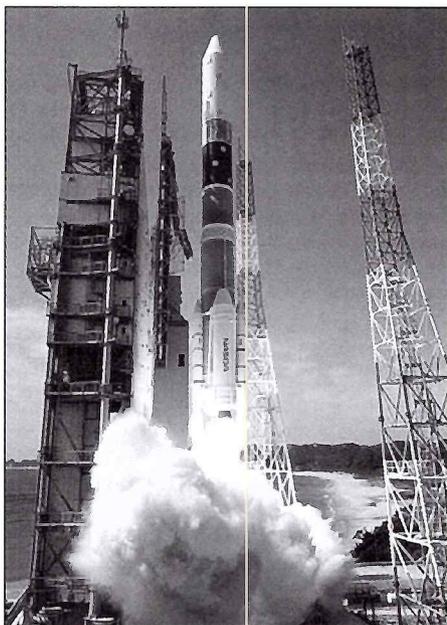
Největší a nejzásadnější změna v Zemi vycházejícího Slunce ovšem nastala už před letošním lednem. Došlo k ní k 1. říjnu 2003, kdy byly sloučeny tři zdejší organizace věnující se kosmickému výzkumu. Trio agentur bylo dlouhou dobu považováno za brzdu rozvoje japonské kosmonautiky, protože jednak docházelo ke třídění finančních zdrojů a jednak jejich plány byly jen minimálně provázané (viz např. vývoj nosných raket v režii organizací ISAS a NASDA). A tak na místě institucí NASDA (National Space Development Agency of Japan), ISAS (Institute of Space and Astronautical Science) a NAL (National Aerospace Laboratory of Japan) vznikla jednotná JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Nějaký čas jí pravděpodobně bude trvat, než se stabilizuje a spojí jednotlivé aktivity, ale vše nasvědčuje tomu, že vznik jedné organizace je krok správným směrem.

Jedním z budoucích kroků by mohla být realizace vlastní pilotované lodi. Oznámení, že Japonsko o podobném projektu uvažuje, bylo zveřejněno na konci ledna 2004 – jedná se o reakci na výše uvedené plány amerického prezidenta Bushe Jr., ale zároveň i na čínský pilotovaný let Shen Zhou-5 z října 2003. Japonská prestiž by zkrátka utrpěla, kdyby jí ujel světový i asijský „kosmický vlak“. Nicméně tyto úvahy jsou zatím pouze ve stádiu předběžných studií.

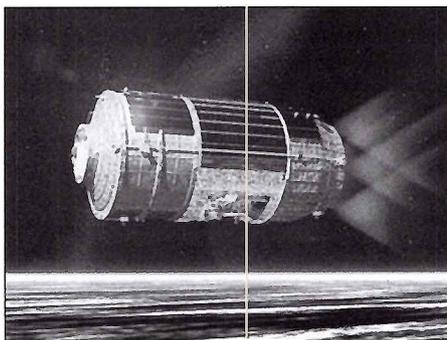
JAXA má ale o pilotovanou kosmonautiku eminentní zájem. O tom svědčí i fakt, že v červnu 2004 se v texaském Houstonu zapojilo do výcviku jedenáct nových astronautů NASA – a tyto doplnila trojice japonských specialistů (jako jediní zahraniční kandidáti pro lety na raketoplánech a na stanici ISS v současném roce). Byl to přítom první nový oddíl astronautů, který v Houstonu začal trénovat po čtyřech letech!

Japonsko zde reprezentuje dr. Satoši Furukawa, Aikihiko Hošide a Naoko Jamazaki (roz. Sumino). Všichni byli vybráni k letům do vesmíru už v roce 1999, za sebou už tedy mají několik let výcviku. Za zmínku přitom rozhodně stojí jediná žena z tohoto oddílu, Naoko Jamazaki(ová). Po zařazení do oddílu japonských kosmonautů se totiž stačila vdát a v srpnu 2002 se jí narodila dcera. Poslání matky a kariéru kosmonautky ovšem zvládá bravurně: v květnu 2004 se např. kvalifikovala jako palubní inženýr ruských lodí Sojuz.

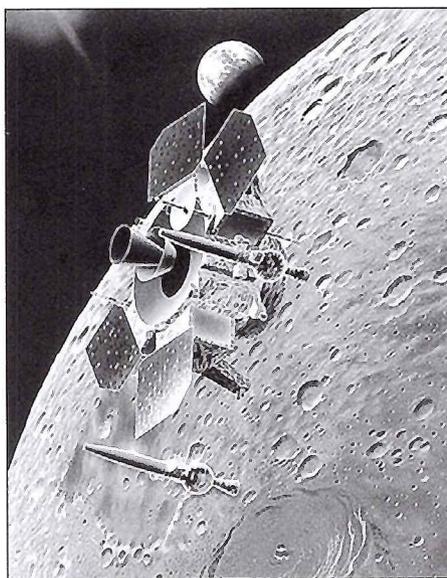
Japonský oddíl kosmonautů mimo výše uvedených nováčků v současné době tvoří Čiaki Mukači (veteránka z letů Columbia STS-65/1994 a Discovery STS-95/1998), Takao Doi (Columbia STS-87/1997), Kojči Wakata (Endeavour STS-72/1996 a Discovery STS-92/2000) a Sojči Noguči (nováček). Přitom posledně jmenovaný by měl být členem posádky raketoplánu Discovery STS-114 (start plánovaný na březen 2005), což bude první mise po tragické zkáze Columbie v únoru 2003.



Start japonské nosné rakety H-2A.



Kresba zásobovací družice HTV vyvíjené pro stanici ISS.



Mise lunární sondy Lunar-A, která se nyní po deseti letech odkladů startu ocitla v ohrožení.

Také Doi by se měl v dohledné době vydat do vesmíru: v roce 2007 má doprovodit na oběžnou dráhu první část japonské laboratoře Kibo (původně JEM – Japanese Experimental Module), která bude trvalou součástí stanice ISS.

Laboratorní modul Kibo bude na oběžnou dráhu vyneseny v průběhu trojice startů amerických raketoplánů. I když spíše než o modulu bychom měli hovořit o celém „komplexu“. Kromě dvou hermetizovaných částí bude velmi důležitou součástí laboratoře také venkovní plošina, na které budou probíhat experimenty přímo v podmínkách kosmického vakua. Obsluhu této plošiny bude zajišťovat speciální manipulátor. A pro snadnou výměnu vzorků mezi plošinou a vnitřní částí stanice budou mít astronauti k dispozici malou přechodovou komoru, pomocí níž budou přístroje a vzorky přemísťovat bez nutnosti výstupu do otevřeného prostoru nebo dekomprese větší částí stanice.

Dalším japonským příspěvkem k projektu ISS bude dopravní družice HTV (H-II Transfer Vehicle), jakási obdoba ruských zásobovacích progressů (nebo připravovaných evropských ATV). HTV bude mít tvar válce o startovací hmotnosti 15 tun, přičemž bude moci na ISS dopravovat náklad buď jen ve svém hermetizovaném nákladovém prostoru, nebo ve smíšené verzi (hermetizovaný plus nehermetizovaný náklad). Podle toho bude kolísat kapacita a rozměry tohoto zařízení, nicméně při jednom startu by na stanici mělo dopravit nejméně šest tun nákladu. Co je na celém programu HTV zajímavé, je způsob spojení se stanicí. Družice přiletí do bezprostřední blízkosti komplexu, kde bude zachycena pomocí kanadského manipulátoru SSRMS. A až jeho pomocí dojde k přemístění tělesa na stanovený stykovací uzel. Tedy nikoliv přímé (automatické nebo s pomocí astronautů na stanici) připojení. Premiérový let HTV se chystá na rok 2009.

A oblasti bezpilotní kosmonautiky? Japonsko se v současné době vzpamatovává z otřesu, který mu způsobila havárie nosné rakety H-2A v listopadu 2003. Při pokusu o start prohořela spalovací komora jednoho z pomocných motorů na tuhé pohonné látky a proud spalin přerušil elektroinstalaci. Zásluhou toho se motor neoddělil, raketa ztratila stabilitu a zřítla se do vln oceánu. Při nehodě byla zničena dvojice vojenských družic IGS-2A a -2B (Intelligence Gathering Satellite; jedna pro vizuální průzkum, druhá pro radarový). Jen malou náplastí na bolest byl fakt, že v březnu 2003 byla dvojice identických družic IGS-1 úspěšně dopravena na oběžnou dráhu.

Raketa H-2A by se měla do operačního provozu vrátit ještě před koncem roku 2004, kdy se očekává start s družicí MTSAT 1R. Mezi lety 2004 až 07 Japonsko plánovalo devět startů raket H-2A se sedmnácti satelity. Zatím se tedy uskutečnily dva, z toho jeden neúspěšný. Neúspěch brzdí japonské snahy o komercializaci této rakety, které by měly během několika příštích let vyústit ve čtyři až pět startů ročně pro platící zákazníky.

Japonsko chystá také několik zajímavých výprav k Měsíci. V květnu roku 2005 bychom se mohli dočkat více než deset let odkládaného (!)

startu lunární sondy Lunar-A. V polovině roku 2004 se ovšem tato mise dostala do takřka kritického ohrožení, když JAXA začala zvažovat její úplné zrušení. Důvodem jsou přetrvávající technické problémy, které ji od počátku provázejí. V době uzávěrky tohoto Kozmosu o jejím osudu nebylo definitivně rozhodnuto.

Nicméně pokud se Japonsko rozhodne misi reanalizovat, bude mít Lunar-A hmotnost 540 kilogramů. Po startu raketou M-5 přejde z parkovací oběžné dráhy na protáhlou geocentrickou dráhu, na níž po 4,5 oběhu proletí kolem Měsíce. Vzdálí se až do 1 185 000 kilometrů od naší planety, přičemž při návratu se stane lunární umělou družicí.

Nejzajímavější částí celé expedice bude dvojice penetrátorů, které mají být postupně vystřeleny k měsíčnímu povrchu. Penetrátory jsou moduly, které budou z lunární dráhy vystřeleny do jeho povrchu, kde se tvrdě zaboří. Konstrukce penetrátorů umožní při dopadu rychlostí 250 až 300 metrů/sec. přežít přetížení až několik desítek tisíc G, takže se zaboří do povrchu podobně jako torpéda a budou odtud vysílat cenné vědecké informace. Pracovat budou v hloubce jeden až tři metry. Jeden modul má být vysazený na přivrácené, druhý na odvrácené straně Měsíce – bude to první lidská výprava na tuto část naší přirozené družice.

Každý penetrátor má délku 90 centimetrů a průměr 14 cm. Co se přístrojového vybavení týká, nese seismometr, teplotní sondu, sklonoměr a akcelerometr. Ponese i paměť s kapacitou patnáct dní záznamu, radiový vysílač s anténou a baterii. Ta by měla vystačit na jeden rok provozu.

Další sonda k Měsíci by se z Japonska měla vydat v průběhu rozpočtového roku 2005 (začíná 1. dubna 2005 a končí 31. března 2006). Výprava SELENE (SELEnological and ENgineering Explorer) je neskromně označována jako „nejkomplexnější průzkumná mise k Měsíci od skončení programu Apollo“. Cílem letu je získat vědecká data o původu Měsíce a jeho evoluci stejně jako vyvinout nové technologie pro další kosmické programy. Vlastní družice SELENE bude navedena na polární lunární oběžnou dráhu ve výšce 100 km nad povrchem, přičemž vypustí dvojici pomocných subsatelitů (Relay Satellite a VRAD Satellite).

Pokud hovoříme o japonském planetárním výzkumu, nemůžeme nezmínit probíhající misi sondy Muses-C. Ta odstartovala v květnu 2003 z kosmodromu Kagošima, přičemž se má pokusit odebrat vzorky hornin (1 až 10 gramů) z asteroidu 1998SF36 Itokawa a vrátit se s nimi zpět do pozemských laboratoří (2007). A na rok 2009 připravuje Japonsko vypuštění sondy Planet-C k Venuši.

Opusíme nyní Japonsko a pojďme se podívat na kosmonautiku další asijské země. Čínská lidová republika se svou kosmonautikou „zabodovala“ na celé čáře 16. října 2003, kdy dokázala do vesmíru vyslat kabinu Shen Zhou-5 (Božská loď) se svým prvním kosmonautem Jangem Liwejem na palubě. Stala se tak teprve třetí zemí světa (po bývalém Sovětském svazu, resp. Rusku, a Spojených státech), která náročnou technologii pilotovaného letu zvládla.

Čína tímto úspěchem získala velkou mezinárodní prestiž a i do budoucna se proto hodlá orientovat na pilotované lety, ale zároveň se nenechá vyprovokovat k nějakému zbesilému a riskantnímu tempu vysílání kosmických lodí do vesmíru. Pro čínskou propagandu mají cenu jen živí

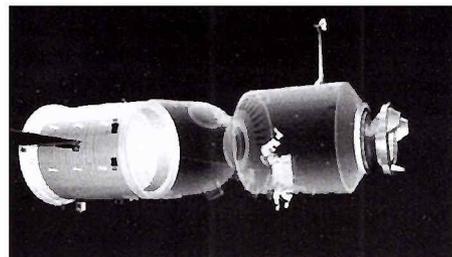
kosmonauti – navíc nejlidnatější zemi světa netlačí čas, nikdo jí nešlape na paty (jaký to rozdíl s dobou šedesátých let a slavných sovětsko-amerických „kosmických závodů“!).

Pilotovaná kosmonautika ČLR je sice zahalena rouškou mnoha tajemství, nicméně některé skutečnosti se dají vysledovat nebo z různých již známých střípků můžeme odhadnout běh událostí budoucích.

Především je známý počet osob, které se v současné době chystají ke kosmickým letům: jedná se o čtrnáct pilotů. Jmenovitě jsou to Deng Qingming, Fei Junlong, Chen Quan, Jing Hajpen, Liu Buming lub Boming, Liu Wang, Nie Haishen, Pan Zhanchun, Jang Liwej, Zhai Zhigang, Zhang Xiaoguan, Zhao Chuandong, Wu Ji a Li Quinlong. Jejich výběr byl zahájen v roce 1996 z tisíců vojenských stíhačů, ze kterých bylo předvybráno třicet kandidátů. A v roce 1999 – tedy v době letu prvního prototypu kabiny Shen Zhou – zahájili vlastní přípravu.

Jak probíhal vlastní výběr nejhodnějšího kandidáta pro první čínský pilotovaný let? Na základě dlouhodobých výsledků byli vybráni tři kandidáti (Jang Liwej, Nie Haishen a Zhai Zhigang), přičemž den před plánovaným startem byl určený jeden hlavní, zbývajícím dvěma připadla nevděčná role náhradníků.

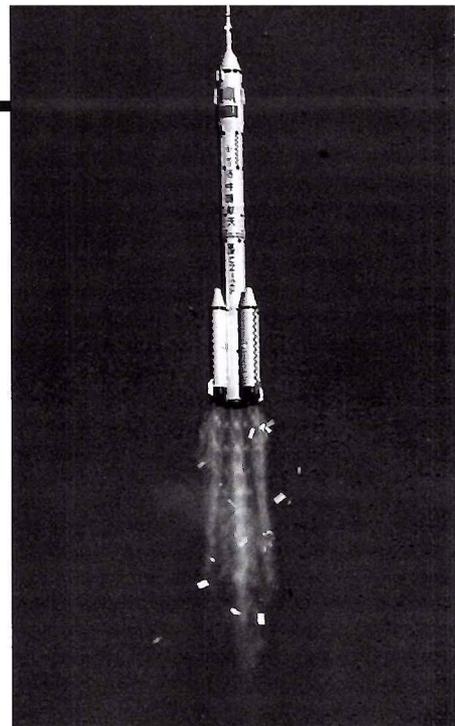
Podobně má být postupováno i v případě druhého pilotovaného letu: jen s tím rozdílem, že se kandidáti připravují v párech. Čtrnáctičlenný čínský oddíl tak po odpočinku po prvním pilotovaném letu vytvořil v březnu 2004 sedm dvojic. Z nich budou vybrány tři nejlepší a až bezprostředně před startem se rozhodne, která poletí. Je zajímavé, že ke svému možnému druhému startu se připravuje i Jang Liwej, ale jeho další kosmická cesta je



Náplní letu Shen Zhou-7 v roce 2006 by měl být výstup čínského kosmonauta do otevřeného prostoru.



První čínská vesmírná stanice by měla vzniknout spojením lodí Shen Zhou s orbitálním modulem jiné lodí.



První čínský kosmonaut Jang Liwej startuje v raketě CZ-2F na palubě lodi Shen Zhou-5.

nepravděpodobná: pro Čínu je příliš vzácnou osobností než aby byl jeho život vystavovaný riziku vesmírného letu.

Současný oddíl čínských kandidátů samozřejmě není neměnný a statický, postupem času se bude vyvíjet a měnit. Podle informací z letošního března by jej snad už v roce 2005 měly doplnit ženy – Čína tuto informaci zveřejnila u příležitosti Mezinárodního dne žen 2004, čímž drží sovětskou tradici respektovat významná výročí či svátky. Nicméně bude trvat mnoho let, než tyto kandidátky dostanou šanci se vydat ke hvězdám. Současné plány hovoří o tom, že čínská kosmonautka poletí až po roce 2010.

Tolik tedy k současnému oddílu čínských kosmonautů – a nyní pár řádků k jejich zamýšleným úkolům. Po prvním letu Janga Liweje dostal celý oddíl volno, zatímco inženýři vyhodnocovali premiérovou čínskou misi. A po pěti měsících se v březnu 2004 naplno rozběhla příprava letu Shen Zhou-6: kandidáti se rozdělili do dvojic a byla zahájena montáž jejich lodí. Z toho vyplývá jedna veledůležitá informace: start neproběhne v dohledné době. Pro srovnání: výroba ruské lodí Sojuz trvá cca dva a půl roku (od první objednávky subdodavatelům po finální přípravu ke startu).

Podobně jako vlastní loď je na tom i nosná raketa CZ-2F, kterou čekají oproti stávajícímu modelu některé úpravy. Ty budou mít za cíl zvýšit nosnost ze 7790 kg na něco málo přes 8000 kg nákladu, protože příští posádka bude dvoučlenná a v kosmu má strávit více než jeden den (pravděpodobně týden podobně jako zkušební lety Shen Zhou-2 až 4). Nosná raketa CZ-2F bude na kosmodromu dopravena v červenci 2005. Vzhledem k tomu, že nosná raketa pro Shen Zhou-5 dorazila na kosmodrom v polovině roku 2003 a start se uskutečnil v říjnu, dá se příští čínský pilotovaný let očekávat na podzim 2005.

Proč je mezi prvním a druhým čínským pilotovaným startem tak velká prodleva? Důvodů je několik. Jak už bylo naznačeno výše, Čína nikam nespěchá: nepotřebuje každé dva měsíce vyslat do vesmíru kosmickou loď s tím, že ji občas potká nějaká havárie, ale potřebuje realizovat úspěšné lety, které budou dokládat technologickou vyspělost ČLR. Druhý důvod značného odstupu mezi oběma

misemi je politický: Čína plánovala na pětiletku 2001 až 05 dva pilotované starty. Proto není důvod nikam spěchat. (Mimořádně, původní předpoklady počítaly s tím, že i Shen Zhou-5 bude bezpilotní, ale protože předchozí zkušební starty proběhly nad očekávání hladce, šlo o pilotovanou misi. Díky tomu byl první start úspěšný o cca jeden rok.)

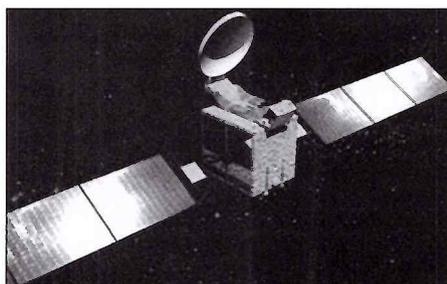
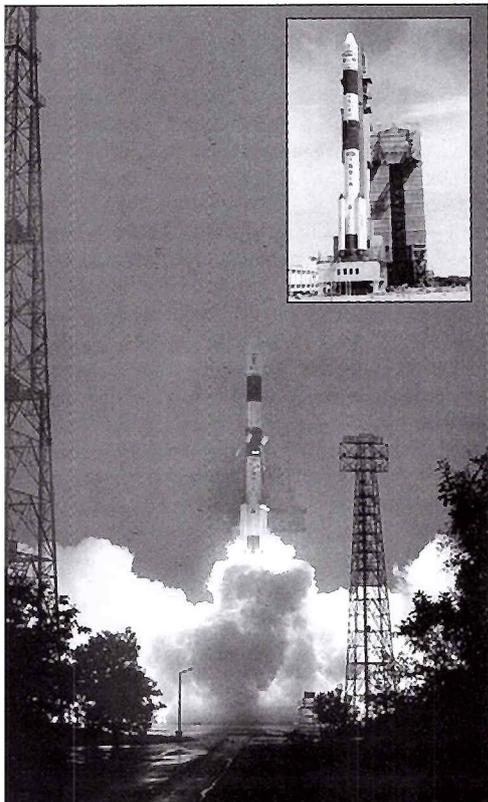
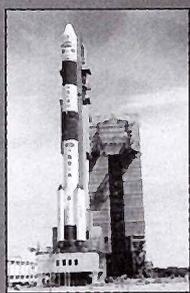
Následující kosmické starty budou zřejmě následovat s kratším odstupem. Stačí se podívat na čínské plány, které počítají s vypuštěním vlastní stanice (přitom let k ní každé dva roky by nebyl příliš efektivní). A stačí se podívat na čínský kosmodrom, kde je montážní hala umožňující souběžnou přípravu dvou nosných raket souběžně (jedna se chystá na start cca čtyři měsíce, takže celkem je zde teoretická možnost šesti startů ročně bez nutnosti redukce přípravné doby raket). Navíc souběžně se zahájením montáže Shen Zhou-6 byla zahájena příprava výroby „sedmičky“, která by měla letět v roce 2006 a jejíž posádka bude mít za úkol uskutečnit kosmickou vycházku.

Připravuje se také setkání dvou pilotovaných lodí (každá až se třemi kosmonauty na palubě) nebo realizace střednědobého (až třítydenního) letu. To by mělo být kolem roku 2010 – a nejpozději o pět let později chce Čína disponovat vlastní trvale obydlenou stanicí na oběžné dráze (dvacetitunový modul velikosti zhruba sovětských saljutů).

