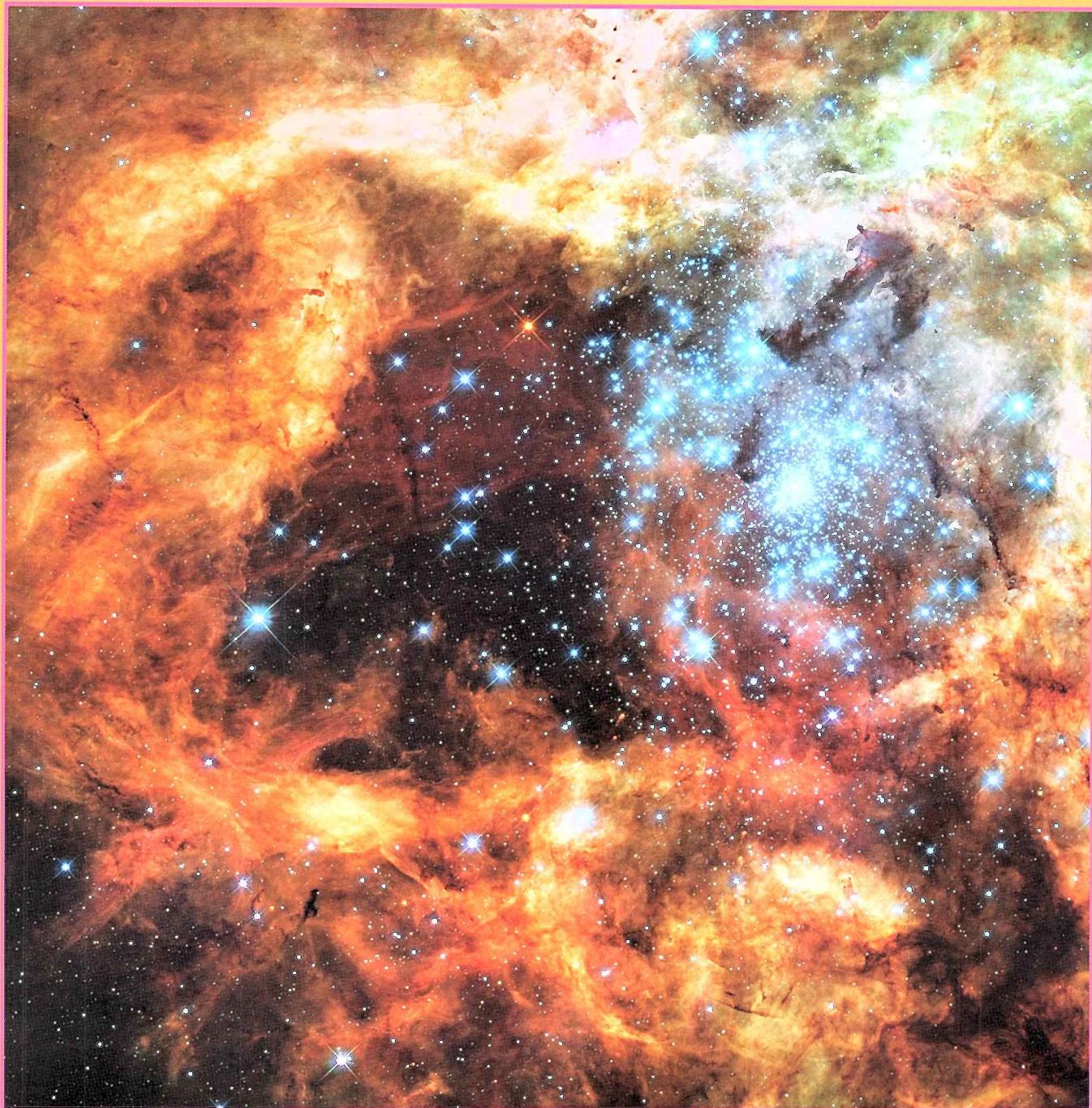


KOSMOS

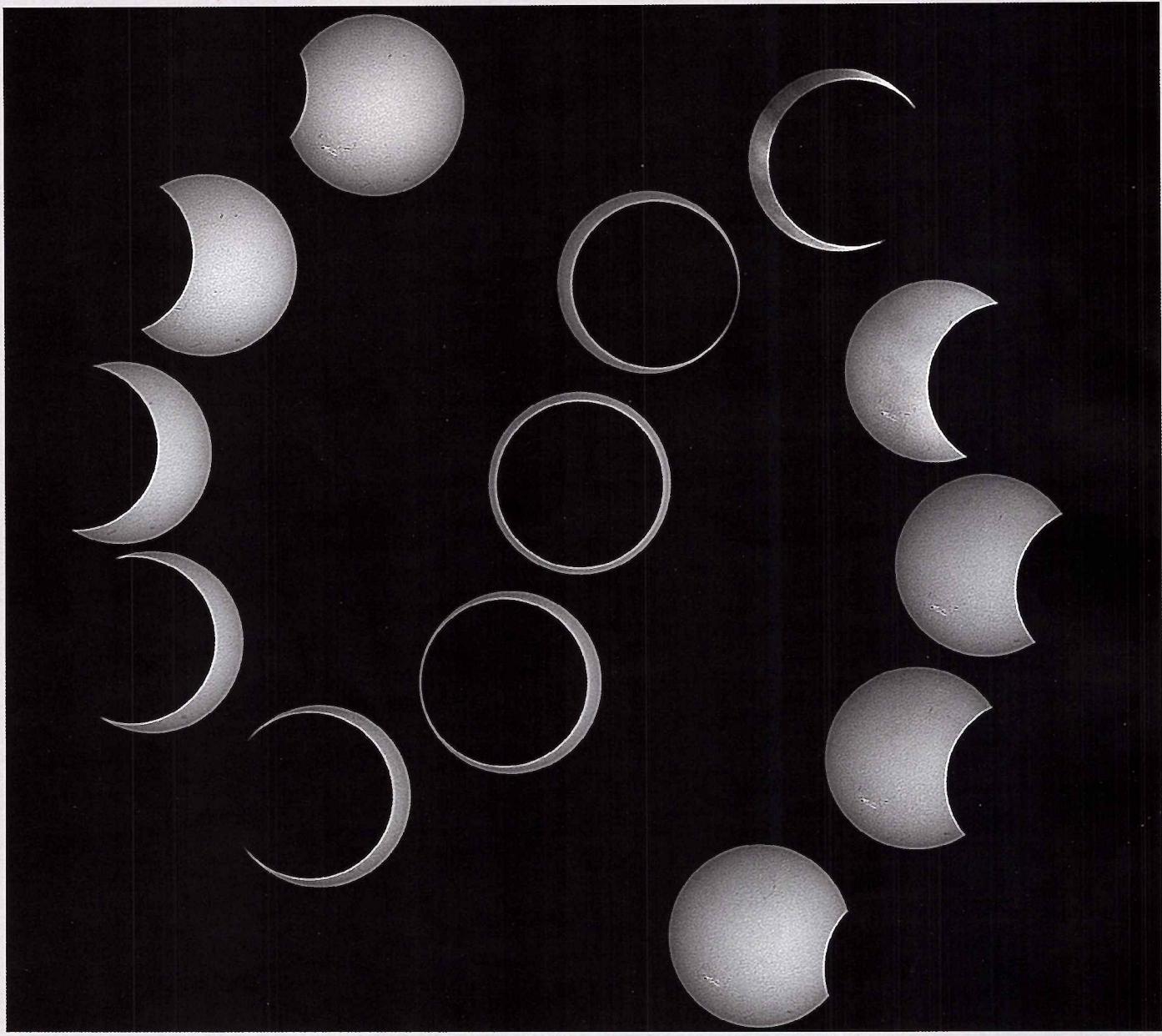
2010
ROČNÍK XLI.
1,49 €

2



- Kedy objavíme kyslík v atmosfére terestrickej planéty?
- Titan: zvláštny nový svet
- Klimatický ping-pong
- Raketoplány: sbohem a šáteček
- Správa z ostrova San Servolo

Za prstencom do Afriky



Postupnosť zatmenia.

Foto: Molnár

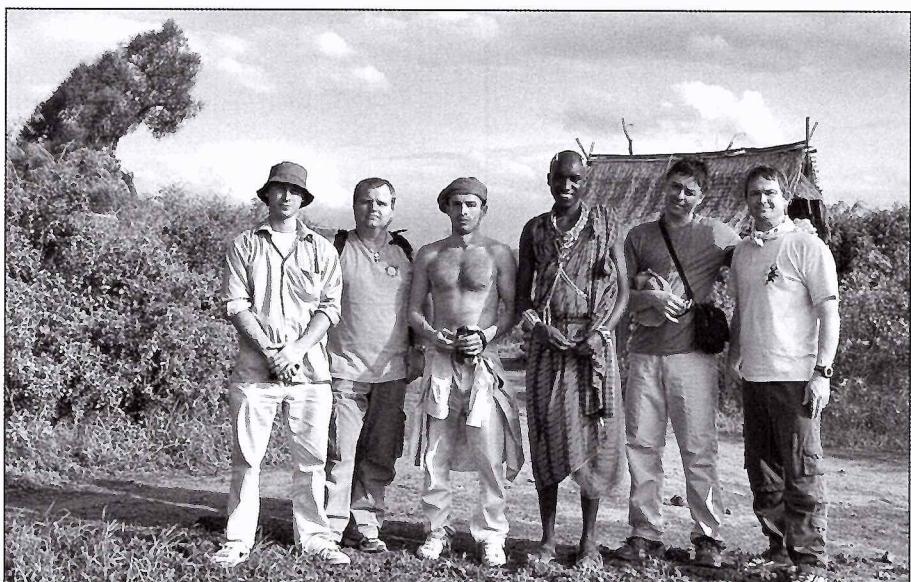
Ked' sme sa v lete minulého roku vracali z úplného zatmenia v Číne, ktorí cestou vtipkoval, ktoré zatmenie bude nasledujúce. Vyplývalo to aj z toho, že časť expedície videla zatmenie cez vysokú oblačnosť, pričom druhá časť prežila zatmenie v upršanom Šanghaji. Všetci sme boli z toho trochu smutní, nakoľko predchádzajúce zatmenia boli perfektné. Vedeli sme však, že na Veľkonočné ostrovy sa zrejme nedostaneme, a preto sme sa pohrávali len s myšlienkou vycestovať do Afriky na prstenkové zatmenie. Exotické prostredie a fakt, že také zatmenie sme ešte nezaznamenali, boli dôvodom začiatia príprav na túto expedíciu. Astronomickú techniku sme sice mohli na jednej strane zjednodušiť, na druhej nás však

lákali tajomstvá južnej nočnej oblohy. Vždy však zápasíme s limitovanou hmotnosťou pri leteckej preprave, tak sme sa nakoniec kompromisne rozhodli pre malú motorickú fotografickú montáž a rôznú fototechniku. K tomu sme pribalili stany, spacáky a teplé oblečenie, i keď teploty sa mali pohybovať okolo príjemných 25 stupňov. My sme však plánovali pobyt aj vo väčších nadmorských výškach. A tak na konci afrického monzúnového obdobia sa vydalo päť odvážlivcov do rovníkovej Keny. Letecká trasa do Nairobi viedla cez katarskú Dohu a Arabský poloostrov. Meniaca sa krajina nenechala zaháľať ani fotoaparáty a videokamery, a tak sme videli aj čiastočne zasnežený druhý najvyšší vrch Afriky – Mt. Kenyu.

Prvé dotyky s africkým kontinentom a rovníkovou Keňou prebiehali s veľkými emóciami. Nabítí informáciami z internetu a od známych sme s napäťom čakali, čo všetko zažijeme. Nairobi nás privítalo príjemnou teplotou nad 20 stupňov a množstvom usmievavých černochov, ochotných nám pomôcť, na naše prekvapenie nie vždy za peňažnú odmenu. Za pár hodín sme boli ubytovaní, ochutnali miestne špeciality a dohodli si sprievodcu po krajinе a kuchára. Miestni tomu sice hovoria safari, ale v našom ponímaní okrem pozorovania divočiny to bolo hlavne nočné pozorovanie na vybraných lokalitách a predovšetkým nájdienie vhodného miesta na pozorovanie prstenkového zatmenia Slnka.

Itinerár cesty obsahoval návštěvu národných parkov Amboseli, Naivasha, Hell's Gate, Nakuru a Aberdare, ako i niekoľko ďalších zaujímavých miest. Medzi najväčšie zážitky patria práve návštěva parku Amboseli, rozprestierajúceho sa na úpätí svahov Kilimandžára, najvyššieho vrchu Afriky. Uprostred divočiny sme po prvý raz videli naživo zvieratá, známe len zo ZOO. Tento zážitok nám umocnila priam čarovná južná obloha s Oriónom v zenite a majestátnymi Magellanovými mrakmi svietiacimi nad Kilimandžárom. Doznievajúce monzúnové obdobie nám však znemožňovalo fotografovať ich v plnej kráse, ako i obdivovať majestátnosť hory. Museli sme sa uspokojiť aspoň s priemernými snímkami. Nasledujúci deň sme však navštívili miestnych nomádov z kmeňa Masajov. Po vzájomnej rozprave a obdarovaní pristúpili Masajovia k obradu, ktorým nám chceli nakloniť miestnych bohov a zabezpečiť pekné počasie počas zatmenia. A počasie v nasledujúcich dňoch bolo skutočne stabilnejšie a krajšie. Cestou k cieľovému miestu pozorovania zatmenia sme navštívili ďalšie zaujímavé lokality. Nevšedný zážitok nám ponúkol park Hell's Gate. Vstup bol povolený len peším alebo cykloturistom. Dravé šelmy sa sice v parku nenachádzali, návštěvníci však mohli zblízka pozorovať kopytníky či vtáky mnohých druhov. Prevažná časť parku bola vypreparovaná horúcimi prameňmi do nádherných morfologických skulptúr. Nie div, že si toto miesto vybrali aj filmári na nakrúcanie filmu Tomb Raider – kolíska života. Takisto blízke jazero Naivasha a príľahlé obrovské lúky ponúkali možnosť sledovať hrochy a množstvo inej zveri z neuveriteľnej blízkosti.

Deň zatmenia sa blížil. Posledná kontrola počasia cez miestny pomaly internet nás utvrdila, že plánované miesto pozorovania sme výberali dobre – v národnom parku Nakuru. Bolo treba len dohodnúť so strážcami parku, aby nás vypustili dnu skoro ráno. Zatmenie totiž začínalo necelých 30 minút po východe Slnka. Náš sprievodca to bez väčších problémov vybavil (domáci sa rozprávajú po svahilsky) a tak sme



Slovenská skupina s masajom Johnom pod Kilimandžárom.

Foto: Kaniansky



Smerová tabuľka blízko miesta pozorovania.

Foto: Kaniansky

sa mohli pohodlne rozložiť na vrchole „opičieho hrázu“ nad azda najkrajším jazerom v Keni. Prítomné paviány nás najprv zvedavo obkukovali, znenazdajky však jeden pribehol k autu a uchmatol igelitku, mysliac si, že tam máme stravu. V nej boli ale batérie do montáže. Po rýchлом zásahu nášho sprievodcu a krátkom boji s paviánom sme mali batérie späť. Museli sme byť ale obozretní, pretože škriekajúce opice sa s tým nevedeli zmieriť. To sa už „naše“ miesto zapĺňalo ďalšími pozorovateľmi z rôznych kútov sveta. Zatmenie sa začalo. Bolo počuť prvý cvakanie uzávierok fotoaparátov a kamier. K Slnku mierila aj naša technika – slnečný ďalekohľad Coronado PST a niekoľko digitálov a kamier. Tradične sme spustili aj časozberné snímkovanie zatmenia a okolia. Zo Slnka sa postupne stával kosáčik. Tieto chvíle už zaznamenávali aj redaktori z nemeckej televízie ADR, ktorým sme takisto poskytli rozhovor o našej práci. Nastalo prstencové zatmenie, najdlhšie v tomto storočí, ba i tisícročí. Vyše osem minút sme si vychutnávali prstenec. Citeľne sa zozimilo a poklesol jas. Blízku Venušu sme ale nevideli. Mesiac postupne opúšťal slnečný disk a ľudia nadšene tlieskali. Nebeské

divadlo sa skončilo. S úľavou sme si dopriali tradičnú cigaru a drink. Čiastočne unavení sme strávili ešte páru hodín v parku pozorujúc byvoly, zebry, žirafy, antilopy, nosorožce a plameniaky. Po návrate do hotela sme prezreli a skúšili prvotne spracovať nasnímaný materiál. Ďalší deň sme cestovali smerom k rovníku, sledujúc GPS. Pri jednej z mnohých tabú označujúcich rovník sme zastavili. Miestny majiteľ atrakcie nás privítal na rovníku a ponúkol nám ukázať dôsledok rotácie Zeme (Coriolisovu silu) v praxi – rotáciu vody v miske na severnej a južnej strane, podobne ako fungujú cyklóny. Pamätajúc si ešte niečo z fyziky sme vedeli, že v tomto prípade je veľkosť Coriolisovej sily limitne nulová a o rotácii v skutočnosti rozhodujú malé vodné prúdy a tvar nádoby. S úsmievom sme sledovali, ako s plnou vážnosťou predvádzajú experiment – 20 metrov nad a pod rovníkom. Ilúzia sa vydarila a na znak vďakujeme sme obdržali certifikáty prechodu rovníkom. Naše ďalšie putovanie nás zaviedlo do národného parku Aberdare, jedného z najvyšších a najnebezpečnejších parkov Kene. Pôvodne sme v parku chceli prespať vo výške nad 3 000 metrov a fotografovať objekty južnej oblohy. Všetky ubytovne však už boli obsadené a nebol možné v parku ani kempovať. Ostávala nám len denná prehliadka. Po návrate do Nairobi sme si dopriali výdatný oddych, návštevu miestnych trhov a zaujímavostí mesta.

Možno sme mali šťastie a možno je to skutočne tak, ale naše dojmy z krajiny (prešli sme asi 1 600 km) a stretnutí s ľuďmi rôznych vrstiev sú také, že Keňa vôbec nepôsobí ako štát, kde na vás číha nebezpečenstvo zo všetkých strán. Ako turistov nás ľudia neustále zastavovali nielen na ulici, srdečne nás zdravili, pýtali sa, odkiaľ sme, ako sa máme, ako žijeme. Mnohí poznali aj Slovensko, resp. Česko-slovensko a vedeli aj, že sme Slovania. Tento príjemný poznatok nás len utvrdil v tom, že by sme sa do Kene mohli vrátiť, možno aj na zatmenie v roku 2013.

STANISLAV KANIANSKY



Tieňový efekt počas maximálnej fázy.

Foto: Jurkovič

Obálka



Kolísky hviezd v Malom Magellanovom oblaku

R136, gigantické zoskupenie mladých hviezd v hmlovine 30 Doradus je jednou z najplodnejších oblastí, v ktorých sa rodia mladé hviezdy. Hmlovina sa nachádza v Malom Magellanovom oblaku (LMC), v satelitnej galaxii našej Mliečnej cesty. V susedstve našej galaxie nie je iná oblasť, kde by sa rodilo toľko hviezd ako v 30 Doradus.

Väčšina modrých, jagavých hviezd patrí v LMC medzi najmasívnejšie známe hviezdy. Niektoré z nich sú 100-krát hmotnejšie ako Slnko. O niekoľko miliónov rokov každá z nich vybuchne ako supernova.

Snímka vo viditeľnom, infračervenom i ultrafialovom spektri exponovala úsek oblohy s diagonálou 100 svetelných rokov. Nakolko hmlovina nie je príliš daleko, Wide Field Camera 3 na Hubblovom vesmírnom ďalekohľade dokázala rozlíšiť jednotlivé hviezdy. Rozlíšenie dovolilo vedcom získať zaujímavé informácie o ich zdroe, zložení a evolúcii.

Na snímke viditeľné v prachoplynových oblakoch. Vyhľobili ich mimoriadne silné hviezdne vetry. Tieto strelne hurikány vyslobodili mladé hviezdy z obálok plynného vodíka, v ktorých sa sformovali. Zvláštna je tmavá oblasť uprostred, ktorá je takmer bez plynu a prachu.

Gravitácia Mliečnej cesty i Veľkého Magellanovho oblaku zahustuje materiál v Malom Magellanovom oblaku. No nielen gravitácia. Aj tlak hmoty v hale okolo našej Galaxie, ktorým sa LMC prediera, generuje zhustky, v ktorých sa rodia mladé hviezdy. Tak vznikajú početné hviezdkopy.

Malý Magellanov oblak (LMC) je vzdialenosťou 170 000 svetelných rokov. Je súčasťou lokálnej skupiny galaxií, do ktorej patrí aj naša Mliečna cesta. Modré sú najhorúcejšie, najmasívnejšie hviezdy, zelená znázorňuje vyžarovanie kyslíka, červená fluorescencie vodíka.

HST Press Release

Rôzne

32 Pomníky z asteroidov / Dana Rapavá

Témy čísla

2. ob. Za prstencom do Afriky

- 9** Kedy objavíme kyslík v atmosfére terestrickej exoplanéty? / Robert Zimmerman
- 14** Titan: Zvláštny nový svet / Michael Carroll
- 18** Medzinárodný rok astronómie (IYA) 2009 na Slovensku / Drahomír Chochol
- 22** Klimatický ping-pong / Anna Pribullová
- 25** Raketoplány: sbohem a šáteček / Tomáš Přibyl
- 28** Nepilotovaná kosmonautika v roce 2010 / Tomáš Přibyl
- 30** Správa z ostrova San Servolo / Ladislav Druga
- 33** Ďalekohľad má 400 rokov / Ottó Méhes

Aktuality

3. ob. Cassini: Záhadný šestuholník na Saturne

- 3** Astronómovia sa učia klasifikovať supernovy... Obrie magnetické slučky...
- 4** SuperZem amatérskym ďalekohľadom Kepler objavil prvých päť exoplanét
- 5** Eta Carinae: záhada na pokračovanie... Exoplanét s nízkou hmotnosťou je plno...
- 6** Reálnu Pandoru objavíme do desiatich rokov
- 7** Masívne hviezdy: ideálne terče pre lovcov exoplanét, ale... Čierna diera deštruovala bieleho trpaslíka
- 8** Život na mesiacoch obrích planét? Rosetta na ceste k ďalšiemu cieľu
- 12** Záhada starej hviezdy pred rozlúštením
- 13** Plavidlo pre jazerá na Titane Odraz slnečného svetla z hladiny jazera na Titane
- 21** Vedci na stope tmavej hmoty Gigantický prúd intergalaktického plynu...
- 24** Nové údaje o slnečnej koróne

Rubriky

ALBUM POZOROVATEĽA

- 33** Celestron FirstScope 76 / Michal Lachký
- 35** Slnečná aktivita (december 2009 – január 2010) / Milan Rybanský
- 36** POZORUJTE S NAMI
- 39** Obloha v kalendári / Pavol Rapavý
- 40** Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj 2010) / Pavol Rapavý
- PODUJATIA**
- 40** Astronómovia na kongrese mladých bádateľov v Tatrách / Ladislav Hric

KOZMOS

Populárno-vedecký
astronomický časopis

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

Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87.

Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@extra.sk

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčák, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Anna Pribullová PhD, RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc.

Predsedá redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

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

Vychádzá: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevracame.

Cena jedného čísla 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného.

Objednávky na predplatné prijíma každá pošta a doručovateľ Slovenskej pošty. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranična.tlac@slposta.sk.

Predplatitelia: V Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riadielstvom poštovnej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike 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 ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. EV 3166/09

Zadané do tlače 15. 3. 2010

ISSN 0323 – 049X

Astronómovia sa učia klasifikovať supernovy...

...podľa tvaru zvyškov po výbuchu. Vesmírny röntgenový ďalekohľad Chandra zaznamenal stovky rozprájajúcich sa zvyškov po výbuchu supernov. Vedci zistili, že z nich môžu vyčítať informácie, aká hvieza explodovala a ako celý proces prebiehal. Klúcom je rozlišovanie symetrických a asymetrických explózií, pričom oba typy majú celý rad zvláštností. Astronómovia tak dokážu rekonštruovať priebeh katakliziem, ktoré sa odohrali pred stovkami tisícok rokov.

Vedci rozdeľujú supernovy do niekoľkých kategórií či typov. Vychádzajú z ich vlastnosťí napozorovaných v prvých dňoch po výbuchu. Vtedy dokážu v nich rozlišiť rozličné fyzikálne mechanizmy, ktoré explóziu spôsobili. V archívoch ležia záznamy o stovkách zvyškov po dávnych výbuchoch supernov, ale na klasifikovanie ich supernov museli vedci vyvinúť dômyselné metódy.

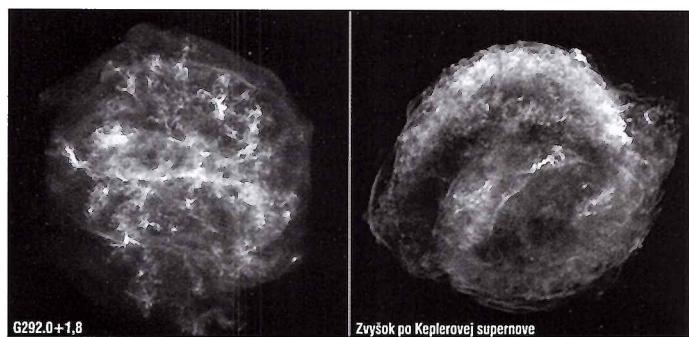
Laura Lopezová z Kalifornskej univerzity sa zamerala na najmlad-

še zvyšky po supernovách. Dôvod: všetky intenzívne žiaria v röntgenovej oblasti. Zdrojom žiarenia je kremík vyvrhnutý výbuchom, ktorý sa dá presne detegovať, ak analytik dokáže odstrániť vplyv medzihviezdnnej hmoty v okolí explózie. Vedci zistili, že analýzou röntgenových snímok zobrazujúcich vyvrhnutú hmotu možno výbuch supernovy rekonštruovať.

Tím si vytípoval 17 zvyškov po supernovách v našej Galaxii a vo Veľkom Magellanovom oblaku.