Často se také hovoří o čínských plánech na dobytí Měsíce nebo Marsu. Ty ale zatím nejsou nikterak aktuální. Čína sice podobné aktivity potvrzuje, ale s upozorněním, že jde o záměry skutečně dlouhodobé. Čili v ideálním případě bychom se čínské vlajky na Měsíci mohli dočkat za nějakých dvacet let. V ideálním světě přitom v žádném případě nežijeme...

A tak se k Měsíci obrátí spíše pozornost automatických sond. V prosinci 2006 chce Čína vyslat k Měsíci svoji první automatickou sondu, o čtyři roky později pak uskutečnit bezpilotní přistání na

Vzlet rakety PSLV ze základny Šriharikota.



Čínská měsíční sonda Chang je konstrukčně tožná s komunikační družicí DFH-3.

jeho povrchu. Kolem roku 2020 hodlá provést automatický odběr vzorků hornin a zajistit jejich návrat na Zemi.

První čínská lunární výprava dostala název Chang'e. Půjde o 2350 kilogramů těžkou aparaturu (včetně 130 kg vědeckého vybavení), která bude po startu raketou CZ-3A navedena na oběžnou dráhu kolem Měsíce. Zde má po dobu nejméně jednoho roku provádět soustavný průzkum našeho jediného přirozeného souspuťníka.

Čínské kosmické ambice ovšem nekončí jen u pilotovaných letů nebo průzkumu Měsíce. Z dalších zajímavých programů jmenujme alespoň systém navigačních družic Beidou. Celkem čtyři družice na geostacionární dráze (dvě primární a dvě záložní) budou zajišťovat navigaci pomocí přesných rádiových signálů. Systém sice nebude tak přesný jako americký GPS, ruský Glonass či připravovaný evropský Galileo, nicméně i tak umožní Číně získat vlastní družicovou navigaci bez závislosti na zahraniční technice. První dvě družice systému Beidou vzlétly v roce 2000, třetí v r. 2003.

Třetí nejvýznamnější kosmickou velmocí v Asii je bezesporu Indie. Její kosmický výzkum sice ve srovnání s ekonomicky silným Japonskem nebo ambiciózní Čínou působí dojmem „chudého příbuzného“, nicméně ambice a zájem o vesmír Indii rozhodně nechybí. Důkazem toho je mj. poměrně propracovaný program vývoje nosných raket, družic pro dálkový průzkum Země nebo i pomalu se rozvíjející meziplanetární program.

Základem kosmického výzkumu jsou nosné rakety. Indické nosiče nikdy neoplyvaly mimořádnou spolehlivostí, nicméně v posledních letech se její skóre výrazně zlepšuje. Velké naděje vkládá ISRO (Indian Space Research Organization) do rakety GSLV (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle). Jak její název napovídá, je určena především k vynášení družic geostacionárních, nicméně může být použita také v jiných programech. První start se uskutečnil v roce 2001, druhý o dva roky později. Oba byly úspěšné.

GSLV je třístupňové konstrukce, přičemž k prvnímu stupni na tuhé pohonné látky jsou připojeny čtyři startovací motory na kapalná paliva. To je kombinace velmi neobvyklá, ve světě se nejčastěji používá opačná – hlavní stupeň na kapalná paliva plus urychlovací bloky na tuhé pohonné hmoty. Druhý stupeň rakety využívá stejné pohonné látky jako startovací motory (oxid dusičitý a asymetrický dimethylhydrazin), třetí pak kapalný vodík a kapalný kyslík. První jsou GSLV byly vybavovány ruským motorem RD-56M, nicméně ve vývoji už je kyslíko-vodíkový motor indické konstrukce. Do vývoje rakety GSLV vložila Indie 305 miliónů dolarů, trval deset let.

Nicméně Indie neusíná na vavřínech a v dubnu

2002 její vláda schválila vývoj raket GSLV Mk. 3 a Mk. 4 (předchozí popis odpovídal nosičům Mk. 1 a Mk. 2, které se od sebe liší jen minimálně). S trochou nadsázky by se dalo říci, že s předchozími nosiči mají společný je název. Budou také třístupňové s návěsnými motory, nicméně budou mít startovací motory na tuhé pohonné látky a všechny tři stupně na kapalná paliva. Verze Mk. 3 bude mít dvojici startovacích motorů, Mk. 4 dokonce čtveřici. První start je plánovaný na rok 2008, přičemž nosnost nákladu má být 4400 kg na dráhu přechodovou ke stacionární (resp. 6000 kg ve verzi Mk. 4). Při letech na nízkou dráhu by GSLV mohla nést deset až třináct tun nákladu. Celkem do tohoto programu ISRO hodlá investovat 520 mil. USD.

Deset tun nákladu je přitom dostatečná kapacita k letu s pilotovanou kabinou. Sice zatím nejde o oficiální indický kosmický program, ale úspěchy odvěkého rivala Číny na tomto poli otázkou možnosti vysílání vlastních kosmonautů do vesmíru otevřely. „Zcela určitě můžeme postavit kosmickou loď a vynést člověka do vesmíru,“ uvedl Madžván Nair, ředitel ISRO. Fakt, že podobné záměry myslí Indie relativně vážně, dokresluje i skutečnost, že v roce 2005 by měla vyslat do vesmíru družici s pultunovým návratovým modulem. I v oficiálních zprávách se hovoří o tom, že půjde o vývoj technologií potřebných pro budoucí pilotované lety.

Instituce ISRO totiž předložila vládě program za 2,2 miliardy dolarů, v jehož rámci by mohli kolem roku 2015 vzlétnout indiští kosmonauti ve vlastní lodi. Projekt ale dosud nebyl schválený. Nad jeho smysluplností či realizovatelností se nyní vedou obšírné diskuse.

Každopádně se ale ke startu chystá – kromě dalších komunikačních satelitů řady Insat – několik zajímavých družic. Ještě před koncem roku 2004 má do vesmíru startovat družice Edusat-1, která by měla primárně sloužit k vysílání vzdělávacích programů a přispět tak k rozvoji indického venkova. Družicové vysílání je totiž nejschůdnější a nejlevnější možností, jak signálem pokrýt rozsáhlé oblasti této země.

V roce 2006 by měla být pomocí rakety PSLV dopravena na oběžnou dráhu družice Cartosat o hmotnosti 1500 kg. Půjde o snímkovací satelit, jehož přesné rozlišení nebylo zveřejněno, protože mezi jeho významné podporovatele patří indická armáda. Nicméně má mít životnost nejméně šest let. Už nyní se uvažuje o programu Cartosat-2, ale termín realizace nebyl stanoven.

Nejzajímavější indický vesmírný projekt příštích let se jmenuje Chandrarian-1. Půjde o sondu, která má startovat v roce 2008 raketou PSLV a vydá se k Měsíci. Po navedení na jeho oběžnou dráhu bude toto těleso dlouhodobě zkoumat souborem šest indických a několika zahraničních přístrojů (byl vypsaný veřejný konkurs na přístroje do celkové hmotnosti 10 kg a příkonu 10 W). Mezi nimi bude například snímkovací aparatura pro pořizování záběrů širokých čtyřicet kilometrů s rozlišením pětimetrových detailů. Mise má celkové náklady 78 mil. dolarů.

Jak vidno, u Měsíce bude v několika málo příštích letech tlačence sond z asijských zemí.

Příště: První nebo druhé housle pro Evropu?

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto: archiv autora

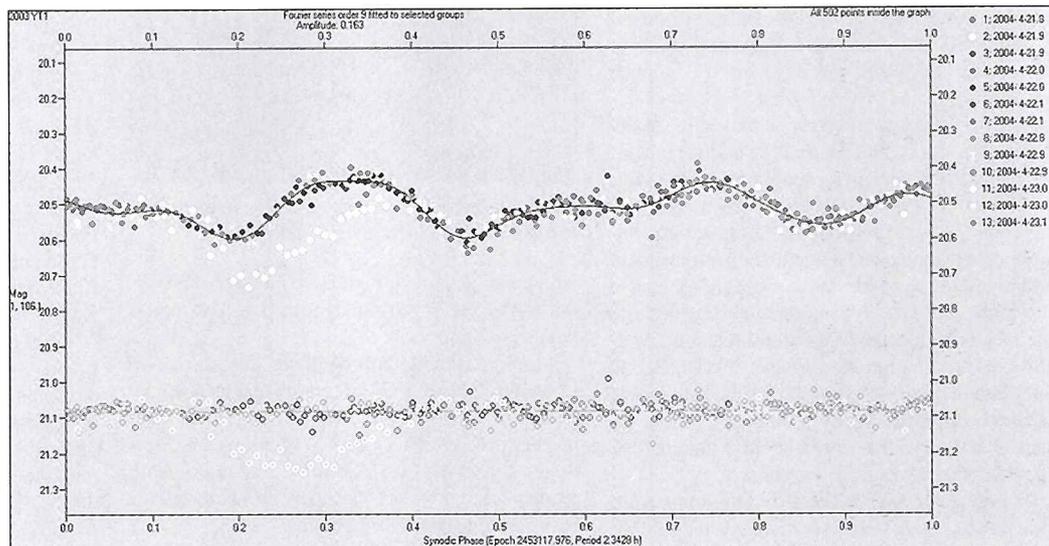
Významný objav na AGO v Modre

Astronómia na Astronomicom a geofyzikálnom observatóriu (AGO) Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského (FMFI UK) v Modre zaznamenali ďalší úspech. Pri fotometrickom pozorovaní asteroidu 2003 YT1 zistili, že v skutočnosti je to binárny objekt – planétka so svojou malou obežnicou. Tento pozorne sledovaný blízkozemský asteroid preletel 30. apríla 2004 vo vzdialenosti iba 29-krát väčšej ako je od nás Mesiac. Odhalenie podvojnosti 2003 YT1 je významným objavom. Potvrdilo ho pozorovanie radarovým teleskopom v Arecibe (Portoriko), ktorý asteroid aj s jeho mesiačikom zreteľne zobrazil. História slovenskej astronómie, ktorá má bohatú tradíciu v oblasti výskumu medziplanetárnej hmoty, sa tak rozšírila o ďalší hodnotný výsledok.

Kronika vopred ohláseného objavu

Objav, ktorý bol výsledkom štyroch nocí fotometrického pozorovania a ďalších štyroch potvrdzovacích radarom, sa nerodil ľahko. Planétku 2003 YT1 objavila NEO prehliadka Catalina Sky Survey 18. decembra 2003 a bola hneď aj potvrdená, druhú noc i kolegami v Ondřejove a na Kletí. Po svojej eliptickej a výrazne sklonenej dráhe sa mala koncom apríla 2004 priblížiť k Zemi, keď mala dosiahnuť jasnosť, ktorá umožňovala jej podrobnejší výskum. Preto bola zaradená ako potenciálny cieľ do fotometrického programu AGO v Modre, hoci jasnosťou sa blížila k hornej hranici efektívneho dosahu 0,6-m ďalekohľadu vybaveného CCD kamerou AP8p. Vysoká rýchlosť jej zdanlivého pohybu a súčasne vysoká deklinácia z nej robili náročný cieľ.

Noc 21./22. 4. 2004: Š. Gajdoš a A. Galád vzhľadom na dobré podmienky a priaznivú predpoveď v tú noc uprednostnili pozorovanie 2003 YT1. Rozhodnutie podporil aj fakt, že tento objekt bol zahrnutý do programov radarového pozorovania asteroidov v Goldstone a v Arecibe. Ich dôkladná príprava si totiž vyžaduje presnú efemeridu (teda výpočet presnej polohy telesa na konkrétny čas), ktorá je podmienená dobrou znalosťou dráhy plánovaných cieľov (to zabezpečí astrometria). V takých prípadoch je vítaným – priam žiadaným – doplnkom aspoň predbežná, orientačná, informácia o ich základných parametroch: približný tvar (napríklad v podobe



Obr. 1: Výsledná fázová krivka z pozorovaní prvých dvoch nocí (spracoval Dr. Pravec).



Obr. 2: Postupnosť prvých radarových „záberov“ z 1. 5. Satelit sa dá vytušiť v popredí.

pomeru hlavných osí) a rýchlosť rotácie. Preto hlavným cieľom „zoznamovacích“ pozorovaní je zistiť periódu svetelných zmien, čo je východiskom plánovania ďalších pozorovaní. Teraz sa ukazuje, že obloha je z astronomického hľadiska (stálosť a ostrosť obrazu, nízky jas pozadia) mimoriadne kvalitná, čaká ich celonočné pozorovanie. Predbežná fotometrická krivka začína odhaľovať charakteristické rysy: malá amplitúda ($\sim 0,2$ magnitúdy), pravidelný, no asymetrický tvar s periódou približne 2,4 hodiny. Krivka pokrýva takmer tri periódy, chyby pozorovania sú minimálne, čo je výborný základ. Vzhľadom na nie bežný tvar krivky putuje informácia na konzultáciu k P. Pravcovi (AV ČR, Ondřejov), špecialistovi v oblasti fotometrie planétok. Predbežná informácia (perióda a tvar svetelných zmien a veľkosť telesa, ktorá vyplýva z jeho jasnosti pri istom albede) v grafe známych či potenciálnych binárnych objektov radi 2003 YT1 do oblasti „rubble piles binárov“. Peter Pravec preto usudzuje, že môže ísť o dvojité sústavy, ktorej ďalšie pozorovania sú veľmi žiadané.

Noc 22./23. 4. 2004: A. Galád a L. Kornoš majú aj nasledujúcu noc rovnako výborné podmienky. Celú,

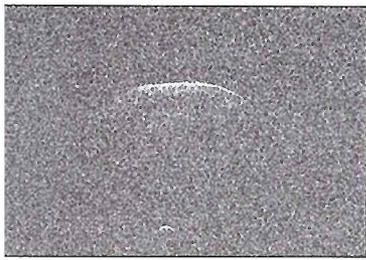
pochopiteľne, venujú potenciálnemu „bináru“. Po preložení periód krivka zjavne kopíruje priebeh predchádzajúcej noci. Perióda sa upresňuje na 2,343 hod. ALE! V jednom cykle zrazu nastane pokles jasnosti, ktorý nie je spôsobený ani chybou pozorovania, ani spracovania (obr. 1 séria bielych bodov). Opakovaná analýza vyvoláva silné podozrenie, že bol zaznamenaný vzájomný úkaz (zákryt/zatmenie) v dvojitej sústave. Ale treba ho potvrdiť: pozorovať ešte aspoň raz. Dovtedy sa však nedá úplne vylúčiť iný rušivý vplyv, či už inštrumentálny, alebo „nebeský“. P. Pravec, u ktorého sa zbierajú mnohé pozorovania zo sveta, nás informuje, že nikto iný tento asteroid doteraz nesledoval. Zároveň prostredníctvom diskusnej internetovej skupiny MPML požiadal o urgentné monitorovanie 2003 YT1. Potrebnú informáciu dostávajú aj obe radarové pracoviská, aby mohli reagovať na novú situáciu.

Noc 28./29. 4. 2004: L. Kornoš a J. Világi po prestávke zavinennej počasím pozorujú tretiu noc. Podmienky sú uspokojivé, periódu sa darí pokryť raz, hoci prerušovane, no teraz je hlavným cieľom zaznamenanie prejavov nejakého vzájomného úkazu. Od predchádzajúceho pozorovania už uplynulo šesť dní,

počas ktorých sa čiastočne zmenila vzájomná konfigurácia sústavy Slnko-asteroid-Zem. Prejavilo sa to v miernej zmene tvaru a amplitúdy svetelnej krivky. Asteroid sa medzitým priblížil a zvýšila sa jeho jasnosť i zdanlivá rýchlosť. To prvé je okolnosť priaznivá, to druhé – naopak – nepriaznivá. Vzájomne sa čiastočne kompenzujú, ale vysoké rýchlosti prináša ďalšie komplikácie. Dôležité je, že žiadny zákryt/zatmenie v rámci nespojitého pozorovania neboli registrované.

Noc 29./30. 4. 2004: J. Világi a Š. Gajdoš pozorujú 2003 YT1 štvrtú noc, podmienky nie sú ideálne. Základné trendy krivky sa zachovali, no zákryt/zatmenie (iba v rámci oblačnosťou rušeného pozorovania) neboli registrované. Večer 30. 4. L. Benner hlási, že v Goldstone sa vyskytla vážna technická porucha, ktorá znemožňuje radarové pozorovanie možnej dvojitej planétky, pričom jej odstránenie potrvá asi niekoľko dní.

1. 5. 2004: M. Nolan z Areciba hlási pre nás veľmi úspešné pozorovanie z 1. 5., ktoré jednoznačne potvrdzuje binárnu podstatu 2003 YT1. Na obr. 2 je hlavná zložka sústavy (primár), satelit sa dá len tušiť, dobre viditeľný je na detaile (obr. 3).

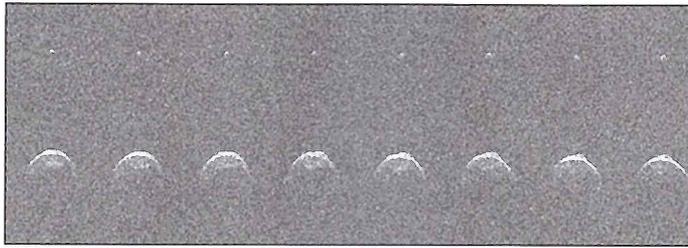


Obr. 3: Jeden detailne spracovaný „záber“ odhaľuje sekundár pred primárom.

2. 5. 2004: M. Nolan hlási ďalšie úspešné pozorovanie. Uvádza, že minulé noc bol úzky zväzok signálu navádzaný nepresne (odchýľka 45 oblúkových sekúnd), kvôli čomu bol zisk systému znížený. Znova zachytili binárnu sústavu ako celok, tentokrát so satelitom na odvrátenej strane (obr. 4). Radarové pozorovania pokračujú, očakáva sa spresnenie dráhy a obežnej doby satelitu okolo primáru. Prvé informácie hovoria o pretiahnutej eliptickej dráhe a rýchlej rotácii samotného mesačička.

3.5.2004: Pozorovania pokračujú, na primári znova vidieť zaujímavý terénny detail – veľkú preliačeninu – najskôr dopadový kráter (obr. 5), neklamný znak veľkej zrážky.

4.5.2004: Ďalšie radarové pozorovania (obr. 6) zachytávajú binár v inej konfigurácii. V Goldstone uvedú radar opäť do chodu pravdepodobne až 9. 5., ale dovtedy bude 2003 YT1 už príliš ďaleko na úspešné sledovanie. V Arecibe, kde majú výkonnejší radar, objekt vyšiel z pozorovacieho pásu, lebo „misa“ umiestnená v prispôbenej prirodzenej terénnej preliačine je pevná, nehybná, a s pohyblivou anténou nad ňou má len obmedzený deklinačný dosah. Uverejnili však výsledky podrobnejších analýz pred-



Obr. 4: Dvojica zachytená o deň neskôr (2. 5.) v opačnej konfigurácii.

chádzajúcich pozorovaní. Podľa nich namerané vzdialenosti sekundáru (satelitu) od primáru boli 2,7 km a 2,3 km, čo rádovo môže zodpovedať skutočnosti a svedčí o výrazne eliptickej dráhe s obežnou dobou okolo 30 hodín. Rozmery majú 1000 m a 180 m, pričom primár je nepravidelného tvaru s rotačnou periódou nie väčšou ako 2,6 hodiny a rotácia sekundára nepresahuje 6 hodín, nejde teda o viazanú rotáciu. Podľa našich dát z prvých nocí sme už vedeli, že obežná doba je viac ako 28 hodín.

Výhlady: Možnosti pozorovania z dvoch radarových observatórií boli jednoznačne dané blízkosťou skúmaného objektu a geometriou vzájomného priblíženia. Planétku 2003 YT1 mohli sledovať štyri dni (1. až 4. mája), čo je pre blízkozemské teleso dlhé obdobie. Keďže jej deklinácia rýchlo klesala, do konca mája bola vhodným cieľom fotometrických pozorovaní už len južne položených observatórií. S ich prispením sa mohol základný model tejto dvojitej sústavy upresniť. Avšak zatiaľ je k dispozícii iba jedno „zenitové“ pozorovanie od talianskeho pozorovateľa G. Massiho z Chile (13. 5.), aj to v trvaní len jednej hodiny (menej ako pol periódy). Ďalšie sa odvtedy neobjavili a už asi ani neobjavia.

Príčiny takého slabého pokrytia možno hľadať nie v nezáujme pozorovateľov, ale skôr v neskoršej nedostupnosti objektu zo severných širok (kde je predsa len pozorovateľov viac) a viazanosti veľkých observatórií vopred stanovenými (a teda málo flexibilnými) pozorovacími programami.

Sumár: Odhalením podvojnosti asteroidu 2003 YT1 sa na AGO FMFI UK v Modre podaril jedinečný objav. Neznižuje ho ani fakt, že je to doteraz 22. poznaná binárna sústava medzi známymi blízkozemskými asteroidmi. Naopak, obtiažnosť pozorovaní a nároky na ich presnosť potvrdzujú jeho osobitosť, pretože na získanie poznatkov o základných fyzikálnych vlastnostiach takých telies máme k dispozícii väčšinou iba niekoľko týždňov, občas len niekoľko dní. Treba mať totiž na pamäti, že nasledujúce vhodné priblíženie blízkozemského telesa sa môže zopakovať po mnohých rokoch, po viacerých obehoch asteroidu okolo Slnka. V prípade 2003 YT1 najbližšie výhodné (dvoj-týždňové) pozorovanie „okno“ nastane až v druhej polovici októbra 2009. Preto si náš objav ceníme veľmi vysoko. Spolu s informáciami o radarových výsledkoch bol uverejnený v Cirkulári Medzinárod-

nej astronomickej únie (IAUC 8336) 6. mája 2004.

Fakty o 2003 YT1

2003 YT1 je blízkozemský asteroid na dráhe typu Apollo s malou výstrednosťou ($e = 0,292$) a obežnou dobou 1,17 pozemského roka. Tomu zodpovedá aj veľká poloosa $a = 1,110$ AU. Minimálna (perihélium) a maximálna (afélium) vzdialenosť od Slnka kolíše v intervale 0,786 – 1,434 AU. Sklon dráhy je nezvyklo vysoký, 44,1°. Podľa množstva odrazeného svetla a priemernej odrazivosti bol jeho priemer odhadnutý na 2 km. K dráhe Zeme sa tesne približuje hneď dvakrát: vo výstupnom a zostupnom uzle svojej dráhy. Takáto blízkosť spôsobila, že planétka 2003 YT1 bola zaradená do osobitnej kategórie potenciálne nebezpečných telies (PHAs), ktoré sú sledované mimoriadne pozorne. Nasledujúci povšimnutia hodný tesný prelet (0,119 AU) nastane už (alebo až?) 28. 10. 2009, pričom tohtoročný 30. 4. bol tesnejší (0,0134 AU). Ešte bližšie, iba na päť vzdialeností Mesiaca, sa dostal nedávno, 28. 4. 1997. Podobnosť dátumov (rozdiel šiestich/dvanástich mesiacov) nie je vôbec náhodná: Zem sa k protiahlym uzlom (ležia na tzv. uzlovej priamke) dráhy 2003 YT1 „dostavuje“ pravidelne každého pol roka. Vďačíme za to vhodnej orientácii jej dráhy: argument šírky perihélia ω je 90,96°, čiže takmer presne v polovici oblúka dráhovej elipsy nad ekliptikou. Preto sú uzly (výstupný a zostupný) od Slnka vzdialené takmer rovnako, zhodou okolností práve pri dráhe Zeme. Hlavné v tom spočíva potenciálne nebezpečenstvo. Obr. 7 zobrazuje polohu planétky v momente objavu, 18. 12. 2003. Na opačnej strane potom došlo k tesnému priblíženiu. Výraznejšie je vyznačený oblúk dráhy asteroidu nad, svetlejšie pod ekliptikou.

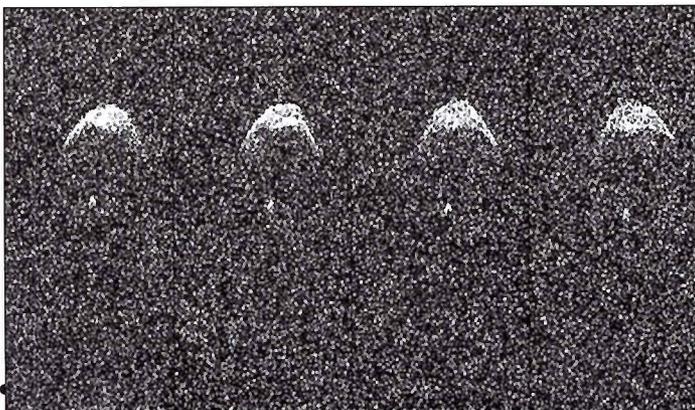
Š. GAJDOŠ,
A. GALÁD

Astronomický ústav FMFI UK

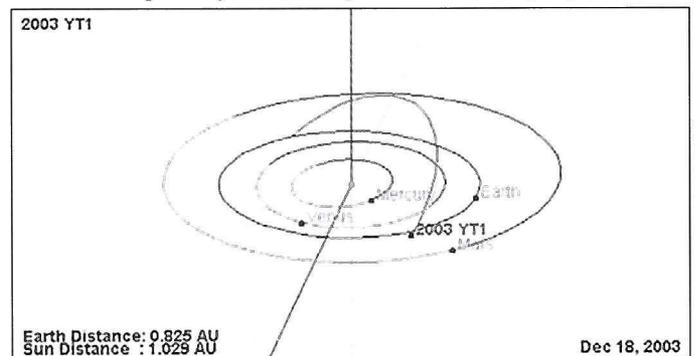
Obr. 5: Prechod mesačička pred hlavným telesom (s impaktným kráterom) 3. mája.



Obr. 6: Iné vzájomné postavenie oboch zložiek zo 4. mája.



Obr. 7: Dráha planétky 2003 YT1 v priestore terestrických planét.



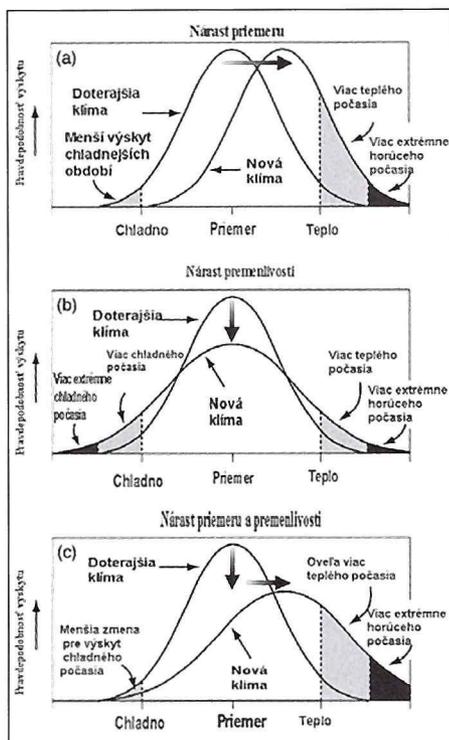
Cesta do hlbín záhadnej povahy pani Klímy

Globálne otepľovanie – skleníkový efekt, klíma za posledných 100 rokov

Niekoľkokrát sme sa v rôznych súvislostiach dotkli termínu globálne otepľovanie. Tento termín v súčasnosti predstavuje synonymum k termínu klimatická zmena. Poďme sa pozrieť, aké zmeny v našom klimatickom systéme nastali... Dobrý prehľad o problematike klimatickej zmeny poskytujú globálne správy Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu (IPCC,) pri OSN. Tá posledná (tretia) je z roku 2001. Správy sú zhrnutím výskumu klímy Zeme za 4-ročné obdobie, uvádzajú zdroj a spôsob, akým boli publikované výsledky získané. V prípade prognóz je pravdepodobnosť výskytu sledovaného javu v budúcnosti vyjadrená pomerne zrozumiteľnou štatistickou terminológiou. Pri vyhodnotení virohodnosti meraných údajov sa berie ohľad na kvalitu a homogenitu meraní, ako aj na polohu stanice. Teda, ak sa aj v správe vyskytnú závery, ktoré nie sú vzájomne konzistentné, no ani jeden z nich sa nedá celkom vylúčiť, čitateľ si môže po získaní pôvodných zdrojov utvoriť vlastný úsudok o danej problematike. Tieto atribúty chýbali v tzv. tajnej správe Pentagonu...

Skôr než prejdeme k výsledkom meraní, treba podotknúť, že vyhodnotenie globálnych klimatických zmien sa stretáva s niekoľkými problémami, ktoré predstavuje hlavne nerovnomerné rozloženie klimatických staníc a nedostatočná dĺžka a presnosť radov meraní klimatických prvkov. Zistenie dlhodobých trendov klimatických prvkov komplikuje vplyv atmosférických a atmosféricko-oceánických oscilácií (napr. Južná oscilácia – ENSO, Severoatlantická oscilácia – NAO atď.), ale aj nepredvídateľných sopečných erupcií.

Hovoríme o globálnom otepľovaní, začneme preto od teploty vzduchu (obr. 7, 8). V minulom storočí boli určené 2 obdobia jednoznačného globálneho vzostupu teploty: 1910 – 1945 a od roku 1970 po súčasnosť. Obdobie medzi tým sa uvádza ako perióda bez trendu, alebo s trendom iba v regionálnom meradle. Z meraní v období 1901 – 2000 vychádza globálny vzostup teploty $0,61 \pm 0,18$ °C/100 rokov, za obdobie 1961 – 2000 predstavuje trend teploty $0,63 \pm 0,24$ °C/100 rokov (väčší nárast teploty bol vypočítaný pre stanice z urbanizovaných oblastí). Na južnej pologuli bol zistený menší nárast teploty ($0,52 \pm 0,13$ °C/100 rokov) ako na severnej ($0,71 \pm 0,31$ °C/100 rokov) v období 1991 – 2000. Z piatich najteplejších rokov od roku 1861 boli štyri v 90. rokoch a napriek studenej fáze Južnej oscilácie k nim patrí aj rok 1999 (rok 2003 bol celkove



Obr. 11: Vplyv klimatickej zmeny na tvar normálneho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu pre teplotu vzduchu – na zmenu priemernej teploty (a), na zmenu premenlivosti teploty (b) a na zmenu oboch štatistických charakteristík súčasne (c).

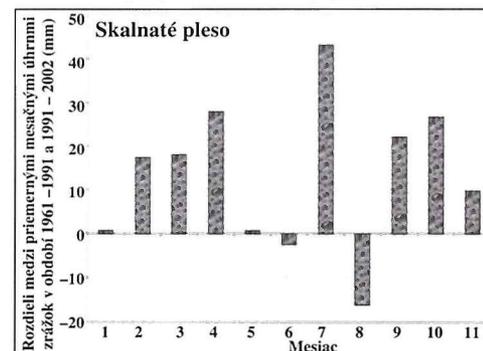
3. najteplejší a nie je do tejto štatistiky zahrnutý). V roku 1998 bola aj vplyvom teplej fázy ENSO nameraná rekordne vysoká povrchová teplota oceánu, ktorá bola o $0,34 - 0,43$ °C väčšia v porovnaní s priemerom za obdobie 1961 – 1990. Paradoxom globálnych zmien teploty je, že v oblasti USA, Ruska a Číny bol zistený výrazný nárast nočných teplôt, v prípade denných bol pozorovaný oveľa menší stúpajúci trend. Predpokladá sa, že skleníkový efekt by mal rovnako pôsobiť na denné aj nočné teploty. V tejto neználosti hrajú pravdepodobne úlohu aerosóly, ktoré cez deň blokujú prísun energie zo Slnka a v noci zabraňujú ochladzovaniu povrchu. Rýchlejšiemu vzostupu denných minimálnych teplôt v porovnaní s maximálnymi zodpovedá globálny pokles dennej amplitúdy teploty. Otepľovanie sa prejavuje aj vo vyšších vrstvách atmosféry – vzostup teploty $0,05$ °C/10 rokov sa uvádza pre oblasť strednej troposféry. Globálne, vzhľadom na riedku sieť aerologických staníc a problémy s interpretáciou satelitných meraní,

o trendoch vo vyšších vrstvách atmosféry nemáme relevantné informácie. Čo sa týka ročného chodu teploty vzduchu, v oblasti Severnej Ameriky, Európy a Ázie pozorujeme väčší nárast zimných teplôt, v porovnaní s letnými.

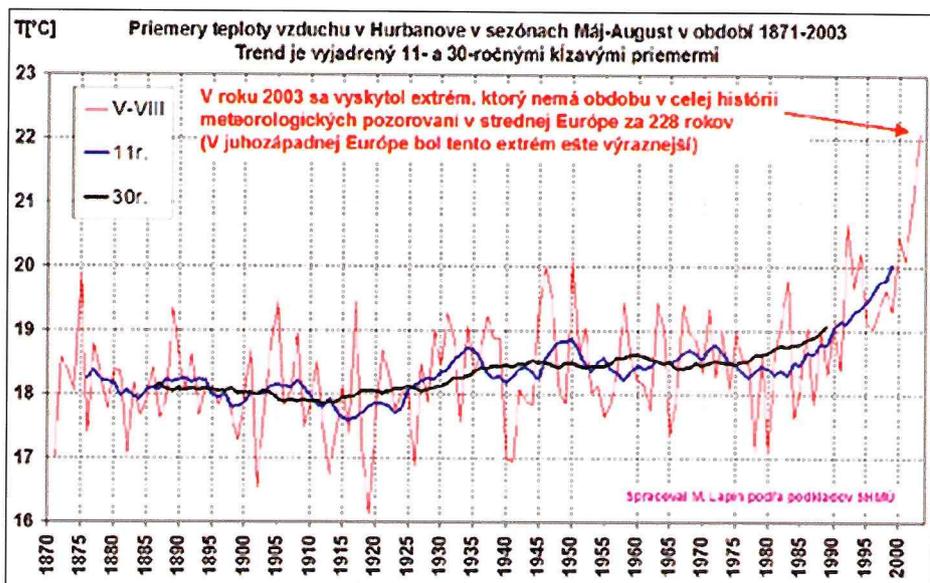
S globálnou teplotou tesne súvisí stav kryosféry. Plocha pokrytá snehom sa na severnej pologuli od r. 1961 zmenšila cca o 10 %. Najväčší pokles sa zaznamenáva na jar a v lete, v zime a v jeseni nebol zistený významný trend. Vo vysokých zemepisných šírkach sa pozoruje vzostup hrúbky snehovej pokrývky súvisiaci s rastom úhrnov zrážok. Ústup morského ľadu predstavuje na severnej pologuli $2,8 \pm 0,3$ %/10 rokov, výraznejší je na východnej pologuli a v lete. V šírkovom pásme $81^{\circ}\text{N} - 90^{\circ}\text{N}$ bol od roku 1976 do roku 1996 zistený úbytok ľadu o 43 %. Merania pomocou gravitačných vln v Arktíde od roku 1978 – 1991 potvrdzujú úbytok ľadu rýchlosťou $5 - 7$ %/10 rokov. V prípade horských ľadovcov (obr. 9) je situácia komplikovaná, lebo rovnaký úbytok ľadu ako vzostup teploty o 1°C , spôsobí aj 30 % pokles oblačnosti, alebo 25 % pokles úhrnov zrážok. Svetové monitorovacie stredisko horských ľadovcov v Zürichu uvádza ústup všetkých horských ľadovcov, s výnimkou ľadovcov v Severnom Nórsku a na Novom Zélande, kde sa pozoruje mierny nárast hrúbky ľadu vplyvom vzostupu zrážok. Štatistiky nevýznamná recesia horských ľadovcov bola detegovaná v prípade tropických ľadovcov. Od roku 1970 neboli zistené výrazné úbytky ľadu v Antarktíde. Jarné „lámanie“ ľadu na riekach a jazeroch nastáva na severnej pologuli v súčasnosti o 10 dní skôr, ako pred 200 rokmi (údaje 1846 – 1995).

Vzhľadom na rozdiely v otepľovaní medzi severnou a južnou pologoulou a tendencie sústredenia otepľovania v oblasti Severného Atlantiku, niektorí klimatológovia nastolujú otázku, či ide o klimatickú premenlivosť, spojenú so zmenami oceánickej cirkulácie regionálneho charakteru, alebo skutočne o globálnu klimatickú zmenu. Výskum sedimentov pri Bermudách a New Foundlande potvrdzujú súvis medzi oceánickým prúdením a zmenami klímy v Atlantiku. Väčšina vedcov však hovorí o tom, že súčasné otepľovanie má globálny a z dlhodobého hľadiska anomálny charakter.

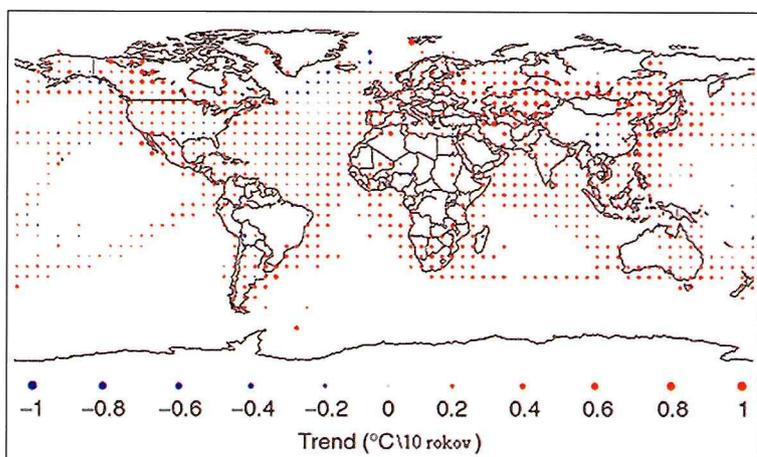
Zmena teploty Zeme môže ovplyvniť zrážkové



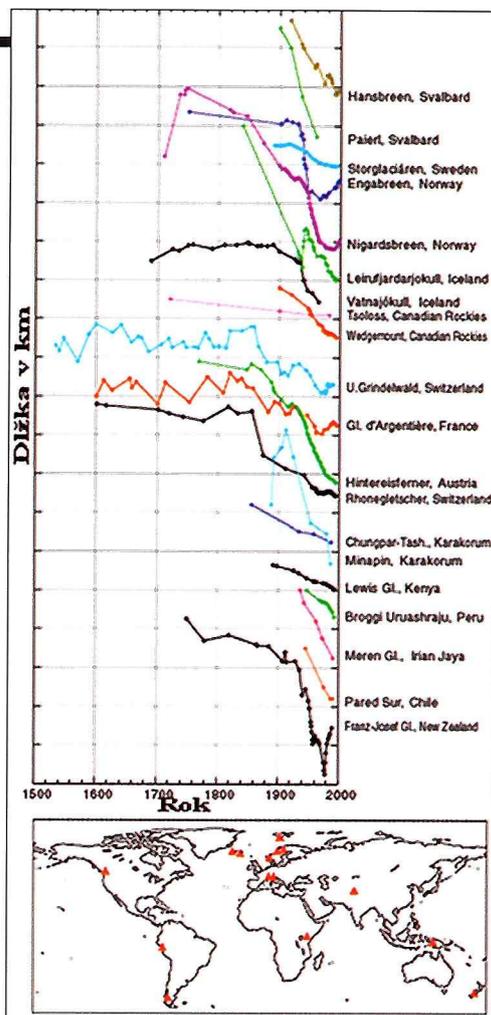
Obr. 10a: Ročný chod rozdielov medzi priemernými mesačnými zrážkovými úhrnmi vypočítanými za obdobie 1961 – 1990 a za obdobie 1991 – 2002 na horskej stanici Skalnaté pleso. Obrázok dokumentuje nárast zrážkových úhrnov na tejto stanici v poslednom období, ktorý je najvýraznejší v júli.



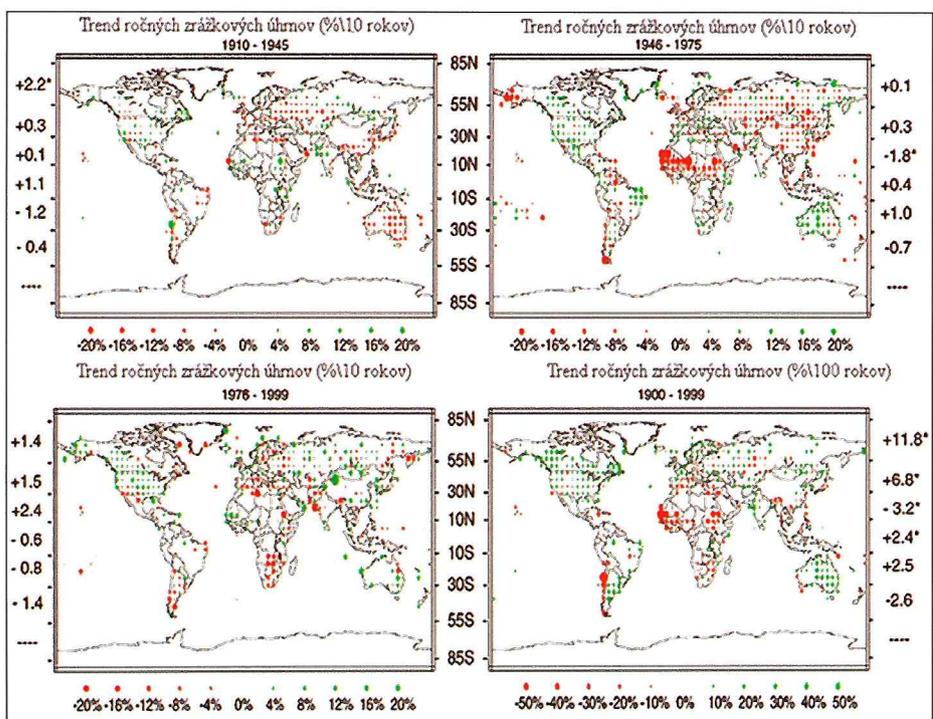
Obr. 7 Časový rad priemernej teploty vzduchu v období máj – august. Údaje boli získané na stanici Hurbanovo v období 1871 – 2003. Graf dokumentuje výrazný nárast teploty vzduchu od roku 1990.



Obr. 8: Trend priemernej ročnej teploty vzduchu, vyjadrený v percentách za 10 rokov v rôznych oblastiach Zeme, získaný za obdobie 1901 – 2000. Takmer vo všetkých sledovaných lokalitách Zeme pozorujeme vzostup priemernej ročnej teploty.

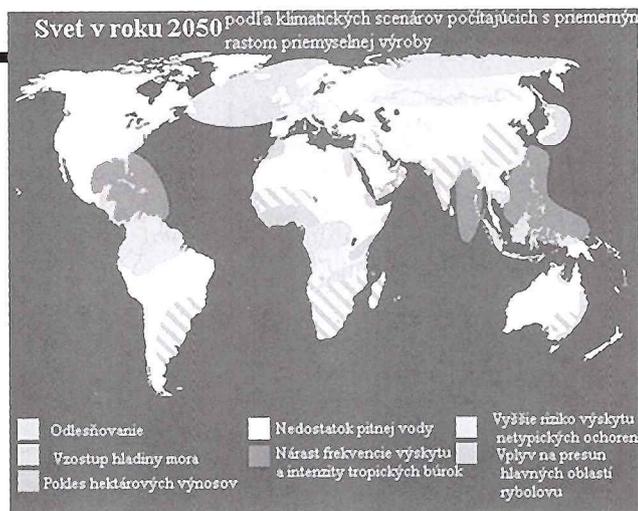
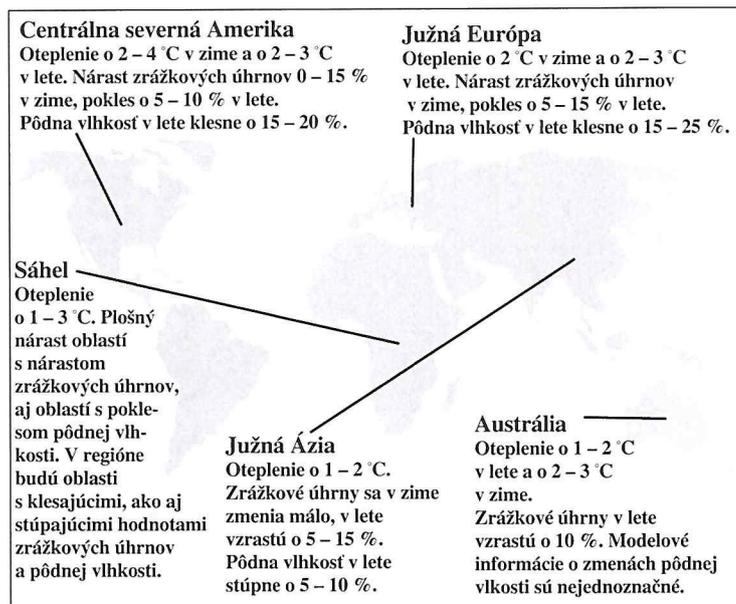


Obr. 9 Časová zmena rozsahu kontinentálnych ľadovcov vyjadrená v dĺžkovej miere – jednotka zmeny dĺžky na obrázku zodpovedá dĺžkovej zmene 1 km. Vo všetkých oblastiach okrem Škandinávie pozorujeme rapídny úbytok ľadovcov v poslednom desaťročí.