Každý z týchto zvyškov si uchováva informácie o type materskej supernovy nielen tvarom, ale aj prvkami, ktoré obsahuje. Ukázalo sa, že supernovy typu Ia vyprodukujú symetrický, okrúhly zvyšok. Tento typ supernovy vyvoláva termojadrová explózia bieleho trpasliska. Supernovy Ia využívajú vedci ako „štandardné sviece“ pri odhadovaní vzdialenosť vo vesmíre.

Zvyšky po supernovách, ktoré vybuchli po kolapsе jadra, sú asymetrické. Takýmto výbuchom končia



G292.0+1.8 Zvyšok po Keplrovej supernove

Ak porovnáte obo zvyšky po výbuchu supernov, určite si všimnete, že pravá je symetrická, ľavá asymetrická. V prvom prípade vidíte zvyšok po výbuchu bieleho trpasliska, v druhom explóziu vygenerovanú gravitačným zrútením masívnej hviezdy.

veľmi masívne hviezdy, ktoré sa po spotrebovaní paliva gravitačne zrútila.

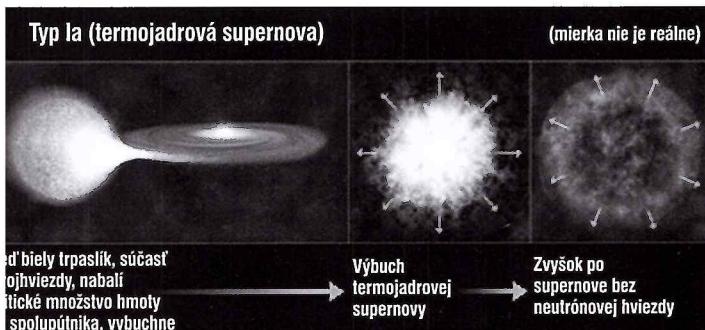
Zo 17 zvyškov po supernovách vzniklo 10 v dôsledku explózií masívnych hviez, zvyšných 7 klasifikovali ako typ Ia. Jeden z nich, SNR 0548-70.4, bol akýsi čudný. Chemickým zložením patril k typu Ia, ale Lopezová zistila, že je asymetrický!

Vedci nevedeli, čo si s myste-

riónym objektom počať. Jedným z vysvetlení bolo, že ide naozaj o supernovu Ia, ktorá však má k zornému lúču pozemského pozorovateľa nezvyčajnú orientáciu.

V budúcnosti sa budú študovať aj zvyšky po supernovách vo vzdialenejších galaxiach. Mimoriadne veľa zvyškov po supernovách objavili v galaxii M33.

Chandra Press Release



Supernova typu Ia, spôsobená výbuchom bieleho trpasliska.



Asymetrické zvyšky po výbuchu supernov sa sformujú po explózii masívnej hviezdy, ktorá sa gravitačne zrútila.

Obrie magnetické slučky...

...sa pohybujú priestorom medzi zložkami dvojhviezdy. Ide o jednu z najznámejších dvojhviezd – Algol. Slučky objavili pomocou niekoľkých rádioteleskopov.

Rádioteleskopy po prvý raz zviditeľnili magnetické pole inej hviezdy ako Slnko. Dvojhviezda Algol, vzdialenosť 93 svetelných rokov od Slnka, má dve zložky: prvou je hvieza s hmotnosťou 3 Slnka, druhou jej menší spoluúčink, ktorý okolo nej krúži vo vzdialnosti 9 miliónov kilometrov. To je sotva 6 percent vzdialenosť Slnka – Zem. Magnetická slučka sa vyvíja z pôlov menšej hviezdy a rozprína sa smerom k masívnejšej hviezde.

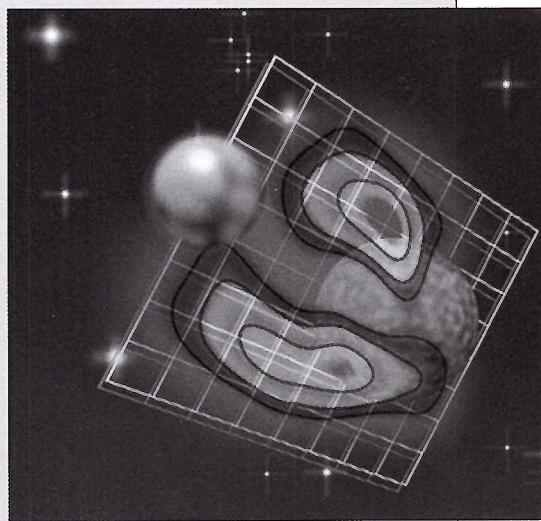
National Science Foundation Press Release

Z údajov vyplynulo, že menšia hvieza je k väčšej privrátená tou istou stranou. Je to tá strana, nad ktorou sa vzdúvajú slučky magnetickej čiapky.

Objav umožnili mimoriadne podrobne snímky z rádioteleskopov Very Long Baseline Array, Very Large Array, Robert C. Byrd Green Bank Telescope, ktoré spolupracovali s mamutím rádioteleskopom v Effelsbergu (Nemecko). Táto sústava rádioteleskopov dokázala zviditeľniť aj veľmi slabé rádiové vlny.

Dvojhviezdu Algol v sústave Perzea rozlíšime aj voľným okom. Hviezdy obiehajúce okolo spoločného ťažiska sa pravidelne prekrývajú, čo spôsobuje zaznamenateľné výkyvy jasnosti. Zmeny jasnosti pozorovali už v roku 1667 talianski astronómovia. Fakt, že ide o dvojhviezdu, je známy od roku 1889.

Z objavu vyplýva, že podobné magnetické polia by mali mať aj iné tesné dvojhviezdy.



Ilustrácia systému dvojhviezdy Algol s priemetom rádiósímkou, zviditeľňujúcej slučky magnetického poľa.

SuperZem amatérskym dalekohľadom

Najnovšia superZem obieha okolo červenej trpasličej hviezdy, vzdialenej 40 svetelných rokov. Je príliš horúca na to, aby sa na nej rozšíril život, hoci v polárnich končinách sa jednobunkové organizmy sformovať mohli. Objav dokazuje, že aj z povrchu Zeme pomocou bežných prístrojov možno objavovať exoplanéty okolo blízkych hviezd, ktoré obiehajú okolo materskej hviezdy v zelenom pásse.

SuperZem definujeme ako planétu, ktoréj hmotnosť sa pohybuje v rozmedzí 1 až 10 hmotnosti Zeme. Exoplanéta GJ1214b je 6,5-krát hmotnejšia ako Zem. Materská hvieza, červený trpaslík typu M, je 5-krát menšia ako Slnko. Teplota jej povrchu je 2 700 °C a svietivost 3/1000 Slnka.

SuperZem obeheňuje materskú hviezdu za 38 hodín vo vzdalosti 2,2 milióna kilometrov. Teplota na jej povrchu je zhru- ba 220 °C. Je horúca ako rozprálená piecka, ale vzhľadom na blízkosť obežnej dráhy k materskej hviezde je oveľa chladnejšia ako doteraz známe tranzitujúce planéty z rodu horúcich jupiterov. Materská hvieza je totiž malá a chladná.

Nakolko GJ1214b materskú hviezdu periodicky zakrýva, astronómovia dokázali zmerať jej polomer. Je 2,7-krát väčší ako polomer Zeme, čo znamená, že popri nedávno objavenej exoplanéte CoRoT-7-b ide o jednu z dvoch najmenších doteraz objavených tranzitujúcich planét. Z nameraných údajov o hustote vyplynulo, že z troch štvrtín ju tvorí voda a zvyšok horniny. Nie je preto prekvapením, že má pomerne mohutnú atmosféru.

„Napriek vysokej teplote povrchu je isté, že sme objavili vodnú planétu,“ vráti Zachary Berta z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA). „Je podstatne menšia a chladnejšia ako ktorákoľvek z doteraz objavených exoplanét... A najviac zo všetkých doteraz objavených exoplanét sa podobá Zemi.“

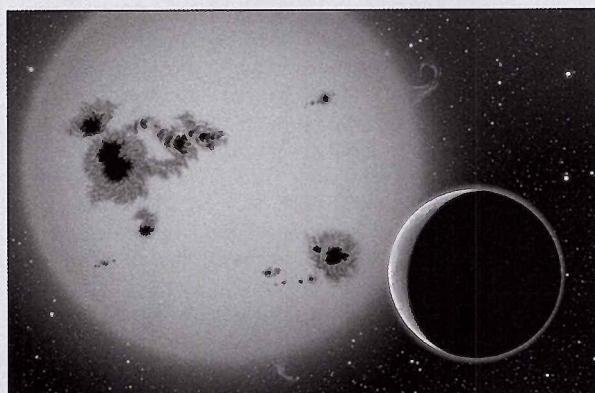
Časť vody na tejto planéte existuje vo forme exotických materiálov, napríklad ľad VII, ktorý je kryštalickou formou vody v podmienkach, kde je tlak na úrovni morskej hladiny 20 000-krát väčší ako na Zemi.

Astronómovia novú planétu objavili v rámci projektu MEarth (čítaj „mirt“) Project. Ide o anténu 8 rovnakých 40-centimetrových dalekohľadov RC Optical Systems, pomocou ktorých študujú 2 000 vytipovaných červených trpasličích hviezd. Svetlo z ôsmich dalekohľadov prechádza do Apogee Alta U42 kamery, vybavenej špeciálnymi čipmi CCD, ktorú vy-

užívajú aj amatéri. Úspech tímu otvára dobrodružstvo objavovania exoplanét aj pre laických hvezdárov.

MEarth vyhľadáva hviezdy, ktorých jasnosť sa mení. Cieľom je objav planéty, ktorá prechádza pred materskou hviezdou. Počas minizákrytu sa jasnosť hviezdy nepatrne zníži. Pomocou nových techník spracovania údajov dokážu vedci odlišiť tranzitujúcu planétu od zákrytov, ktoré spôsobuje cyklické prekrývanie sa hviezd v dvojhviezdnom systéme.

Tranzitujúce planéty vyhľadáva aj nedávno vypustený vesmírny dalekohľad Kepler. Zameriava sa najmä na Slnku podobné hviezdy. Pri takýchto zákrytoch sa jasnosť zníži iba o jednu desaťtisícinu (1/10 000), takže rozdiel jasnosti dokážu zmerať iba prístroje na vesmírnych dalekohľadoch.



Ilustrácia znázorňuje superZem GJ 1214b, kružiacu okolo červenej trpasličej hviezdy, ktorá má podľa všetkého atmosféru.

V prípade, ak červenú trpasličiu hviezdu tranzituje superZem, jasnosť hviezdy sa zníži výraznejšie, takže ju možno zmerať aj z povrchu Zeme. V takých prípadoch sa veľmi dobre osvedčuje HARPS, vyhľadávač planét s vysokou presnosťou merania radiálnej rýchlosť. Ide o spektrograf, ktorý používajú na Európskom južnom observatóriu. Ten spoľahlivo zmeria údaje o hmotnosti telesa, takže vedci ľahko rozhodnú, či ide o naozaj o planétu.

Ked' astronómovia porovnali polomer exoplanéty GJ1214b s teoretickými modelmi, zistili, že je väčší, ako predpovedá model pre vodnú planétu! Takže svetlo materskej hviezdy musí prekrývať nielen teleso planéty, ale podľa všetkého aj masívna atmosféra! Tím upozorňuje, že ak sa prítomnosť atmosféry potvrdí, plyny, ktoré ju tvoria, nemôžu byť primordiálne, pôvodné. Teplo, ktoré planéta v priebehu miliárd rokov vyžarovala, spôsobilo, že planéta už väčšinu pôvodnej atmosféry stratila.

Vedci sa v budúcnosti pokúsia detegovať atmosféru priamo. To však umožní iba vesmírny dalekohľad, napríklad HST. GJ1214b je vzdialená iba 40 svetelných rokov od Zeme, takže Hubblov dalekohľad spoľahlivo rozlíší atmosféru i jej zloženie. Vedci sú presvedčení, že objavili prvú superZem s atmosférou, navyše v zelenom pásse. Na prelome storočia sa takýto objav očakával až okolo roku 2015.

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics Press Release

Kepler objavil prvých päť exoplanét

Vesmírny dalekohľad Kepler skonštruovali pre vyhľadávanie exoplanét okolo Slnku podobných hviezd. Začiatkom januára oznamili z riadiaceho strediska sondy objav prvých piatich: Kepler 4b, 5b, 6b, 7b a 8b. Napospol ide o „horúcich Jupiterov“, planéty s parametrami neptunických až joviánskych planét, ktorých povrch je horúci, pretože obiehajú okolo materských hviezd po extrémne blízkych dráhach. Doby obehu: od 3,3 až po 4,9 dní. Teploty ich povrchu: od 1 300 po 1 700 °C. To je teplota žeravej lávy. Ide teda o prostredie celkom nevhodné na život.

„Presne to sme v prvej etape čakali,“ vyhlásil vedúci tímu Jon Morse. „Objav joviánskych planét na blízkych obežných dráhach. Je iba otázkou času, keď Kepler objaví aj terestrické planéty s parametrami Zeme.“

Vesmírny dalekohľad Kepler, ktorý vypustili 6. marca 2009 z Cap Canaveral, Florida, monitoruje paralelne 150 000 hviezd. Fotometer na palube Keplera už zaznamenal stovky údajov, ktoré môžu byť aj „odtlačkami“ exoplanét. V súčasnosti ich analyzujú, pretože mnohé z nich môžu byť aj malými hviezdami v dojehviezdných systémoch. Či ide o exoplanéty, to posúdia analytici, keď budú k dispozícii dátá z pozemských dalekohľadov.

Kepler začal pracovať 12. mája 2009. Existenciu prvých piatich exoplanét potvrdili analytici už v priebehu prvých šiestich týždňov misie.

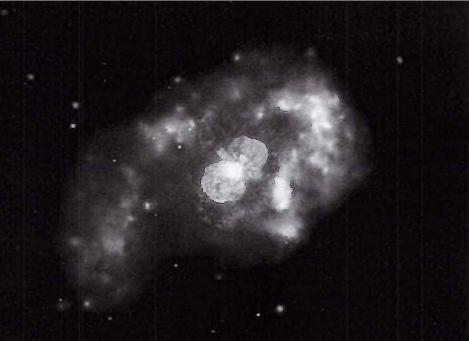
Kepler objavuje exoplanéty zákrytovou metódou. Ked' sa planéta obiehajúca okolo materskej hviezdy ocitne medzi hviezdou a pozorovateľom, jasnosť hviezdy sa nepatrne zníži. Periodické zákryty umožnia vyrátať velkosť planéty. Teplotu vypočítajú z fyzikálnych parametrov hviezdy a obežnej dráhy exoplanéty.

Kepler bude pracovať do novembra 2012. Cieľom misie je objavovať terestrické planéty s parametrami Zeme, pohybujúce sa v zelených pásoch, vhodných pre vznik života. Nakolko exoplanéty krúžiacie okolo materských hviezd podobných Slnku v zelených zónach potrebujú na obeh približne jeden rok a na overenie ich parametrov sú potrebné najmenej tri súbory údajov, na objav prvej exoZeme si počkáme najmenej tri roky.

Po vyhodnotení údajov z Keplerovej misie budeme vedieť viac o výskytu planét tohto typu prinajmenšom v súbore monitorovaných 150 000 hviezd.

NASA Press Release





Eta Carinae: záhada na pokračovanie...

Eta Carinae nie je obyčajná hviezda. Je 100-krát hmotnejšia ako Slnko a 4-miliónekrát svietivejšia. Navyše, už celé desaťročia balansuje na samom okraji hviezdnej stability. Podľa všetkých príznakov už onedlho zanikne – vybuchne ako supernova.

Hubblus vesmírny dalekohľad nedávno centrálnu hviezdu v hmlovine eta Carinae fotografoval. Táto snímka stelárnikov vzrušila. To, čo fotografia zviditeľnila, nikto neočakával.

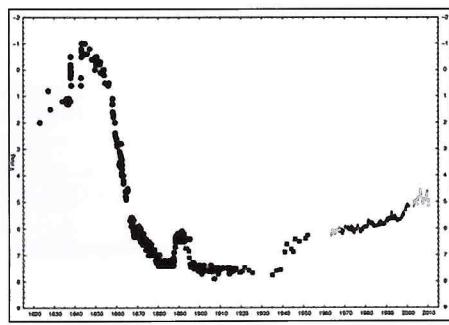
Na starších, stelárnikom dôverne známych snímkach vyzerala hviezda eta Car ako slabý objekt uprostred rozvinutej hmloviny. Na najnovších snímkach žiari uprostred hmloviny jasná hviezda. Svetlo hviezdy sa podieľa na svietivosti hmloviny viac ako polovicou. Je jasné, že čo nevidieť vybuchne ako supernova. Kedy...? Zajtra, alebo o päťdesať rokov. Onedlho...

Ked v roku 1843 eta Carinae vybuchla, bola druhou najjasnejšou hviezdom na oblohe. Hneď po Síriu... Počas nasledujúcich mesiacov rozptýlila táto hviezda zo svojich polárnych oblastí do okolitého priestoru materiál s hmotnosťou 2 až 3 Slnk. Tento materiál sa rozpínal do okolitého priestoru rýchlosťou 700 kilometrov za sekundu a sformoval sa do dvoch bipolárnych lalokov. Tejto hmlovine dali hvezdári meno Homunkulus.

O 50 rokov vybuchla Eta Car znova. Aj tentoraz zjasnela, ale iba na úroveň 8. magnitúdy. Okolo roku 1940 sa Eta Car náhle zmenila. Zmenilo sa spektrum a jasnosť sa začala zvyšovať. To všetko sa nanešťastie dialo počas vojny, keď sa astronomické pozorovania podstatne obmedzili. Nezachoval sa spoloahlívý záznam o tom, čo sa s hviezdom dialo. Vieme, že okolo roku 1950 dominovali v spektri eta Car čiary hélia a celý objekt, hviezda i hmlovina Homunculus, nápadne zjasneli. Odvtedy hvezdári zaznamenali tri ďalšie nápadné zmeny.

Počas posledných rokov rozptylovala eta Car materiál pomocou hviezdnych vetiev. To sa prejavilo ako tmavý oblak v bezprostrednej blízkosti hviezdy. Normálne by tento prach mal hviezdu zaclonil. Prečo sa teda jej svietivosť zvyšovala?

Svetivosť eta Car od roku 1822 po rok 2010.



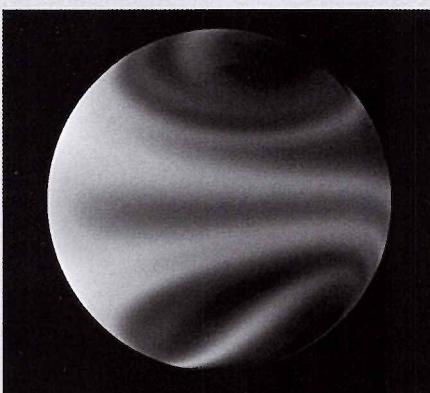
Exoplanét s nízkou hmotnosťou je plno...

...aspôj okolo najbližších hviezd. Medzi národný tím objavil najnovšie 6 malých planét okolo dvoch blízkych Slnku podobných hviezd. Medzi nimi i dve superZeme, 5- a 7,5-krát hmotnejšie ako naša planéta. V prípade superZemí ide o prvé takéto planéty, obiehajúce okolo Slnku podobných hviezd. Aj tento objav potvrdil nedávno ešte spochybňovaný názor, že je iba otázkou času a techniky, kedy objavíme aj planéty s nízkymi hmotnosťami okolo blízkych hviezd. „Naše objavy sú dôkazom, že malých exoplanét je dosť aj v našom susedstve. Je možné, že prvú exoZem objavíme pri hviezde, vzdialenej iba niekoľko svetelných rokov,“ tvrdí Steven Vogt, astronóm z Kalifornskej univerzity.

Tím objavil nové planetárne systémy kombináciou údajov dalekohľadov Keck (Havajské ostrovy) a AAT, Anglo-Australian Telescope v Novom južnom Walese (Austrália).

Tri z nových exoplanét obiehajú okolo jasnej hviezdy 61 Virginis, viditeľnej aj voľným okom v súhvezdí Panny. Táto hviezda, vzdialenosť 28 svetelných rokov, zaujala astronómov a astrobiológov už dávnejšie. Zo všetkých blízkych hviezd sa vekom, hmotnosťou a ďalšími vlastnosťami najviac podobá Slnku. Vogtov tím objavil pri tejto hviezde zatiaľ 3 planéty s hmotnosťami 5 až 25 hmotnosti Zeme.

Iný tím, využívajúci infračervený vesmírny dalekohľad Spitzer, objavil okolo hviezdy Vir 61 aj hrubý prstenec prachu. Okolo hviezdy obieha v dvojnásobne väčšej vzdialosti ako Pluto naše Slnko. Prach je produktom častých zrážok telies podobných kométam.



Ilustrácia znázorňuje prúdy ovzdušia v atmosfére jednej z exoplanét (61Virb). Cirkulácia nespôsobuje iba tepelné žiarenie materskej hviezdy. Planéta emituje aj teplo, ktoré sama generuje.

Objav chladného prstence prachu okolo Vir 61 naznačuje, že medzi už objavenými planétami sústavy a prstencom by mali (aspôj podľa simulácií na počítači) obiehať ďalšie exoplanéty. Je isté, že sústava Vir 61 sa stane prvým objektom, ktorý bude pozorovať Automated Planet Finder (APF), vesmírny dalekohľad, ktorý konštruuju na Lickovom observatóriu na Mount Hamilton, nedaleko San Jose (USA). Automatický vyhľadávač exoplanét bude vybavený doteraz najcitolivejším spektrometrom.

Ďalšiu novú sústavu objavil Vogtov tím pri hviezde HD 1461, vzdialenej 76 svetelných rokov. Hviezda je takmer kópiou našeho Slnka. Rozlíšime ju aj bez dalekohľadu v súhvezdí Veľryby, za večerného súmraku a pri čistej oblohe.

Exoplanéta HD 1461b má hmotnosť 7,5 Zemí, čo je polovičná hmotnosť Uránu. Vedci zatiaľ



61 Vir je jednou zo Slnku podobných hviezd, ktoré dokážeme rozlíšiť voľným okom. Obiehajú okolo nej najmenej tri exoplanéty.

nevedia, či je zložená z pevných hornín, alebo väčšinu jej hmotnosti tvorí, tak ako v prípade Uránu a Neptúnu, voda.

Najmenšia z planét sústavy Vir 61 sa prezradila doteraz najslabším signálom. Zachytiť a dešifrovať tento signál sa podarilo vďaka rozlišovacej schopnosti oboch obráncov dalekohľadov. Vedci sú presvedčení, že v najbližších rokoch objavia desiatky malých exoplanét. Z analýzy doterajších objavov totiž vyplýva, že prinajmenšom polovica blízkych hviezd má planetárne systémy s objektmi o hmotnosti Neptúna, ale aj oveľa menších telies.

Tím z Lick-Carnegie Exoplanet Survey Team (pod vedením Vogta a Butlera), použil techniku merania nepatrých zmien radiálnej rýchlosťi hviezdy pod vplyvom gravitácie exoplanét. Výsledky spresnili meraním jasnosti pomocou robotických dalekohľadov v Arizone.

„Vzhľadom na to, že sme v oboch prípadoch nezaznamenali zmeny jasnosti hviezd, vieme, že namerané údaje naozaj vyjadrujú reálny gravitačný vplyv exoplanét, a nejde o optický klam, spôsobený pohybom skvrn na povrchu rotujúcej hviezdy,“ tvrdí Gregory Henry z Tennessee State University. „Nové techniky skombinované s najväčšími dalekohľadmi umožnia už v najbližších rokoch prvé objavy terestrických planét nielen z vesmírnych sond, ale aj z povrchu Zeme.“

NASA Press Release

Reálnu Pandoru objavíme do desiatich rokov

Najnovší hollywoodsky trhák Avatar prekonal už v prvých mesiacoch všetky rekordy návštěvnosti. Film nevzrušil iba divákov. Jeho posolstvo zaujalo aj sociológov, antropológov a filozofov, pretože znázorňuje brutálnu, koristnícku stratégii technologicky vyspej civilizácie po objave a drancovaní nových svetov. Paralela s kolonizáciou pozemských kontinentov bielou civilizáciou je sugestívna i varujúca.

Vo filme Avatar sledujeme počinanie expedície Pozemščanov, ktorí objavili okolo vzdialenej exoplanéty mesiac Pandora, obývaný rozumnými bytostami v štádiu vyspej paleolitickej spoločnosti. Takýto mesiac s parametrami Zeme na obežnej dráhe okolo veľkej exoplanéty môžeme objaviť už v najblížších rokoch. Astronómka Lisa Kaltenegger z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics uverejnila nedávno článok, v ktorom upozorňuje, že vesmírny ďalekohľad James Webb dokáže už o desať rokov nielen objaviti takéto mesiace, ale detegovať v ich atmosférah kľúčové plyny: oxid uhličitý, kyslík a vodnú paru.