Obr. 10b: Trendy zrážkových úhrnov vypočítané vo vybraných obdobiach od roku 1900 do roku 1999 v rôznych oblastiach Zeme.

pomery (obr. 10a – b) prostredníctvom nasledujúcich procesov: zmenou cirkulácie atmosféry (lokálne), zvýšením aktivity hydrologického cyklu (vyššia teplota povrchu pevniny a oceánu znamená väčší výpar, v teplom a vlhkom vzduchu sú lepšie podmienky pre tvorbu oblakov a zrážok) a tiež zvýšením tlaku nasýtenia vodnej pary v atmosfére (teplejší vzduch je schopný udržať viac vodnej pary, ako chladnejší). Od začiatku minulého storočia bol zistený asi 2 % nárast zrážok na pevnine. Ide o štatisticky významný trend, avšak v zrážkach sú veľké regionálne rozdiely. Väčší nárast úhrnov zrážok sa pozoruje na severnej pologuli, v oblasti stredných a vysokých zemepisných šírok. V pásme 30°N – 85°N je nárast zrážok v minulom storočí 7 – 12 %, v šírkovom pásme 3°S – 85°S zrážky stúpili iba o 2 %. Na zvýšení úhrnov zrážok severnej pologule sa podieľa aj presun zrážok z pevnej snehovej formy do kvapalnej. V oblastiach stredných zemepisných šírok boli zistené rozdiely v trendoch zrážkových úhrnov medzi horskými oblasťami (väčší nárast) a nížinami. V oblasti subtropického pásma severnej pologule množstvo zrážok mierne kleslo do polovice 90. rokov, odvtedy sa pozoruje mierny nárast zrážok aj v tejto oblasti. V trópech sa vo všeobecnosti pozoruje mierny



Obr. 12a: Odhadnuté prejavy klimatickej zmeny vypočítané pre situáciu, ak sa koncentrácia oxidu uhličitého v atmosfére zdvojnásobí v porovnaní s koncentráciou z obdobia priemyselnej revolúcie.

Obr. 12b: Odhadnuté globálne dôsledky klimatickej zmeny modelované do roku 2050.

vzostup zrážok, najmä v oblastiach s väčšími ročnými úhrmami aj doteraz. Asi od 60. rokov rastie prítok juhoamerických riek a strácajú sa jeho sezónne výkyvy. Nárast úhrnov zrážok v tropickom oceáne bol zistený z meraní satelitov, všeobecne však informácie o zrážkach v oceánoch chýbajú. V Antarktíde sa predpokladá až 50 % podhodnotenie zrážok, spôsobené meracou technikou (silný vietor, meranie častých slabých zrážok, meranie vetvých zrážok). Na severnej pologuli je zaznamenaný vzostup koncentrácie vodnej pary v troposfére, údaje zo stratosféry nie sú spoľahlivé (uvádza sa nárast koncentrácie vodnej pary vo výškach nad 18 km 1 %/rok). Nárast oblačnosti pozorovaný nad pevninou koreluje s poklesom dennej amplitúdy teploty. Trendy oblačnosti nad oceánom sú štatisticky nevýznamné. V Severnej Amerike, Európe a Rusku narastá vyparovanie vody z povrchu (okrem rozsiahlych lesných oblastí, kde sa nepozoruje žiadny trend), čo súvisí s väčšou vlhkosťou povrchu, spôsobenou väčšími zrážkami a vyššou teplotou.

Stúpajúci trend oblačnosti bol zistený nad USA, Kanadou a Ruskom. Údaje z Ruska potvrdzujú pokles výskytu nízkej a strednej oblačnosti a nárast početnosti kopovitej oblačnosti a vysokých oblakov. Nad oceánmi bol pozorovaný vzostupný trend oblačnosti do začiatku 80-tých rokov, v 90-tých rokoch sa vzostup zastavil. V Severnom Atlantiku sa napríklad v období 1952 – 1995 zistil nárast pokrytia oblakmi o 2 % a nárast výskytu nízkej oblačnosti o 4 %.

Zmeny cirkulácie atmosféry sú príčinou klimatických zmien v regionálnom meradle. ENSO a NAO sú toho príkladom. Za posledných 100 rokov prevláda teplá fáza ENSO, čo môže mať vplyv na globálne oteplenie. V Severnom Atlantiku za posledných 10 rokov pozorujeme určité rysy anomálneho správania sa NAO. Nad Severným Atlantikom a Arktídou je atmosférický tlak nižší než priemer, a naopak, vyšší atmosférický tlak je nad subtropickým Atlantikom. Pozorujeme pokles výmeny vzduchu medzi Arktídou a Atlantikom a zosilnenie subpolárnych západných vetrov, čo koreluje s nárastom zrážok

v Severozápadnej Európe a s rastom škandinávskych ľadovcov. Anomálie morského ľadu korelujú so zmenami cirkulačných modelov. To, akým spôsobom ovplyvňuje atmosférická cirkulácia zaľadnenie, nevieme.

Extrémne javy sú kľúčovým aspektom klimatickej zmeny. Zistenie zmien variability klimatických prvkov je zložité, lebo obvykle sa spolu s variabilitou mení aj priemerná hodnota prvkov. Situácia je komplikovaná pre prvky, ktorých rozdelenie nezodpovedá normálnemu rozdeleniu a uvažuje sa aj s časovou zmenou tvaru rozdelenia daného prvku (frekvencia zrážok v relatívne suchých oblastiach) obr. 11.

Skúmaním globálnej premenlivosti a sezónnych výkyvov teploty vzduchu v období 1974 – 1993 bol zistený mierny globálny nárast premenlivosti tohto prvku. Od roku 1951 rastie počet oblastí s teplotou nad- alebo podnormálnou. V oblasti Severnej Ameriky, Číny a Ruska sa prejavuje pokles medziročných zmien teploty, ale nárast výskytu dní s extrémnymi teplotami. V stredných a vysokých zemepisných šírkach severnej pologule vzrástla dĺžka vegetačného obdobia o 5 – 15 %, čo súvisí s redukciami mrazových dní (dní, keď minimálna denná teplota klesne pod bod mrazu) – obr. 14a. Počet mrazových dní klesá aj v Austrálii a na Novom Zélande. Keďže najväčšie oteplenie je v zimnom období, klesá počet dní s extrémne nízkou teplotou. Spracovanie 230-ročného radu meraní teploty v Strednom Anglicku potvrdilo, že vzostupný trend teploty vzduchu spôsobuje pokles počtu chladných dní. Na druhej strane v Číne pozorujú vzostup minimálnej teploty vzduchu, ale aj počtu teplých a vlhkých dní (obr. 14b), ktoré sú nepriaznivé z hľadiska ľudského diskomfortu (nepriemerného pocitu vyvolaného vysokou hodnotou relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu).

V tých oblastiach, kde rastú zrážkové úhrny, rastie výskyt zrážok vo forme lejakov (krátkodobé intenzívne zrážky). Nárast priemerných prítokov riek je pozorovaný v tých prípadoch, ak hladina rieky nie je ovplyvnená obmedzením prísunu vody z topiaceho sa snehu a ľadu. Nebezpečnými javmi sú výskyt dlhodobého sucha alebo dlhodobého obdobia so zrážkami. Počet-

nosť výskytu suchých období rastie v oblasti Sáhelu (oblasť na južnom okraji Sahary), vo východnej Ázii a Južnej Afrike. V pásme stredných a vysokých zemepisných šírok severnej pologule sa častejšie vyskytujú dni so zrážkami nad 10 mm, ale rastie aj počet suchých období. To indikuje nárast nerovnomernosti výskytu zrážok v tejto oblasti.

Údaje o výskyte extrémnych javov počasie, akými sú tropické cyklóny, sú komplexné iba za obdobie posledných desaťročí, čo súvisí s ich satelitným monitoringom. Eviduje sa mierny nárast týchto javov v Západnom Pacifiku v období 1981 – 1994, a úbytok početnosti výskytu hurikánov v tropickom Atlantiku v období 1951 – 1990. Pozoruje sa však výskyt týchto javov v oblastiach, ktoré s tropickými cyklónami doteraz neprichádzali do styku – príkladom je cyklón Catarina (obr. 16), ktorý v marci 2004 zasiahol východné pobrežie Brazílie. Dôvodom môže byť odklon týchto atmosférických útvarov zo svojich typických trás, spôsobený zmenami atmosféricko-oceánickej cirkulácie. V súvislosti so vzostupom teploty a vlhkosti vzduchu očakávame nárast početnosti tzv. hlbokých extratropických cyklón. Tieto útvary sú nebezpečné hlavne kvôli silnému vetru, ktorý ich sprevádza. Zistený bol rast početnosti výskytu týchto javov na severnej pologuli a pokles na južnej pologuli. Údajov o zmenách intenzity týchto javov je málo. Výskyt tornád, krupobítí a podobných búrkových javov nevykazuje jednoznačne globálny trend.

Všetky uvedené zistenia sú vnútorne konzistentné s globálnym vzostupom teploty na Zemi. Zhrnutie pozorovaných zmien teploty a zrážkových úhrnov je na obr. 15a,b.

Klimatické scenáre, tajná správa a politické súvislosti

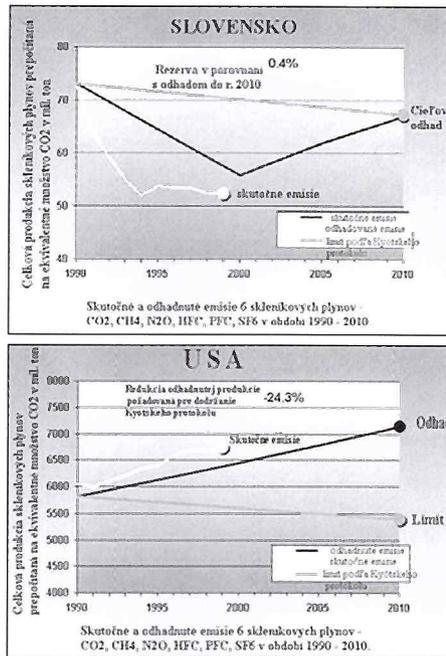
Pochopiť súvislosti medzi jednotlivými klimatickými prvkami a získať obraz o tom, ako by sa klimatické podmienky v rôznych oblastiach Zeme mohli meniť v budúcnosti, nám pomáhajú klimatické modely (obr. 12a – b).

O klimatickom modelovaní vo svete a na Slovensku hovorí Dr. M. Melo:

Zosilňujúci skleníkový efekt atmosféry bude veľmi pravdepodobne viesť ku globálnemu otepleniu a k zmene ďalších charakteristík klímy na Zemi, teda k „zmene klímy“. Za najzávažnejší dôsledok tohto vývoja sa považuje zmena všeobecnej cirkulácie atmosféry a oceánov s posunom frontálnych zón a klimatických pásiem na jednej strane a veľká rýchlosť klimatickej zmeny prevyšujúca všetky doterajšie zmeny klímy najmenej 10-násobne na strane druhej. Keďže sú stále ešte závažné neistoty v uvedených zmenách, nie je možné pripraviť prognózu budúceho vývoja klímy, ale iba viac-menej pravdepodobný vývoj v tvare alternatívnych scenárov. Alternatívne (krajné hodnoty najpravdepodobnejších prípadov) scenáre sa pripravujú aj preto, lebo sa nedá s dostatočnou presnosťou predpovedať ani počet obyvateľov na Zemi a ani budúca spotreba fosílnych palív a emisia skleníkových plynov do atmosféry. Konvenčne pripravované klimatické scenáre nepredpokladajú náhlu (skokovú) zmenu globálnej a ani regionálnej klímy na Zemi do roku 2100.

K takýmto poznatkom dospeli vedci na základe matematického modelovania klimatického systému Zeme, pričom boli do modelov zahrnuté všetky rozhodujúce fyzikálne a chemické procesy v atmosfére a oceánoch Zeme, fyzikálne procesy spojené s kryosférou, biosférou a litosférou, ak majú pre zmenu klímy nejaký význam. V súčasnosti existuje celý rad modelov od jednoduchých, ktoré simulujú len určitý proces v atmosfére, až po zložité modely, ktoré simulujú množstvo procesov prebiehajúcich v celom klimatickom systéme. Atmosférické zložky klimatických modelov boli v podstate prevzaté z numerických predpovedných modelov počasia. Klimatické modely však, okrem modelu atmosféry, zahŕňujú aj ďalšie zložky klimatického systému, ako sú oceány, pevninský povrch, ľadovce a snehové polia a biosféra.

Pokusy matematicky modelovať atmosféru Zeme a jej odozvu na prípadné vnitorné alebo vonkajšie zmenené podmienky sú staré najmenej jedno storočie. Jedným z prvých matematických

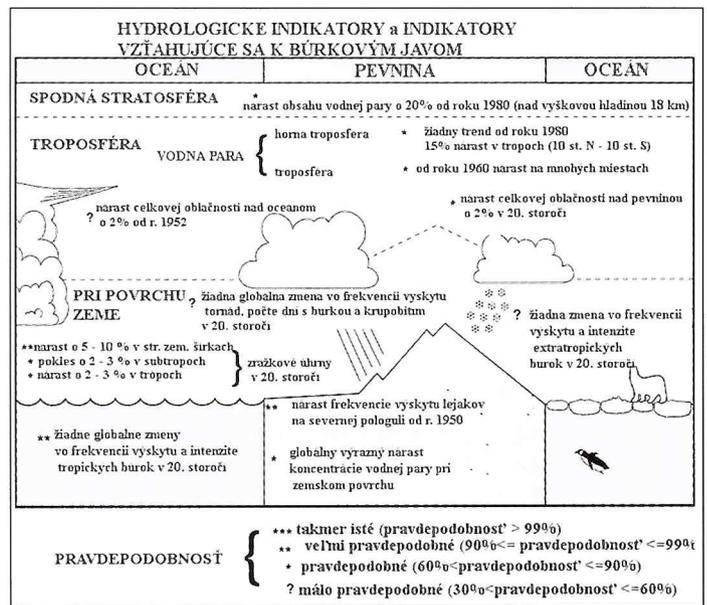
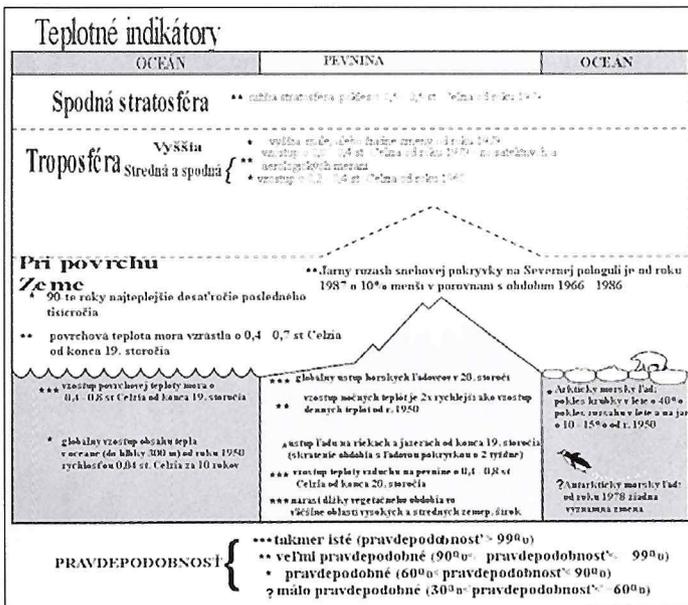


Obr. 13a/b: Skutočné emisie, odhadnuté emisie a požadovaný limit emisií skleníkových plynov podľa Kjótskeho protokolu pre Slovensko (a) a USA (b) do roku 2010.

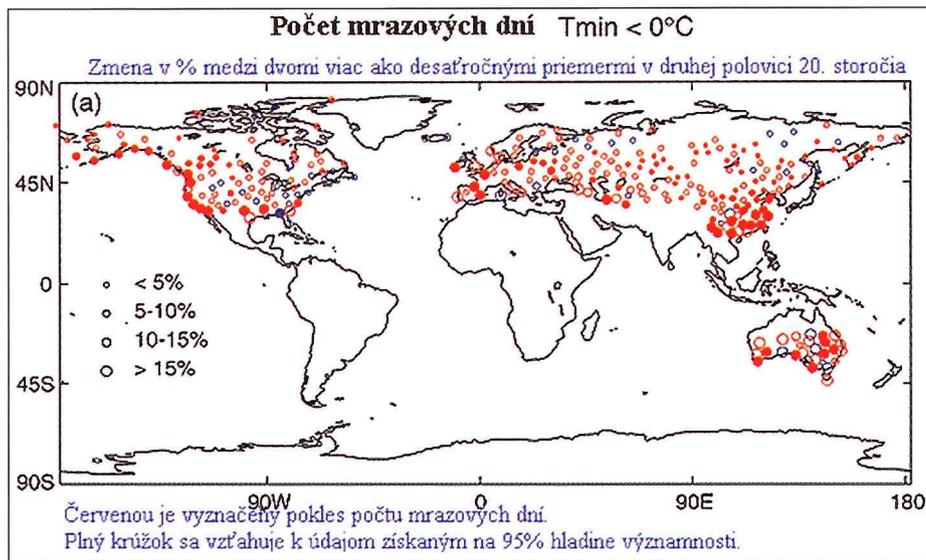
„modelov“ klimatickej zmeny bol Arrheniusov povrchový energeticko-bilančný model v roku 1896, ktorým vyvodzuje možné 2 °C oteplenie pri zdvojnásobení CO₂ v atmosfére. Výraznejší pokrok pri matematickom modelovaní atmosféry bol dosiahnutý až s rozvojom výpočtovej techniky. V 50. rokoch boli vypracované numerické riešenia zjednodušených verzií atmosférických pohybových rovníc v Geofyzikálnom laboratóriu dynamiky tekutín (GFDL) na Princetonskej univerzite (New Jersey, USA). Kým v tomto období bol hlavný záujem sústredený na modelovanie atmosféry (fyziku atmosféry), od 70. rokov sa pozornosť postupne sústreďuje na celý klimatický systém. V prvej polovici 70. rokov sa do modelov dostáva pevninský povrch a hydrologia. Koncom

70. rokov sa už berie do úvahy aj pôsobenie najvyššej povrchovej vrstvy oceánu a kryosféry. V tejto dobe sa oceán podobal na pevný zemský povrch s neobmedzenou zásobou vody na výpar, pritom sa nebrala do úvahy jeho tepelná kapacita, ani oceánske prúdenie. V nasledujúcich rokoch sa „oceán“ zdokonaľuje v podobe 50 – 100 m hlbokaj premiešavacej vrstvy. V polovici 80. rokov sa do popredia dostáva definovanie úloh oblačkov v klimatickom systéme. Koncom 80. a začiatkom 90. rokov nastal výrazný posun pri modelovaní oceánskej časti klimatického systému, keď sa podarilo vypracovať prvé samostatné modely oceánskej cirkulácie (so zahrnutím aj vplyvu hlbinných vôd oceánu a ich tokov). Vzájomným prepojením modelu atmosféry a oceánu vzniká nová generácia klimatických modelov, a to prepojené oceánko-atmosférické modely. V polovici 90-tych rokov sa začína v modeloch experimentovať aj s vplyvom pôsobenia aerosólov a ich radiačných účinkov v systéme a do modelov sa dostáva aj biosféra (vegetácia). V súčasnosti prebieha vo viacerých modelových centrách rozpracovanie globálneho uhlíkového cyklu a atmosférickej chémie. Postupne s tým, ako sa podrobnejšie prepracovávali a zdokonaľovali jednotlivé modely, zlepšovalo sa ich horizontálne rozlíšenie (hustejšia sieť gridových bodov) a rástol aj počet vertikálnych hladín (v atmosférickej i oceánskej časti modelu), pokrok zaznamenala i parametrizácia. Novšie modely majú k dispozícii väčší počet klimatických charakteristík a viaceré tieto charakteristiky prechádzajú na kratší časový krok (z ročných a mesačných na denné hodnoty). V posledných rokoch vznikli vo viacerých centrách aj regionálne modely pre rôzne oblasti sveta. Tieto modely vychádzajú z počiatkových podmienok priamo z globálnych modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry (GCMs).

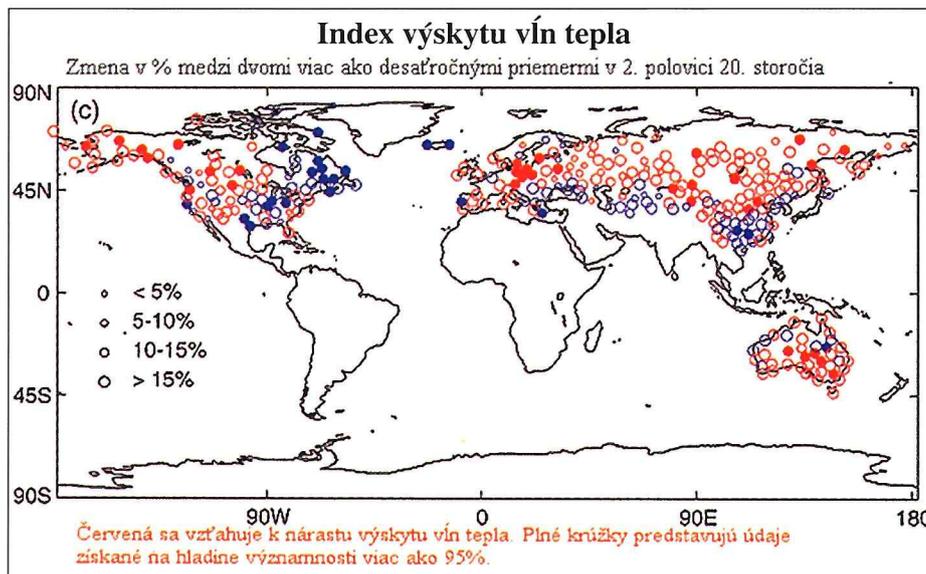
Najnovšie klimatické scenáre, teda scenáre zmeny klímy sa pre Slovensko pripravujú na základe výstupov globálnych modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry (GCMs) metódou tzv. štatistického downscalingu. Využívajú sa pritom



Obr. 15 a–b: Zhrnutie pozorovaných prejavov klimatickej zmeny – ako indikátory klimatickej zmeny boli použité zmeny teploty vzduchu (a) a zrážok (b) – spolu s vyjadrením pravdepodobnosti výskytu daného javu pre oblasť pevniny, oceánov a polárnych oblastí.



Obr. 14b: Percentuálna zmena hodnoty tzv. indexu výskytu vln tepla pre rôzne lokality na Zemi. Obrázok dokumentuje vzostup hodnôt tohto indexu na mnohých miestach na Zemi.



Obr. 14a: Percentuálna zmena výskytu mrazových dní pre rôzne lokality na Zemi. Obrázok dokumentuje pokles počtu mrazových dní na Zemi.

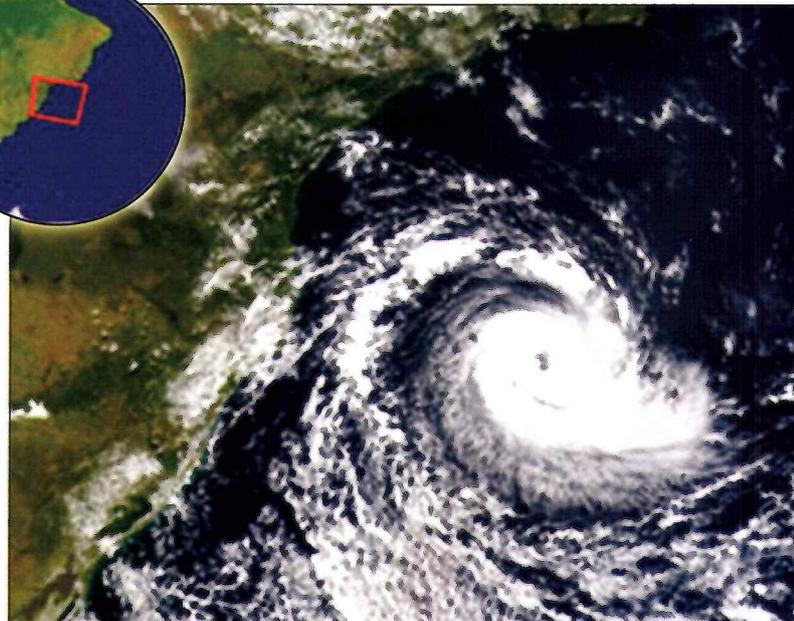
časové rady pozorovaných údajov a modelové výstupy GCMs v období 1901 – 1990 (tzv. kontrolná klíma). Výsledky tejto analýzy sa aplikujú na časové rady modelových výstupov v období 2001 – 2100, z čoho dostaneme základnú verziu klimatických scenárov pre Slovensko. Následnou štatistickou analýzou sa pripravujú klimatické scenáre pre jednotlivé lokality a jednotlivé klimatické prvky na Slovensku v tvare dlhodobých priemerov, alebo časových radov denných a mesačných údajov, prípadne aj epizód s extrémnym priebehom počasia.

Ako sa voči globálnemu otepľovaniu môže ľudstvo postaviť? Prvá možnosť je, že sa nebudeme snažiť zmeny klímy ovplyvniť, ale budeme hľadať riešenia, ako sa klimatickej zmene prispôbiť. To znamená, že minimálne ešte v budúcom storočí by sme mali rátať s ďalším oteplením, nárastom premenlivosti atmosférickej cirkulácie a s postupným stúpaním hladiny oceánov. Pri poslednom jave sa ešte chvíľu zastavme, lebo

náhly vzostup



Obr. 16: Tropický cyklón Catarina bol na jar tohto roku pozorovaný v oblasti východného pobrežia Brazílie – mimo bežných trás tropických cyklónov. Satelitný záber z 26. marca 2004.



hladiny mora hrozí humanitárnou katastrofou, ktorá by sa týkala nezanedbateľného počtu obyvateľov našej planéty. Už sme spomenuli, že v čase posledného vrcholu zaľadnenia pred 18 000 rokmi bola hladina oceánu asi o 85 m (správa IPCC uvádza hodnotu 120 m) nižšie, než je dnes. Odvtedy hladina oceánu postupne stúpa. Najväčší nárast 10 mm/rok sa odhaduje v období pred 15 000 – 6 000 rokmi. Za posledných 6000 rokov globálna hladina oceánu rastie priemernou rýchlosťou 0,5 mm/rok. Za toto 6000 ročné obdobie sa počas stoviek rokov nevyskytli väčšie výkyvy hladiny mora ako $\pm 0,5$ m. Vieme, že pri prenose ľadu do oceánov hrajú významnú úlohu pohyby dosiek kontinentov. V 20. storočí rastie hladina oceánu rýchlosťou 1 – 2 mm/rok. Nebola však zistená akcelerácia tohto nárastu, ani nárast extrémnych hodnôt výšky hladiny mora v tomto období. Súčasné zmeny hladiny oceánu ovplyvňuje jednak samotné zväčšenie objemu vody (bez pridania vody) v oceáne spôsobené zvýšením teploty vody (tomu zodpovedá nárast hladiny mora v 20. storočí cca 1 mm/rok), ale aj výmena vody medzi oceánom a ľadovcami a polárnymi ľadovými čiapkami (v 20. storočí tento proces zodpovedá za vzostup morskej hladiny 0,2 – 0,4 mm/rok). Samotnému antropogénnemu vplyvu zodpovedá zmena globálnej hladiny mora cca $-0,2$ až $+0,0$ mm/rok. Vzhľadom na uvedené údaje sa ani v tomto storočí nepredpokladá prudký vzostup hladiny mora.

Druhá možnosť pre ľudstvo je, že sa pokúsi obmedziť svoj vplyv na globálne otepľovanie obmedzením produkcie skleníkových plynov. Ak predpokladáme, že vzostup koncentrácie CO_2 predstavuje asi 50% celkového antropogénneho vplyvu na klimatickú zmenu, treba začať obmedzovať prísun tohto plynu do atmosféry. To znamená v prvom rade obmedziť spaľovanie fosílnych palív, či už pri výrobe energie, alebo v doprave a priemysle a preorientovať sa na čisté zdroje energie. Tam, kde sa fosílnymi palivami plytva, mala by politická moc použiť ekonomické páky, aby sa s týmito prostriedkami, ktorých zásoby na Zemi sa aj tak raz minú,

šetřilo. Asi 20 % sa na antropogénom príspevku ku klimatickej zmene podieľa odlesňovanie. Prírodná regulácia tohto procesu a organizácia opačného – zalesňovania, by dôsledky tohto javu značne zmiernili.

Problém emisií CO₂ sa začal riešiť globálne už Rámcovým dohovorom OSN o zmene klímy z roku 1992, ktorého dodržanie malo zabezpečiť do roku 2000 stabilizáciu hladiny CO₂ v atmosfére na úrovni spred roku 1990. Prehodnotenie obmedzení emisií CO₂ malo byť vyriešené na stretnutí v japonskom Kjóte. Rozvinuté štáty tu však argumentovali tým, že je jednoduché obmedziť emisie CO₂ v rozvojových krajinách, kde neexistuje priemysel a emisie CO₂ sú blízke nule. Obmedzenie CO₂ v rozvinutých krajinách by znamenalo určité obmedzenie ekonomického rozvoja. Tieto krajiny začali hľadať spôsoby, ako obísť emisné limity stanovené Kjótskym protokolom, napríklad presúvaním nevyčerpaných emisií z odlesňovania do položky spaľovania fosílnych palív. Začal sa tiež „obchod“ rozvinutých krajín s rozvojovými – tovarom sa stali emisie CO₂ a zastaralé technológie výroby náročnej na spotrebu energie sa začali presúvať tam, kde boli veľké rezervy v prekročení emisných limitov (a nielen CO₂). Ani tzv. CDM (Clean Development Mechanism) projekt, v rámci ktorého priemyselne krajiny dostávajú emisné bonusy (carbon credits), ak budú v rozvojových štátoch zavádzať tzv. investície do poklesu CO₂, teda tzv. čisté technológie, sa neosvedčil. Najviac na to doplácali samotné rozvojové krajiny. To, že k takým závažným globálnym javom, akým je klimatická zmena, nemôžeme pristupovať ako kšeftári, dokazuje ekonomický paradox, ktorý pre Čínu vypočítal ekonóm Nordhaus: Poľnohospodárska produkcia v Číne predstavuje asi 3 % celkovej hrubej domácej produkcie. Ak by vplyvom klimatickej zmeny poľnohospodárstvo úplne „skrachovalo“ a spolu s ním aj asi 1/3 obyvateľstva, z ekonomického hľadiska túto nepatrnú stratu nahradia jednoducho príjmy z rekreácie a turizmu ostatnej populácie...

Zlým precedensom vo vzťahu ku Kjótskemu protokolu je správanie sa USA. Hoci tento štát je 4. v poradí na svete v produkcii CO₂ na obyvateľa (ale prvý v celkovom objeme emitovaného CO₂ – vyše 25 % svetovej emisie) a pristúpil k rámcovej dohode z roku 1992, v praxi tu nefungujú žiadne opatrenia, ktoré by smerovali k zníženiu emisií CO₂ (obr. 13a – b). Skôr naopak, skupina blízka petrochemickej lobby, ktorá je tu v súčasnosti pri moci, sa snaží odvrátiť pozornosť verejnosti od problému globálneho otepľovania. Biely dom sa dokonca pokúšal cenzurovať výročnú správu EPA (Environmental protection agency) tak, že z nej nakoniec bola vypustená kapitola, týkajúca sa globálneho otepľovania a bol odvolaný jej šéf. Petrochemická lobby dokonca financuje ultrakonzervatívnu skupinu vedcov CEI (Competition Enterprise Institute), ktorá presadzuje teórie spochybňujúce globálne otepľovanie (prepojenie na petrochemických sponzorov dokazujú náhodne zachytené e-mailly). Európska únia volá po presnej kvantifikácii hraníc emisných limitov (Haag, 2001), keďže Kjótsky protokol⁴ dáva zatiaľ pre každý štát určitý rozsah, do ktorého by sa mali emisie „zmestiť“. Podľa tzv. opraveného Kjót-

skeho scenára (ak by všetky štáty dodržali emisné limity CO₂), by sa úroveň CO₂ v roku 2010 dostala na hodnoty zo začiatku 90. rokov. Na USA po roku 2001 medzinárodné spoločenstvo vyvíja veľký tlak, počnúc Iniciatívou spoločenstva pacifických ostrovov proti vzostupu hladiny oceánov a končiac výzvou Veľkej Británie z januára tohto roku, aby USA začali redukovat emisie CO₂. Do tejto „politickú klímu“ dobre zapadá vypustenie Tajnej správy Pentagonu do „éteru“. Zlyhanie termohalinnej cirkulácie a následne úplne opačný jav – ochladenie, miesto otepľovania, ktoré sa doteraz všade skloňovalo vo všetkých pádoch, verejnosť poriadne zmiatlo. Aké je stanovisko klimatológov k tomuto katastrofickému scenáru?

Nasleduje vyhlásenie Dr. M. Lapina k tajnej správe Pentagonu z tlačovej konferencie, ktorá sa uskutočnila 8. marca 2004:

Predovšetkým je potrebné zdôrazniť, že tzv. Pentagonská správa je koncipovaná tak, aby vystihla krajne nepriaznivý (katastrofický, veľmi málo pravdepodobný, ale teoreticky možný) scenár náhle zmeny klímy s veľkým dosahom najmä na život obyvateľov v okolí severného Atlantiku. Nepoznám oficiálne stanovisko Ministerstva národnej obrany a vlády USA k tomuto tzv. tajnému dokumentu. Napriek tomu treba uznať, že aj takémuto scenáru by sa mali prispôbiť katastrofické strategické plány armády a vlády USA. Je povinnosťou armády a vlády svetovej mocnosti číslo jedna počítať so všetkými možnými eventualitami vývoja na Zemi.

Medzivládny panel pre klimatickú zmenu pripravuje pravidelne správy, analýzy a stanoviská k akýmkoľvek teoretickým a dobre fyzikálne zdokumentovaným modelovým výpočtom možných zmien v klimatickom systéme Zeme. Nevýhýba sa ani stanoviskám k sofistikovaným expertným úvahám o takých zmenách klímy, ktoré nie sú dostatočne zdokladované matematicko-fyzikálnymi prostriedkami. Z analýzy historických klimatických zmien je známe, že občas sa vyskytli také náhle zmeny klímy globálneho (alebo iba regionálneho) charakteru, že nevieme nájsť jednoznačne ich pravú príčinu. Údajná tajná správa PENTAGON-u je koncipovaná tak, že k nej nie je priložená takmer žiadna dokumentácia štatistického a ani fyzikálneho charakteru a ani zoznam relevantnej literatúry. Jej scenár vychádza predovšetkým z predpokladu náhle zmeny Golsfského prúdu v súvislosti s teoreticky možným termohalinným kolapsom morského prúdenia v priestore severného Atlantiku. V literatúre sa takáto možnosť diskutuje už pomerne dlho. Ide o vyrovnanie hustoty vody studeného, ale málo slaného Labradorského morského prúdu a teplého, ale pomerne slaného Golsfského prúdu v Atlantickom oceáne severovýchodne od USA. To môže významne odchyliť smer Golsfského prúdu na južnejšiu dráhu a spôsobiť celkovú zmenu, spomalenie, až zastavenie termohalinnej cirkulácie v severnom Atlantiku s veľmi veľkým dosahom na teplotné pomery od Francúzska až po Škandináviu a Grónsko. Posledné známe prípady veľkej zmeny Golsfského prúdu boli asi pred 8 200, 10 800 a 12 700 rokmi. Vtedy to bolo pravdepodobne spôsobené vyliatím veľkých objemov sladkej vody z roztopajúcich sa polárných ľadovcov z poslednej doby

ľadovej. Názna kolapsu Golsfského prúdu bol aj pred asi 300 rokmi počas tzv. Malej doby ľadovej. Čiastočne sa v „tajnej správe“ berie do úvahy aj vplyv celkového globálneho otepľenia vplyvom rastu skleníkového efektu atmosféry na urýchlenie procesu termohalinného kolapsu.

O tom, ako sa monitorujú prejavy klimatickej zmeny na Slovensku hovorí opäť Dr. M. Lapin, koordinátor Národného klimatického programu:

Národný klimatický program (NKP) ČSFR bol zriadený rozhodnutím federálneho ministra životného prostredia k 1.1.1991. Od roku 1993 existoval NKP SR samostatne a do roku 2001 bol pomerne dobre a pravidelne finančne zabezpečený zo zdrojov MŽP SR a SHMÚ. Bolo vydaných 11 monografií NKP SR a zorganizovaných veľa odborných seminárov. Na činnosti NKP SR participovalo 23 subjektov z celého Slovenska. Hlavným cieľom bolo prenášať na Slovensko aktivity Svetového klimatického programu OSN, pripravovať podklady o scenároch klimatickej zmeny a o analýze zmien a premenlivosti klímy na Slovensku, a tiež predkladať MŽP SR a iným orgánom vedeckej správy o možných dôsledkoch očakávanej zmeny klímy na Slovensku do roku 2100. V dôsledku nedostatku finančných zdrojov sa v rokoch 2002 a 2003 neriešili žiadne projekty v rámci NKP SR. Existuje však niekoľko iných projektov s podobnými cieľmi, ktoré ale nie sú jednotne koordinované...

Je čas, aby sme sa s pani Klímou rozlúčili. Vedomosti, ktoré ľudstvo má o fenoméne nazývanom klimatická zmena, obsahujú stále veľmi veľa otáznikov a medzier. Isté je, že zmena, ktorá v klimatickom systéme nastáva v poslednom storočí, má globálny, a v porovnaní s niekoľkými storočiami dozadu, neobvyklý charakter a žiadny obyvateľ našej planéty jej „neutečie“. Vieme tiež, že rast skleníkového efektu, spôsobený ľudskou činnosťou, s pozorovanými zmenami klímy tesne koreluje. Je preto na nás, či sa dokážeme v riešení problému klimatickej zmeny zjednotiť a budeme mu nielen spoločne čeliť, ale pokúsime sa aj obmedziť svoj príspevok k tejto zmene. Alebo budeme ďalej „prilievat olej do ohňa“ s tým, že budeme musieť rátať s niektorými nepredvídanými a možno aj prudkými reakciami vrtkavej pani Klímy a to aj v tých oblastiach, o ktorých sa predpokladalo, že sú mimo dosahu tejto nevyspytateľnej dámy...

ANNA PRIBULLOVÁ

Autorka vyjadruje podakovanie Doc., RNDr. Milanovi Lapinovi, CSc., a RNDr. Marianovi Melovi, Ph.D., z Katedry meteorológie a klimatológie FMFI UK Bratislava za ich príspevok ku vzniku článku.

Zdroje literatúry:

http://www.earth.nasa.gov/no_flash.html

http://www.agu.org/eos_elec/99148e.html

Botkin, D. B., Keller, E.A., Environmental science, John Wiley and Sons, INC., New York, 2000.

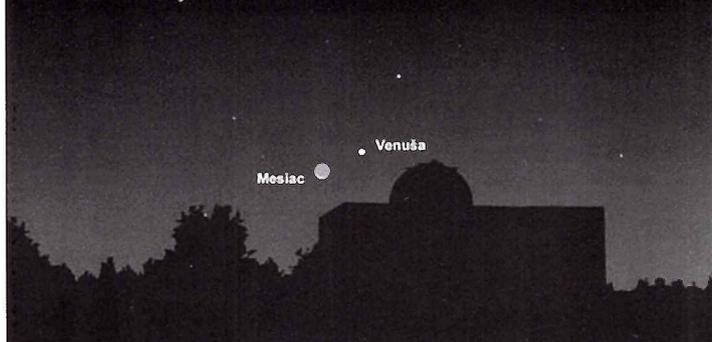
Ahrens, D. C., Meteorology today, West publishing company, 1988.

Poznámky:

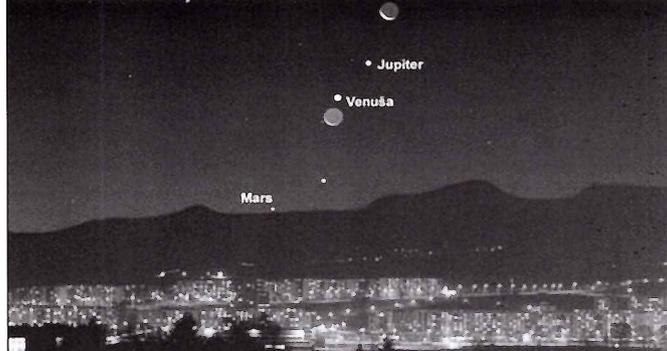
⁴ Ratifikovalo ho 24 štátov

Elektronickú verziu celého článku nájdete na <http://www.ta3.sk/gfu/zaujimovosti.htm>

11.10.2004, 4:00 SEČ



9.-10.11.2004, 5:30 SEČ



Obloha v kalendári

Pripravil PAVOL RAPA VÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

október
– november

Jesenná obloha je u mnohých veľmi obľúbená, nakoľko noci sú už podstatne dlhšie a teploty ešte relatívne prijateľné. Poteší nás niekoľko pekných konjunkcií a meteorári majú pred sebou jedno z najlepších období. Na oblohe nie niekoľko komét, ktoré sú v dosahu aj menších prístrojov, no snáď najviac poteší kométa Machholz, ktorá koncom novembra bude jasnejšia ako 7 mag a lepšie pozorovacie podmienky nás ešte len čakajú. Úplné zatmenie Mesiaca má výborné pozorovacie podmienky a tak máme príležitosť získať niekoľko pekných farebných fotografií.

Planéty

Merkúr je 5.10. v hornej konjunkcii so Slnkom. Pozorovacie podmienky sú veľmi nepriaznivé napriek pomaly zväčšujúcej sa uhlovej vzdialenosti od Slnka. Koncom prvej novembrovej dekády zapadá na konci občianskeho súmraku a najlepšie podmienky na jeho pozorovanie nastanú až koncom druhej dekády, keď bude jeho uhlová vzdialenosť od Slnka 22°. Aj v tomto období je však na konci občianskeho súmraku len vo výške 3° ako objekt 0 mag. 14. 11. bude v konjunkcii s Mesiacom a tak obe telesá nájdeme nad juhozápadným obzorom na ešte svetlej oblohe vo vzájomnej vzdialenosti 7°. 30. 11. je Merkúr v zastávke a začne sa pohybovať späť.

Venuša (-4 mag) bude skutočným klenotom ranej oblohy. Začiatkom októbra vychádza o 2. hod., koncom novembra o 4:30, no ešte stále počas astronomickej noci. Jej vzhľad v ďalekohľade sa bude pomaličky meniť, „zagulatovať“, osvetlený povrch sa zväčší z 70 na 88 %. Jasná Venuša poskytne niekoľko pekných príležitostí na zaujímavé fotografie. 3. 10. bude v tesnej konjunkcii s Regulom a tak snímkovaním niekoľko dní pred a niekoľko dní po konjunkcii získame peknú fotografiu jej vlastného pohybu. 11. 10. bude v konjunkcii s kosáčikom Mesiaca za asistencie Jupitera nízko nad obzorom. 5. 11. nastane skvelá konjunkcia Venuše s Jupiterom, obe telesá budú od seba uhlovo vzdialené len 0,5°. 10. 11. nastane podobná situácia ako pre mesiacom, no tentokrát bude ešte fotogenickejšia. Konjunkcia oboch telies nastáva ešte pod obzorom (mimo nášho územia bude pozorovateľný aj zákrý) a tak najbližšie budú hneď po východe okolo 4. hod. Koncom novembra sa Venuša bude približovať k Marsu, no ich konjunkcia nastane až v decembri.