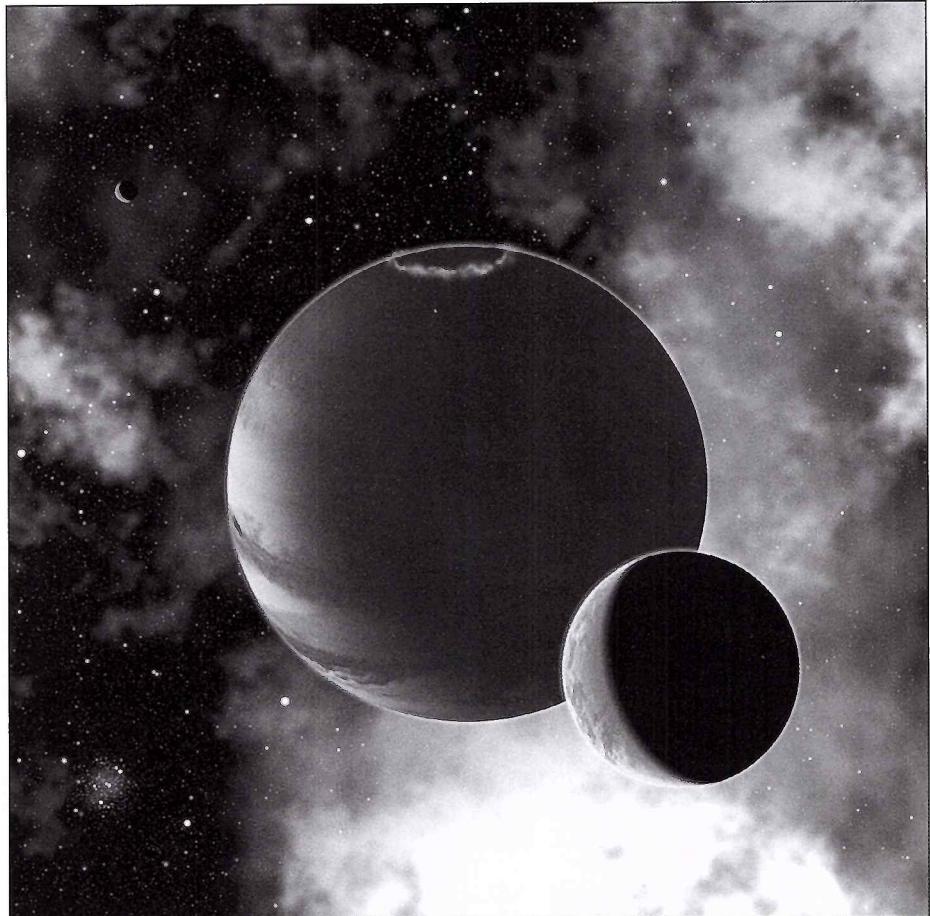
Lovci exoplanét objavili doteraz stovky joviánskych planét na najrozličnejších obežných dráhach. Títo plynoví obri sa ľahko objavujú, ale nevyhovujú pre vyššie formy života. Planetológovia, povzbudení slabnými údajmi z mesiacov obrích planét v našej Slnečnej sústave, modelujú, za akých podmienok by život mohol vzniknúť a vyvíjať sa nielen na terestrických planétag, ale aj na skalnatých mesiacoch veľkých planét. Museli by však mať veľkosť Zeme, atmosféru, alebo tekuť oceán, hoci pokrytý ľadovou kôrou, kde by sa život uchytí na vnútornom zdroji energie, generovanom sopečnou činnosťou, alebo slapovými silami materskej exoplanéty.

Vesmírny ďalekohľad Kepler, monitorujúci hviezdy podobné Slnku, dokáže objaviť aj veľké exomesiace okolo obrích exoplanét. Exoplanéta objavuje meraním periodických zmien jasnosti materskej hviezdy počas zákrytov. Gravitácia mesiacov vplýva na pohyb planét tak, že ich pohyb okolo hviezdy buď urýchľuje, alebo spomaľuje. Z premenlivých údajov o zákrytoch dokážu vedci indikovať existenciu mesiaca.

Ak mesiac objavia, sústredia sa na jeho atmosféru. Mesiac s atmosférou absorbuje počas zákrytu hviezdy planétou nepatrné množstvo svetla, čo sa prejaví v spektri. Z takého spektra sa dá odčítať zloženie atmosféry mesiaca.

Spektrá veľkých telies s horúcou, mohutnou atmosférou sú ľahko čitateľné. Mesiac s parametrami Zeme sa bude dať spoloahlivo monitorovať iba v prípade priaznivých podmienok. Vzdialenosť medzi mesiacom a jeho planétou musí byť dosť veľká, aby prístroje dokázali zachytiť odrazené svetlo mesiaca vo chvíli, keď planéta už hviezdu nezakrýva.

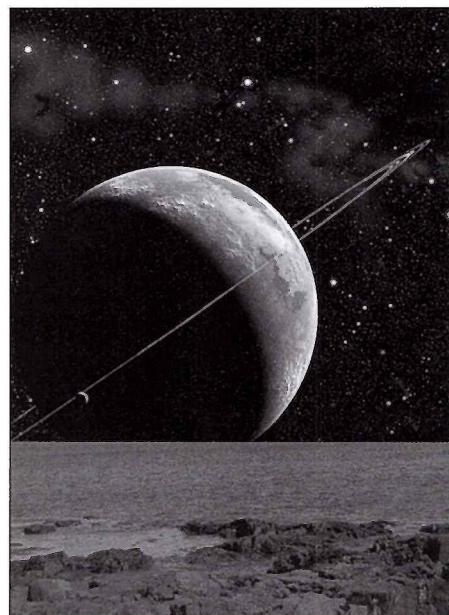
Lisa Kaltenegger namodelovala ideálne podmienky na štúdium atmosfér exomesiacov. Zistila, že hvieza alfa Centauri A (súčasť trojhviezdy, vzdialenej od Zeme 4 svetelné roky), ktorá bola



Takto vyzerá na ilustrácii systém z filmu Avatar: okolo obrej joviánskej planéty obieha mesiac Pandora s parametrami našej Zeme.

modelom pre tvorcov filmu Avatar, je priam skvelým terčom pre takýto experiment:

„Alfa Centauri A je jasná, blízka hvieza veľmi podobná Slnku. Na to, aby prístroje detegovali vodu, kyslík, oxid uhlíka či metán na veľkom me-



Ilustrácia superZeme opásanej prstencom pri pohrade z jedného mesiacov, ktoré okolo nej obiehajú. SuperZem i jej veľké mesiace s atmosférou sa pohybujú v zelenej zóne. Na ich povrchu sa vyskytuje voda v tekutom skupenstve.

siaci jej planéty, postačia údaje z niekoľkých zákrytov.“

Ešte lepšími terčmi ako alfa Centauri A sú však malé, slabé, červené trpaslké hviezdy. Ak majú planéty s mesiacmi, zelená zóna, v ktorej sa pohybujú, je bližšie k hviezde, takže naznamenanie zákrytov je oveľa ľahšie.

Astrónomovia pri červených trpaslkoch skúmajú, do akej miery slapové sily materskej hviezdy spomalia pohyb blízkej exoplanéty tak, že kruží okolo nej s jednou večne privrátenou stranou. (Podobne ako Mesiac okolo Zeme.) Priprátená časť planéty by bola spaľovaná teplom a žiareniom materskej hviezdy, na odvrátenej, do večnej tmy ponorennej strane, by bola teplota hlboko pod bodom mrazu.

Mesiac, polapený v gravitačnom zámku takejto exoplanéty, by takéto problémy nemal. Pravdaže, iba vtedy, ak materská planéta obieha okolo materskej hviezdy v zelenej zóne. K planéte by bol súčasťou privrátený stále tou istou stranou, ale deň a noc by sa na ňom striedali rovnako ako na Zemi. Teplota atmosféry by bola mierna, organický život by mal na celom povrchu pravidelný prísun energie.

Astrobiológovia sú presvedčení, že mesiace obiehajúce okolo obrích planét sú oveľa vhodnejšie na vznik života ako terestrické planéty či superZeme, polapené v gravitačnej pasci. Početný tím vedcov zo Smithsonian Astrophysical Observatory a Harvard College Observatory, rozdeljených do šiestich skupín skúma vznik, vývoj a osud nielen našej Slnečnej sústavy a Galaxie, ale celého vesmíru.

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

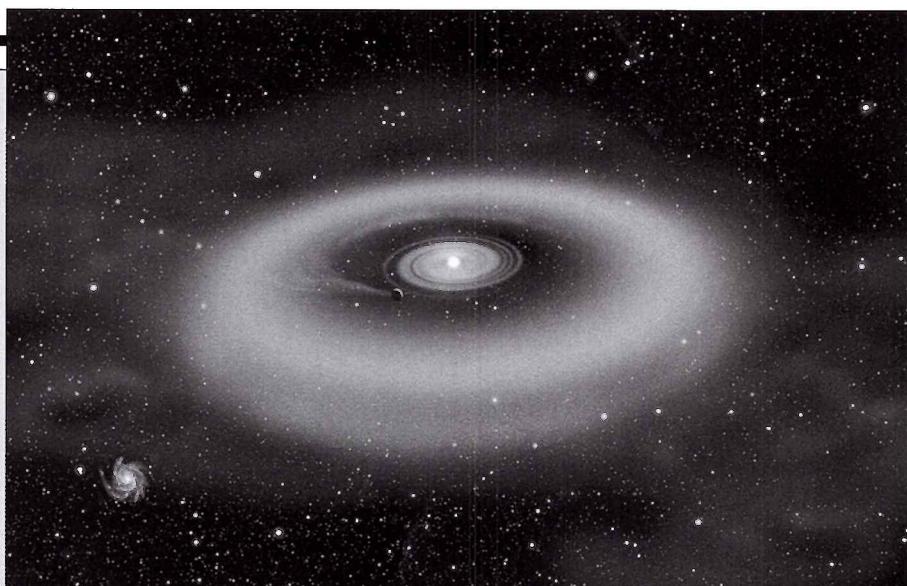
Masívne hviezdy: ideálne terče pre lovcov exoplanét, ale...

... nevhodné objekty na hľadanie mimozemských civilizácií. Vedci, ktorí analyzujú údaje z viac ako 400 planetárnych systémov, zistujú, že planéty sa formujú nielen okolo Slnku podobných hviezd. Ukázalo sa, že formovanie planét je prirodzený vedľajším produkтом formovania hviezd aj oveľa masívnejších ako naše Slnko.

Xavier Koenig viedie tím z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) a National Optical Astronomy Observatory (NOAO), ktorý skúma W5, oblasť s búrlivou hviezdotvorbou vo vzdialosti 6500 svetelných rokov. Využívajú služby vesmírneho dalekohľadu Spitzer a pozemského dalekohľadu Two Micron All-Sky Survey (2MASS), ktorých infračervené detektory mapujú protoplanetárne disky. Doteraz preskúmali vyše 500 hviezd typu A a B, ktoré sú 15-krát masívnejšie ako Slnko. Najznámejšimi hviezdami tohto typu sú Sirius a Vega, ale tie do skúmaného súboru nepatria.

Vedci zistili, že prinajmenšom desatina týchto hviezd má prachoplynové disky. V pätnástich rozlišili jasné pásy, svedčiace o tom, že sa v nich formujú planéty, nabaľujúce prach a plyn z disku.

Vo všetkých prípadoch ide o obrie planéty s parametrami Jupitera, ktoré vo vnútornom disku spotrebovali materiál a vytvorili tak medzery s polomermi 10 až 20 AJ, takže ich dokážeme rozlišiť aj pozemskými prístrojmi.



Ilustrácia znázorňuje masívnu hviezdu opísanú prachoplynovým diskom, v ktorom sa formuje planéta podobná Jupiteru.

Formovanie planét okolo hviezd typu A a B je súbojom dvoch protikladných sôr. Protoplanetárne disky okolo obrích hviezd sú masívne, obsahujú dostatok materiálu na formovanie planét. Intenzívne žiarenie a silné hviezdne vetry spôsobuje však rýchly rozpad diskov.

Hviezdy v oblasti W5 sú mladé, majú zhruba 5 miliónov rokov. Väčšina z nich už svoje disky zničila. Ak sa planéty v diskoch nedokázali sformovať pred rozpadom diskov, už nemajú ako vzniknúť. Už kvôli tomu sú tieto hviezdy pre vedcov hľadajúcich inteligentné civilizácie jalovými terčmi. Ale ani na planétach, ktoré sa stihli sformovať, mimozemšťanov nenájdú.

Zelená zóna, teda oblasť, kde voda v tekutom skupenstve môže existovať na povrchu planét, je pri hviezdach typu A a B v oveľa väčšej vzdia-

lenosti ako pri hviezdach podobných Slnku. Masívne hviezdy oveľa rýchlejšie spotrebúvajú jadrové palivo, takže ich život je krátky. Hviezdy typu A a B žijú iba 10 až 500 miliónov rokov, oveľa kratšie ako naše Slnko.

Na Zemi sa prvé jednobunkové organizmy objavili pred 3,5 miliardami rokov. Explózia zložitejších foriem života začala o dve miliardy rokov neskôr, na sklonku druhohôr, počas kambria. Na planétach okolo masívnych hviezd s krátkym životom sa vyššie formy života nestihnú vyvinúť.

Pätnásť masívnych hviezd s protoplanetárnymi diskami v oblasti W5 je pre stelárnikov i planetológov z CfA vzácnym objavom. Oni po mimozemšťanoch nepátrajú. Chcú lepšie pochopiť procesy formovania hviezd a planét.

NASA Press Release

Čierna diera deštruovala bieleho trpaslíka

Čierna diera, 1 000-krát hmotnejšia ako Slnko, deštruovala husté teleso, zvyšok rozpadajúcej sa hviezdy. Údaje o tomto úkaze, ktoré získali vesmírny röntgenový dalekohľad Chandra a dalekohľad Magellan, objavitelia oslavili: stali sa prvými smrteľníkmi, ktorí zaznamenali teoretikmi tak sugestívne opísaný rozpad hviezd, čo sa ocitla v gravitačnej pasci čiernej diery.

Chandra skúmala neobyčajne jasný zdroj röntgenového žiarenia v hustej kope starých hviezd. Optické pozorovania zviditeľnili zmes prvkov, príznačných pre röntgenové emisie. Vedci oba súbory údajov vyhodnotili a dospeli k záveru, že röntgenové emisie produkujú pozostatky rozpadnutej hviezdy, bieleho trpaslíka.

Intenzita röntgenových emisií svedčí o „ultravioletovom röntgenovom zdroji“ z kategórie ULX. To znamená, že je svietivejší ako ktorýkoľvek zo známych stelárnych zdrojov röntgenového žiarenia, ale slabší ako jasné zdroje tohto žiarenia, spájané z aktívnymi jadrami galaxií, kde hniezdia čierne diery. Podstata zdrojov ULX je záhadou.



V elliptickej galaxii, v kope galaxií Pec, objavili ultrasvetlivý zdroj röntgenového žiarenia. Vedci zistili, že sa takto prejavujú zvyšky rozpadnutej hviezdy, ktorú zničila gravitácia čiernej diery.

Je však pravdepodobné, že niektoré ULX sú čierne diery so 100- až niekolkotisíckrát väčšou hmotnosťou ako Slnko. Môže ísť teda o stredne velké čierne diery. Väčšie ako stelárne, ale menšie ako supermasívne čierne diery v jadrach galaxií.

Zdroj ULX je súčasťou guľovej hviezdokopy, zoskupenia veľmi starých hviezd. Vedci predpokladali, že stredne velké čierne diery sa v takýchto kopách môžu vyskytovať, ale nemali rukolapný dôkaz. Teraz ho majú.

James Irwin z Arizonskej univerzity získal optické spektrá objektu pomocou dalekohľadov Magellan I a II v Las Campanas, Čile. Takéto spektrá svedčia o emisiách plynu bohatého na kyslík a dusík, ale takmer bez vodíka. V prípade guľovej hviezdokopy je takéto spektrum mimoriadne vzácné. Vedci zistili, že plyn krúži okolo čiernej diery s hmotnosťou 1 000 Slnok. Veľké množstvo kyslíka a chýbajúci dusík naznačujú, že išlo o bieleho trpaslíka, ktorý je záverečným štádiom Slnku podobnej hviezdy, ktorá už spotrebovala vodíkové palivo. Prítomnosť kyslíka je logická, ale odkiaľ sa vzal dusík je pre vedcov záhada.

Jediným priateľným vysvetlením je, že sa biely trpaslík tak priblížil k čiernej diere, že ho jej slapové sily rozmetali. Teoretici vypočítali, že röntgenové emisie budú slabnúť, ale stratia sa až po vyššie sto rokoch. Počas posledného desaťročia sa ich intenzita znížila o 35 %.

Zdroj ULX sa nachádza v elliptickej galaxii NGC 1399, vzdialenej 65 miliónov svetelných rokov od Zeme.

Chandra Press Release

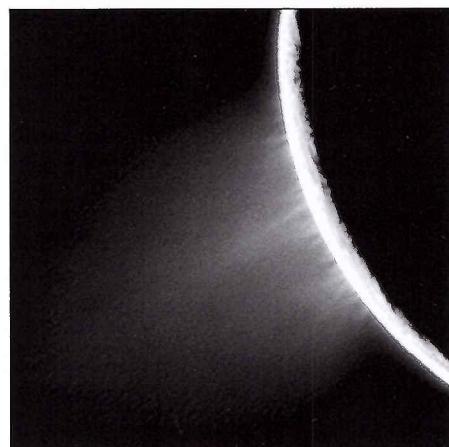
Život na mesiacoch obrích planét?

Planetológ Francis Nimmo po analýze údajov z posledných misií NASA tvrdí, že na niektorých veľkých, zaľadnených mesiacoch sa vyplatí život hľadať. Ide najmä o Jupiterov mesiac Európa a Saturnov mesiac Enceladus. Oba majú pod ľadovou kôrou oceány tekutej vody. Je možné, že na dne týchto oceánov sú aj hydrotermálne sopúchy, podobné tým, okolo ktorých na Zemi na viacerých miestach vegetujú kolónie organizmov, nezávislých na slnečnej energii.

Ktoré údaje existenciu oceánov na Európe a Encelade potvrdzujú? Už v roku 2000 objavila sonda Galileo nezvyčajné magnetické pole okolo Európy. Vedci usudili, že najpravdepodobnejším generátorom magnetického poľa by mohol byť oceán. O existencii globálneho oceánu pod ľadom Enceladu svedčia zasa mohutné gejzíry tryskajúce z južného pólu.

Vodu v tekutom skupenstve udržujú na oboch mesiacoch slapové sily. Dráhy mesiacov okolo obrích planét sú mimoriadne excentrické, takže sa k nim periodicky tesne približujú. Vtedy sú toky gravitačnej energie medzi obrími planétami a ich mesiacmi najsilnejšie. Slapové sily Saturna žmýkajú Enceladus ako špongiu a produkujú tak veľké množstvo tepla.

Slapové sily posúvajú aj tektonické platne na dne oceánov. Tie sa o seba trú a produkujú geotermálnu energiu. Táto energia ohrieva aj ľadovú kôru. Ľad praská, kryhy sa o seba trú a roztápajú



Prístroje na sonda Cassini objavili mohutné gejzíry tryskajúce z južného pólu Enceladu. Spektrá prezradili, že ich tvoria kryštáliky ľadu, vodnej paro a organických látok.

sa. Zdá sa, že práve tento proces generuje gejzíry na Encelade. O geologickej aktivite ľadových kríh svedčí aj premenlivý, popraskaný povrch Európy a podľa časti planetárnych biológov aj farebné škvurny okolo niektorých trhlín. Tvrdia, že by to mohli byť vyplavené organické látky z oceánu.

Ladová kôra na oboch mesiacoch je ideálnym štítom, chrániacim potenciálne živé organizmy

pred chladom okolitého priestoru i žiareniom. Enceladus je však pomerne malé teleso. Jeho ľadová kôra je tenká, takže oceán, keď sa mesiac na výstrednej dráhe od Saturnu vzdáluje, periodicky zamíza. V takom prostredí by sa život udržal tažšie. Európa má hrubú kôru, krúži okolo Saturnu po takmer kruhovej dráhe, takže svoje oceány vyhrieva rovnomerne. Európa je väčšia ako Enceladus, ale menšia ako Ganymedes, ktorý má pevné jadro obalené kompaktným ľadom. Ak sa na Ganymede voda v tekutom skupenstve vyskytuje, potom je uzavretá medzi vrstvami ľadu a nemôže reagovať ani s jadrom, ani s povrchom.

Jadro a povrch týchto mesiacov sú potenciálnym zdrojom základných chemických látok nevyhnutných pre život. Slnečné žiarenie a impakty kométy vytvárajú na ich povrchu chemický film. Tieto látky sa môžu zúčastniť na zázraku života iba vtedy, ak môžu migrovať z povrchu dole k oceánu pozdĺž trhlín. To je možné iba na mesiacoch s tenšou kôrou ako má Ganymedes. Organické molekuly a minerály môžu však vznikať aj v jadrach a slúžiť organizmom ako zdroj potravy okolo hydrotermálnych priechodov, tak ako na Zemi.

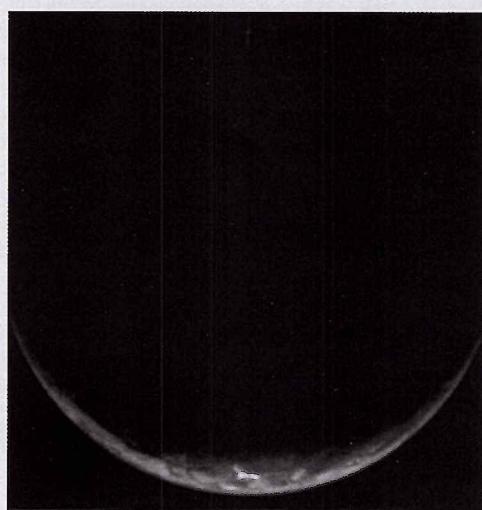
Nimmo zdôrazňuje, že priaznivé podmienky pre vznik a vývoj života ešte neznamenajú, že na mesiacoch živé organizmy objavíme. Hľadať ich však musíme. Ak by sa v našej Slnečnej sústave podarilo objaviť ďalšiu oázu života, bol by to objav tisícročia.

American Geophysical Union Press Release

Rosetta na ceste k ďalšiemu cielu

Dňa 13. novembra obletela sonda Rosetta (ESA) po tretíkrát Zem. Nad indonézskym ostrovom Jávou sa priblížila k našej planéte na vzdialenosť 2 481 kilometrov. V tomto čase sa pohybovala rýchlosťou 48 000 kilometrov za hodinu.

Dôvodom opakovanych blízkych obletov bolo urýchliť sonda pôsobením gravitačného praku Zeme.



Portrét Zeme zo vzdialenosťi 350 000 kilometrov. Na osvetlenom kosáčiku presvitajú spod oblakov obrysy Antarktídy a Južnej Ameriky.

Podarilo sa. Rosetta sa vzdáľuje od Zeme o 13 000 kilometrov vyššou rýchlosťou, akú mala pred posledným obletom. Má teraz dostatok energie na to, aby doletela ku kométe 67P Churyumov-Gerasimenko.

Vedci počas obľtu skontrolovali niekoľko z 11 prístrojov na palube sondy. Úzkouhlá kamera urobila 24 fotografií, každú s expozíciou 60 minút. Vedci zároveň študovali aj atmosféru a magnetosféru Zeme, hľadali polárnu žiaru a detegovali vodu na povrchu Mesiaca. Rosetta na ceste ku kométe preleteľa od svojho štartu už 4,5 miliardy kilometrov. V júli oblieť asteroid 21Lutetia a v roku 2011 sa uloží k spánku. Vedci ju oživia až na jar 2014 a pripravia ju na stretnutie s kométou.

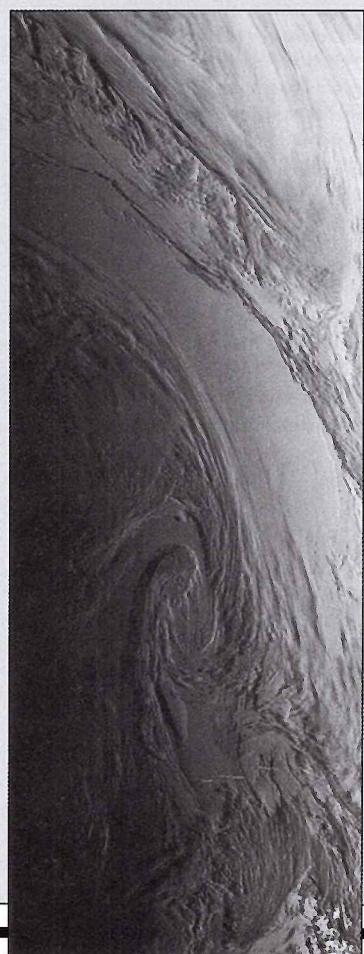
Rosetta nie je prvou sondou, ktorá navštívi kométu. Bude však prvou sondou, ktorá kométu 67P Churyumov-Gerasimenko bude sledovať viac ako jeden rok. Ku kométe priletí vtedy, keď sa kométa bude vracať k Slnku, zrýchľovať svoj pohyb a uvoľňovať pod vplyvom slnečného žiarenia čoraz viac materiálu z vyparujúcich sa exotických ľadov. Vrcholnou fázu misie bude získavanie údajov počas tesného obľetu Slnka a prvých týždňov po ňom.

Kométa 67P Churyumov-Gerasimenko trvá oblet okolo Slnka 6,6 roka. V periheliu je od Slnka vzdialenosť 186 miliónov, v aféliu 857 miliónov kilometrov.

Rosetta nesie na palube aj malý modul, ktorý sa v príhodnej chvíli od nej oddeli a pristane na ľadovom jadre s priemerom 4 kilometre. Deväť prístrojov povrch kométy preskúma. Vedci očakávajú, že údaje z misie Rosetta znaliosti o kométoch významne obohatia.

ESA Press Release

Mohutná anticyklóna nad južným Pacifikom.



Kedy objavíme kyslík v atmosfére terestrickej exoplanéty?

Poznáme už vyše štyristo extrasolárnych planét. Obojavovanie a štúdium týchto vzdialých svetov stalo sa jedným z najvýznamnejších oborov astronómie. Lenže študovať exoplanéty nie je ľahké. Väčšinu z nich nedokážeme pozorovať priamo. Údaje, ktoré majú vedci naporúdzti, získavajú pomocou čoraz sofistikovanejších metód a dokonalejších prístrojov. Už nejde iba o základné fyzikálne parametre. Vedci začínajú mapovať aj atmosféry exoplanét a v prípade niekoľkých sa pokúšajú zostaviť aj modely tamojšieho počasia. Rodí sa extrasolárna meteorológia a klimatológia. V nedalekej budúcnosti dokážeme identifikovať atmosféru aj na Zemi podobnej planéte.

Väčšinu exoplanét objavili astronómovia nepriamo, metódou merania zmien radiálnej rýchlosťi hviezd pod vplyvom gravitácie ich obežníc. Táto metóda nám okrem údajov o hmotnosti a obežnej dráhe exoplanéty veľa neprezradí. Viac a kvalitnejších údajov o exoplanétoch nám poskytuje „zákrytová metóda“.