Mars (1,7 mag) po svojej konjunkcii so Slnkom 15. 9. sa pomaly dostáva na rannú oblohu, v polovici októbra je na začiatku občianskeho súmraku vo

výške 3°, no podmienky viditeľnosti sa rýchlo zlepšujú. Koncom októbra vychádza takmer 1,5 hodiny pred Slnkom a koncom novembra už vychádza počas astronomickej noci a nájdeme ho v blízkosti jasnej Venuše (v konjunkcii budú 6. 12.). Jeho jasnosť je však vzhľadom na značnú vzdialenosť od Zeme len nízka a tak na oblohe nie je výrazným objektom. 11. 11. ráno bude v peknej konjunkcii s tenkým kosáčikom Mesiaca a tak je možnosť získať

niekoľko pekných fotografií. Mimo nášho územia bude pozorovateľný zákrý Marsu Mesiacom.

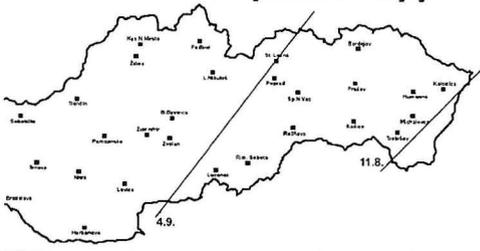
Jupiter (-1,7 mag) sa po konjunkcii so Slnkom 22. 9. uhlovo vzdaluje od Slnka a koncom prvej októbrovej dekády je na začiatku občianskeho súmraku vo výške 7°. Jeho viditeľnosť sa stále zlepšuje a koncom novembra vychádza v Panne už po 2. hodine. 12. 10. je v konjunkcii s Mesiacom a tak 13. 10. ráno bude na oblohe spolu s našim vesmírnym spútnikom v podobe tenučkého kosáčika za asistencie červenkastého Marsu a Venuše vysoko nad obzorom. Podobná situácia sa zopakuje 9. a 10. 11., tentokrát už za bližšej asistencie Venuše. 9. 11. nastane po západe Jupitera jeho zákrý Mesiacom, od nás môžeme sledovať za dobrých pozorovacích

Zákrý hviezd Mesiacom (október – november)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA	PA	a s/o	b s/o
1. 10.	23 32 21	R	4106	6,5	+80N	263	96	63
2. 10.	19 31 21	R	5022	6,8	+63N	283	2	77
2. 10.	22 15 0	R	5136	5,8	+89N	258	46	101
4. 10.	20 3 35	R	7216	5,7	+56N	301	-6	49
4. 10.	20 33 14	R	7268	6,5	+21S	198	-67	151
5. 10.	2 28 50	R	7674	7,3	+58N	300	126	-61
5. 10.	3 13 57	R	7698	7,1	+78N	280	115	-18
5. 10.	3 37 57	D	7791	4,5	-59N	57	106	98
5. 10.	22 33 2	R	9410	6,9	+53S	236	-16	125
6. 10.	3 40 57	R	9748	6,8	+73N	291	112	-35
7. 10.	23 42 42	R	12718	7,3	+8S	203	-106	334
8. 10.	1 51 5	R	12810	6,1	+84N	292	52	46
8. 10.	3 27 48	R	12873	5,7	+69N	307	86	-23
8. 10.	4 11 11	R	12917	6,4	+44N	332	90	-141
20. 10.	16 35 19	D	27620	7,2	+42S	128	126	-37
21. 10.	17 10 15	D	29007	6,4	+61N	44	76	43
24. 10.	19 9 41	D	31729	6,5	+35S	116	180	-29
25. 10.	22 4 50	D	505	6,4	+52N	23	40	83
31. 10.	4 10 20	R	5970	6,3	+87N	261	62	-65
1. 11.	3 47 49	R	7076	7,1	+61S	235	102	30
2. 11.	22 10 3	R	10614	5,6	+33S	218	-21	194
2. 11.	22 59 52	R	10670	6,4	+55N	310	76	3
3. 11.	2 10 30	R	10832	7,5	+70N	296	108	-41
3. 11.	3 3 0	R	10893	6,9	+41S	227	132	178
3. 11.	20 59 20	R	12050	5,9	+80N	290	-3	57
3. 11.	21 8 3	R	12076	6,2	+20S	211	-71	204
4. 11.	4 58 40	R	12449	7,2	+66S	258	122	0
7. 11.	1 33 16	R	15897	7,5	+36S	239	28	216
16. 11.	16 26 55	D	27159	7,0	+45S	130	129	-110
18. 11.	17 4 42	D	29838	7,0	+21N	3	-2	96
20. 11.	16 25 17	D	31446	4,6	+2N	338	-117	249
20. 11.	16 15 10	D	31467	5,2	+32S	123	176	-6
20. 11.	19 43 31	D	31543	7,2	+87N	62	71	-1
21. 11.	18 38 12	D	144	7,2	+89N	63	88	46
24. 11.	0 57 42	D	2572	5,9	+35N	14	33	102
28. 11.	22 51 6	R	8068	6,1	+69N	282	108	9
29. 11.	19 33 32	R	9863	6,6	+70S	248	0	116
29. 11.	23 16 8	R	10087	7,0	+69S	249	88	108
30. 11.	2 29 38	R	10251	7,2	+64S	244	120	29
30. 11.	19 45 19	D	11604	5,4	-38S	148	52	-24
30. 11.	20 19 34	R	11604	5,4	+29S	215	-39	212

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ\text{E}$ a $\varphi_0 = 48,5^\circ\text{N}$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ , φ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\varphi - \varphi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákrýte.

Dotyčnicové zákryty



podmienok približovanie oboch telies na dennej oblohe ďalekohľadom s veľkým zorným polom. Pred západom bude ich vzájomná uhlová vzdialenosť menšia ako 2". 5. 11. bude Jupiter v tesnej konjunkcii (0,5") s Venušou čo by nemalo nechať lahostajným nijakého majiteľa astronomickej techniky, je to skvelá príležitosť na získanie série pekných fotografií.

Saturn (0,2 až -0,1 mag) v Blížencoch je ďalšou planétou, ktorá má veľmi dobrú pozorovateľnosť. Začiatkom októbra vychádza hodinu pred polnocou a do konca novembra sa jeho viditeľnosť ešte predĺži, nakoľko bude vychádzať už po 19. hodine. Jeho nočná viditeľnosť sa predlžuje v súvislosti s opozíciou začiatkom budúceho roka. Jeho prstence sú stále široko roztvorené a pohľad ďalekohľadom je mimoriadne pôsobivý. 7. 10. nastane jeho konjunkcia s Mesiacom po poslednej štvrti a podobná situácia sa zopakuje 3. 11. 8. 11. je Saturn v zastávke, začne sa pohybovať späť a jeho vlastný pohyb si všimneme podľa hviezdy 85 Gem (5,4 mag), ktorá bude necelý stupeň južnejšie.

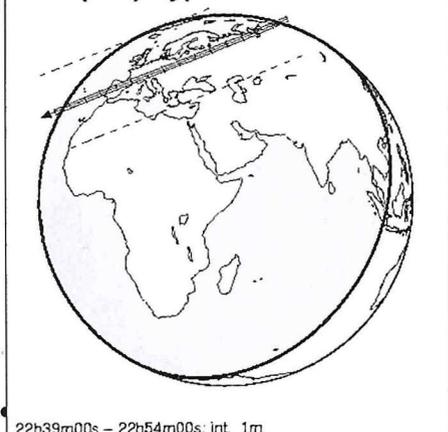
Urán (5,8 mag) je pozorovateľný vo Vodnárovi, začiatkom októbra zapadá viac ako dve hodiny po polnoci, koncom novembra poldruha hodinu pred polnocou. Za dobrých pozorovacích podmienok ho môžeme vidieť aj voľným okom, najlepšie v okolí kulminácie, keď dosahuje najväčšiu výšku nad obzorom (30°). Už malým ďalekohľadom alebo triédrom ho však bez problémov uvidíme ako pokojne svietiaci objekt. 23. 10. a 19. 11. bude v konjunkcii s Mesiacom, no vzdialenosť oboch telies neklesne pod 4". 11. 11. je Urán v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere.

Neptún (7,9 mag) v Kozorožcovi má podobné pozorovacie podmienky ako Urán, no zapadá o dve hodiny skôr. Jeho konjunkcie s Mesiacom nastanú 22. 10. a 18. 11., no ich vzájomná uhlová vzdialenosť bude väčšia ako 5". 24. 10. je stacionárny a začne sa pohybovať v priamom smere. 3. 10. prejde 12" južne od slabšej hviezdy PPM 238224 (9,8 mag) a tak v ďalekohľade môžeme sledovať jeho vlastný pohyb.

Pluto (14 mag) v Hadovi má podpriemerné podmienky viditeľnosti, začiatkom októbra zapadá po 21. hod., koncom novembra už po 17. hod. V ďal-

Zákryt planétkou Hypatia.

(238) Hypatia 28.11.2004



22h39m00s - 22h54m00s, int. 1m

Zákryty hviezd planétkami (október - november)

dátum	[UT]	planétka	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
8.10.	22,9	746 Marlu	5,8	TYC 2950 1251	9,1	7,1	35		
9.10.	20,3	468 Lina	7,6	TYC 6337 937	10,5	4,0	15		
14.10.	23,1	636 Erika	8,1	TYC 1224 281	11,0	2,5	57		
15.10.	2,0	63 Ausonia	8,6	TYC 1921 2606	9,7	2,9	57		
2.11.	21,9	56 Melete	9,2	TYC 0651 524	10,3	1,9	50	58	71-
8.11.	19,0	49 Pales	18,0	TYC 1222 64	9,6	1,4	45		
28.11.	22,8	238 Hypatia	16,5	HIP 30327	8,4	4,1	42	23	96-

Z predpovedí sú vylúčené hviezdy slabšie ako 11 mag. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je pod podmienkou, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

trv - trvanie zákrytu v sekundách, m* - jasnosť hviezdy, h* - výška hviezdy nad obzorom, dm - pokles jasnosti, el - uhlová vzdialenosť Mesiaca, % - percento osvetlenej časti Mesiaca, + dorastá, - ubúda

šom období sa podmienky budú zhoršovať, nakoľko sa vzdaluje od Zeme a klesá aj jeho deklinácia.

Z telies Slnčnej sústavy nás určite v októbri poteší Mesiac, ktorý sa 28. 10. dostane do zemského tieňa a my budeme mať možnosť pozorovať úplné zatmenie Mesiaca.

Dotyčnicové zákryty jasnejších hviezd nenastanú, niektoré budú pozorovateľné len mimo nášho územia. Za zákrytom hviezdy ZC 3478 (6,4 mag), ktorý nastáva 24. 10. 10' na tmavej strane Mesiaca by sme museli vycestovať do Rumunska, no aj v tomto prípade sú podmienky podpriemerné, keďže Mesiac je krátko pred splnom. Pre skalných môže byť zaujímavý zákryt hviezdy H 27613 (7,5 mag) 5. 10., ktorý nastáva 6' na neosvetlenej strane pri dostatočnej výške nad obzorom (67°) pred poslednou štvrtou. Azda najväčšou prednosťou tohto zákrytu je skutočnosť, že hranica tieňa prebieha v blízkosti niekoľkých hviezdárni (Levice 9 km, Rimavská Sobota 2 km, Michalovce 9 km).

Planétky

Najjasnejšou planétkou bude (4) Vesta, ktorá je 31. 10. v zastávke a tak vo Vodnárovi opíše peknú kľučku okolo hviezdy 97 Aqr (5,2 mag) a tak jej nájdanie by nemalo robiť žiadne problémy.

(3) Juno bude 21. 11. (10,7 mag) prechádzať medzi galaxiou NGC 6822 (9,3 mag) a malou planétárnou hmlovinou NGC 6818 (9,9 mag), ktorých uhlová vzdialenosť je len 42'.

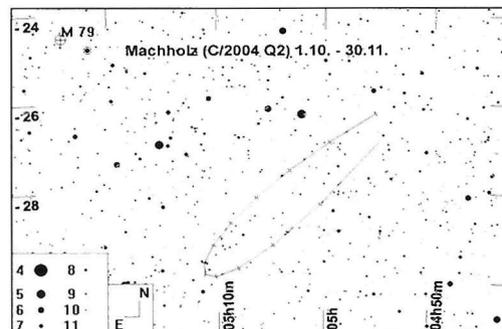
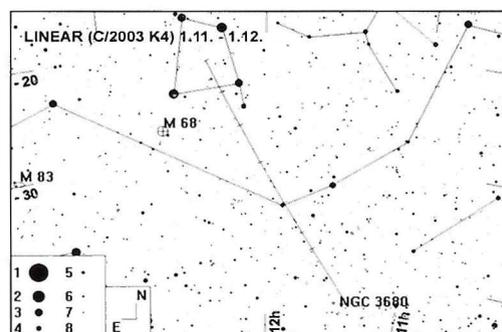
V opozícii do 11 mag budú: (135) Hertha (6. 10.,

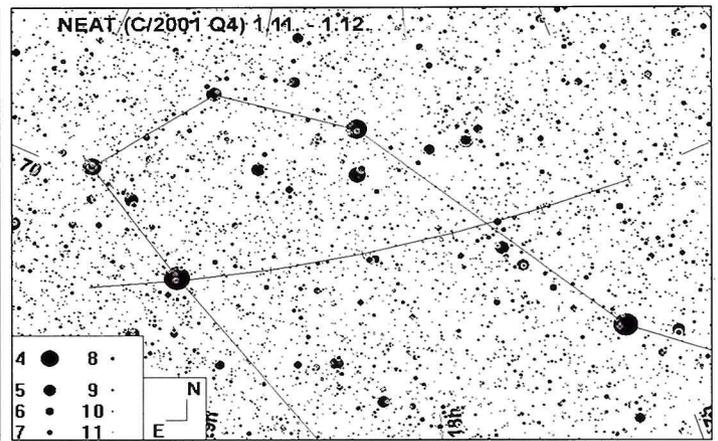
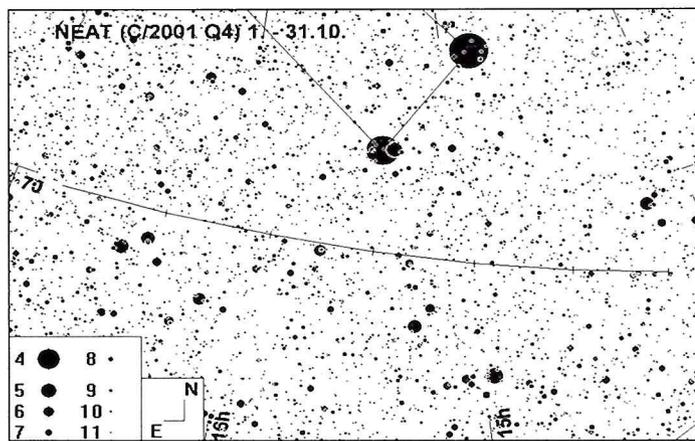
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (4) Vesta			
1. 10.	23 ^h 28,9 ^m	-15°39,7'	6,4
6. 10.	23 ^h 25,2 ^m	-15°53,4'	6,5
11. 10.	23 ^h 22,1 ^m	-16°01,0'	6,6
16. 10.	23 ^h 19,7 ^m	-16°02,5'	6,7
21. 10.	23 ^h 17,9 ^m	-15°58,1'	6,8
26. 10.	23 ^h 16,8 ^m	-15°48,2'	6,9
31. 10.	23 ^h 16,4 ^m	-15°33,2'	7,1
5. 11.	23 ^h 16,6 ^m	-15°13,5'	7,2
10. 11.	23 ^h 17,6 ^m	-14°49,5'	7,3
15. 11.	23 ^h 19,2 ^m	-14°21,6'	7,4
20. 11.	23 ^h 21,3 ^m	-13°50,3'	7,4
25. 11.	23 ^h 24,1 ^m	-13°15,8'	7,5
30. 11.	23 ^h 27,3 ^m	-12°38,5'	7,6

10,1 mag), (40) Harmonia (16. 10., 9,4 mag), (346) Hermentaria (24. 10., 10,5 mag), (128) Nemesis (25. 10., 10,5 mag), (21) Lutetia (3. 11., 9,8 mag), (49) Pales (4. 11., 10,6 mag), (599) Luisa (6. 11., 11,0 mag), (27) Euterpe (7. 11., 8,8 mag), (64) Angelina (9. 11., 10,8 mag), (80) Sappho (26. 11., 10,0 mag).

Podľa nominálnych predpovedí nastane 5 zákrytov hviezd planétkami u ktorých tieň v rámci neurčitosti predpovede prechádza aspoň strednou Európou. Najväčšie šance na úspech u nás je pri planétkach (746) Marlu, (468) Lina a (238) Hypatia. Aktuálne predpovede sú na <http://mpocc.astro.cz/updates/>.

Kométy





Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy LINEAR (C/2003 K4)				
1. 11.	12 ^h 21,9 ^m	-20°30,2'	5,1	30,1
6. 11.	12 ^h 16,4 ^m	-23°23,8'	5,1	35,8
11. 11.	12 ^h 09,9 ^m	-26°32,1'	5,1	41,5
16. 11.	12 ^h 02,1 ^m	-29°57,6'	5,2	47,4
21. 11.	11 ^h 52,4 ^m	-33°42,8'	5,2	53,4
26. 11.	11 ^h 40,0 ^m	-37°49,5'	5,2	59,5
1. 12.	11 ^h 23,7 ^m	-42°17,1'	5,3	65,7

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy NEAT (C/2001 Q4)				
1. 10.	14 ^h 12,7 ^m	+67°39,3'	9,1	73,1
6. 10.	14 ^h 34,9 ^m	+68°16,2'	9,3	75,8
11. 10.	14 ^h 58,6 ^m	+68°48,9'	9,4	78,3
16. 10.	15 ^h 24,0 ^m	+69°16,2'	9,5	80,9
21. 10.	15 ^h 50,7 ^m	+69°36,7'	9,6	83,3
26. 10.	16 ^h 18,7 ^m	+69°49,1'	9,8	85,6
31.10.	16 ^h 47,4 ^m	+69°52,2'	9,9	87,7
5. 11.	17 ^h 16,5 ^m	+69°45,4'	10,0	89,7
10. 11.	17 ^h 45,4 ^m	+69°28,6'	10,1	91,3
15. 11.	18 ^h 13,7 ^m	+69°02,2'	10,2	92,7
20. 11.	18 ^h 40,9 ^m	+68°26,9'	10,4	93,8
25. 11.	19 ^h 06,8 ^m	+67°44,2'	10,5	94,6
30. 11.	19 ^h 31,2 ^m	+66°55,3'	10,6	95,1

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy Machholz (C/2004 Q2)				
1. 10.	4 ^h 55,3 ^m	-26°14,9'	9,8	109,5
6. 10.	4 ^h 59,5 ^m	-26°53,7'	9,5	111,3
11. 10.	5 ^h 03,2 ^m	-27°32,1'	9,3	113,1
16. 10.	5 ^h 06,3 ^m	-28°09,0'	9,1	114,9
21. 10.	5 ^h 08,8 ^m	-28°43,0'	8,8	116,7
26. 10.	5 ^h 10,5 ^m	-29°12,6'	8,6	118,4
31. 10.	5 ^h 11,3 ^m	-29°36,0'	8,3	120,2
5. 11.	5 ^h 11,3 ^m	-29°50,9'	8,1	121,9
10. 11.	5 ^h 10,2 ^m	-29°54,6'	7,8	123,6
15. 11.	5 ^h 08,0 ^m	-29°43,3'	7,5	125,4
20. 11.	5 ^h 04,8 ^m	-29°12,8'	7,3	127,2
25. 11.	5 ^h 00,4 ^m	-28°17,8'	7,0	129,1
30. 11.	4 ^h 54,9 ^m	-26°52,1'	6,7	130,9

Po niekoľkých jasných kométach uplynulého obdobia sa tentokrát musíme uspokojiť. Jasná kométa LINEAR (C/2003 K4) si síce udržuje jasnosť okolo 5 mag, no nachádza sa blízko Slnka, jej deklinácia klesá. Za pomerne nevhodných podmienok ju však nájdeme od polovice novembra pred východom Slnka nízko nad juhozápadným obzorom.

Trvskou, aj keď slabnoucou, je kométa NEAT (C/2001 Q4), ktorá je stále cirkumpolárna.

Nízko nad horizont sa dostane aj kométa Machholz (C/2004 Q2), ktorá príjemne zjasňuje a na rozdiel od K4 pozorovanie nebude rušiť súmrak. Na pozorovanie si však budeme musieť vybrať dosta-

točne tmavé miesto s dobrým južným obzorom. Kométa bude mať minimálnu deklináciu 9. 11., no potom začne pomaly stúpať a koncom roka sa dostane nad rovník. Lepšie pozorovacie podmienky nás teda ešte len čakajú, nakoľko koncom decembra a v januári bude na hranici viditeľnosti voľným okom...

Meteory

Toto jesenné obdobie patrí medzi najzaujímavejšie v roku, v činnosti je niekoľko rojov a pozorovacie podmienky z hľadiska rušenia svitom Mesiac sú dobré.

Drakonidy patria k najzaujímavejším rojom, ktoré prekvapia svojou aktivitou súvisiacou s polohou materskej kométy 21P/Giacobini-Zinner, ktorá ma obežnú dobu 6,6 roka. Najbližšie prejde kométa perihéliom začiatkom júla 2005. Posledná vysoká aktivita (ZHR 700) bola pozorovaná v roku 1998. Zvýšená aktivita (ZHR 10 – 20) bola pozorovaná aj v roku 1999. Tomuto maximu zodpovedá 8. 10. medzi 16,7 – 19,8 hod. a „klasické“ maximum nastane predpoludním (11. hod.). Radiant je cirkumpolárny, v dolnej kulminácii je okolo 4. hod., Mesiac počas maxima je po poslednej štvrti. Na monitorovanie aktivity sú pozorovania veľmi žiaduce, meteory sú pomalé, a tak ich odlišenie od sporadického pozadia by nemalo byť problematické.

Orionidy sú najstabilnejším hlavným rojom tohto obdobia, ich maximum nastane 21. 10. Mesiac po poslednej štvrti rušiť bude len v prvej polovici noci, zapadá pri výške radiantu asi 30°. Orionidy, ktorých

materskou kométou je známa Halleyova kométa, majú niekoľko maxím, a tak je vhodné pozorovať niekoľko dní okolo hlavného maxima. Zdá sa, že predpovedaná 12-ročná zvýšená periodicitá je reálna, no pozorovateľná bude až v rokoch 2008 až 2010.