Ak sa tranzitujuca exoplanéta ocitne za materskou hviezdom, detegujeme iba svetlo hviezdy. Spektrum nám prezradí aj jej chemické zloženie. Keď sa planéta spoza hviezdy vynori, každá zmena v spektri systému niečo o planéte prezradí.

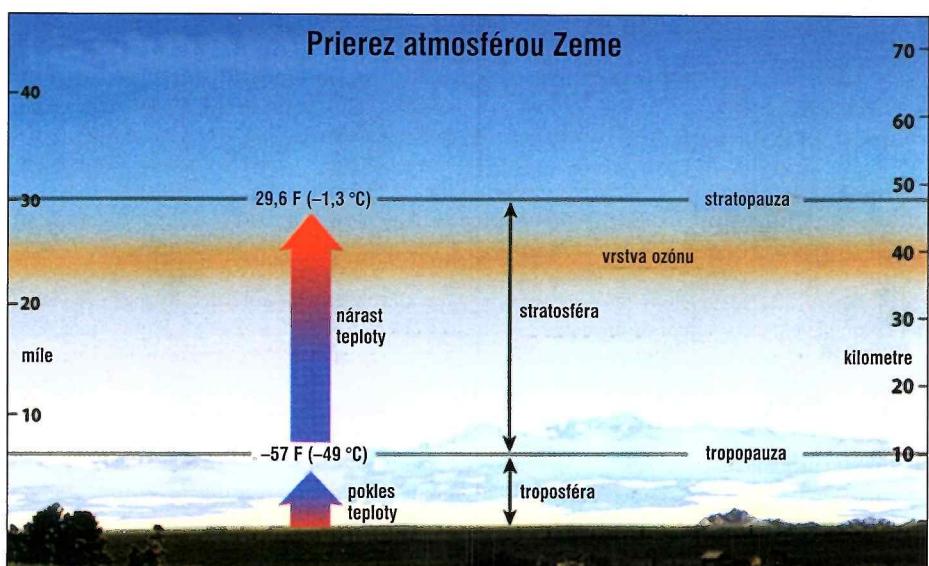
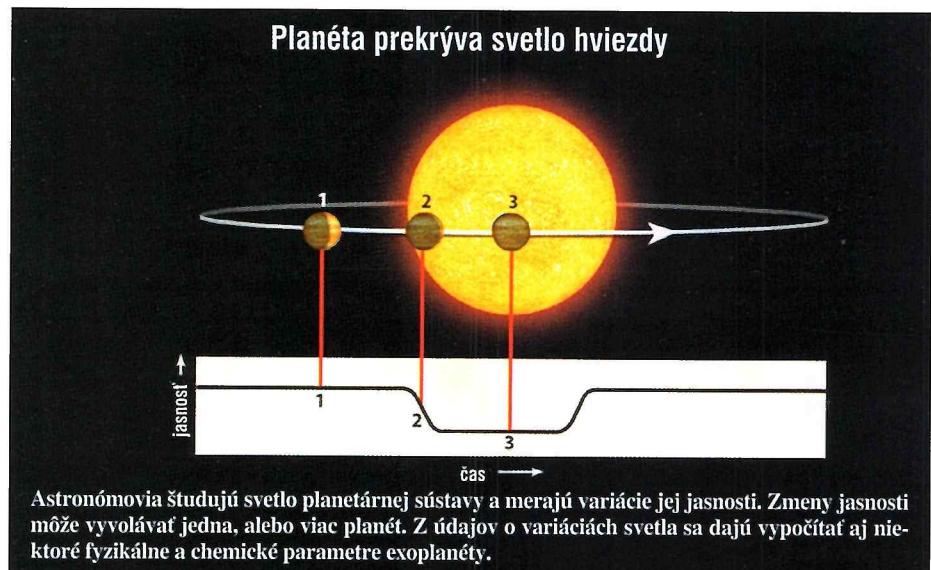
Ak exoplanéta prechádza pred materskou hviezdou, svetlo hviezdy preniká aj cez jej atmosféru. V takom prípade vyvolané zmeny v spektri prezrádzajú relatívne podrobne údaje. Je až neuveriteľné, že z takejto hŕstky údajov dokážu vedci vydolať obrovské množstvo informácií o vzdialených planétoch.

HD 80606b: planéta s najväčšou dráhou

Vedci doteraz objavili asi 60 exoplanét s dráhami vytvárajúcimi zákryty. Za najväčnejší ulovok považujú HD 80606b, planétu s hmotnosťou 4 J, ktorá je od nás vzdialená 190 svetelných rokov. Táto exoplanéta má mimoriadne výstrednú obežnú dráhu: v najväčšej súčasnosti bude je od materskej hviezdy vzdialená 125 miliónov kilometrov (viac ako Venuša od Slnka). Ale už po 111 dňoch sa ocitne v najbližšom bode, vzdialenosť iba 3 milióny kilometrov od materskej hviezdy.

V novembri 2008 pozorovali vedci túto sústavu pomocou vesmírneho ďalekohľadu Spitzer, ktorý je schopný v infračervenej oblasti monitorovať prípadné zákryty. Podarilo sa: Spitzer zmeral teplotu vrchnej atmosféry exoplanéty počas najväčšieho priblíženia. Ukázalo sa, že v priebehu 6 hodín stúpla z 540 na 1 200 °C. Tak sa po prvý raz podarilo zaznamenať zmenu počasia na extrasolárnej planéte.

Vo februári 2009 pozorovali astronómovia prechod tejto exoplanéty pred materskou hviezdou. Údaje potvrdili záznamy o extrémnej atmosfére exoplanéty HD 80606b a upresnili paramet-



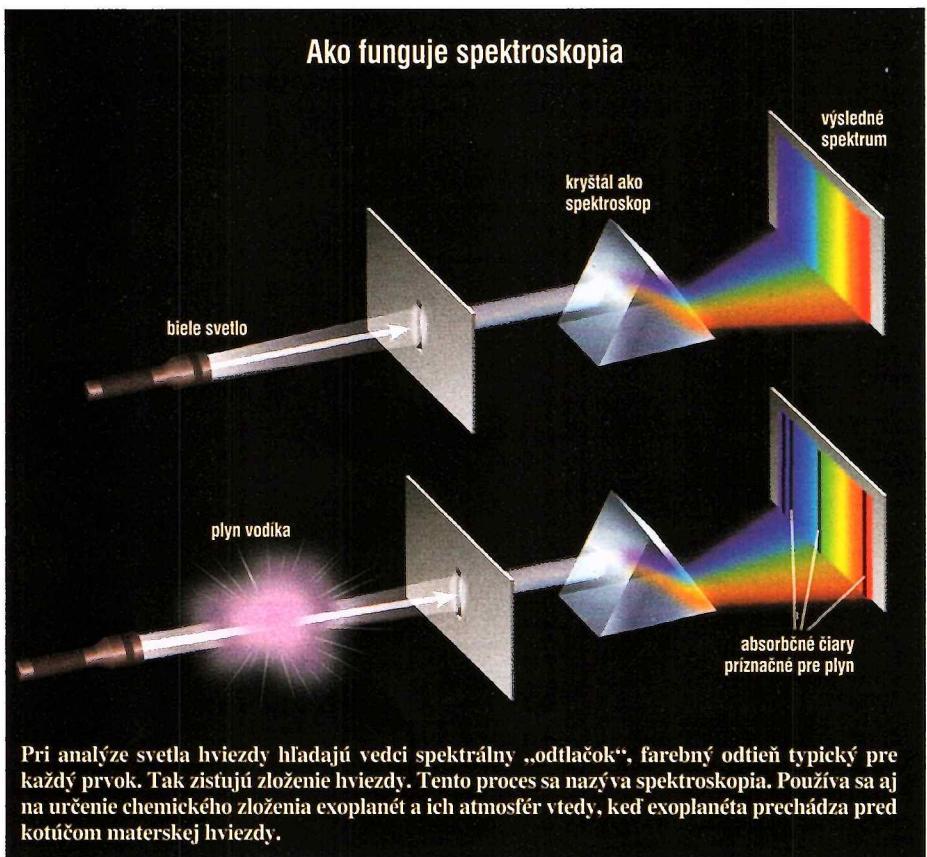
Teplota zemskej atmosféry s výškou klesá. Ale len po istú hranicu: tropopauzu. Nad tropopauzou začína teplota s výškou opäť stúpať. Podobný úkaz zaznamenali vedci aj na niektorých exoplanétoch. Spôsobuje to podľa všetkého vrstva čohosi v ich atmosférach, podobná ozónovej vrstve nad Zemou.

re obežnej dráhy, ktorá, ako sa ukázalo, nie je iba elipsovitá pretiahnutá, ale voči rovine rovnika materskej hviezdy aj značne sklonená. Parametre bizarrej obežnej dráhy prezradili, že pohyb exoplanéty ovplyvňuje ďalšie veľké teleso, druhá zložka dvojviezdy. Druhá hvieza je od prevej vzdialenosť 160 miliárd kilometrov a práve jej gravitácia spôsobila, že dráha exoplanéty HD 80606b okolo sesterskej hviezdy je taká predĺžená.

Objavovatelia exoplanét boli donedávna osamelí lovci. Dnes, keď sa štúdium exoplanétov vyšíhlo medzi najvýznamnejšie disciplíny astronómie, nastáva aj v tomto obore špecializácia. Čoraz viac vedcov sa zameriava na atmosféry

exoplanét. Najmä na atmosféry „horúcich Jupiterov“, ktorí obiehajú materské hviezdy po blízkych dráhach a ich opakované zákryty možno aj zo Zeme študovať. Najmenej desať známych horúcich Jupiterov obiehne materskú planétu za menej ako 5 dní.

Horúce Jupitery predstavujú dnes väčšinu zo 400 objavených exoplanét. V roku 1990, keď bol objavený prvý horúci Jupiter, sa objav veľkej planéty, plynového obra na blízkej obežnej dráhe okolo materskej hviezdy považoval za vyslovenú senzáciu. Samotný fakt, že si takáto planéta na takej blízkej dráhe udrží atmosféru, nevedel nikto vysvetliť. O existencii aktívnych atmosfér na takýchto telesach ani nehovoria... Napokon,



Pri analýze svetla hviezdy hľadajú vedci spektrálny „odtláčok“, farebný odtieň typický pre každý prvok. Tak zistujú zloženie hviezdy. Tento proces sa nazýva spektroskopia. Používa sa aj na určenie chemického zloženia exoplanét a ich atmosfér vtedy, keď exoplanéta prechádza pred kottedžom materskej hviezdy.

dodnes nikto nevie, aké podmienky na takých veľkých a horúcich planétach panujú.

Prvou exoplanétou, v atmosfére ktorej detegovali vedci chemické prvky, je horúci jupiter HD 209458b, ktorý okolo materskej hviezdy, vo vzdialosti 6,7 milióna kilometrov, obeheňa za 3,5 dňa. Je značne väčší ako nás Jupiter a vzhľadom na to, že materská hvieza je od Zeme vzdialá iba 150 svetelných rokov, časté zákryty umožňujú detailné štúdium exoplanéty.

V roku 2001 objavili astronómovia v atmosfére tejto exoplanéty sodík. Neskoraj aj vodu, metán, oxid uhličitý. Detektory zaznamenali aj prudký vodíkový vietor, šíriaci sa smerom od planéty. Atmosféra horúceho jupitera, presnejšie jej najhornejšie vrstvy, vystavené horúčave blízkej hviezdy, sa rozpínajú a vodík z nich v pôde vetra uniká. Vedcom sa podarilo zrekonštruovať aj štruktúru atmosféry horúceho obra: pod teplejšimi hornými vrstvami objavili chladnejšie vrstvy.

Teplotné inverzie sú v atmosfére Zeme bežné. Troposféra, najspodnejšia vrstva zemskej atmosféry, je hrubá 10 kilometrov. Rozdiel medzi teplotou tesne nad povrchom a hranicami stratosféry je v priemere 50 °C. V stratosfére (10 až 50 km), v jej najspodnejších vrstvach, teplota opäť stúpne asi o 25 °C. Spôsobuje to vrstva ozónu v stratosfére, ktorá absorbuje ultrafialové i tepelné žiarenie Slnka.

V prípade exoplanéty HD 209458b je teplotný rozdiel medzi dvomi vrstvami atmosféry gigantický: 1 000 °C v spodnej vrstve, 3 200 °C, ale aj viac, v hornej vrstve. Vysoká teplota vo vrchnej atmosfére podľa všetkého generuje vodíkový vietor, ktorý z ovzdušia unáša veľké množstvo hmoty. Vo vrchnej atmosfére exoplanéty našli vedci aj stopy sadze. To naznačuje, že nejaká

chemikália vo vrchnej atmosfére absorbuje slnečné žiarenie a zahrieva ju, podobne ako ozón nad Zemou stratosféru.

Astrochemici zatiaľ netušia, aká chemikália či chemikálie by to mohli byť. Najskôr si mysleli, že ide o molekuly oxidov titánu alebo vanádia, ktoré vynikajúco absorbujú svetlo. (Oxid titánu v najrozličnejších pomeroch je základnou zložkou slnečných batérií.) Tieto hypotézy sa zatiaľ nepotvrdili. Nech je už chemikália, ktorá spôsobuje teplotnú inverziu, akákoľvek, musí byť stálou súčasťou vrchnej atmosféry, alebo ju niečo musí doplniť. Oxidy titánu i vanádia však z atmosféry po absorbovaní svetla kondenzujú a unikajú do okolitého priestoru. Mechanizmus, ktorý by tieto molekuly prípadne recykloval späť do vrchnej atmosféry, zatiaľ nepoznáme. Teplotnú inverziu vyvoláva čosi, čo silne absorbuje viditeľné svetlo.

Čiastočne zamračené

HD 209458b nie je jedinou exoplanétou, ktorej atmosféru už astronómovia mapujú. Ďalšou je exoplanéta HD 189733b, vzdialá 63 svetel-

ných rokov. Aj táto exoplanéta je hmotnejšia ako Jupiter a okolo svojej materskej hviezdy, vo vzdialosti 4,5 milióna kilometrov, obeheňa za 2,2 dňa. Na rozdiel od HD 209458b, ktorá sa pohybuje v relatívne prázdnom priestore, HD 189733b sa spolu so svojou hviezdou nachádzajú v hvezdámi prehustenej oblasti.

Astronómovia detegovali v atmosfére tejto exoplanéty vodu, oxid uhličitý, oxid uhoľnatý sodík i metán. Detegovali aj sadze, hoci v atmosfére nenašli, na rozdiel od HD 209458b, nijake známky inverzie.

Väčšou senzáciou však boli nevysvetliteľné zmeny v spektri exoplanéty počas niekoľkých rokov pravidelného pozorovania. V roku 2006 sa ešte v spektri neobjavili čiary vody. Od roku 2007 sú však čiary vodnej parý čoraz výraznejšie. To dokazuje, že sa vrchná atmosféra tejto exoplanéty mení, alebo v dôsledku rotácie planéty detektory zaznamenávajú raz údaje z atmosféry bez oblakov, inokedy pokrytej mrakmi.

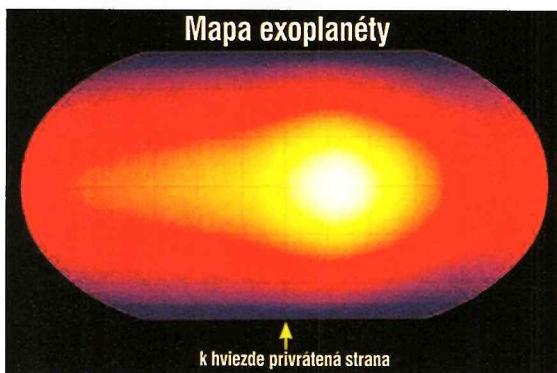
Znaky cirkulácie ovzdušia

Údaje z oboch exoplanét, HD 209458b a HD 189733b, využili vedci na vytvorenie modelov atmosféry Zeme a iných planét našej Slnečnej sústavy. Modely vytvorili podľa starších všeobecných modelov cirkulácie zemskej atmosféry, vyhotovených kvôli skúmaniu počasia na našej planéte. Keď tieto modely využili v prípade extrasolárnych horúcich jupiterov, na obrázkoch sa objavili neuveriteľne podrobne znaky cirkulácie ovzdušia.

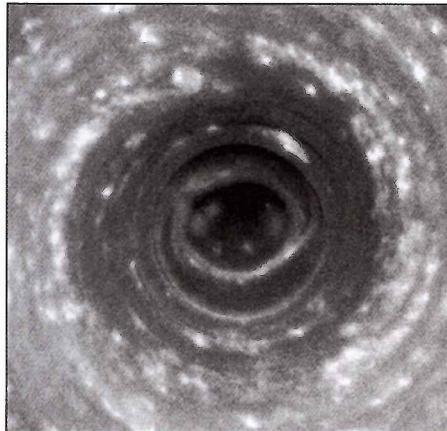
Pri vytváraní týchto modelov vychádzali vedci zo základného predpokladu: Nakolko horúce Jupitery obiehajú okolo materských hviezd po takých tesných obežných dráhach, slapové sily museli spôsobiť, že perióda ich rotácie sa časom vyrovnala perióde obehu okolo hviezdy. Inými slovami, horúce jupitery sa otáčajú okolo svojej osi v rovnakom čase, ako obehnú okolo materskej planéty. Ergo, musia byť k nej privrátené tou istou stranou.

Z tohto predpokladu vyplýva veľa dôležitých detailov. Napríklad nepatrne zmeny v spektriach týchto planét, pohybujúcich sa striedavo za hviezdom i pred ňou, umožňujú vedcom zrekonštruovať premenlivé poveternostné podmienky v rozličných fázach dňa. Keď sa nočná, odvrátená strana, ocitne mimo obrazu a denná sa v ňom objaví, v toku svetla sa prejavujú zmeny. V prípade HD 189733b vedci zo zmien svetelného toku vyčítali, že teplota atmosféry dennej, privrátenej strany, je zhruba o 230 °C vyššia ako teplota nočnej, odvrátenej strany.

Ak týmito údajmi obohatíme známe klima-



Prvá termálna mapa zviditeľňuje teploty na exoplanéte HD 189733b. (Najsvetlejšie miesta sú najhorúcejšie.) Planéta v pasci viazanéj rotácie krúži okolo materskej hviezdy, privrátená k nej vždy tou istou stranou. Na mape jasne vidno, že najhorúcejší bod sa nenachádza uprostred privrátenej strany, ale východne od nej.



Gigantické hurikány, podobné tomuto, ktorý krúži okolo južného pólu Saturna, existujú aj na niektorých exoplanétach.

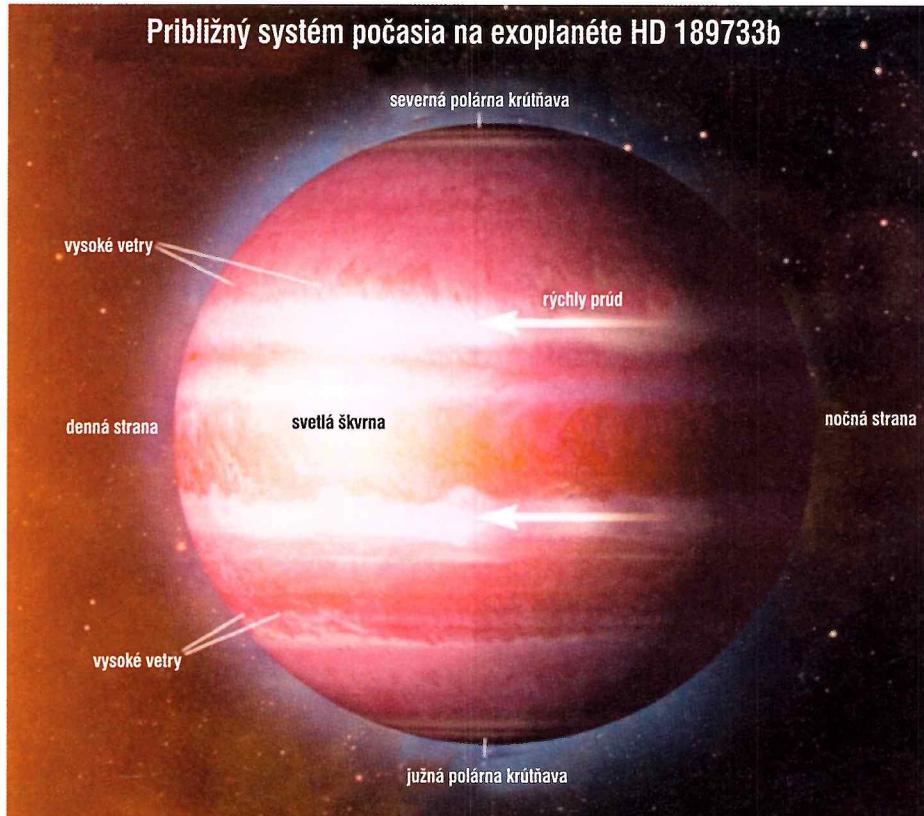
tické modely, simulácie nám prezradia aj špecifické variácie cirkulácie v rozličných výškach atmosféry.

V najvrchnejšej vrstve atmosféry HD 189733b prepravujú vetry teplo z dennej strany exoplanéty na nočnú. V nižších vrstvách atmosféry pozorujeme iný úkaz: 3 až 5 rýchlych prúdov obieha planétu vyššími rýchlosťami ako je hodnota rotácie: od 1 100 až po 13 000 kilometrov za hodinu. Tieto prúdy pripomínajú pásy na našom Jupitieri, ale ich je oveľa menej a sú širšie.

Navýše, simulácie naznačujú výrazné rozdiely poveternostných podmienok v závislosti od planétnej dĺžky a šírky. Na horúcich jupiteroch nevystúpi teplota na privrátených stranach najvyššie na poludnie, ale o niečo neskôr, popoludní. A najnižšie teploty sú na odvrátejnej strane po polnoci, v skorých ranných hodinách. Skoro pre všetky skúmané horúce jupitery platí (aspôdla modelov), že majú na póloch gigantické, permanentné hurikány, podobné polárny huri-kánom na Venuši, Jupitieri či Saturne.

Budúcnosť sa stretne s minulosťou

Predtým, ako sme v 60. rokoch vyslali prvé sondy k Marsu a Venuši, naše znalosti o ich atmosférach boli chabé. Optické snímky pozemských ďalekohľadov nám veľa neprezradili. Viac údajov vyčítali vedci z hodnôt albeda planét,



Vedci dokážu určiť vlastnosti počasia na exoplanétoch tak, že napozorované údaje začlenia do známych klimatických modelov. Na exoplanéte HD 189733b zviditeľnili modely silné vetry vo veľkých výškach, ktoré premiestňujú ohriatú atmosféru okolo planéty. Široké prúdy v nižších vrstvach atmosféry obehnú planétu a sú rýchlejšie ako rotácia planéty.

svetla, ktoré sa odráža od ich atmosféry a povrchu. Zo spektra viditeľného svetla môžu vedci odhadnúť zloženie planetárnych atmosfér, vytvoriť si predstavy o počasií a prostredí.

Nevedom kedy poletia prvé sondy k najbližším exoplanétam. Ich konštruktéri, vzhľadom na údaje, ktoré získavame už teraz, budú v oveľa lepšej situácii ako pionieri medziplanetárnych letov v našej Slnečnej sústave. Napríklad Mars: z marťanských spektier vedci v 60. rokoch vycítali, že jeho atmosféra je neobyčajne riedka a obsahuje nepatrné množstvo vody a kyslíka. Zároveň, vychádzajúc z poznatku, že v atmosfére Zeme je 80 % dusíka, predpokladali, že musí byť nejaký dusík aj v atmosfére Marsu. Pomýlili sa. Už prvé

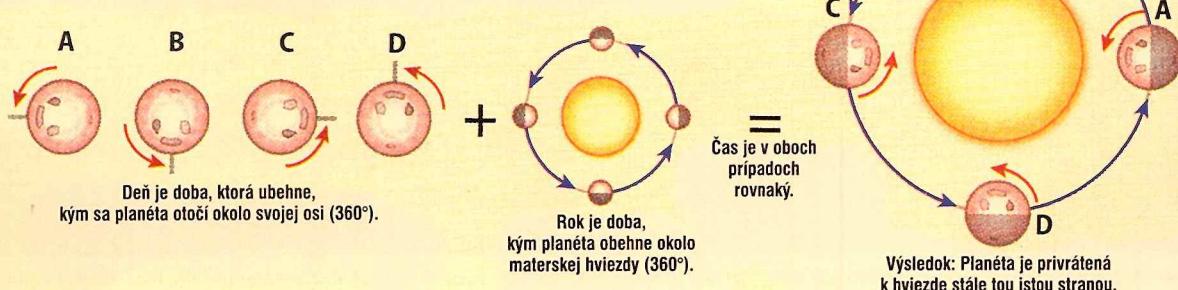
sondy zistili, že v ovzduší Marsu dusíka niesie, že je oveľa redšia, ako sa predpokladalo a skladá sa najmä z oxidu uhličitého, nie z kyslíka.

Podobným omyлом sa nevyhnú ani autori atmosferických modelov na exoplanétoch. V najbližších rokoch sa očakáva objav stoviek tranzitujúcich exoplanét. Do piatich rokov budeme mať v rukách aj údaje o niekoľkých terestrických exoplanétoch, krúžiacich okolo Slnku podobných hviezd a ich atmosférach. V niektorých z atmosfér možno objavia aj kyslík... Čo potom? Význam takéhoto objavu nemožnou jednou vetou ani opísat.

ROBERT ZIMMERMAN
Astronomy 2010/1

Ked' sa deň rovná roku

Planéta vo viazanej rotácii, privŕatená k materskej hviezde
stále tou istou stranou, otáča sa okolo svojej osi.