Takmer súbežne s aktivitou Orioníd sú v činnosti aj nevyrazné ε Geminidy, ktorých odlišenie od Orioníd nie je jednoduché pre podobné uhlové rýchlosti a relatívnu blízkosť radiantov.

Južné a severné Tauridy súvisiace s kométou 2P/Encke nevykukajú vysokou aktivitou, no frekvencie sú pomerne stabilné. Roje majú vysoký počet jasných meteorov, ktorý však rok od roka kolíše, no v každom prípade jasné bolidy sú výzvou pre fotografy. Periodicite výskytu bolidov sa venoval D. Asher, ktorý ich vyššiu aktivitu predpovedá až po roku 2005. Južné Tauridy bude v druhej polovici noci rušiť Mesiac, no počas severných sú podmienky dobré a pozorovať je možné celú noc.

Leonidy sa po vysokých aktivitách vracajú do svojho normálu a tak očakávaná frekvencia je 10 – 20. Maximum by malo nastať 17. 11. dopoludnia, no keďže pozorovanie nebude rušiť Mesiac nemali by sme na tento roj zanevrieť a niekoľko dní v okolí maxima pozorovať.

α Monocerotidy v tomto roku asi nijako neprekvapia, ich bežná frekvencia je okolo 5. Vyššia frekvencia sa očakáva až v budúcom roku, no aj tak by sme mali aktivitu tohto roja monitorovať, hlavne v druhej polovici noci po západe Mesiaca.

Pavol Rapavý

Meteorické roje (október – november)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad. /deň		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
SCP	15. 7.–11. 8.	20. 7.	20:28	-15	1	+0,2	30	5	ALPO
SPR	5. 9.–10. 10.	8. 9.	04:00	+47	1	+0,1	64	6	ALPO
DAU	5. 9.–10. 10.	8. 9.	04:00	+47	1,0	+0,1	64	6	IMO
OAR	1. 10.–31. 10.	8. 10.	02:08	+08	0,9	+0,3	28	5	ALPO
GIA	6. 10.–10. 10.	8. 10.	17:28	+54			20	VAR	IMO
EGE	14. 10.–27. 10.	18. 10.	06:48	+27	1	+0,1	71	2	IMO
ORI	2. 10.– 7. 11.	21. 10.	06:20	+16	0,7	+0,1	66	25	IMO
LMI	21. 10.–23. 10.	22. 10.	10:48	+37	1	-0,4	62	2	DMS
STA	1. 11.–25. 11.	5. 11.	03:28	+13	0,8	+0,2	27	5	IMO
DER	6. 11.–29. 11.	10. 11.	03:52	-09	0,9	+0,2	31	2	DMS
NTA	1. 11.–25. 11.	12. 11.	03:52	+22	0,8	+0,1	29	5	IMO
LEO	14. 11.–21. 11.	17. 11.	10:12	+22	0,7	-0,4	71	VAR	IMO
AMO	15. 11.–25. 11.	21. 11.	07:20	+03	0,8	-0,2	65	VAR	IMO
XOR	26. 11.–31. 12.	2. 12.	05:28	+23	1,2	0,0	28	3	IMO
MON	27. 11.–17. 12.	8. 12.	06:40	+08	0,8	+0,2	42	3	IMO

SPR – septembrové Perzeydy, DAU – δ Aurigidy, OAR – októbrové Arietidy, GIA – Drakonidy, EGE – ε Geminidy, ORI – Orionidy, LMI – Leo Minoridy, STA – južné Tauridy, DER – δ Eridanidy, NTA – severné Tauridy, LEO – Leonidy, AMO – α Monocerotidy, XOR – χ Orionidy, MON – Monocerotidy

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

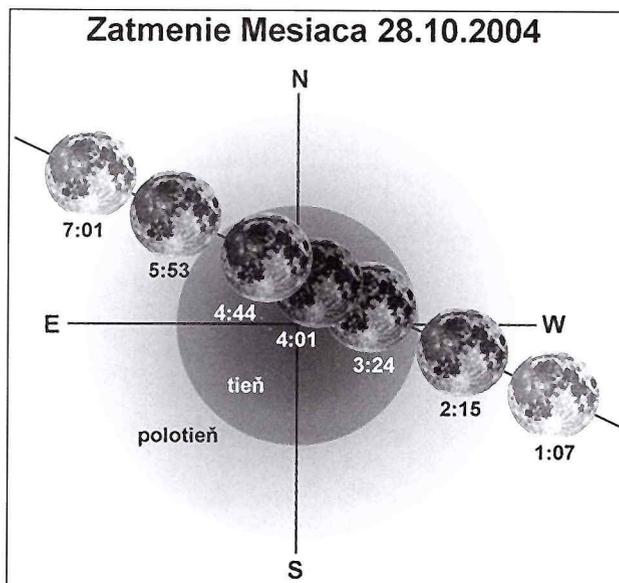
Úplné zatmenie Mesiaca 28. 10. 2004

Posledné zatmenie Mesiaca v tomto roku bude od nás pozorovateľné v celom priebehu. Koniec čiastočného zatmenia bude už nízko nad západným obzorom, no práve túto skutočnosť môžeme využiť na získanie zaujímavých fotografií. Zatmenie bude v južnej časti Barana, teda v oblasti chudobnej na jasné hviezdy. Krátko po skončení úplného zatmenia dôjde k zákrytu (vstupu) hviezdy SAO 92812 (7,7 mag).

Mesiac počas úplného zatmenia je nádhorne sfarbený. Farba je závislá od momentálneho stavu zemskej atmosféry a mení sa od svetlých hnedočervených tónov až po zatmenia tmavé. Klasifikáciu vzhľadom na zatmenie vypracoval Danjon (Kozmos 2/2004) a súvisí so slnečnou činnosťou, aktivitou meteorických rojov i znečistením atmosféry. Ak chceme určiť celkovú jasnosť zatmenia musíme použiť vhodnú optiku (defokusér), ktorá nám umožní vidieť Mesiac ako bod. Ako porovnávacie objekty budú na oblohe: Saturn (0,1 mag), Síríus (-1,4 mag), Jupiter (-1,6 mag) a Venuša (-4,0 mag).

Na pozorovanie kontaktov kráterov zo zemským tieňom sú vhodné silnejšie binokuláre a fotografia (vhodná mapa) Mesiaca s vyznačenými krátermi. Časy kontaktov určujeme s presnosťou 0,1 minúty.

Toto zatmenie je zo série saros č. 136, predchádzajúce zatmenie tejto série bolo 17. 10. 1986, ďalšie bude 8. 11. 2022. **Pavol Rapavý**



Priebeh zatmenia (SEČ)

	PA	h	Az
vstup do polotieňa	1:07	75	47
začiatok čiastočného zatmenia	2:15	81	39
začiatok úplného zatmenia	3:24	284	29
stred zatmenia	4:04	22	264
koniec úplného zatmenia	4:44	26	16
koniec čiastočného zatmenia	5:53	228	5
výstup z polotieňa	7:01	234	

Veľkosť zatmenia je 1,313 v jednotkách mesačného priemeru.

Vstupy a výstupy kráterov

SEČ vstupy	SEČ výstupy
02:16 Grimaldi	04:52 Aristarchus
02:20 Billy	04:54 Grimaldi
02:27 Kepler	04:58 Plato
02:28 Aristarchus	04:59 Kepler
02:29 Campanus	05:01 Billy
02:35 Copernicus	05:03 Pytheas
02:38 Tycho	05:04 Timocharis
02:38 Pytheas	05:06 Copernicus
02:44 Timocharis	05:07 Aristoteles
02:52 Manilius	05:09 Eudoxus
02:55 Dionysius	05:13 Campanus
02:55 Plato	05:18 Manilius
02:56 Menelaus	05:21 Menelaus
03:00 Plinius	05:23 Tycho
03:03 Eudoxus	05:25 Plinius
03:04 Aristoteles	05:27 Dionysius
03:06 Goclenius	05:34 Proclus
03:10 Taruntius	05:39 Taruntius
03:12 Proclus	05:43 Goclenius
03:13 Langrenus	05:48 Langrenus

Predpovede kontaktov sú počítané za predpokladu zväčšenia zemského tieňa o 2 %.

Podrobnejší zoznam aj s mapou Mesiaca je na www.szaa.sk.

Kalendár úkazov a výročí (október – november)

3. 10. 150. výročie (1854) narodenia H. von Struve	23. 10. 10,6 konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 4,5° severne)	12. 11. maximum meteorického roja severné Tauridy (ZHR 5)
4. 10. 45. výročie (1959) Luny 3	24. 10. planétka (346) Hermentaria v opozícii (10,5 mag)	12. 11. 15,4 Mesiac v nove
5. 10. 20 Merkúr v hornej konjunkcii	24. 10. 12 Neptún v zastávke, začína sa pohybovať priamo	14. 11. 3,1 konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 1,3° severne)
5. 10. 23,2 Mesiac v odzemi (404 325 km)	25. 10. planétka (128) Nemesis v opozícii (10,5 mag)	14. 11. 14,9 Mesiac v prízemí (362 313 km)
6. 10. 11,2 Mesiac v poslednej štvrti	28. 10. 4,1 Mesiac v splne	14. 11. 35. výročie (1969) Apolla 12
6. 10. planétka (135) Hertha v opozícii (10,1 mag)	28. 10. 4,1 úplné zatmenie Mesiaca	17. 11. 9 maximum meteorického roja Leonidy (ZHR 15)
7. 10. 14,5 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,6° južne)	28. 10. 100. výročie (1904) narodenia E. Barnóthyho	18. 11. 15. výročie (1989) družice COBE
8. 10. 400. výročie (1604) objavenia Keplerovej supernovy	30. 10. 5,3 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	18. 11. 5,5 konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5,5° severne)
8. 10. 11 maximum meteorického roja Drakonidy	31. 10. 2,0 koniec letného času	19. 11. 6,8 Mesiac v prvej štvrti
8. 10. 23,9 zákryt hviezdy TYC 2950 1251 (9,1 mag) planétkou (746) Marlu	2. 11. 2,1 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	19. 11. 19,4 konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 4,5° severne)
9. 10. 21,3 zákryt hviezdy TYC 6337 937 (10,5 mag) planétkou (468) Lina	2. 11. 19,1 Mesiac v odzemi (404 998 km)	20. 11. 115. výročie (1889) narodenia E. Hubblea
9. 10. 300. výročie (1704) narodenia J. A. Segnera	2. 11. 22,9 zákryt hviezdy TYC 0651 524 (10,3 mag) planétkou (56) Melete	21. 11. 2 Merkúr v maximálnej východnej elongácii (22°)
10. 10. 3,6 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	3. 11. 20,3 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,8° južne)	21. 11. 10 maximum meteorického roja á Monocerotidy (ZHR 5)
10. 10. 21,7 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 2,8° južne)	3. 11. planétka (21) Lutetia v opozícii (9,8 mag)	22. 11. 3,8 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)
12. 10. 21,2 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 0,7° južne)	4. 11. planétka (49) Pales v opozícii (10,6 mag)	25. 11. 0,6 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)
12. 10. 40. výročie (1964) Voschodu 1	4. 11. 22,9 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	27. 11. 21,5 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)
13. 10. 0,4 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	5. 11. 2,9 konjunkcia Venuše s Jupiterom (Jupiter 0,5° južne)	26. 11. planétka (80) Sappho v opozícii (10,0 mag)
14. 10. 3,8 Mesiac v nove	5. 11. 6,9 Mesiac v poslednej štvrti	26. 11. 21,1 Mesiac v splne
14. 10. 4,0 čiastočné zatmenie Slnka (od nás nepozorovateľné)	5. 11. maximum meteoric. roja južné Tauridy (ZHR 5)	28. 11. 23,8 zákryt hviezdy HIP 30327 (8,4 mag) planétkou (238) Hypatia
15. 10. 0,1 zákryt hviezdy TYC 1224 281 (11,0 mag) planétkou (636) Erika	6. 11. planétka (599) Luisa v opozícii (11,0 mag)	28. 11. 40. výročie (1964) sondy Mariner 4
15. 10. 3,0 zákryt hviezdy TYC 1921 2606 (9,7 mag) planétkou (63) Ausonia	7. 11. 19,7 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	30. 11. 12,4 Mesiac v odzemi (405 954 km)
15. 10. 175. výročie (1829) narodenia A. Halla	7. 11. planétka (27) Euterpe v opozícii (8,8 mag)	30. 11. 18,3 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)
15. 10. 21,2 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	8. 11. 170. výročie (1834) narodenia J. Zöllnera	30. 11. 14 Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať späť
16. 10. planétka (40) Harmonia v opozícii (9,4 mag)	8. 11. 12 Saturn v zastávke, začína sa pohybovať späť	1. 12. 7,8 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,7° južne)
18. 10. 0,9 Mesiac v prízemí (367 762 km)	9. 11. planétka (64) Angelina v opozícii (10,8 mag)	2. 12. 30. výročie (1974) sondy Pioneer 11 (ôblet Jupitera)
18. 10. 18,1 minimum β Per (A=2,1-3,4 mag, P=2,867 d)	9. 11. 17,7 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 2,7° južne, zákryt mimo nášho územia)	2. 12. maximum meteorického roja c Orionidy
18. 10. maximum meteoric. roja e Geminy (ZHR 2)	9. 11. 70. výročie (1934) narodenia C. Sagana	5. 12. 1,9 Mesiac v poslednej štvrti
19. 10. 150. výročie (1854) narodenia N. I. Kibalčiča	10. 11. 1,0 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 0,5° severne, zákryt mimo nášho územia)	6. 12. 0,3 konjunkcia Venuše s Marsom (Mars 1,2° južne)
20. 10. 23,0 Mesiac v prvej štvrti	11. 11. 3,0 Urán v zastávke, začína sa pohybovať v priamom smere	7. 12. 12,3 tesná denná konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 0,6° severne)
21. 10. maximum meteor. roja Orionidy (ZHR 25)	11. 11. 3,4 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 0,7° severne, zákryt mimo nášho územia)	
22. 10. 2,2 konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5,5° severne)		

Slnečná aktivita

jún – júl 2004

Slnečná aktivita v sledovanom období má priebeh, ktorý je charakteristický pre fázu poklesu slnečnej aktivity. V tomto období sa zvyčajne výrazne prejavuje 27-denná perióda, spojená s rotáciou Slnka.

Nad našimi hlavami, v blízkom kozmickom priestore, začal v auguste 2004 zaujímavý pokus, cieľom ktorého je výskum zemskej magnetosféry. K štyrom družiciam CLUSTER, ktoré obiehajú Zem v pretiahlych elipsách so vzdialenosťami od 19 000 do 119 000 km už od polovice roku 2000, pribudli dve čínske družice TC-1 a TC-2, ktoré obiehajú Zem po bližších dráhach, TC-1 nad rovníkom vo výške okolo 80 000 km a TC-2 nad pólmi, od 700 do 39 000 kilometrov. Výskumný projekt má názov „DOUBLE STAR“ a organizuje ho ESA v spolupráci s čínskymi vedcami.

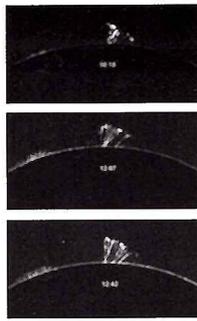
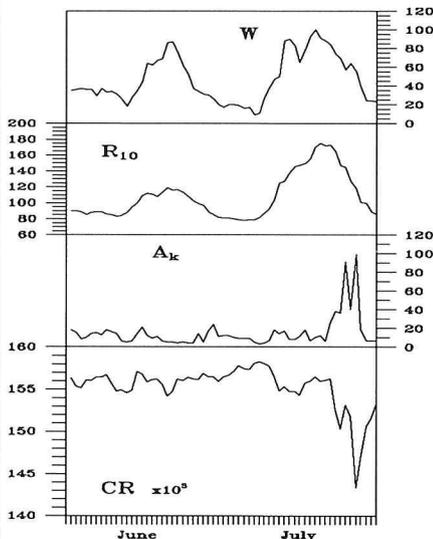
Planéta Zem je nepretržite bombardovaná energetickými časticami, ktoré majú svoj pôvod na 150 miliónov km vzdialenom Slnku. Väčšinu týchto častíc tvorí slnečný vietor, spojený prúd protónov a elektrónov, ktoré „tečú“ okolo našej planéty. Z času na čas vzniká na Slnku mohutná explózia (CME – Coronal Mass Ejection), pri ktorej sú do priestoru vyvrhnuté miliardy ton hmoty takou rýchlosťou, že dosiahnu Zem iba za niekoľko dní.

Našťastie zemská magnetosféra zvyčajne ochráni našu planétu pred týmto kozmickým útokom a donúti prúdiť slnečný vietor okolo Zeme, podobne ako ostrov riečnu vodu. V tejto obrane existujú dve známe slabé miesta, polárne špičky, kde môžu častice preniknúť cez magnetosféru a po špirálach okolo magnetických siločiar dosiahnuť zemský povrch, pričom spôsobujú nádherné polárne žiary.

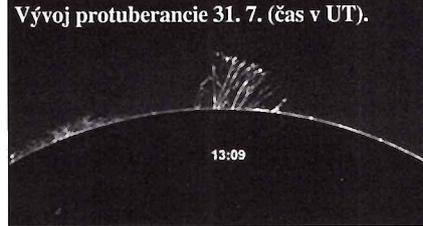
Avšak iné dôsledky slnečnej aktivity, také ako magnetické búrky alebo spomínané CME, môžu mať vážne dôsledky na ľudské aktivity, napr. komunikačné poruchy, poruchy v dodávke elektrického prúdu, alebo zničenie elektronických obvodov na satelitoch.

A práve projekt „DOUBLE STAR“ má pomôcť pochopiť procesy interakcie častíc so zemskou magnetosférou. Na palube družice sú prístroje, ktoré umožnia zistiť druh častíc, ich energie, ďalej detektory rôznych vlnení a merače intenzít elektromagnetických polí.

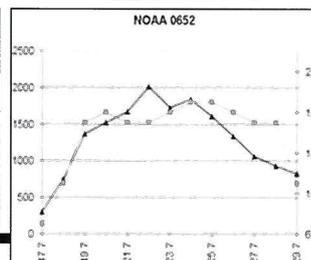
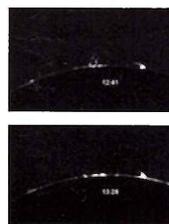
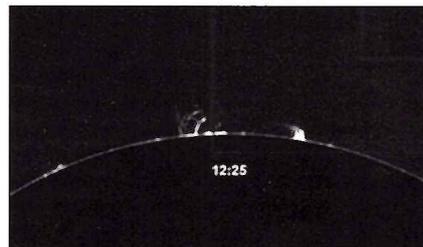
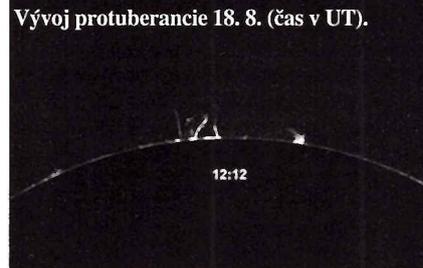
MILAN RYBANSKÝ



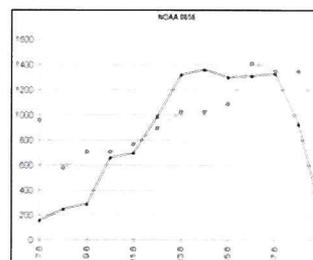
Vývoj protuberancie 31. 7. (čas v UT).



Vývoj protuberancie 18. 8. (čas v UT).



Vývoj plôch (trojuholníky) skupiny 652 a 656 v milióninách slnečného disku a ich dĺžok (štvorce) v heliografických stupňoch.



Prázdninové veľké

Slnečná aktivita je na klesajúcej úrovni, no v júli a auguste prekvapila niekoľkými veľkými škvrkami, ktoré boli bez problémov viditeľné aj voľným okom.

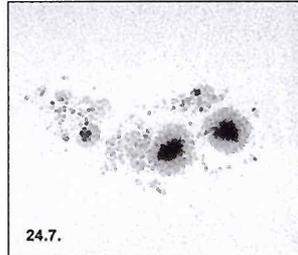
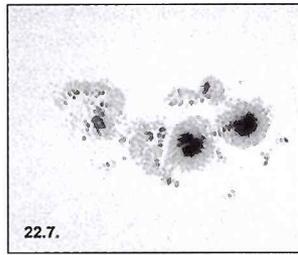
Aktívna oblasť NOAA 652 bola výrazná už na východnom okraji a stala sa tak jednou z pozorovanejších aktívnych oblastí posledného obdobia. Na slnečnom disku bola od 17. do 30. júla, 19. 7. boli pozorované v hlavnej škvrke relatívne rýchlo sa meniace svetlé mosty. Po západe skupiny 31. 7. bola na slnečnom okraji pozorovaná protuberančná aktivita, ktorá sa v popoludňajších hodinách zmenila na skutočný „plazmopád“.

Aktívna oblasť NOAA 656 sa objavila na disku 6. 8. ako nenápadná škvrka na východnom okraji, ďalšie dva dni sa vyvíjala chvostová škvrka, no 9. 8. už bolo zrejmé, že vývoj bude dramatický. Pri západe skupiny 18. 8. bolo možné nad západným límbom pozorovať počas celého dňa zaujímavé protuberancie – od pokojných cez slučkovité až po aktívne výtrysky.

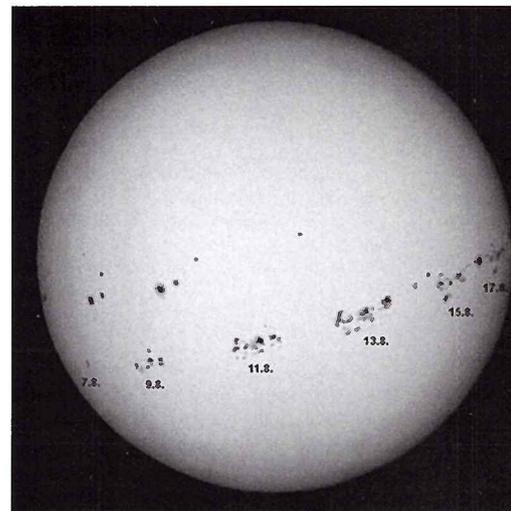
Skupina NOAA 661 sa na východnom okraji zjavila 12. 8. popoludní ako krátka čiarka. Skupina bez väčších zmien zotrvala na disku až do 25. 8. Jej vývoj bol minimálny, charakterizovaný rotačnými pohybmi satelitnej škvrny.