Záhada starej hviezdy pred rozlúštením

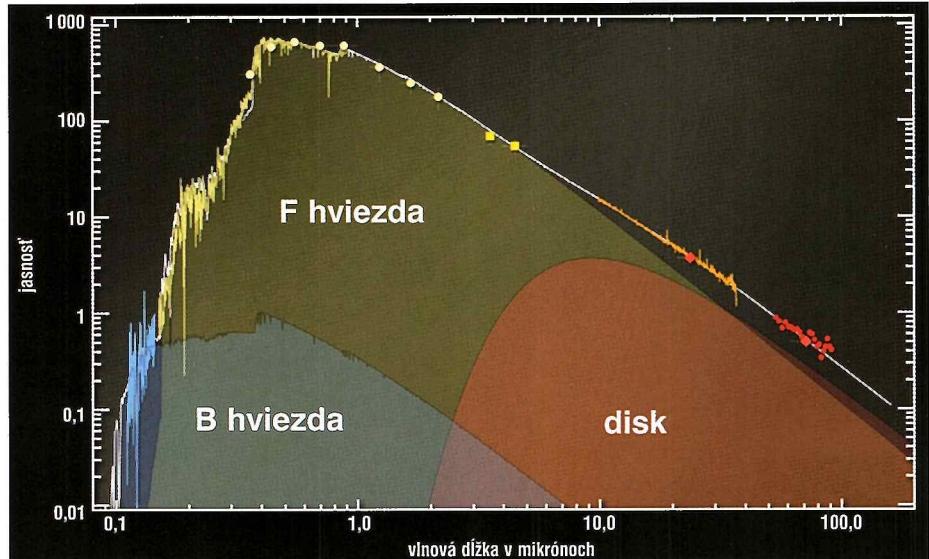
Vyše dvesto rokov pozorujú hvezdári jasné hviezdu Epsilon Aurigae. Sledujú, ako jej jasnosť po celé roky slabne, aby vzápäť opäť zosilnela. Hviezdu Epsilon Aurigae cyklicky každých 27 rokov zatíňuje tmavý spolupútnik, ale o fyzikálnych vlastnostiach oboch zložiek tejto dvojhviezdy sme donedávna veľa nevedeli.

Podľa jednej z teórií je jasná hviezda masívny superobor, okolo ktorého obieha tesná dvojhviezda, ukrytá v prachoplynovom disku. Podľa inej teórie jasná hviezda dospela do záverečnej fázy života, počas ktorej sa zbavuje veľkého množstva hmoty. Okolo jasnej hviezdy krúži menšia hviezda s masívnym diskom, ktorá môže nabaľovať vyvrhnutý materiál veľkej hviezdy. Najnovšie údaje z vesmírneho ďalekohľadu Spitzer, získané v optickej, ultrafialovej a infračervenej oblasti, podporili druhú teóriu.

Na severnej oblohe nájdeme Epsilon Aurigae aj voľným okom. V auguste minulého roka začala jasnosť hviezdy opäť slabnúť. Pokles jasnosti potrvá zhruba dva roky, pričom hodnota jasnosti klesne až na polovicu. Ide o úkaz, ktorý sa pravidelne opakuje každých 27,1 roka.

Astronómovia študujú zákryty v dvojhviezdných systémoch kvôli pochopeniu evolúcie hviezd. Počas zákrytu dokážu získavať nové údaje. V prípade zákrytu systému Epsilon Aurigae neboli vývoj jasnosti v súlade s modelmi.

Zo spektier sa vedci dozvedeli, že superobor typu F, je 20-krát hmotnejší a má 300-krát väčší priemer ako Slnko. Neboli si však načistom, aký



Graf znázorňuje distribúciu svetla z dvojhviezdy Epsilon Aurigae. Modré údaje vyjadrujú pozorovania v UV, žltzo-zelené údaje vo viditeľnom svetle. Modré údaje ukazujú svetlo spolupútnika, hviezdy typu B, žlté údaje svetlo z hlavnej, jasnej hviezdy typu F. Oranžové a jasnožlté údaje ukazujú svetlo z hviezdy F a prachového disku, krúžiaceho okolo hviezdy typu B.

objekt je záhadný spolupútnik. Najprv sa nazdávali, že ide o dve hviezdy typu B zviazané v dvojhviezde a obiehajúce okolo obra v disku. Podľa iných scenárov to mohli byť aj čierne diery či obrie planéty.

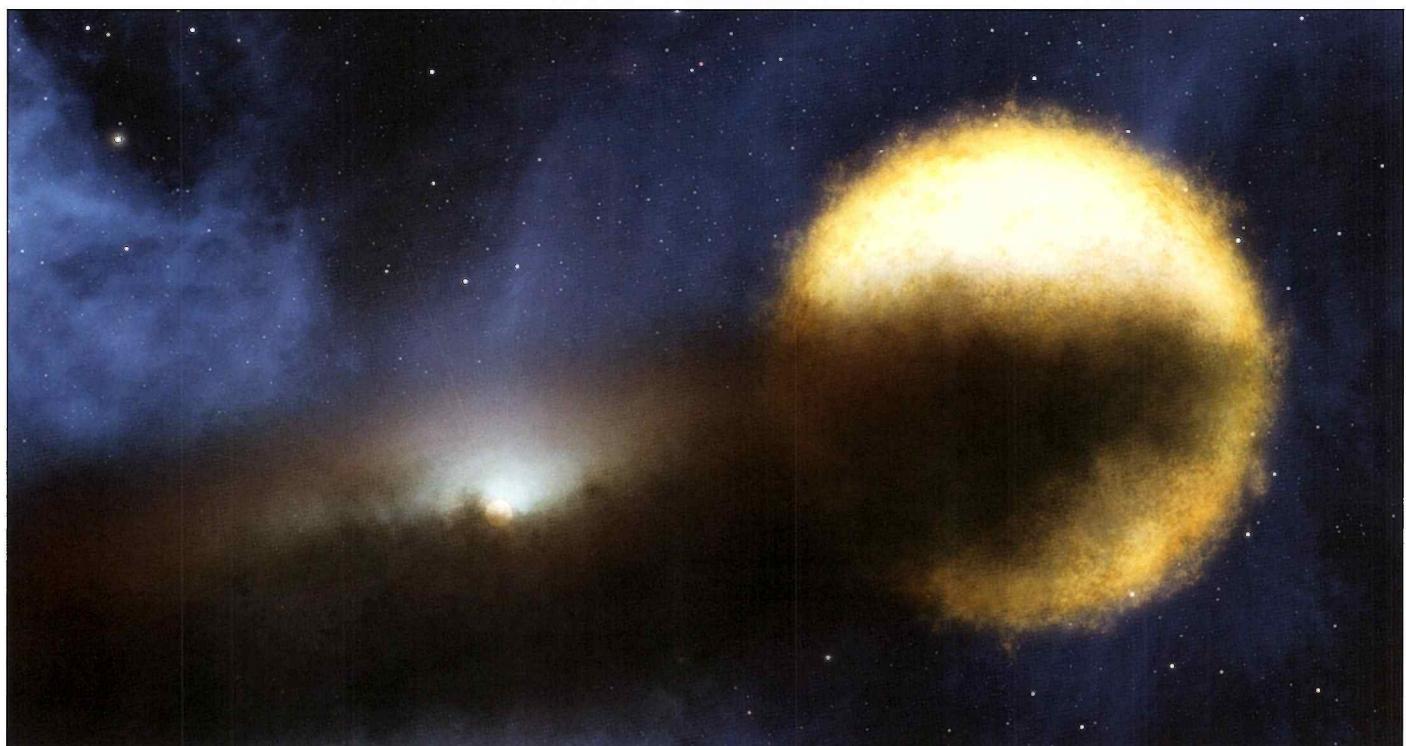
Vesmírny ďalekohľad Spitzer má príliš citlivé prístroje, takže nemôže merať fyzikálne vlastnosti jasnej hviezdy priamo. Vedci znížili citlosť prístrojov a skrátili dobu expozičiu na stotinu sekundy. Rýchlejsiu expozičiu Spitzer nedokáže urobiť. Tak získali v infračervenej oblasti doteraz najúplnejší súbor údajov. Potvrdilo sa, že v disku obieha okolo jasnej hviezdy spolupútnik. Zároveň zistili, že disk netvorí prach s prieme-

rom zlomkov milimetra, ale kamienky pripomínajúce štrky.

Prekvapením boli rozmery disku, ktorého vonkajší okraj sa končí vo vzdialosti 600 miliónov km (4-násobok vzdialenosť Slnko – Zem). Tak sa podarilo vytvoriť model, ktorý vysvetluje všetky záhadu systému: umierajúca hviezda F má nižšiu hmotnosť, ako sa predpokladalo. Nie je to superobor, ale veľká hviezda, ktorá sa zbavuje hmoty. Objekt, ktorý ju periodicky prekrýva, je hviezda B zahalená v masívnom disku.

V najbližších mesiacoch budú vedci merať ďalšie fyzikálne parametre systému.

Spitzer Press Release



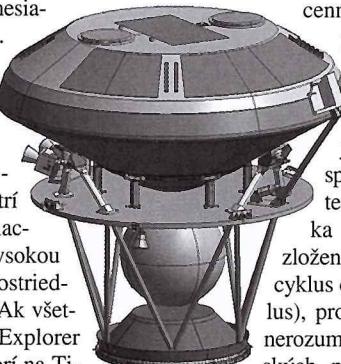
Ilustrácia znázorňuje systém dvojhviezdy Epsilon Aurigae. Vpravo je jasná hviezda typu F, okolo ktorej obieha spolupútnik, hviezda B. Okolo hviezdy typu B krúži masívny disk.

Plavidlo pre jazerá na Titane

Plavidlo by malo preskúmať metánové jazerá na Titane. Prvým bude jedno z najväčších, Ligeia Mare (na obrázku) alebo Kraken Mare, oba na severnej pologuli Saturnovho mesiaca, zahaleného hrdzavou hmlou. Na koncepcii plavidla pracuje už dva roky tím Proxemy Research vo Washingtone. Ob-jednávateľom je NASA.

Misia, ktorej cieľom je do-praviť toto plavidlo na Titan, patrí do programu Discovery. Ide o lacné, relatívne rýchle misie s vysokou návratnosťou vynaložených prostriedkov. (MESSENGER, Kepler). Ak všetko dobre pôjde, Titan Mare Explorer (TiME), sonda prieskumník morí na Ti-tane, by mala byť vypustená v januári 2015. Po nedávnom rozhodnutí prezidenta Obamu, škrtnúť program amerického návratu na Mesiac, by sonda mohla odštartovať už v roku 2013. Na Titane by pristála v roku 2021 alebo 2023. Pred-pokladané náklady: 425 miliónov dolárov, čo je iba jedna sedmina mimoriadne nákladnej sondy Cassini, ktorá stála 3,2 miliardy dolárov.

Jazerá moria a rieky objavila na Titane v roku 2005 sonda Cassini. Vďaka údajom zo sondy,



Plavidlo TiME určené pre výskum jazier na Titane.

získaných počas početných obletov, majú plane-tárni klimatológovia o Titane približnú pred-stavu. Začínajú rozumieť kolobehu uhľovodíkov na Titane, propomíňajúceho kolobeh vody na Ze-mi, metánovej hmle i metánovému daždu.

Plavidlo nebude prvou sondou, ktorá pristála na Titane. Tou bola sonda Huygens, súčasť misie Cassini, ktorá pristala na povrchu Titanu 14. januára 2005. Celé tri hodiny vysielała na Zem cenné vedecké údaje. Sonda bola prispôsobená pristátiu na pevnine i na vode. Pristála na pevnine.

Na plavidle bude celá ple-jáda prístrojov: hmotnostný spektrometer, sonar, kamery a me-teorologické prístroje. TiME získa presné údaje o chemickom zložení jazier na Titane, zmonitruje cyklus etánu a metánu (metánový cyklus), proces, ktorému ešte vedci príliš nerozumejú. Sonar, tak ako na pozem-ských plavidlach, bude merať hĺbku jazier i profil dna jazier na Titane.

Nakolko je Titan obalený hustou atmosférou, ponorený do šera, bude mať plavidlo výkonný zdroj energie: Advances Stirling Radioisotope Generator. Tento typ pohonu (nazvaný po vynálezcom Roberovi Stirlingovi) využívajú rádioaktívny zdroj, napríklad plutónium, ktoré bude zohrievať plyn v jednej komore. Počas cirkulácie do chlad-nejších komôr sa plyn premení na mechanickú energiu s vysokou účinnosťou. Tak sa získa ener-



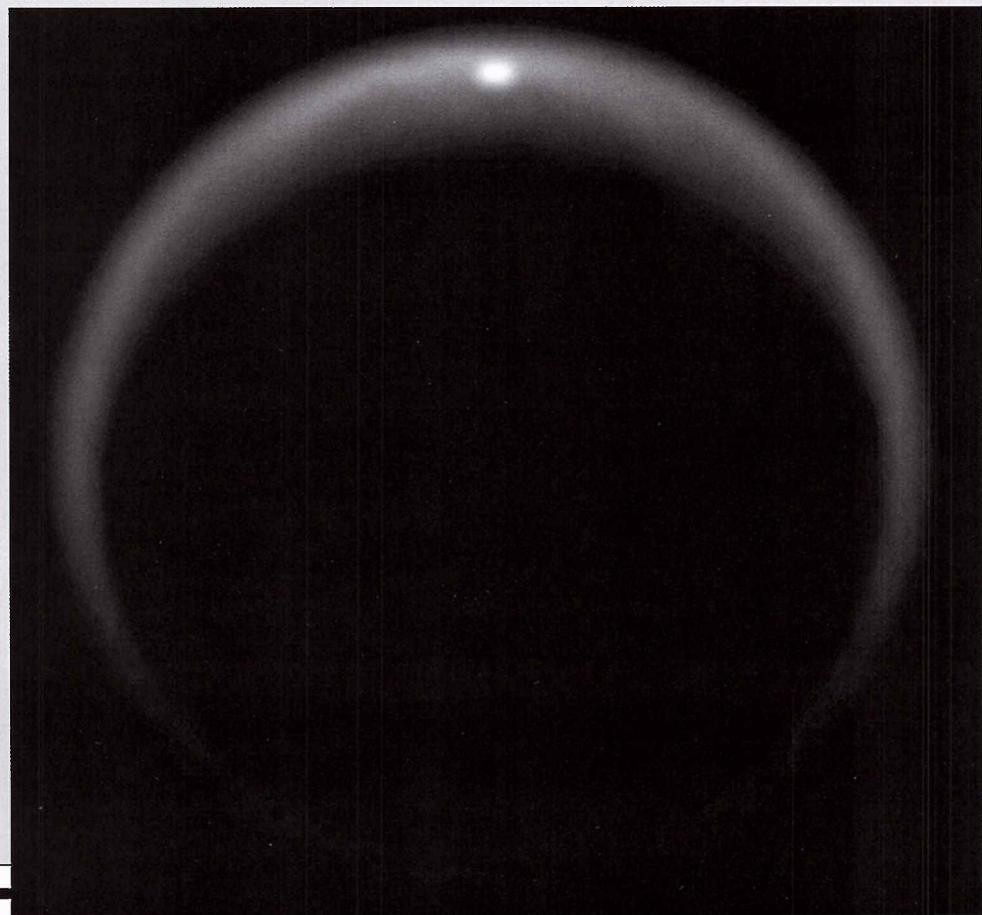
Na fotografii zo sondy Cassini vidíte metánové jazero Ligeia Mare, na ktorom o 10 až 12 rokov pristane sonda s plavidlom. Jazero je také veľké ako Kaspičké more. Uhľovodíky metán a etán aj ich zmesi existujú aj na povrchu Titanu pri teplote -179°C v tekutom skupenstve.

gia pre vedecké prístroje, prístroje zabezpečujúce spojenie so Zemou i silné reflektory.

Plavidlo sa dokáže pohybovať na hladine každej tekutiny. Prispôsobené modely TiME poletia neskôr aj na Jupiterov mesiac Europa a Sa-turnov Enceladus, kde sú pod ľadovou kôrou oceány vody. Kým tieto misie odštartujú, vedci budú musieť vyvinúť ľadového krty, čo vyvráta do ľadu tunel, ktorým sa miniatúrne ponorky spustia do oceánu a prostredníctvom kábla budú vysielať do materskej sondy namerané údaje.

Na projekte TiME sa zúčastní aj Európska ves-mírna agentúra (ESA). **NASA Press Release**

Odraz slnečného svetla z hladiny jazera na Titane



Odraz svetla z povrchu jazera zachytil začiatkom júla 2008 optický a infračervený spektrometer VIMS na sonda Cassini. Snímka dokazuje existenciu jazera naplneného tekutinou na severnej pologuli mesiaca, kde sa nachádza viac a väčších jazier ako na južnej pologuli. Práve tam objavili aj Ontario Lacus, naj-väčšie z doteraz objavených jazier.

Severná pologuľa bola celých 15 rokov ponorená do tmy. Slnko sa tam za-čalo vracať až po jarnej rovnodenosti v auguste 2009. Hustá atmosféra Titanu, plná sadzí uhľovodíkov, absorbuje veľa vlnových dĺžok svetla, najmä v optickej oblasti. Táto snímka bola exponovaná na vlnových dĺžkach 5 mikrónov.

Skombinovaním najnovších fotografií s radarovými a infračervenými snímkami z rokov 2006 a 2008 dokázali vedci zachytiť odraz z južnej strany jazera Kraken Mare, ktorého povrch je 400 000 štvorcových kilometrov. Jazero sa roz-prestiera okolo priesecníka 71° severnej šírky a 337° západnej dĺžky.

Sonda exponovala snímku počas 59. obletu Titana zo vzdialenosťi 200 000 kilometrov. Rozlíšenie: 100 kilometrov na pixel.

Cassini Press Release

Titan: zvláštny nový svet

Sonda Cassini krúži v systéme Saturna už päť rokov. Jedným z hlavných cieľov misie je prieskum Titanu, druhého najväčšieho mesiaca našej Slnečnej sústavy. Sonda pod jeho hustou atmosférou objavila pohoria, jazerá, korytá riek, duny... Prvá mapa Titanu je skoro kompletnejší. A ďalšie senzačné objavy ešte len prídu. Misiu sondy Cassini asi predĺžia o šesť rokov.

Titan sa nedá skúmať zo sond optickými ďalekohľadmi. Má príliš hustú atmosféru. Vďaka prístrojom na dvojsonde Cassini/Huygens skúmajú vedci tajomný svet hrdzavého mesiaca radarom a prístrojmi určenými na blízku infračervenú oblasť. Počas 60 blízkych obletov získali vedci údaje, ktoré postatne zmenili ich pôvodné predstavy.

Dunové polia

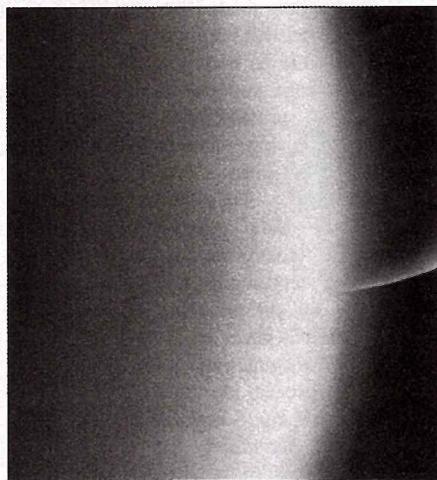
Už počas prvých obletov zaznamenali prístroje sondy, optický a infračervený spektrometer (VIMS) a špeciálne kamery ISS veľké tmavé oblasti. Na podrobnejších snímkach radaru sa v týchto oblastiach objavili polia pozdĺžnych dún. Po piatich rokoch sa ukázalo, že duny pokrývajú až štvrtinu povrchu Titanu. (Na Zemi pokrývajú duny 5 % pevniny.)

Duny na Titane formujú pravidelné vetry.

Atmosféra Titanu je 1,5-krát hustejšia ako atmosféra Zeme na úrovni morskej hladiny. Studené prúdy ovzdušia (-179°C) obiehajú mesiac ako slapové vlny. Tvary a orientácia dún naznačujú, že vetry fúkajú zo západu na východ. Do konca roku 2009 zmapovali prístroje Cassini 16 000 dún.

Najväčšie dunové polia majú priemer 3000 kilometrov. Hrebeňe najvyšších dosahujú 150 metrov.

Radarová snímka oblasti pokrytej horizontálnymi dunami (225×636 km) severne od rovnika Titanu. Duny tvorí tmavý, organický materiál. Biele škvŕny sú vyššie položené miesta, odkiaľ vetry materiál tvoriaci duny vymetajú.



Titan (v popredí) prekrýva väčšinu Saturnu. Všimnite si zahmlnený, akoby rozostený okraj mesiaca. Ide o reálnu snímku mohutnej atmosféry.

Tvoria ich kryštáliky ľadu premiešané s organickou hmotou, ktorá sa znáša z atmosféry. Organická hmota dominuje, preto sú duny tmavé.

Z radarových snímkov vedci vyčítali, ako sa tento materiál správa. Radarové vlny ohmatávajúce povrch merajú „dialektrickú konštantu“, údaj, z ktorého sa dá odvodíť tvar a zloženie materiálu. Vieme, že duny tvorí najmä jemnozrnný organický materiál. Tento materiál, produkt interakcií slnečného žiarenia a metánu v atmosfére Titanu, sneží a ukladá sa na jeho povrchu.

Duny z takého materiálu sa tvoria iba v suchom prostredí, ktoré formujú pravidelné vetry. Nad 60° severnej a južnej šírky nijaké duny nie sú. Prečo sa nevyskytujú aj v polárnych oblastiach? To nie je jasné. Vedci však predpokladajú, že to súvisí s intenzívnejším vyparovaním okolo pôlov, kde sonda objavila veľa veľkých jazier.

Dynamická atmosféra

Atmosféra Titanu je veľmi dynamická. Ničím nepripomína modely jednoduchej atmosféry, ktoré vedci vyhotovili pred vypustením sondy. Je pozoruhodné, že hoci väčšina atmosféry tvorí dusík, počasie a chemické procesy ovplyvňuje najmä metán. Slnečné žiarenie však metán rýchle rozkladá, takže nemeniaci sa podiel metánu môže vysvetliť iba jeho zatial neznámy zdroj.

Jonathan Lunin z Lunar and Planetary Laboratory (Arizona) študuje evolúciu Titanu so zvláštnym zreteľom na metán. Dospel k názoru, že metán do atmosféry mesiaca prenikal počas troch vývojových epoch.

Počas prvej epochy, keď mesiac nabaľoval hmotu zo slnečnej hmloviny, sformovalo sa tvrdé jadro, pokryté pláštom vody. Povrch oceánu pokrývala ľadová kôra. V tomto období, ktoré trvalo niekoľko miliónov rokov, teplo uvoľnené geologickými procesmi i rozpadom rádioaktívnych prvkov v jadre, roztažalo ľad a uvoľňovalo metán.

Druhá epocha začala pred dvoma miliardami rokov, keď sa v kremíkovom jadre Titanu rozhýbali konvekčné prúdy, vynášajúce teplo z hlbín bližšie k povrchu. Kôra sa nadobro roztopila, prílev metánu do atmosféry sa zvýšil. Čapok zmiešaný s vodným ľadom udržal vodu v teku- tom stave aj na nízkej teplote.

V poslednej epoce obaľovala Titan atmosféra bohatá na metán. V období medzi 1,5 až 1 miliardou rokov sa Titan ochladil natoliko, že sa vrstvy vodného ľadu sformovali pod kôrou klatrátorov (ide o štruktúry metánu, ktoré sa ukladajú aj na dne pozemských oceánov). Chladnúca kôra bola čoraz hrubšia, takže konvekcia začala fungovať aj v nej.

Z hlbín stúpajúce bubliny teplejšieho materiálu uvoľňovali metán z klatrátorov. Tepelné podmienky sa zmenili. Na povrchu Titanu sa objavili mohutné gejzíry metánu, ktorý sa okolo nich ukladal. (Uvoľňovanie veľkého množstva metánu z mohutných ložísk klatrátorov v pozemských oceánoch môže podľa istých prognóz urýchliť oteplovanie zemskej atmosféry a následne aj vody v oceánoch.)

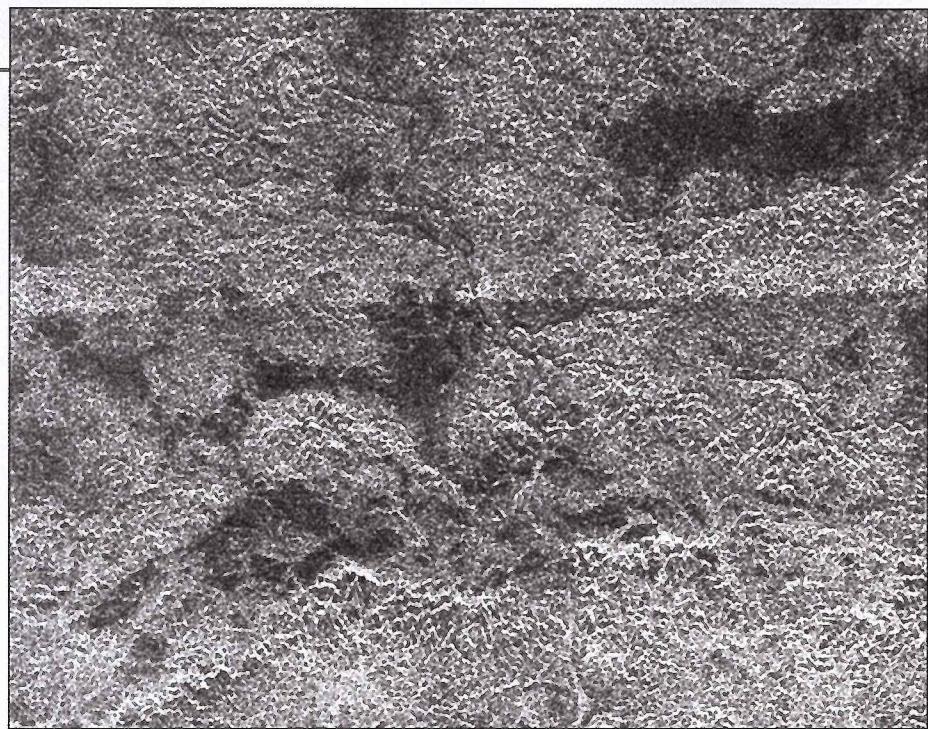
Pohoria na Titane

Ak metán naozaj z vnútra Titanu uniká, mal by sme tieto gejzíry alebo sopúchy vidieť. Ro-

Oblasť okolo južného pólu Titanu (270×620 km). Na povrchu sú jasne viditeľné klukaté korytá vytvorené prúdom tekutiny.



Časť oblasti Xanadu (124×200 km) s rôznorodým terénom. Na snímke vidíme hory, neúplný oblúk impaktného krátera i sieť korýt, odvádzajúcich tekutý metán po daždoch.



Xanadu je náhorná planina, veľká ako Austrália. Radarový mapovač na sonda Cassini zachytíl v tomto prípade jej južnú časť s oblasťou Hotei Arcus, kde sa našli príznaky kryovulkanizmu. Zmapovaný pás má dĺžku 3450 kilometrov.

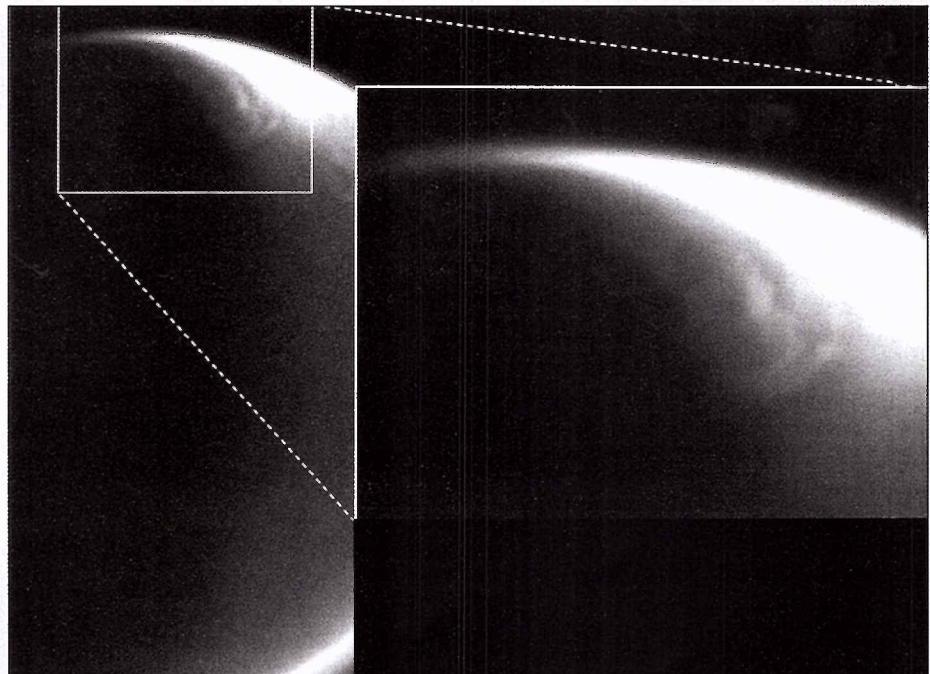
saly Lopezová z NASA ich objavila. Študovala niekoľko potenciálne vulkanických oblastí. Najviac ju zaujala formácia Hotei Arcus, súčasť oblasti Hotei Regio. V rokoch 2005 a 2006 preletela sonda Cassini nad touto oblasťou tri razy.

Spektrometer VIMS rozlíšil premeny jasnosti v dvoch hornatých oblastiach (Hotei Regio a západná Xanadu) presne tam, kde radar zviditeľnil morfológie terénu, pripomínajúce kryovulkanizmus (superchladná sopečná aktivita). Porovnávaním snímkov z troch oblotov zistili, že sa tmavé plochy v týchto oblastiach zväčšujú.

Oblasť Hotei skúmal aj Randal Kirk z U.S. Geological Survey vo Flagstaffe (Arizona). Kirk príliš nedôveruje údajom z VIMS, ale aj on si myslí, že Hotei je vulkanická oblasť. Na radarových snímkach rozlíšil laloky a spletenie príznačné pre lávotoky, alebo stuhnuté prúdy iných riedkych materiálov. Iní geológovia sa nazdávajú, že ide o usadeniny, naplavené z koryt ústiacich do oblasti Hotei.

Po vyhodnotení ďalšej sérii radarových snímkov vyhotobil Kirkov tím sterosnímku celej oblasti. Zistili, že hrúbka skúmaného materiálu dosahuje 100 až 200 metrov, pričom „usadeniny“ sa rozprestierajú vysoko nad ústiami korýt. Teda: tmavé oblasti Hotei nie sú usadeninami.

Kirk objavil aj ďalšie oblasti s možným kryovulkanizmom. Niekoľko z nich v útvoroch, pripomínajúcich kaldery, vulkanické krátery, z ktorých sa kľukatia svetlé prúdy čohosi, čo sa podobá na kremičité lávy.



Oblačnosť nad južným pólem Titanu na sklonku roku 2006. Z týchto oblakov padá metánový dážď, ktorý napína početné jazerá.

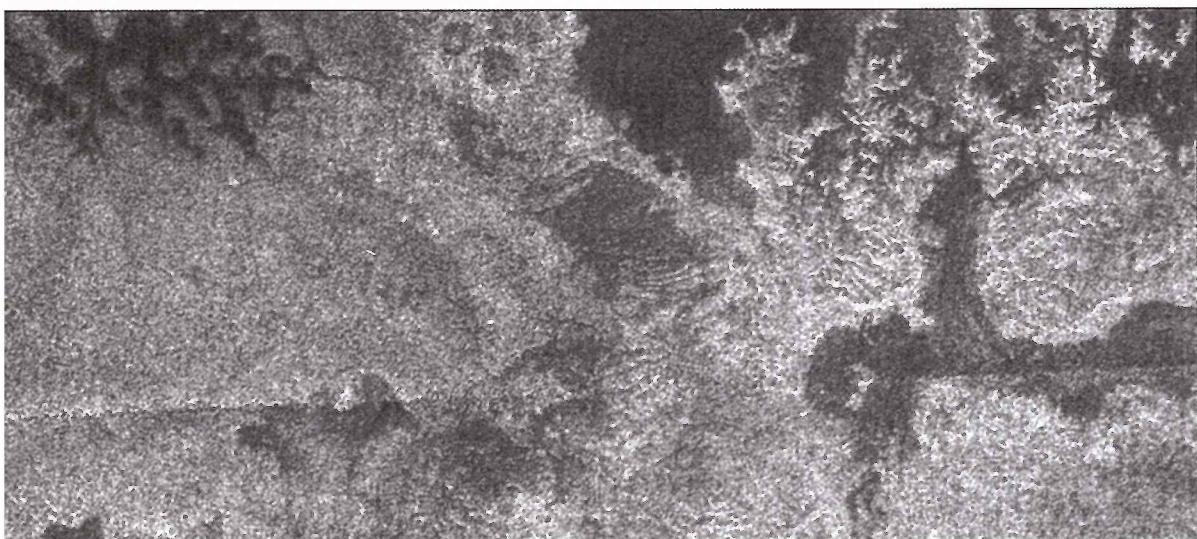


Rovnaké spektrum ako z Hotei Regio získali vedci aj z oblasti Tui Regio. Aj v tých zviditeľnil radar záhadné toky. Sú však príliš rozptýlené, doširoka roziliate. Čažko určiť, či ide o vulkanický, alebo naplavený materiál. Skeptici namietajú, že ide skôr o výtvory tektonických procesov.

Na Titane sú aj iné pohoria, ktoré nedajú geológom spávať. Sú celkom iné ako na ostatných veľkých mesiacoch. Na Ganymede a Calliste dominujú impaktné krátery. Vedci predpokladali, že aj na Titane nájdú aspoň oblúky okrajových hrebeňov týchto kráterov, či výrazné pahorky v ich strede. Podozrivé štruktúry však nemusia byť zvyšky impaktov. Na Titane dominujú paralelné hrebene a osamelé vrcholy. Vytvorili ich mohli štyri horotvorné procesy:

1. **Tlak:** dve kryhy kôry na seba narazili a začali sa oproti sebe dvíhať.
2. **Vzdälovanie:** dve kryhy kôry sa od seba oddeľili. Jedna zotrvala na mieste, druhá poklesla, a tak sa sformoval „graben“, hrebeň týciaci sa nad poklesnutým terénom.
3. Hory sú hromadami veľkým impaktom vyvrhnutého materiálu.
4. **Erózia,** ktorá ohlodala pôvodnú planinu. Ušetrila iba plochu uprostred, ktorá sa vypína nad terénom ako stolová hora, mesa.

Niektoré, ba možno všetky tieto procesy prebiehajú aj dnes. Napríklad dlhánske hrebene, tahajúce sa zo západu na východ (podobne ako duny) vytvorili asi procesy tlaku. Takých je najviac. Ojedinelé sú horstvá, tahajúce sa pozdiž poludníkov. Je ich iba niekoľko: napríklad 120 metrov dlhý hrebeň, ktorého prvý vrchol je v strede kráteru Sinlap. Iné pohoria vyzerajú tak, ako by na pevnom povrchu stuhli obrovské hrudy plastického materiálu vyvrhnutého impaktom. Z výpočtov vyplýva, že v hustej atmosfére a v podmienkach slabej gravitácie sa vyvrhnutý materiál môhol zachovať v relatívne pôvodnom stave.



V jazerach na Titane (tmavé plochy) je miesto vody metán a etán. Snímka pokrýva oblasť 310×100 kilometrov.

tane vedia vedci už 40 rokov. Názory na to, ako celý systém funguje, sa však zásadne menili: po oblete sondy Voyager prevládal názor, že na Titane je globálny oceán. Prvé údaje z Cassini nasvedčovali tomu, že jeho povrch je suchý. Názory sa ustálili až po roku 2007, keď sonda Cassini začala križovať polárné oblasti. Na snímkach sa objavili metánové a etánové jazerá.

Ladové pohoria na Titane sú nízke a majú mierne svahy. S výškami 120 až 1 000 metrov. Prečo nie sú vyššie? Možno preto, lebo sú staré, obrúsené eróziou. Možné je však aj to, že teplejšie vrstvy ľadu v podloži nie sú dostatočne pevným základom a horstvá sa do nich prepadačú. Miera erózie závisí od množstva prímesí vo vodnom ľade, tvoriacom povrch.

Pohoria na Titane nie sú zvrásnené ako na iných telesách. Odlišujú sa aj od horstiev na Venuši, poskladaných do pokrútených záhybov. Priopínajú však hory na Zemi, erodované tečúcou vodou.

V južných oblastiach je terén zbrázdený početnými korytami a kanálmi. Niektoré majú hĺbkou kaňonov so strmými stenami. Rozdiely v hĺbke spôsobuje odlišnosť povrchových materiálov.

Jazerá, rieky a dážď

Systém riečnych koryt je záhadou: bez ohľadu na bohatosť metánovej oblačnosti a korytami zbrázdené pláne, sú dažde na Titane vzácnejšie ako na Zemi. Vedci objavili aj niekolko paradoxov. Najsuchšie sú oblasti okolo rovníka. Tam sa vyskytuje aj najviac púští s extrémne nízkymi zrážkami. Ale ak sa raz rozprší, dážď má podobu lejakov spôsobujúcich záplavy. Zatiaľ nevedno, či ide o sezónne zrážky, alebo o cyklus, ktorý ešte nepoznáme. Metánová vlhkosť atmosféry dosahuje (podľa meraní sondy Huygens) 45 %, čo by na Zemi generovalo časte a silné lejaky. Slabučké slnečné žiarenie nedokáže však na Titane premiestňovať vlhké balíky ovzdušia a generovať hurikány. Kým sa vytvorí mohutnejší oblačný systém, musí sa vlhkosť kumulovať dlhý čas. Nad rovníkom sa oblaky v podstate nevytvárajú.

Napriek tomu aj nad rovníkom občas prší. Je záhadou, ako sa tekutý metán nad rovník preniesť. Vedci zvažujú dva mechanizmy.

Bud' ide o metán, vyparujúci sa z jazier okolo polovíc. Kvôli slabému slnečnému motoru môže premiestňovanie k rovníku trvať aj stovky rokov.

Druhým zdrojom môžu byť bazény tekutého metánu pod povrchom. Výkyvy osi Titanu, generované gravitáciou Saturnu, môžu v nádrž-

žiach vyvolávať mohutné vzduitia, ktorých tlak vytlačí metán na povrch.

Na Zemi podobne pôsobí Milankovičov efekt. Meniaci sa sklon zemskej osi, excentricita a precesia majú významný vplyv na dlhodobé zmeny klímy. Vzhľadom na dynamiku pohybu Titanu okolo Saturna, všetky sezóny sa vystriedajú raz za 50 000 rokov! Teraz na južnej pologuli vrcholí leto, o 50 tisícročí tam zavľadne najkrutejšia zima. Lunin sa nazdáva, že vďaka týmto zmenám bývajú niekedy aj rovníkové oblasti vlhšie. Neverí však, že prietriež mračien nad rovníkom sú sezónne. Majú oveľa dlhšiu periodicitu.

V roku 2008 zaskočila vedcov bûrková oblačnosť nad rovníkom, ktorá sa neskôr rozptýlila smerom na juh. Tento úkaz je možno zriedkavý, ale svedčí o tom, že Titan ešte skrýva veľa prekvapení.

Titan je okrem Zeme jediným telesom v našej Slnečnej sústave s aktívnym cyklom kolobehu látok v tekutom skupenstve, vrátane vyparovania z riek a jazier a dažďov. Korytá riek ústia do jazier, čo do veľkosti priopínajúcich veľké jazerá na rozhraní Kanady a USA.

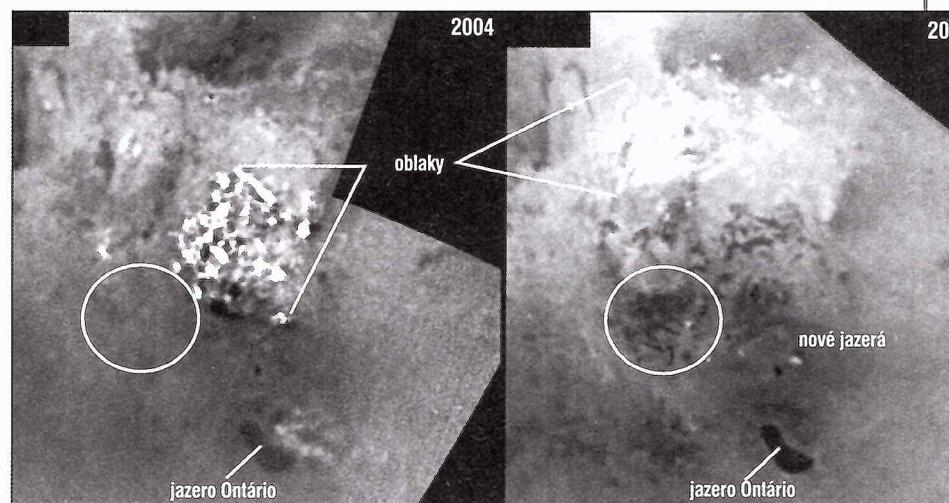
O prítomnosti tekutého metánu a etánu na Ti-

Dnes vieme, že polárne oblasti oplachujú sezónne dažde. Metán, v plynnej i tekutej forme, je základnou prísadou klímy. Klíma na Titane sa však odlišuje od klímy na Zemi. A s klímom na Venuši či Marse ju vôbec nemožno porovnať. V ďalekej budúcnosti, keď sa Slnko začne rozpínať a začnú sa vyparovovať oceány, pozemská klíma sa začne podobať tej na Titane. Okolo rovníkov budú polia dún, voda sa zachová iba v polárnych oblastiach.

Misia Cassini sa mala pôvodne skončiť v roku 2010. Vedci dôľaďajú, že dostanú prostriedky na jej predĺženie do roku 2017. V tom čase by sonda dovršila stý blízky oblet Titanu. Údaje, nazhromaždené počas siedmich rokov, by pokryli všetky sezóny. Kompletnejšie by boli aj mapy povrchu, ktorý sa počas sezón mení.

Ďaleké svety ľudí odjakživa inšpirovali. Vedci pomenúvajú útvary na Titane s fantáziou: Kalseru, Antillia, Šangri La. Prieskumníci Titanu sa však ešte nenarodili. Ak sa Zem vyhne všetkým hroziacim krízam, prvá loď s ľudskou posádkou pristane na Titane niekedy koncom budúceho storočia.

MICHAEL CARROLL, Astronomy



Bûrková oblačnosť nad južným pólem Titanu. Zdroj tekutého metánu pre jazerá. Porovnajte dve snímky sondy Cassini, ktoré delí jeden rok. Tmavé oblasti, jazerá, sa vytvorili daleko od oblačnosti. Tekutý metán do nich stiekol korytami riek.



Medzinárodný rok astronómie (IYA) 2009 na Slovensku

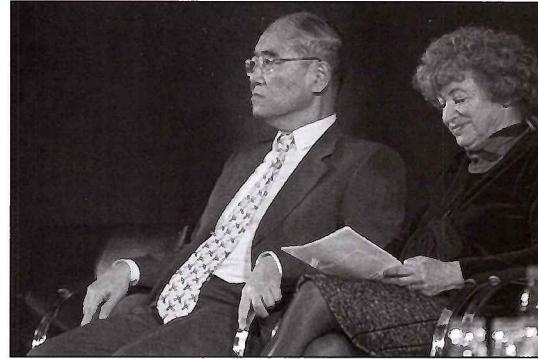
Astronómia je najstaršia vedná disciplína a bezpochyby mala aj najväčší vplyv na vývoj racionálneho pohľadu človeka na svet. Medzinárodný rok astronómie 2009 bol jedným z najvýznamnejších podujatí v oblasti popularizácie vedy v posledných rokoch. Myšlienka Medzinárodného roku astronómie sa zrodila v roku 2003. Vtedajší preident IAU prof. Franco Pacini na Valnom zhromaždení IAU v Sydney navrhol, aby sa ním stal rok 2009, keď uplynie 400 rokov od prvého astronomického pozorovania dalekohľadom, uskutočneného Galileom Galileim. Zámer podporilo UNESCO a OSN a privítali ju aj profesionálni a amatérski astronómovia na celom svete. Ústredná téma IYA 2009 – Vesmír, objavuj ho pre seba – mala podniesť ľudí na celom svete, aby si uvedomili svoje miesto vo vesmíre prostredníctvom pozorovania dennej i nočnej oblohy a naplno tak prežívali aj dobrodružstvo jeho objavovania. Do organizácie podujatia sa zapojilo 148 krajín, 40 organizácií a 33 pridružených organizácií. V rámci IYA sa riešilo 12 kľúčových projektov a 16 špeciálnych projektov. Na zabezpečenie organizačných akcií sa zriadiло 11 špeciálnych pracovných skupín. Do akcie sa zapojilo 22 mediálnych partnerov. Finančne ju podporili: Thales Alenia Space, Celestron, filantrop Mani Bhaumik, americký fyzik indického pôvodu, a ďalší sponzori. V jednotlivých krajinách prispeli finančnou podporou vlády, vládne aj nevládne organizácie a grantové agentúry. Organizáciu podujatia mal na starosti sekretariát IYA v Garchingu, ktorý riadil činnosť v jednotlivých

krajinách prostredníctvom kontaktných osôb, SPoC-ov (Single Point of Contact), zastupujúcich jednotlivé krajinu. Koordinácia akcií sa uskutočňovala prostredníctvom e-mailov, pravidelne doručovaných SPoCom, a webovej stránky <http://www.astronomy2009.org/>. Vlastné webové stránky k IYA 2009 si zriadilo 111 krajín, vrátane našej.

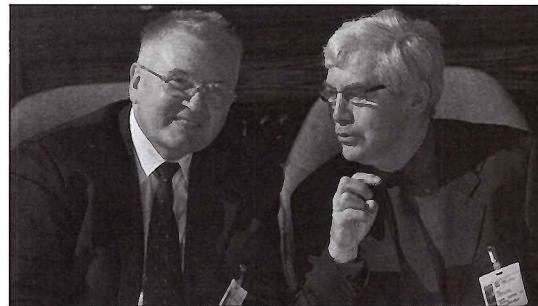
Zorganizovanie a financovanie IYA 2009 na Slovensku

V novembri 2006 ma Slovenský národný komitét astronomický pre IAU poveril byť SPoCom Slovenska. V septembri 2007 bol na 15. zjazde Slovenskej astronomickej spoločnosti (SAS) pri SAV ustanovený 20-členný Slovenský koordinačný výbor (SKV) IYA 2009, v ktorom sú zastúpení pracovníci Astronomického ústavu (AsÚ) SAV, Komenského univerzity v Bratislave, Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, SAS, Slovenského zväzu astronómov amatérov (SZAA), regionálnych hvezdárni a planetárií.

SKV ma poveril získaním finančných prostriedkov na zabezpečenie akcií IYA na Slovensku formou grantov a sponzoringu. V novembri 2007 som podal v rámci výzvy LPP grantovej agentúry APVV projekt *Medzinárodný rok astronómie 2009*, ktorého spolurozhodcovia boli všetci členovia SKV. Projekt vo výške 2 miliónov Sk na finančné zabezpečenie domáčich aktivít IYA 2009 (Medzinárodného roku astronómie) a aktívnu reprezentáciu Slovenska na stretnutiach k IYA v zahraničí



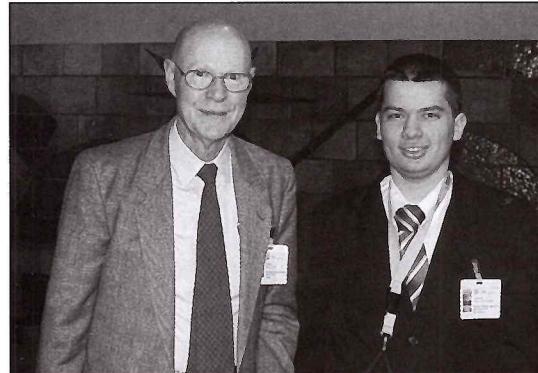
Otvorenie IYA 2009, Paríž: Generálny riaditeľ UNESCO Koichiro Matsuura a prezidentka IAU Dr. Catherine Cesarska.



Paríž: SPoC Slovenska RNDr. D. Chochol, DrSc. a predsedca organizačného výboru IYA Českej republiky RNDr. J. Grygar, CSc.



Paríž: D. Chochol s prof. Jocelyn Bellovou-Burnellou, objaviteľkou pulzarov.



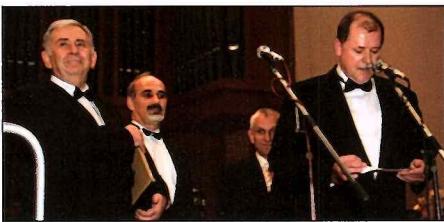
Paríž: Študent Lubomír Urbančok s prof. R. Wilsonom, objaviteľom reliktového žiarenia.



Expozičná budova UNESCO v Paríži pri slávnostnom celosvetovom otvorení Medzinárodného roku astronómie v dňoch 15. – 16. januára 2009.



Paríž: Pohľad na predsednícky stôl počas otvorenia IYA 2009 15. 1. 2009.



IYA 2009 na Slovensku slávnostne otvoril 15. 1. 2009 na koncerte v Košiciach predseda SAV prof. Štefan Luby.



Mapa svetelného znečistenia Európy obliehaná školákmi.



Exteriérová výstava Vesmír – dobrodružstvo objavov v Košiciach.



Účastníci učitelského seminára v Staréj Lesnej.

nezískal podporu grantovej agentúry APVV. V lete 2008 som za podpory SAS a v spolupráci s Bc. Petrom Kráčalíkom z Astronomickej klubu v Bratislave zriadiť slovenskú webovú stránku k IYA: <http://astronomia2009.vesmir.sk>, kde možno nájsť plné znenie projektu, posudky oponentov a môj komentár k zamietnutiu projektu (časť Finančné zabezpečenie). Projekt LPP bol zameraný najmä na podporu mládeže. Aby ani staršia generácia nebola ukrátená, podal som vo februári 2008 v spolupráci s Veľkou Britániou, Gréckom a Poľskom európsky projekt *Aurora Polaris* (Poľárna žiara) v rámci programu celoživotného vzdelenávia GRUNDTVIG. Projekt podporila EÚ sumou 18 000 eur pre Slovensko, ďalších 3 000 eur poskytla SAV, ktorá uhradila aj náklady spojené s mojou účasťou na slávnostnom otvorení IYA v Paríži v januári 2009 a spolu so Slovenským výborom UNESCO na záverečnom ceremoniáli IYA v Padove v januári 2010. Kedže sa výzva na podporu podujatí IYA formou sponzoringu, zverejnená na slovenskej webovej stránke, nestrela s ohlasom, obrátil som sa na vedúcich LPP APVV grantov, schválených vo výzve z roku

2007, o pomoc pri zabezpečovaní niektorých akcií IYA z ich grantov. Ďalšie akcie sa zabezpečovali z finančných prostriedkov hvezdárni, planetárií, SAS a SZAA.

Globálne klúčové projekty IYA a ich realizácia na Slovensku

Všetky astronomické inštitúcie na Slovensku v spolupráci so SAS a SZAA sa zapojili do klúčového projektu *100 hodín astronómie*, ktorý sa uskutočnil v dňoch 2. – 5. apríla 2009.