Všetky fotografie boli zhotovené CCD kamerou SHT (1280x1024x16) vo Hvezdárni v Rimavskej Sobote. Detaily sú exponované refraktorom 160/2450 s konvertorom 2x cez fóliu Astrosolar, disk objektívom s ohniskom 600 mm a protuberancie (časy sú v UT) ďalekohľadom 110/1200 s filtrom Ha. Viac obrázkov a animácií je na www.szaa.sk.

Pavol Rapavý



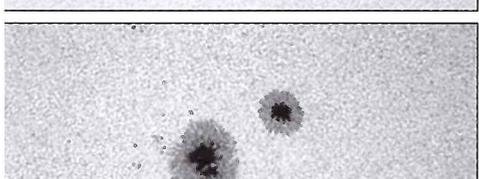
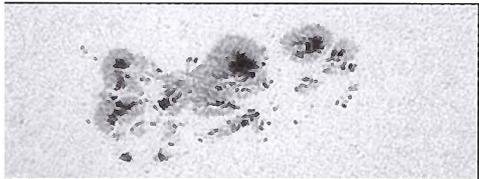
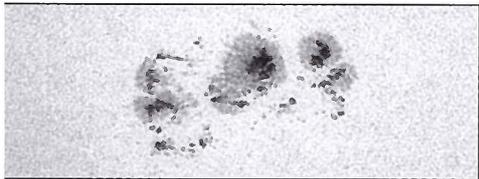
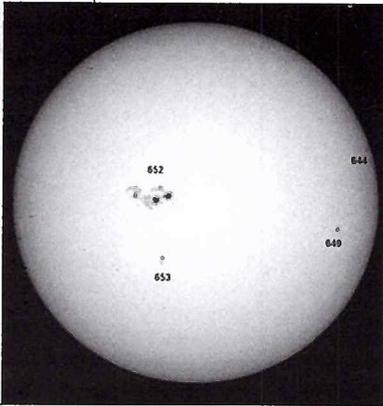
Aktívna oblasť NOAA 652: 20. 22. 7. a 24. 7.



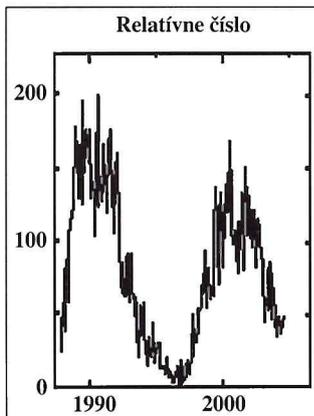
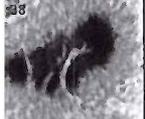
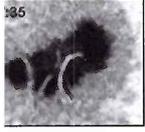
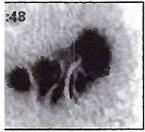
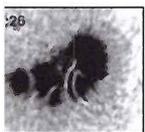
Vývoj aktívnej oblasti NOAA 656.

slnečné škvrny

Slnečný disk 22. 7. 2004.



Aktívna oblasť NOAA 656: 10., 11., 12., a 20. 8.



Vývoj svetelného mostu v skupine 652 19. 7.

Perzeidy (aj) v Rim. Sobote

Pozorovacie podmienky počas maxima Perzeid boli v tomto roku skutočne dobré a tak je len pochopiteľné, že im meteorári venovali náležitú pozornosť. Na Slovensku bolo niekoľko pozorovacích skupín, ktorí sa za tmavou oblohou vybrali do hôr. Skupina 7 pozorovateľov (Kerekešová, Kováčová, Lindišová, Piffel, Rapavá, Rapavý, Zbončák) pozorovala priamo v Rimavskej Sobote, kde okrem vizuálneho pozorovania bola testovaná na pozorovanie meteorov aj CCD kamera SHT a spolu s expedíciami pri Lubietovej (Valachovo) a Kremnici (Nevoľné) bol realizovaný trojstaničný program pozorovania televíznymi CCD kamerami.

Podľa predpovede E. Lyytinen a T. van Flanderna mala Zem prejsť prachovým vláknom 11. 8. krátko pred 22. hodinou SEČ s predpovedanou zvýšenou frekvenciou. Počasie bolo premenlivé, no zvýšená aktivita pozorovaná bola a dosahovala asi polovicu predpovedanej, t. j. 150 – 200. Klasicke maximum nastalo 12. 8. ráno a frekvencia dosahoval až 150 meteorov za hodinu.

PR

Moja prvá meteorická expedícia

Ešte jeden glg a po káve už nezostane ani stopa. Dnes v noci je maximum Perzeid a ja musím s kamarátkami vydržať čo najdlhšie hore, aby som nepremrhala jedinečnú príležitosť. Myslím, že káva zabrala a som dostatočne pripravená. Nafukovačka leží na mojom stanovišti. Obloha, ktorá nás ešte pred chvíľou strašila mrakmi, sa odrazu vyjasnila. Nič už nebráni tomu, aby sa začalo pozorovať. Na stanovišti je rušno, zapisovateľ si značí mená a polia pozorovateľov, zatiaľ čo sa tí pripravujú na svoju veľkú noc. Na oblohe sa blysol prvý meteor. „Stop,“ zakričala som a zapisovateľ si poznačil všetky údaje. Počasie nám prišlo, za chvíľu som videla a nahlásila niekoľko desiatok týchto krásnych úkazov. Po dvoch hodinách nepretržitého pozorovania ma začali trápiť driemoty. Som zvyknutá chodiť skoro spať. Aj sme si s Matkou chceli vybrať prestávku, aj sme nechceli nič premeškať. Ako na trnc, z radiantu začali vyletovať jasné meteory ako na bežiacom páse. Mrzelo ma, že som kvôli dvojminútovej prestávke nemohla nahlásiť ďalších 16 Perzeid. Len čo sme však vlezli do spacákov, splnilo sa moje veľké želanie. Zablysko sa a oblohu pretal bolid jasný skoro ako Mesiac. Jeho stopa tam svietila ešte niekoľko minút a ja som bola šťastná, že som mohla prežiť takú úžasnú noc.

Z. Gerbošová

hodina deťom

Expedícia v KH Banskej Bystrica bola podporená aj z fondu Hodina deťom

Letné podujatia hvezdárne v Michalovciach

LETNÝ ASTRONOMICKÝ TÁBOR

Už tretí raz usporiadala Hvezdáreň v Michalovciach svoj Letný astronomický tábor (LAT) v priestoroch Školy v prírode v Rokytove pri Humennom. Tentoraz mali dvaja vedúci na starosti 20 detí – časť boli začiatčníci a časť pokročilí, ktorí už napríklad súťažili aj na celoštátnom kole súťaže „Čo vieš o hviezdach“. Preto boli účastníci rozdelení na niektoré aktivity na takto dve skupiny. Dopoludnia mali obe skupiny prednášky. Začiatčníci na témy: súhvezdia, Slnečná sústava, ďalekohľady a pozorovania, kozmonautika, hviezdny vesmír. Pokročilí si prvý deň odpovedali v prednáške na tému „25 krát prečo“ na rôzne otázky z astronómie (prečo je obloha modrá, Slnko pri západe červené a pod.), potom pomocou notebooku a projektoru a máp oblohy absolvovali teoreticky Messierov maratón, pozreli sa aj na súradnice, čas a jednoduche výpočty, hovorili si o možnostiach amatérskych pozorovaní a nakoniec uzavreli svoj teoretický program riešeniami 6 slepých mapiek oblohy. Popoludní bol vždy k dispozícii miestny potok a kúpanie v ňom. Po večeri sa hral futbal a večer zasadali obe skupiny ku svojim súťažiam, ktoré sa hodnotili a na záver sa stanovilo v oboch tímoch poradie a rozdali ceny. V noci sa potom pozorovalo a to nám tento rok vyšlo ozaj dobre: zo 6 nocí sme mohli pozorovať 5. Začiatčníci sa učili spoznávať súhvezdia a hviezdy a pozreli si objekty v ďalekohľade. Pokročilí už aj sami vyhľadávali objekty. K dispozícii boli 3 ďalekohľady. Len jednu noc nám počasie neprialo a tak sme si pozreli film premietaný projektorom z notebooku. Jeden deň nás zahňala od potoka búrka a preto prišli na rad astronomické vystríhavačky, hádanky a hlavolamy. V areáli školy v prírode potom ešte deti hľadali „stratený modul zo satelitu NASA“ plný lízatiek. Okrem toho bol aj dostatok voľného času na športové a spoločenské hry vonku či v budove, zorganizovali sme si napríklad stolnotenisový turnaj, hral sa basketbal, šach. Vďaka ochotnému personálu školy v prírode a výbornej strave, počasíu a dúfajme aj kvalitnému programu, sa každý v záverečnom hodnotení LATu pochvalne vyjadroval.

Uvidíme sa aj o rok v Rokytove?

LETNÉ ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM

Letné astronomické praktikum (LAP 2004) sme tohto roku vybavili na poslednú chvíľu vo Vysokej nad Uhom, kde nás prichýlili v budove MŠ. Bolo nás tam len 6: 5 členov ATM a pracovník hvezdárne – autor týchto riadkov. So skromnými podmienkami sme však boli spokojní. Čo je však najdôležitejšie, počasie sa k nám neobrátilo chrbtom a bolo naopak až „neúprosne“ jasno. Z 8 nocí sme pozorovali 7 – len jednu noc popršalo. Obloha bola nádherná, limitná magnitud dosahovala až neuveriteľných 6. 8. Mali sme so sebou dva ďalekohľady (binar 10×80 a refraktor 100/1000 mm) na pozorovanie „Deep Sky objektov“. Pozorovali sme však najmä meteory – Perzeidy. Máme viac než 1500 záznamov o prelete meteorov, z toho takmer polovica (733) bola počas prvej, teda maximovej, noci, kedy to naozaj „lietalo“, až bol problém sťahovať zapisovať. Pozorovania sme priebežne ukladali a spracovávali na notebooku priamo po pozorovaní. Vo voľnom čase sme pozerali v televízii olympiádu, pomocou notebooku a dataprojektory filmy. Hral sa futbal i karty. Mali sme aj ohník a gitary. Praktikum nám teda naozaj vyšlo. O rok nás na pozorovanie meteorov azda vo Vysokej nad Uhom opäť prijímú na pár nocí na LAP 2005.

RNDr. Zdeněk Komárek
Hvezdáreň v Michalovciach

XXI. EBICYKL 2004 – Severočeská šňerovačka

Pokud se podíváme na mapě na trasu letošního EBICYKLU, opravdu připomínají šňerovačku. Po zahájení v Planetáriu v severočeském městě Mostu, pokračoval EBICYKL po trase: Petrovice, Krásná Lípa (kde jsme se setkali na besedě s českým skladatelem, klavíristou, spisovatelem, pedagogem a cítělem astronomie prof. Iljou Hurníkem), Brandýs n. Labem, Jablonec n. Nisou, Lázně Bělohrad, Deštné v Orlických horách a Polička. Počet přihlášených účastníků kolísal. Byl 54, a jak je již na EBICYKLU tradicí, i tentokrát se měnil od etapy k etapě. Většina těch, se kterými jsem hovořil, se shodla na tom, že letošní EBICYKL patřil ke sportovně náročným, ne-li nejnáročnějším v jeho celé 21-leté historii. Přejeli jsme totiž pateru hory (Krušné, Lužické, Jizerské a Orlické i kus Vysociny). Průměrná délka etapy byla více než 100 km a zvládli to i ti nejstarší – Polní hejtman spanilé jízdy Dr. Jiří Grygar a „Starší práce“ prof. Jiří Komrsk, kterým je 68 let a jezdí spolu na kole už skoro půl století. Nejmladším ebicyklistou byl Karel Hájek ml. – 15 let. Letošní spanilé jízdy se zúčastnili jen dva ebicyklisté, kteří jeli 1. ročník v roce 1984: Dr. Jiří Grygar a Zdeněk Soldát. K nejpůlmějšímu účastníkům ročníku patřil stejně jako loni supercyklista Vítá Dostál, jenž mj. jako první Čech obejel na kole zeměkouli.

Vzhledem k velkému počtu astronomických akcí si někteří etapy zkracovali – ať již vlakem nebo zkratkami po trase.

Astronomických zastávek na letošním ročníku bylo rekordně mnoho. Navštívili jsme i vývojovou optickou dílnu Akademie věd v Turnově, kde nás přivítali nejen občerstvením, ale ukázali nám ochotně i všechny dílny laboratoře. Nepotvrdilo se tedy, že svou činnost tají. Z dalších návštěv připomeneme hvězdárnu a planetárium v Teplicích, hvězdárnu pana sochaře Michaela Bílka v Petrovích, hvězdárnu pana Josefa Vnučka v Jílové u Děčína, stanici Ústavu fyziky atmosféry AV ČR v Panské Vsi, v Jablonci nad Nisou hvězdárnu pana Milana Antoše. Pak jsme pokračovali do Lázní Bělohrad – sem nás přilákala pamětní deska na rodném domku předního českého astronoma prof. Emila Buchara (1901–1979). Dále jsme navštívili hvězdárny v Benátkách nad Jizerou a v Mladé Boleslavi, tři soukromé hvězdárny v okolí Železného Brodu, dále hvězdárny v Jičíně a v Hořicích. Pak přišla návštěva Litomyšle. Zde mají od letoška plastiku „Těsná dvojhvězda“ na místě rodného domku prof. Zdeňka Kopala (1914–1993). Na závěr jsme se v cíli Ebicyklu 2004 v Poličce setkali s raketovým odborníkem Ing. Bedřichem Růžičkou.

Zde jsem vybral jen ty akce, kterých jsem se osobně zúčastnil, vzhledem k náročnosti etap nebylo možné stihnout všechno. Jen pro zajímavost uvádím, že sám jsem ujel 743 km po náročných trasách s převýšením až 600 m + epilog z Poličky do Borovan v jižních Čechách (v kombinaci s vlakem) 102 km.

21. Ebicykl lze hodnotit jako velmi úspěšný jak po sportovní stránce, tak i z hlediska astronomie. Za přípravu tras a itinerář, který nám právem závidí mnozí cykloturisté, patří velký dík zástupci Vicehejtmana „pre všetko“ Zdeňkovi „Sirovi“ Štorkovi (Sir). Podle podrobného a přesného popisu trasy jsem měl často dojem, že celý ročník EBICYKLU 2004 projel předem osobně.

Všichni účastníci se už teď začínají těšit na XXII. ročník, jenž se pojede v létě roku 2005 na Slovensku a měl by se zahajovat ve Spišské Nové Vsi.

Avšak již v průběhu letošního ročníku se hovořilo aj o podzimním Reji ve Valašském Meziříčí – patrně 16. 10. 2004.

Bohumír Kratoška



Ebicyklisté před plastikou „Těsná dvojhvězda“ na místě rodného domku prof. Zdeňka Kopala v Litomyšli.

Zomrel zakladateľ časopisu Kozmos

Vo veku nedožitých 71 rokov zomrel 31. 7. 2004 Ladislav Valach, jeden z najvýznamnejších predstaviteľov a organizátorov hnutia astronómov-amatérov na Slovensku.



Ladislav Valach sa narodil 2. 8. 1933. Do svojho pôsobenia vo hviezdárni v Hurbanove pracoval v oblasti kultúry v okrese Komárno, neskôr až do odchodu do dôchodku bol docentom na Vysokej škole pedagogickej v Nitre. Od roku 1962 sa ako inšpektor kultúry v Komárne zaslúžil o znovuoobnovenie zabudnutej Konkolyho hviezdárne v Hurbanove. Spolu s Ing. Štefanom Knoškom, dr. E. Cserem a dr. Š. Kupčom zadovážili od firmy Gajdušek – Kozelský 400 mm ďalekohľad typu Cassegrain v spojení so 120 mm refraktorom, ktorý sa stal dôležitým nástrojom a prostriedkom na oživenie vedeckovýskumnej i popularizačnej činnosti hviezdárne.

Ladislav Valach bol prvým iniciátorom a osnoveateľom výstavby a prístrojového vybavenia siete astronomických zariadení na Slovensku a jej zapojenia do štruktúr medzinárodných astronomických inštitúcií. Pod jeho vedením sa činnosť hviezdárne postupne rozšírila z okresnej a oblastnej pôsobnosti na celoslovenskú.

Pred 35 rokmi (1. 4. 1969) sa Ladislav Valach stal prvým riaditeľom novovytvorenej organizácie Ministerstva kultúry SR – Slovenskej ústrednej hviezdárne v Hurbanove. Počas krátkych troch rokov svojho pôsobenia v tejto funkcii má mimoriadne zásluhy na zriadení pomaturitného štúdia astronómie v Hurbanove a na vytvorení prvej organizácie astronómov-amatérov – Slovenského zväzu astronómov-amatérov. Napriek pochybnostiam o možnom úspechu založenia astronomického časopisu aj v radoch niektorých slovenských astronómov profesionálov, prvé číslo časopisu Kozmos vyšlo už v roku 1970. Vďaka jeho koncepcijnej predstavivosti bola vybudovaná aj nová budova hviezdárne s planetáriom a priestormi na výrobu ďalekohľadov pre široký okruh záujemcov o pozorovanie hviezdnej oblohy.

Meno Ladislava Valacha ostane navždy zapísané v dejinách slovenskej astronómie ako človeka, ktorý svojím organizačným talentom a pozitívnym pracovným nasadením prispel k tomu, aby činnosť jedného z najstarších kontinuálne pracujúcich vedeckých pracovísk v strednej Európe, hviezdárne v Hurbanove, nebola v priebehu svojej 133-ročnej existencie prerušená.

Ladislav Druga

Predám ďalekohľad Newton MDN 130/1100 nepoužívaný a nepoškodený časopisy KOZMOS, ročníky 1996–2003. Michal Hanzel, Hul 306 (okr. Nové Zámky), tel.: 0907 287 839.

Predám plne automatizovaný Astro-teleskop Maksutov-Cassegrain 125/1900, typ MEADE ETX 125 EC s výbavou: masívny statív, AutoStar, fokálna redukcia MEADE F/6,3, okulár MEADE 12 mm MA s osvetl. niť. krížom, okuláre MEADE SPP 15 mm a 26 mm, šošovka Barlow 2x, úzkopásmový filter proti mestskému presvetleniu MEADE N911, sada farebných filtrov na planéty a neutrálny filter na Mesiac, sada špeciálnych MEADE nástavcov/adaptérov na pripojenie príslušenstva, elektrické ostrenie MEADE, dva diaľkové ovládače a sada pre pripojenie PC. Spolu 70.000 Sk. Extra: Web-CCD kamera Philips ToUcam s CCD ICX 424, upravená na dlhé expozície. Tel. 02/434 22 320, mail kvetoz@netax.sk

Predám ďalekohľad Newton 200/2000 s tromi okulármi, na paralaktickej montáži, vybavený elektrickým hodinovým strojom na pevnom podstavci, ktorý je postavený na tuhom oceľovom štvorkolesovom podvozku. Vhodný pre astronomický krúžok, resp. pre školy. Celková hmotnosť cca 150 kg. Cena dohodou. Ing. Ján Dacho, Mokrý Lúka 175, 05001 Revúca. Tel.: 058/442264

Prodám refraktor 60/700 zn. Hama, 3 okuláry – 20 mm; 12,5 mm; 4 mm a pomocný okulár 1,5x + Barlow 3x, hľadáček, vzprímovací hranol, mesačný filter. Kvalitní vidlicová montáž (jemný pohyb vsvisle), stabilní dřevěný polohovatelny stativ. Vše 100 % stav. Snadno přenosný, lehce ovladatelný. Cena 3000 Kč (4200 Sk). Lukáš Cetkovský, L. Hosáka 9, 70030 Ostrava-Jih. Telefon: +420721752458.

Prodám: Reflektor Newton na Dobsonově montáži D = 500 mm, hledáčky 6x30 a 25x100. Reflektor Newton, paralaktická montáž, pohon polární osy, okulár Plossel 9 mm, hledáček 6x30. Binokulár, průměr objektivů 100 mm, zvětšení 25x a výškově nastavitelný stativ. Dále prodám Objektiv MTO 100x1100 mm, 3 filtry, nadstavec na okulár a monokulár Meopta HA 70, 25x70, se skládacím stativem a koženou brašnou. **Koupím** kvalitní světelný objektiv s průměrem minimálně 80 mm. Mobil: +420602782337.



18. august, Opportunity: Nad kráterom Endurance sa už začínajú objavovať zimné obáčiky.

SADA OKULÁROV

 **CELESTRON**



- Plössl 4 mm
- Plössl 6 mm
- Plössl 9 mm
- Plössl 15 mm
- Plössl 32 mm
- Barlowova šošovka 2x
- farebné filtre: modrý, žltý, zelený, šedý, bordový, červený
- mesačný filter
- praktický kufřík **zadarmo**
- upínací priemer 31,75 mm

7900,-Sk

partizánska cesta 71, SK-97401 banská bystrica
tel.: 00421/(0)48/4142332, infolinka: 00421/(0)903/517519
e-mail: tromf@tromf.sk, web: www.tromf.sk, ceny s DPH

TROMF

ASTRONOMICKÉ DALEKOHĽADY ZA



POWERSEEKER 60/900



 **CELESTRON**

- ▶ refraktor 60/900
- ▶ paralaktická montáž s jemným pohybom
- ▶ hľadáčik 5x24
- ▶ okuláre 20 a 4 mm
- ▶ Zenitový hranol
- ▶ barlowova šošovka 3x

21047: **6700,-Sk**

POWERSEEKER 114/900



 **CELESTRON**

- ▶ reflektor - Newton 114/900
- ▶ paralaktická montáž s jemným pohybom
- ▶ hľadáčik 5x24
- ▶ okuláre 20 a 4 mm
- ▶ zenitový hranol
- ▶ barlowova šošovka 3x

21045: **7500,-Sk**

"Astronomický ďalekohľad za korunu" je možné zakúpiť cez splátkový systém Cetelem, prípadne Multiservis