Jeho hlavným cieľom bolo umožniť širokej verejnosti pozorovanie dalekohľadom. Na Slovensku bolo jasno, Mesiac bol 2. apríla v prvej štvrti, takže bol veľmi vhodným objektom na večerné pozorovanie. Z planét bol v noci dobre viditeľný Saturn, obklopený prstencom, a jeho mesiaciky. Otvorené a guľové hviezdkopy, svietiace hmloviny a galaxie vhodne doplnili program nočných pozorovaní. V dňoch 3. – 4. apríla 2009 sa od 9.00 UT prostredníctvom televízie Ustream uskutočnilo 24-hodinové webové vysielanie *Okolo sveta s 80 dalekohľadmi*, zahrnujúce nielen informácie o pozemských a družicových observatóriach, ale aj živé vstupy z týchto observatórií a riadiacich centier. Astronómovia informovali verejnosť o prebiehajúcich pozorovaniach vesmírnych objektov, ale aj o najnovších astronomických objavoch, najmä tých, na ktorých sa podieľali. Návštěvníci Astronomickej ústavu SAV v Staréj Lesnej a jeho observatórií sledovali toto vysielanie na televíznych obrazovkách vo vestibule, vo večerných hodinách pozorovali objekty nočnej oblohy prenosnými dalekohľadmi a v sobotu 4. apríla mali možnosť využiť deň otvorených dverí na observatóriach na Skalnatom Plese a Lomnickom štítu. Počas akcie dostali zdarma pohľadnice astronomických objektov vydané v rámci projektu APVV *Stretnutia s vesmírom* (vedúci RNDr. V. Rušin, DrSc.). Akciu podporil aj projekt APVV *Astronómia – veda pre učiteľov a žiakov* (vedúci RNDr. A. Kučera, CSc.). Vzhľadom na veľký úspech akcie navrhla IAU uskutočniť ďalší klúčový projekt, venovaný astronomickým pozorovaniam pre verejnosť – *Galileove noci*. Uskutočnil sa v dňoch 22. – 24. októbra 2009. Kedže počasie na Slovensku bolo počas tejto akcie nepriaznivé, návštěvníci astronomických zariadení využili náhradný program, pozostávajúci z astronomických prednášok.

V rámci klúčového projektu *Galileoskop* vyvinul Národný uzol IYA 2009 v USA jednoduchý, lacný, ľahko zmontovateľný a ľahko použiteľný dalekohľad, ktorý sa od júna 2009 distribuoval miliónom záujemcov na celom svete. Pre Slovensko sme objednali 350 galileoskopov. Dovoz uskutočnila a distribúciu realizuje firma Phobos, Staničná 6, Šaľa, tel: 031/770 78 84, kde si ho možno zakúpiť za 20 eur. Firma Phobos má pobočky v Žiline, Prešove a v Banskej Bystrici.

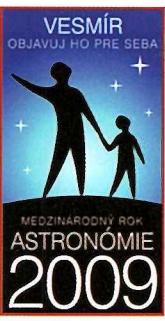
V klúčovom projekte *Kozmický kalendár* si astronómovia kládli za cieľ informovať verejnosť o svojich výskumoch a o tom, čomu musia pri výskume čeliť. O svojom výskume a problémoch s publikovaním vedeckej práce v špičkovom astronomickom časopise napísal do Kozmosu č. 3/2009 článok RNDr. Augustína Skopal, DrSc. (*Úzko smerované výtrysky zo Z Andromedae – odysea od ich objavu až po publikovanie*). Spomenutá vedecká práca bola publikovaná v časopise The Astrophysical Journal v januári 2009.

Klúčový projekt *Ona je astronómou* sa venoval



Panely k mechanizmu z Antikythery.



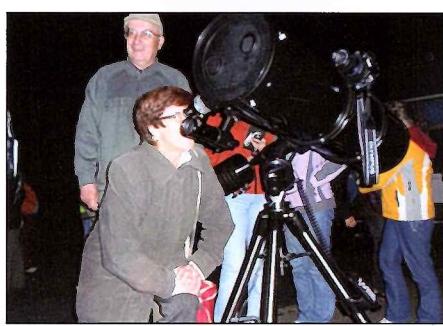


val práci žien v oblasti astronómie s cieľom ich zvonenoprávnenia. Profesionálna astronómia ženy pritahuje a ich účasť sa prejavuje aj vo výskume. V niektorých krajinách nie sú profesionálne astronómky, kym v iných tvoria viac ako polovicu astronómov. Prednáška RNDr. J. Žižňovského, CSc., *Ženy pri zdroe modernej astronómie* odznela na 3 podujatiach v Rimavskej Sobote a v Banskej Bystrici.

V klúčovom projekte *Tmavá obloha* sa Slovensko prostredníctvom nášho zástupcu Ing. Pavla Ďuriša podieľalo na práci celosvetového organizačného výboru projektu. Strata tmavej nočnej oblohy je pre väčšinu svetovej populácie závažným problémom, ktorý sa týka nielen astronomického výskumu, ale aj ľudského zdravia, ekológie, bezpečnosti, ekonomiky a úspory energie. Ochrana svetového dedičstva tmavej oblohy je jednou z prvoradých úloh pri popularizácii astronómie. Je potrebné pôsobiť na ľudu, aby nesvetili zbytočne v smere nočnej oblohy, ale aby tmavú oblohu ochraňovali a bojovali proti svetelnému znečisteniu. SZAA usporiadal výstavu a tejto téme venoval 10 panelov; vysvetlovali vznik svetelného znečistenia, zdroje svetla, dobré a zlé osvetlenie, vplyv svetla na človeka, spoločnosť a ekosystémy. Boli tu i mapy svetelného znečistenia a návod, čo robiť, aby sa stav zlepší. Súčasťou výstavy bol aj 3D model dobrého a zlého osvetlenia. Pri vernisážach výstavy v 12 mestách Slovenska sa návštěvníkom rozdával plagát *Mapa svetelného znečistenia Európy* a skladačka *My potrebujeme tmu a tma potrebuje našu pomoc*. SZAA zorganizovala aj celoročnú fotografickú súťaž *Svetime si na cestu, nie na hviezdy*. Akcii organizačne zabezpečil RNDr. Pavol Rapavý z Hvezdárne Rimavská Sobota.

V rámci klúčového projektu *Galileiho program tréningu učiteľov astronómie* a finančnej podpory projektu *Stretnutia s vesmírom* usporiadal AsÚ SAV v Staréj Lesnej v dňoch 23. – 25. apríla 2009 astronomický seminár pre 60 učiteľov astronómie základných a stredných škôl. Astronómovia v 7 prednáškach zoznámili učiteľov so zaujímavými tématami z oblasti astronómie, a to s dôrazom na vlastný výskum. Odzneli tieto prednášky: RNDr. J. Koza, CSc.: *Moderné prístroje a metódy astronomickej výskumu*, RNDr. J. Žižňovský, CSc.: *Základné fyzikálne parametre hviezd*, doc. RNDr. J. Svoreň, DrSc.: *Komety*, RNDr. D. Chochol, DrSc.: *Medzinárodný rok astronómie 2009 na Slovensku*, *Hviezdne explózie*, RNDr. P. Rapavý: *Temná obloha*, prof. Ing. Karel Kudela, DrSc.: *Kozmické žiarenie a kozmické počasie*.

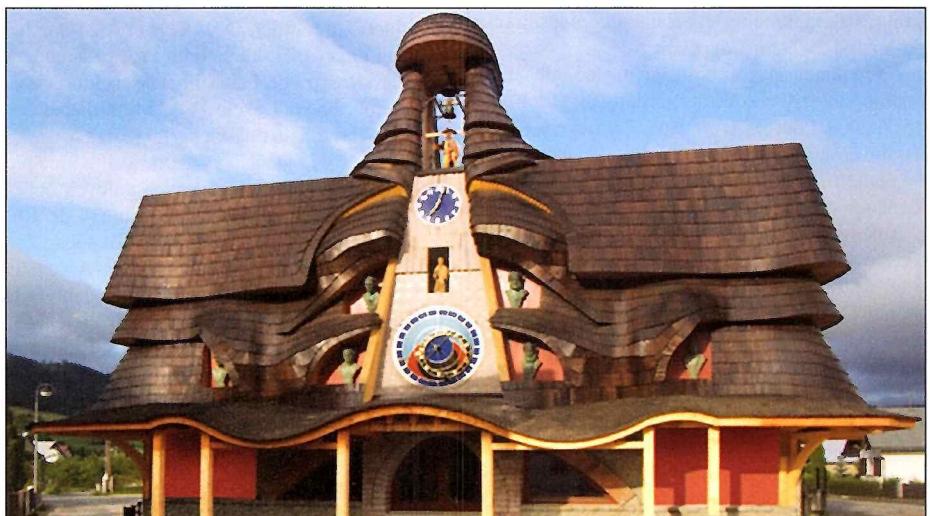
Cieľom klúčového projektu *Zo Zeme do vesmíru* bola prezentácia najkrajších astronomických snímok širokej verejnosti netradičným spôsobom. Exteriérová výstava *Vesmír – dobrodružstvo objavov*, ktorej autorom je prof. RNDr. Jan Palouš, DrSc., bola zapožičaná z Čiech a inštalovaná na Hlavnej ulici v Košiciach, v dňoch 4. – 30. 9. 2009. Výstava prezentuje 42 veľkoplošných fotografií vesmírnych objektov, počnúc objektmi Slnečnej sústavy cez objekty našej Galaxie až po vzdialené galaxie a ich zoskupenia. Akcii organizačne zabezpečil RNDr. Alexander Dirner, CSc., z fakulty Prírodných vied UPJŠ v Košiciach.



Nočné pozorovanie pre verejnosť v Staréj Lesnej.



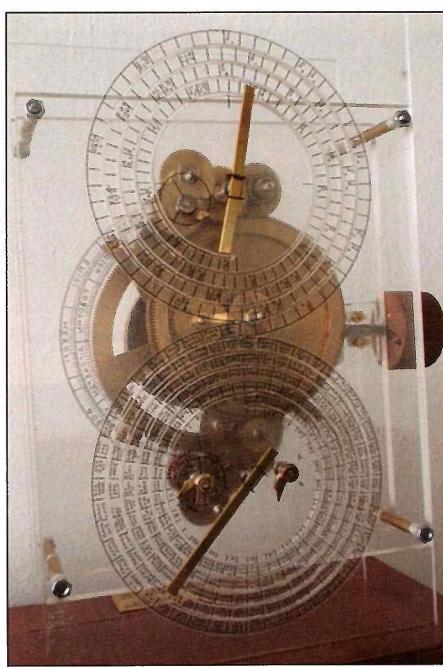
Deň otvorených dverí na Lomnickom štítu.

Organizátori výstavy *Vesmír – dobrodružstvo objavov*.Kľúčový projekt *100 hodín astronómie* otvoril 2. apríla o polnoci Dr. D. Chochol. Účastníkmi boli študenti stredných škôl z Popradu.

Významnou akciou bol slávnostné odhalenie prvého slovenského orloja v Staréj Bystrici.

Ďalšie aktivity

Slávnostné celosvetové otvorenie Medzinárodného roku astronómie sa uskutočnilo v budove UNESCO v Paríži v dňoch 15. – 16. januára 2009. Zúčastnilo sa ho vyše 800 profesionálnych a amatérskych astronómov, študentov, sponzorov, diplomatov a politikov. Slovensko som zastupoval ja a študent gymnázia vo Fiľakove Lubomír Urbančák, ktorý uspel vo viacerých významných astronomických súťažiach v zahraničí a ktorému pobyt v Paríži hradil sekretariát IYA 2009 v Garchingu. Rečníkov uvádzal francúzsky multiinštrumentálny hudobník a skladateľ Jean Michel Jarre, „velvyslanec dobrej vôle“ pri UNESCO. Slávnostný prejav mali generálny riaditeľ UNESCO Koichiro Matsuura a prezidentka IAU Catherine Cesarsky. Medzi najzaujímavejšie prednášky patrili vystúpenia nositeľa Nobelovej ceny za fyziku prof. Roberta Wilsona z USA o histórii objavu reliktového žiarenia, objaviteľky pulsarov prof. Jocelyn Bell-Burnelovej z Oxfordu o neutrónových hviezdach a prof. Michela Mayoru zo Ženevy o extra-solárnych planétach. Intelektuálnym vrcholom bola prednáška prof. Martina Reesa z Cambridge *Od jednoduchého počiatku po nás zložitý vesmír*.



Mechanizmus z Antikythery.

Popri prednáškach zaujali účastníkov slávostného otvorenia IYA 2009 expozície NASA, svetových pozemských a družicových observatórií, ale aj výstavy umeleckých diel inšpirovaných astronómii.

Slávostné otvorenie Medzinárodného roku astronómie na Slovensku sa uskutočnilo 15. januára 2009 na novoročnom koncerte SAV v Dome umenia v Košiciach. Slávostným rečníkom bol pred-seda SAV prof. Štefan Luby. O význame IYA 2009 hovoril aj riaditeľ AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici doc. Ján Svoreň.

Pre zástupcov tlače, rozhlasu a TV sa uskutočnili 2 tlačové konferencie venované IYA: 30. januára 2009 na AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici a 22. októbra 2009 v budove Úradu SAV v Bratislave.

V dňoch 20. – 23. 4. 2009 sa na Univerzite Hertfordshire, v rámci konferencie JENAM 2009 a Európskeho týždňa astronómie a vedy o vesmíre, konalo sympózium *IYA 2009 v Európe*. Na tomto podujatí som prednesol referát *IYA 2009 na Slovensku a európsky projekt Aurora Polaris*. Na 27. valné zhromaždenie IAU, ktoré sa konalo v auguste 2009 v brazílskom Rio de Janeiro, som spolu s doktorandom L. Hambálkom pripravil poster *IYA 2009 na Slovensku*.

Významnou akciou bolo slávostné odhalenie prvého slovenského orloja v Staré Bystrici dňa 18. 7. 2009. Priečelie tvorí najväčšia drevená socha na Slovensku, predstavujúca sediacu Sedembolestnú Pannu Máriu, patronku Slovenska. Vo výklenkoch orloja je umiestnených šesť bronzových plastík – knieža Pribina, kráľ Svätopluk, kodifikátor slovenského jazyka Anton Bernolák a Ludovít Štúr, astronóm a politik generál Milan Rastislav Štefánik, kňaz a politik Andrej Hlinka. Autormi diela sú akademickí sochári Viliam Loviška a Marcela Lovišková. Autorom 7 drevených sôch slovenských apoštolov a zvonára je Ľudový rezbár Peter Kuník z Tvrdošína. Srdcom orloja je astroláb – ciferník s astronomickými údajmi, navrhnutý pre zemepisnú polohu Staré Bystrice. Farby hlavnej dosky astrolábu symbolizujú jednotlivé fázy dňa – červená úsvit a súmrak, bledomodrá deň, čierna noc. Doska je rozdelená zlatými líniemi, ktoré označujú rovník, obratník raka, obratník kozorožca a mestny poludník. Astroláb znázorňuje i polohu Mesiaca na oblohe, jeho fázy a polohu Slnka v znamení zverokruhu. Na vonkajšom okraji je kalendárna doska s 366 dielikmi; každý deň sa pootočí o jeden. Významné slovenské sviatky a pamätné dni sú na kalendárnej doske označené červenou hviezdičkou. Technickú časť zariadenia riadi počítač. Astroláb navrhhol Ing. Vítězslav Špidlen a vyrobila ho pražská firma Spel.

Z množstva aktivít spojených s IYA 2009 je potrebné spomenúť *dni otvorených dverí* na hvezdárnach a observatóriách, nočné pozorovania, prednášky, výstavy (napr. *Svet v noci*, výstava pripravená Považskou hvezdárouňou v Žiline), *plagáty k IYA* (SAS pri SAV, SZAA, SÚH Hurbanovo), *educačné plagáty* pre školy (projekt APVV AsÚ SAV), *astronomické praktiká* pre školy (projekt APVV Vihorlatskej hvezdárne v Humennom a observatória na Kolonickom sedle), *astronomická olympiáda* pre žiakov základných a stredných škôl (projekt APVV SAS), *popularizačné články* v novinách a časopisoch, *vystúpenia astronómov* v rozhlasu a TV. Najmladší čitatelia boli o IYA 2009 informovaní v seriáli článkov časopisu *Vrabček*. Zoznam popularizačných akcií Astronomického



Prof. Jocelyn Bellová-Burnellová pri prednáške o neutrónových hviezdach v Paríži. (Počas otvorenia Medzinárodného roka astronómie.)

ústavu SAV, uverejnený v *Správe o činnosti za rok 2009* mal takmer 350 položiek.

Astronómia inšpirovala aj umelcov, o čom svedčí výstava sklenených plastík Jána Zoričáka *Hviezdné posolstvá* v Tatranskej galérii v Poprade (15. 11. 2009 – 17. 1. 2010) a expozícia moderného umenia Miroslava Poláka *Vesmír inou cestou* v nitrianskej Synagóge (november – december 2009).

Záverečný ceremoniál IYA 2009 sa uskutočnil v dňoch 9. – 10. 1. 2010 vo Veľkej aule Univerzity v Padove, kde v rokoch 1598 – 1610 prednášal experimentálnu fyziku a astronómiu Galileo Galilei. Cieľom podujatia bolo zhodnotiť IYA 2009 a diskutovať o celosvetovom rozvoji astrofyziky v nasledujúcom desaťročí. O úspech IYA sa najviac zaslúžili pracovníci sekretariátu IYA z Garchingu dr. Pedro Russo a dr. Lars Christensen, ktorí excellentne koordinovali akcie IYA. Mimoriadnu pozornosť vzbudila prednáška prof. Georga Mileyho z Univerzity v Leidene o význame astronómie pre spoločnosť. Projekty plánovaných veľkých optickej a rádiových dalekohľadov priblížili dr. Roberto Gilmozzi a dr. Ron Ekers. Budúcnosťou družicovej astronómie sa zaoberala dr. Antonella Nota. Na záver vystúpil terajší prezident IAU dr. Robert Williams, ktorý priblížil ciele IAU v období po IYA 2009. Na podujatí v Padove sa zúčastnilo takmer 300 zástupcov krajín zapojených do IYA 2009. Slovensko reprezentovali RNDr. Igor Tunyi, CSc., z Predsedníctva SAV a ja.

Európsky projekt Aurora Polaris

Medzinárodný projekt *Aurora Polaris* (1. 8. 2008 – 31. 7. 2010) programu celoživotného



Účastníci projektu pre seniorov Aurora Polaris v Aténach (hore) a v Olsztyne (dole).



vzdelávania GRUNDTVIG – učiace sa partnerstvá – finančne EU prostredníctvom Slovenskej akademickej asociácie pre medzinárodnú spoluprácu (SAAIC). Cieľom projektu je zapojiť študujúcich seniorov do neformálnych príležitostí súvisiacich s Medzinárodným rokom astronómie (IYA 2009) a pripraviť pre nich edukačné zdroje z oblasti astronómie. Spolu s AsÚ SAV (vedúci projektu RNDr. D. Chochol, DrSc.) sa na riešenie projektu podieľa Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV a Univerzita tretieho veku Univerzity Komenského v Bratislave. Výmena skúseností a edukačných zdrojov, pripravených v krajinách zúčastnených na projekte (Grécko, Poľsko, Slovensko a Veľká Británia), sa uskutočňuje pri nadnárodných stretnutiach účastníkov projektu. Zúčastňujú sa na nich zástupcovia rišeňských a spolrišeňských organizácií, ale aj frekventanti Univerzity tretieho veku UK. Prvé stretnutie sa konalo v dňoch 25. – 28. 9. 2008 v Aténach (Grécko) a druhé v dňoch 7. – 10. 5. 2009 v Olsztynie (Poľsko). Tretie nadnárodné stretnutie sa konalo v dňoch 30. 9. – 5. 10. 2009 na AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Z celkového počtu 25 účastníkov bolo 18 zo zahraničia. Slovensko na stretnutie pripravilo prezentáciu a výstavu o M. R. Štefánikovi (RNDr. V. Rušin, CSc., RNDr. L. Hric, CSc., AsÚ SAV) a film na DVD *Dotyky s vesmírom*, s animáciami astronomických javov, a to v slovenskej i anglickej verzii (RNDr. P. Paľuš, CSc., v spolupráci s ďalšími pedagógmi a študentmi UTV UK v Bratislave). Počas stretnutia sme pripravili zvukový spríevod k filmu o slávnych astronónoch štyroch zúčastnených krajín, ktorími boli pozorovateľ a popularizátor astronómie Thomas William Webb z Veľkej Británie, selenograf Johann Julius Schmidt z Grécka, Mikuláš Koperník z Poľska a Milan Rastislav Štefánik zo Slovenska. Účastníci stretnutia navštívili observatórium na Skalnatom Plese, slovenský orloj v Staré Bystrici, múzeum M. R. Štefánika v Košariskách, jeho mohylu na Bradle a hvezdáreň UK v Modre. Z aktivít projektu treba spomenúť prednášky pre seniorov v domovoch a kluboch dôchodcov, ako aj cykly prednášok v rámci UTV v Bratislave, Prešove a v Humennom. Film *Dotyky s vesmírom* sa stretol s veľkým záujmom verejnosti, keď na Medzinárodnej prehliadke filmov s astronomickou tematikou Astrofilm 2009 v Piešťanoch (15. – 17. 10. 2009) v konkurencii 26 filmov slovenskej, českej, poľskej a americkej produkcie získal Cenu diváka.

V rámci projektu *Aurora Polaris* nám zapožičala Univerzita v Aténach repliku mechanizmu z Antikytery – prvého mechanického počítača na výpočet polôh nebeských telies, skonštruovaného okolo roku 150 pred n. l. Výstava mechanizmu spolu s ôsmimi sprievodnými panelmi bola inštalovaná na AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici v od 1. 10. do 10. 12. 2009 a okrem návštěvníkov akcií IYA 2009 pre verejnosť ju mali možnosť vidieť aj žiaci a študenti základných a stredných škôl. Výstava bola inštalovaná aj na konferencii *Galileo Galilei a súčasnosť*, ktorú zorganizovala SÚH v Hurbanove dňa 11. decembra 2009.

Na akciách k IYA 2009 sa priamo zúčastnilo okolo 300 000 obyvateľov Slovenska a prostredníctvom médií zasiahol IYA prinajmenej polovicu populácie Slovenska.

**RNDr. DRAHOMÍR CHOCHOL, DrSc.,
Astronomický ústav SAV**

Jiří Grygar:

Žeň objevů 2008 (XLIII.)

Věnováno památce **Prof. RNDr. Miroslava Plavce, DrSc.** (1925 – 2008) z UCLA (Los Angeles, USA),
doyena České astronomické společnosti **Prof. Ing. Emila Škrabala, DrSc. h.c.** (1906 – 2008) z Brna
a **Doc. RNDr. Vladimíra Znojila, CSc.** (1941 – 2008) z Lékařské fakulty MU v Brně.

„Skutečná cesta k objevům nespočívá v hledání nových krajin,
ale v nasazení nových očí.“

Marcel Proust (1871 – 1922)

Úvodem

V r. 2008 započala nová epocha výzkumu Merkuru prvním průletem kosmické sondy *MESSENGER* v jeho blízkosti, která by měla vyvrcholit v r. 2011 usazením sondy na oběžnou dráhu kolem planety nejbližší ke Slunci. Výzkum Marsu probíhal tak intenzivně jako nikdy předtím. Kolem planety obíhaly tři kosmické sondy, na jeho povrchu rejdila dvě vozítka a na okraji severní polární čepičky hrabala robotická ruka sondy *Phoenix*. Vytrvalá umělá oběžnice Saturnu *Cassini* objevila kapalinová jezera na Titanu a kaskadérsky proletěla gejzírem nad družicí Enceladus. Připomněli jsme si také sté výročí pádu *Tunguského meteoritu* na Sibiři a sledovacím robotickým systémům na Zemi se podařilo odhalit ve vzdálenosti větší než Měsíc asi 5m *miniplanetu 2008 TC3*, která se posléze ve shodě s bleskově vypočtenou drahou srazila se Zemí. Poprvé se podařilo přímo zobrazit exoplanety jednak pomocí Hubbleova kosmického teleskopu (*HST*) a jednak obrímem dalekohledem *Gemini N*.

Díky družici *Swift* se podařilo poprvé zachytit krátký záblesk rentgenového záření, který dokonce předchází vzplanutí supernovy v optickém oboru. Astronomové také dokázali pozorovat světelné křívky výbuchů Tychonovy supernovy z r. 1572 a supernovy v Kasiopeji, která vzplanula kolem r. 1680, díky odleskům od přiměřeně vzdálenějších mezihvězdných mračech. Neobvyčejně důležitým zdrojem informací o hlubinách vesmíru se stala velkolepá přehlídka hvězd, galaxií a kvasarů známá pod zkratkou *SDSS*. Umožňuje tak podstatně zlepšit údaje o velkorozměrovém rozložení zářící látky vesmíru a studovat více než 200 gravitačních čoček, které nám umožňují pohlédnout do nejhlubší minulosti vesmíru a studovat i jeho vývoj v intervalu více než 10 mld. roků. Ještě blíže k velkému třesku nás posunuly výsledky pětiletého měření fluktuací a polarizace reliktního záření na družici *WMAP*, které jednak přinesly zpřesněné údaje o stáří vesmíru, ale i relativním zastoupení zářící a skryté látky vesmíru, jakož i o vztuštající roli skryté energie v něm.

1. Sluneční soustava

1.1. Planety sluneční soustavy

1.1.1. Merkur

V polovině ledna 2008 proletěla americká sonda **MESSENGER** vypuštěná NASA počátkem srpna 2004 v minimální výšce 200 km nad noční polokoulí Merkuru. Mimochodem, po energetické stránce je let sondy k Merkuru náročnější než let sondy k Plutu. Používané raketové motory nejsou dost výkonné na to, aby ubrzdily sondu po startu ze Země tak, aby mohla „spadnout“ do hluboké gravitační jámy Merkuru. Proto bylo potřebí po vypuštění sondy ji postupně brzdit průlety v gravitačních polích Země (srpen 2005) a Venuše (říjen 2006 a červen 2007).

MESSENGER získal při svém lednovém průletu nad Merkurem velkou sérii snímků s vysokým rozlišením (0,15 – 1,0 km) právě té části planety, kterou nemohla zobrazit sonda *Mariner 10* při třech průletech v letech 1974 – 1975. **MESSENGER** se znova vrátil k Merkuru počátkem října, kdy proletěl nad západní polokoulí Merkuru, takže díky tomu je nyní dobře zmapováno 95 % povrchu planety; z toho *Mariner 10* zmapoval 40 % povrchu a **MESSENGER** dokonce 80 %, takže obě přehlídky se zčásti překrývají. Následkem toho vzrostly údaje o Merkuru zcela zásadním způsobem. Kromě četných impaktních kráterů a pární se podařilo získat dobré důkazy o dávném **vulkanismu** na planetě, protože dna mnoha impaktních kráterů jsou vyplněna lávou a na povrchu jsou viditelné vulkanické průduchy.

Vůbec největším impaktem o průměru 1,5 tis. km je známá **pánev Caloris**, v jejímž centru sedí mladší impaktní kráter o průměru 42 km. Oblast relativně mladé pánve je výrazně zvlněná; rozdíly výšek v různých částech pánve přesahují 5 km. Velké krátery na Merkuru jsou obklopeny sítí radiálních (pavoučích) prasklin, což je důsledek vysoké rychlosti dopadajících kosmických projektilů až 50 km/s. Morfologie kráterů se liší od vzhledu kráterů na Měsíci nebo na Marsu zřejmě kvůli podstatně vyšší gravitaci na povrchu planety a hodně kráterů je fakticky sekundárních – pocházejí od velkých úlomků, které se po balistických drahách vracejí k planetě. Merkur má podle C. Solomona aj. rozsáhlé tekuté **kovové jádro**, jež zabírá polovinu objemu celé planety, tj. relativně více než u Země. Zastoupení železa na povrchu však dosahuje stěží 6 %. Merkur se během svého vývoje smrštíl o několik kilometrů, což vytváří velká napětí v kůře i v impaktních kráterech. Porovnáním magnetických měření obou sond se zjistilo, že **magnetické pole** Merkuru je stálé (minimálně po dobu 30 roků) a osa magnetického dipólu je skloněná k rotační ose pod úhlem cca 10° . V okolí Merkuru však nejsou žádné radiační pásy. Magnetosféra Merkuru velmi zřetelně reaguje na okamžitý tok slunečního větru. V exosféře Merkuru byly objeveny atomy Na, Ca a Mg; jejich četnost však silně kolísá v prostoru i čase.

Podle B. Gladmana a J. Coffeyho mohly být při velkých impaktech na Merkuru vyvrženy úlomky hornin na hyperbolické dráhy ve Sluneční soustavě, takže teoreticky je možné, že na Zemi máme vzorky Merkurových hornin. Protože však chemické a zejména izotopové složení Merkurových hornin neznáme, nedají se zatím případné meteority z Merkuru na Zemi rozpoznat.

J. Laskar zjistil, že *parametry oběžné dráhy Merkuru kolem Slunce podléhají deterministickému chaosu*. Nejpozději za miliardu let se zvýší výstřednost eliptické dráhy z dnešní $e = 0,2$ na $e \approx 0,6 - 0,8$, což znamená, že hrozí nebezpečí srážky Merkuru s Venuší. Příčinou tak drastické změny dráhy je Jupiter. Jakmile se bude Merkur pohybovat v blízkosti Venuše, tak hrozí dokonce ještě výraznější změna jeho dráhy, takže *delší časovém intervalu by Merkur mohl dokonce trefit Zemi nebo Mars!*

1.1.2. Venuše

Sonda **Venus Express** (ESA) zaznamenala pomocí ultrafialové kamery rychlý pohyb světlého kouřma v atmosféře Venuše od pólů k rovníku během několika pozemských dnů. Zřejmě jde o kapénky kyseliny sírové. D. Titov aj. zjistili, že vrcholky mračen dosahují výšky 72 km nad povrchem planety, ale snižují se na 64 km ve dvou protilehlých polárních výrech. G. Piccioni aj. nalezli v infračerveném spektru (pásma 1,40 – 1,49 μm a 2,60 – 3,14 μm) noční atmosféry Venuše pásy hydroxylu (OH) s nejvyšší koncentrací ve výšce 96 km na povrchem planety.

M. Yamamoto a M. Takahashi řešili otázku, jakým směrem vůči rotaci terestrické planety může proudit oblačná atmosféra, a zjistili, že možné je úplně všechno. Ohřev mraků od povrchu planety dokáže vytvořit za předpokladu šíkmé polohy rotační osy planety vůči oběžné rovině podmínky pro tzv. **superrotaci**, kdy atmosféra rotuje rychleji než povrch ve směru rotace planety, anebo zase retrográdní rotaci, kdy atmosféra rotuje proti směru rotace planety. Druhý efekt může být dlouhodobě rozhodující i pro rotaci samotné planety, která se postupně zabrzdí a přejde v **retrográdní rotaci**, což je právě případ Venuše. Totéž pak platí obecně i pro terestrické exoplanety, kde je retrográdní rotace možná, pokud první prográdní rotace exoplanety byla dostatečně pomalá.

1.1.3. Země – Měsíc

1.1.3.1. Atmosféra, povrch a nitro Země

Mračna v atmosféře Země jsou důležitým činitelem ovlivňujícím klima, protože se ukázalo, že vodní mračna reagují nejrychleji na změnu teploty, takže mračna i při malém zvýšení teploty snadno zmizí, a tím dopustí výraznější ohřev povrchu Země. Pokud je mračen hodně, působí jako tepelná izolace. Dalším významným činitelem pro tepelnou bilanci Země jsou **saze** z požárů. Měření L. Yana v poušti Gabantonggutt v západní Číně a L. Fenstermakeru aj. v Mohavské poušti v Nevadě prokázala, že během noci se tam pohlcuje oxid uhličitý stejně účinně jako v lesích, neboť pouštní půda je zásaditá. Jelikož pouště pokrývají 35 % souše, lze z toho odhadnout, že **pozemské pouště pohlcují ročně asi 5 mld. t CO₂**, což je polovina množství CO₂, jež vzniká spalováním fosilních paliv člověkem. Pochopitelně je potřebí počkat na výsledky obdobných měření v dalších pouštních oblastech, zda se tento nečekaný závěr dvou studií potvrdí globálně.

P. Zhang aj. využili údajů o růstu 1,2m stalagmitu v jeskyni v sev. Číně za 18 století k **rekonstrukci období sucha** na severní polokouli s přesností v určení letopočtu na $\pm 2,5$ roku. Nejsušší bylo období kolem r. 860, dále pak v intervalech 910 – 930, 1340 – 1360 a 1580 – 1640. *Ochladení a sucho kolem r. 910 vedlo zřejmě ke zhroucení Mayské civilizace.* Podobně dobrým indikátorem kolísání klimatu jsou postupy a ústupy švýcarských ledovců. Při dosavadním tempu tání známého Rhônského ledovce zmizí tento ledovec kolem r. 2100.

R. Tolasz poukázal na výrazné *rozkolísání počasí* v Česku v r. 2007. Průměrná roční teplota $9,1^{\circ}\text{C}$ byla o $1,6^{\circ}\text{C}$ vyšší než je dlouhodobý normál. Také roční srážky 751 mm byly o 11 % nad dlouhodobým normálem. Výkyvy teploty během roku se rovněž zvětšily, např. v lednu bylo až $+18^{\circ}\text{C}$ a koncem měsíce přišel *orkán Kiril* s rekordním poryvem větru 209 km/h. Od září 2006 do srpna 2007 se průměrné měsíční teploty pohybovaly nad dlouhodobými normály; zato září 2007 bylo nejdeštivějším měsícem roku, kteroužto výsadu má v průměrném roce vždy červen. Také *počet dnů s bouřkami stoupal na bezmála dvojnásobek proti normálu.*

V. Angelopoulos aj. ukázali, že **polární záře** v zemské exosféře vznikají uvolněním energie slunečního větru uložené v magnetickém chvostu Země. Energie se odtud šíří do celé magnetosféry a jejím původem je *magnetická rekonexe* ve vzdálenosti $20 - 30 \text{ R}_Z$. Díky druhicím se ukázalo, že k rekonexím dochází asi 1,5 min před pozorovaným zesílením polárních září.

C. Rodger a M. Clilverd studovali **nízkofrekvenční rádiový šum** vydávaný van Allenovými pásy. Mezera mezi vnitřním pásem v rozsahu 1,5 – 10 tis. km a vnějším pásem vzdáleným 19 – 64 tis. km se totiž při geomagnetických bouřích zaplňuje elektrony, které pocházejí z blesků, jež napájejí pásy a v nich pak obíhají. V r. 1998 objevili geofyzici **oscilace zemské kůry** s periodami 2 – 5 min. Původně se soudilo, že jde o důsledek vlnobití na pobřežích oceánů, ale nyní se zdá, že jde o projevy kolísání atmosférického tlaku a přízemního větru.

H. Genda a M. Ikoma se zabývali otázkou, odkud vlastně pochází voda na **Zemi**. K tomu cíli se obvykle používá porovnání zastoupení deuteria vůči vodíku v jednotlivých složkách Sluneční soustavy. *Poměr D/H v oceánech se nejvíce blíží témuž poměru v uhlikatých chondritech; ve sluneční pramhlavině a v kometách je dvakrát vyšší než v oceánech.* Země však měla původně vodíkovou atmosféru s velmi vysokým zastoupením deuteria, takže z měření v oceánech nutně nevyplývá, že by zdrojem vody na Zemi byly pouze uhlikaté chondrity; jinými slovy, je klidně možné, že *většinu vody na Zemi přinesla jádra komet.*

Odpověď na otázkou po původu vody na Zemi se paradoxně zkomplikovala tím, že se podařilo izolovat neporušené **vzorky slunečního větru** ze ztraceného pouzdra kosmické sondy *Genesis*. Zastoupení izotopu ^{16}O ve slunečním větru je podle K. McKee-gana srovnatelné s nejstaršími meteority, kdežto v zemské kůře je toto zastoupení nižší, což je naprostá záhada, protože pak se nedá kloudně vysvětlit ani původ vody a dokonce ani původ pozemských hornin!

G. Gohn aj. vyzvedli vzorky z hloubky až 1,8 km z oblasti velkého impaktního kráteru **Chesapeake Bay** (stát Virginia, USA), který vznikl před více než 35 mil. lety a má průměr téměř 90 km. Vzorky z hloubek 1,4 km prokazují silný ohřev hornin nad 350°C , čemuž odpovídá zřetelné ochuzení mikroorganismů ve vzorcích. Zřejmě došlo ke sterilizaci teplem v době impaktu, ale postupně se i do tohoto pásmu mikroorganismy vracejí. Obecně platí, že *baktérie odolávají vlhkému teplu až do hodnoty 121°C a suchému teplu až do hodnoty 160°C .* D. Chivian aj. ohlásili přečtení genomu baktérie **Candidatus Desulfurovibrio audaxviator** ve vodě, odebrané v hloubce 2,8 km v dole na zlato *Mponeng* v Jižní Africe. Baktérie evidentně prosperuje v prostředí zcela izolovaném od světla, protože představuje téměř 100 % organismů v tamější vodě nalezených. Jde o termofilní chemoautotrofní baktérii, která získává energii oxidací minerálů obsahujících sulfid železa na sulfáty. Podle všech známek se *do hloubek až 1,5 km pode dnem oceánu nachází v zemské kůře při teplotách do 100°C tolík mikrobů jako v půdě na souši.* Jejich činnost dokonce ovlivňuje koloběh uhlíku v oceánu.

Stáří Země se postupně stále zpřesňuje na současnou hodnotu 4,567 mld. let. V kůře Země se podařilo nalézt zrnka minerálů stará 4,3 mld. let a horniny staré 4,0 mld. roků. Jde o nálezy poblíž osady *Nuvvuagittuq* v Hudsonově zálivu v sev. Quebecu. **Putování kontinentů** na Zemi vyvolané deskovou tektonikou vede k periodickému vzniku a zániku kontinentů. První kontinenty vznikly prakticky současně s utvořením pevné kůry na Zemi, ale jejich stopy jsou dnes velmi nezřetelné. Nejstarší geologicky doložený kontinent se vynořil přibližně před 2,5 mld. let a dostal název *Arktika* (dnešní sev. Amerika a Sibiř), po něm před 2 mld. let následovala *Atlantika* (vých. část jižní Ameriky a západní Afrika) a *Baltika* (sev. Evropa). Po 100 mil. let se srazila *Arktika* s *Baltikou*, což na obou kontinentech vytvořilo pohoří. Před 1,5 mld. let už bylo utvořeno 80 % povrchu dnešní zemské kůry.

V témže intervalu mezi 2,5 a 1,5 mld. let se z menších ker vytvořil na rovníku další kontinent *Laurencia*. Kolem Laurencie se podle J. Goodgeho aj. před 1,2 mld. let utvořil obrovský kontinentální štít zvaný *Rodinia*, obsahující Baltiku, ale také Sibiř, Austrálii, východní Antarktidu, Indii, Kongo, západní Afriku a Amazonii. Rodinia se však rozpadla mezi 750 – 725 mil. lety zejména na severní a jižní *Gondwanu*, které dominovaly Zemi v intervalu 500 – 180 mil. let před současností. Obě Gondwany se nejprve znova spojily se v obrovský štít *Pannocia* před 600 mil. lety. Ten se však začal rozpadat v kambriu před 540 mil. lety na *Laurencii* na rovníku, *Baltiku* na severní polokouli a jižní superkontinent *Pangaeu*, jenž se začal rozpadat na samostatné kontinenty před 250 mil. lety. Tak vznikly zárodky dnešních superkontinentů. Z nich vznikla nejdříve *Eurasia* před 60 mil. let, po níž následovala Amerika před 15 mil. let. Před 5 mil. lety se spojila Eurasia s *Afrikou*.

Největší známý historicky doložený výbuch **sopky Santorini** se odehrál někdy kolem r. 1600 př. n.l. a zanechal na sobě velkou kaldu na ostrově *Thera* ve Středozemním moři. Nyní se tam podařilo nalézt stopy po obrovitém cunami, jehož vlny dosahovaly výšek minimálně 9 m, ale možná až 35 m. Výbuch a následné cunami zřejmě zničilo civilizaci na Krétě, což patrně zavdalo pověsti o zániku Atlantidy. Počátkem května 2008 vybuchla chilská **sopka Chaitén** po spánku dlouhém 9 tis. let a zcela zničila hlavní město přilehlé provincie Palene. Sopečný popel a aerosoly komplikovaly pozorování na řadě chilských astronomických observatoří a také na Observatoři Pierra Augera v Argentině.

K. Creager shrnul údaje o mělkém zemětřesení 7,0 mag v Mozambiku, které se odehrálo koncem února 2006 a bylo zaznamenáno hustou síť japonských seismometrů. Signál o zemětřesení přišel ve dvou vlnách s časovým rozdílem 7 s. Odtud vyplýnulo, že *vnitřní jádro Země je tuhé*; patrně jde o obří krystal železa ve tvaru krychle nebo kvádru. Nad vnitřním jádrem se dle J. Listera nachází *větší jádro* roztaveného železa o tloušťce 2 300 km.

OSN vyhlásilo z iniciativy Mezinárodní unie geologických věd (*IUGS*) rok 2008 jako **Mezinárodní rok planety Země** pod záštitiou UNESCO. Jako jistou kuriozitu můžeme uvést, že italským odborníkům se v tomto roce dne 14. července 2008 podařilo poprvé v historii uskutečnit pomocí družice *přímé telekomunikační spojení stanic na severním a jižním pólu Země*.

1.1.3.2. Bolidy a meteority

V r. 2008 si vědecký svět, ale i široká veřejnost připomínali sté výročí pádu **Tunguského meteoritu**, jenž se odehrál v ranních hodinách místního času 30. června 1908 na Sibiři, asi 1 tis. km na sever od Bajkalského jezera. Výbuch 30m meteoritu ve výšce 13 km zničil tajgu na ploše asi 5 tis. čtv. km. *Kdyby se těleso bylo opozdilo o 3 – 4 h, tak by vybuchlo bud' nad Moskvou nebo nad Sankt Pet'erburgem...* Odlehlost míst i zmatky v tehdejším Rusku způsobily, že první hodnověrná svědecství o úkazu se dostala do povědomí odborníků až v r. 1927, zejména zásluhou L. Kulika. Meteorit vlastně nedopadl na Zemi; vybuchl v atmosféře a k Zemi dospěla jen *tepelná vlna rychlostí světla a o něco pomalejší tlaková vlna*. Podle nejnovějších výpočtů M. Boslougha aj. dosáhla ničivá energie výbuchu ekvivalentu „jen“ 4 Mt TNT (předešlé odhady se pohybovaly mezi 12 – 15 Mt). Většina odborníků se domnívá, že šlo o kamenné těleso (miniplanetku) spíše než o jádro komety.

P. Schultz aj. a A. Le Pichon aj. popsali **meteorit Carancas**, který dopadl 15. září 2007 před polednem místního času v Peru poblíž jezera *Titicaca* a hranic s Bolívii ($69,0^{\circ}$ z.d.; $16,7^{\circ}$ j.š.). Meteorit vytvořil kráter o průměru 13,5 m a hloubce 5 m, neboť se kupodivu udržel pohromadě a dopadl na povrch Země nadzvukovou rychlostí, takže bláto v kráteru se zprvu téměř vařilo a výtrysky ve směru na jih až severoseverozápad doletěly až 200 m od kráteru. J. Borovička a P. Spurný dokázali, že šlo o kompaktní *obyčejný chondrit H4/5* původního průměru 0,9 – 1,7 m a střední hustoty 3,6násobku hustoty vody, jenž dokázal odolat tlakům až 40 MPa a dopadl na zem rychlostí zhruba 3 km/s vysoko v horách (3,8 km), což usnadnilo jeho přežití jako jednolité těleso. Podle velikosti kráteru lze odhadnout jeho kinetickou energii na ekvivalent 0,2 kt TNT.

M. Escalaová aj. odebrali vzorky z vrtů do meteorického **kráteru Bosumtwi** v Ghaně. Kráter o průměru 10,5 km je starý něco přes 1 mil. roků a vyplňuje ho jezero hluboké 78 m. Vrty probíhaly v hloubkách 150 – 310 m pode dnem jezera v sedimentech, které vznikly po impaktu. Ve vzorcích nalezli mj. lipidy z archaebakterií.

F. Westall aj. využili *ballisticke rakety* k vynesení kulového modulu za hranice zemské atmosféry, který se po 12 dnech vrátil do zemské atmosféry rychlostí 7,6 km/s a tvrdě dopadl na zemský povrch. Na tepelný šít modulu byly připevněny vzorky sedimentárních hornin a kontrolní vzorek bazaltu. Jeden ze vzorků tvořil vulkanický pískovec z Austrálie starý 3,5 mld. roků. Druhý vzorek představoval lupek z Orkneyských ostrovů starý 370 mil. let. Zatímco bazalt při návratu odpadl, zmíněné vzorky přežily návrat v překvapivě dobré kondici. Na starším vzorku se při hypersonickém průletu atmosférou vytvořila půlmilimetrová krémová kůra a u obou vzorků došlo k mineralogickým změnám. Přestože polovina vrstvy vulkanického pískovce se teplem odpařila, zbytek přežil a v něm mikrofosílie i uhlík. Podobně přežila asi třetina mladšího vzorku a v něm i některé biomolekuly. Experiment prokázal, že i sedimentární horniny z Marsu mohou přežít průlet zemskou atmosférou a jelikož si zachovají světlý povrch, hledají se obtížněji než dosud nalezené tmavé meteority z Marsu, které pocházejí z vyvřelých hornin.

Nejstarší meteority nalézané hlavně v Antarktidě vykazují magnetismus, což znamená, že jejich mateřská tělesa měla alespoň 20 % indukce magnetického pole Země. To znamená, že to musela být dostatečně hmotná tělesa, aby se dokázala roztažit, následně diferencovat a díky rotaci získala magnetické pole efektem dynama. Jelikož jde o meteority jen o několik milionů let mladší, než je stáří Sluneční soustavy, musel růst těchto mateřských těles probíhat geologicky bleskurychle. Jak ukázali G. Caro aj., *superchondrity na Marsu, Zemi i Měsíci vznikly podle výsledků radioaktivního datování během prvních 40 mil. let existence Sluneční soustavy*.

Počet úlomků meteoritů nasbíraných v Antarktidě již dosáhl 45 tisíc. Jsou mezi nimi dva **úlomky GRA 06128 a 06129**, jejichž stáří je vyšší než 4,5 mld. roků – patrně jde o vůbec první stavební materiál Sluneční soustavy. T. Yada aj. objevili ve třech ze sedmi meteoritů z Antarktidy celkem 18 silikátových zrnek starších než Sluneční soustava a další 4 zrnka s anomálním zastoupením izotopů uhlíku. Taková zrnka se vyskytuju v nejstarších meteoritech a meziplanetárním prachu a pocházejí z prachových obalů asymptotické větve červených obrů nebo ze supernov. *Vědci tak mají poprvé v rukou originální hvězdný prach.*

1.1.3.3. Kosmické katastrofy na Zemi

Raná Země byla v prvních stovkách milionů let své existence vystavena **těžkému bombardování** kosmickými projektily všech možných velikostí, jak je možné spolehlivě odhadnout z výskytu velkých impaktových pární na Měsíci. H. Frey našel na Měsíci celkem 92 pární s průměrem >300 km, což ale znamená, že Země byla kvůli větším rozdílům a vyšší hmotnosti zasažena možná až 50 tisící srovnatelně velkými projektily (mezi nimi nepochyběně vévodí **Praměsíc** o hmotnosti srovnatelné s Marsem, po jehož nárazu vznikl smíšením materiálu Praměsice a zemského pláště dnešní Měsíce). Těžké bombardování kometami však přinášelo i *organické látky* a nejspíš i nějakou vodu, tak potřebnou pro vznik života. Bombardování zesílilo v čase před 3,85 mld. let, za což patrně mohla *migrace Uranu a Neptunu směrem k Edgeworthovu-Kuiperově pásu*, jehož stabilitu tím planety narušily. Brzy potom však *intenzita kosmického bombardování Země poklesla zhruba o tři řady*. A až do poloviny XX. stol. se touto otázkou vlastně nikdo soustavně nezabýval.

Změnu způsobili čtyři průkopníci v letech 1942 – 1950. Byl to významný irský astrofyzik estonského původu E. Öpik, dva Britové Ralph Baldwin a Fletcher Watson a Američan Harvey Niniger. Tehdy totiž byl rozpoznán impaktní původ arizonského (Barringerova) kráteru i Tunguského meteoritu, objevily se první křížující planetky typu Apollo a začala se prosazovat myšlenka o tom, že krátery na Měsíci nejsou vulkanického, nýbrž impaktního původu. V r. 1978 už bylo známo 41 velkých křížujících planetek, o deset let později 81, za další dekádu 211 a v r. 2008 743. Všech křížujících planetek, z nichž většina je menších než 1 km, je už známo na 5,5 tisíc! Zásluhou nevelkého počtu následovníků (G. a C. Shoemakerovi, B. Marsden, E. Teller, E. Helinová, C. Chapman, D. Morrison, L. Alvarez, S. Ostro, T. Gehrels, A. Milani, L. Wood, R. Schweickart) se téma **impaktů** stalo významnou disciplínou prvořadé důležitosti na pomezí základního a aplikovaného výzkumu a přitom neobyčejně populární.

E. Gomez a J. Yardley uveřejnili na internetu vícejazyčný *kalkulátor následků dopadu meteoritu* předepsaného složení, rozměru a rychlosti. Kalkulátor dokáže zodpovědět otázku, zda se takový meteorit před svým dopadem na zemi rozpadne, jak velký kráter vytvoří a jaké škody do jaké vzdálenosti způsobí (viz např.: down2earth.eu/impact_calculator/).

V časopise *Nature* vyšel souhrnný článek o programu **Spaceguard**, který zahájila NASA v r. 1991 a jehož prvním cílem je

zmapovat dráhy nebezpečných křížíců Země s rozměry >1 km do vzdálenosti 1,3 AU od Slunce. Do poloviny roku 2008 bylo tak objeveno celkem 742 křížiců s rozměrem >1 km, což představuje téměř 4/5 jejich celkového počtu. Mezi nimi jsou jen tři tělesa o průměru 10 km; víc jich asi není. Na obranu před těmito obřími projektily máme statisticky 35 mil. let času... Projektil o rozměrech Tunguského meteoritu (≈ 50 m) nás však trefí v průměru každých 500 roků.

Díky programu *Spaceguard* se ukázalo, že **nebezpečí úmrtí člověka** následkem velkého impaktu kosmického projektu je výrazně menší, než se dříve soudilo, neboť pravděpodobnost takového úmrtí klesla na $2 \cdot 10^{-7}$. Nižší je jedině riziko, že člověka zabije žralok ($1 \cdot 10^{-7}$). Otrava botulinem představuje riziko $3 \cdot 10^{-7}$ podobně jako úmrtí následkem cunami. Zato má člověk pravděpodobnost $1,6 \cdot 10^{-6}$, že zemře při odpálení ohňostroje a pravděpodobnost $7,6 \cdot 10^{-6}$, že zahyne při zemětřesení. Pravděpodobnost úmrtí při letecké havárii však dosahuje $3 \cdot 10^{-5}$, riziko utopení $1 \cdot 10^{-4}$ a riziko smrtelné automobilové nehody dokonce 0,01 (!), což je opravdu na pováženou.

W. Ailor shrnul současné názory na **odvrácení rizika** velkého kosmického impaktu na Zemi. Každé kamenné těleso s typickým rozměrem >140 m vyvolá na Zemi katastrofu velkých rozměrů. Odhaduje se, že takových křížiců je ve Sluneční soustavě rádově 10^5 , z toho je 20 tis. nebezpečných pro Zemi v dohledné budoucnosti. Uvažované metody obrany spočívají buď v bočním nárazu kinetického projektu na nebezpečné těleso nebo ve výbuchu atomové pumy těsně nad jeho povrchem. Další nadějnou možností je vyslání sondy, která se stane oběžnicí tělesa jako tzv. *gravitační traktor*. Náklady na jednorázovou obranu autor odhadl na 12 mld. dolarů.

J. Horner a B. Jones zpochybňili názor, že pro přežití lidstva je dobrou ochranou před kosmickými projektily z hlubin Sluneční soustavy **Jupiter**, který je svou mocnou gravitací „vychytá“, jako jsme to viděli v případě rozštěpení a zániku komety *Shoemaker-Levy 9* v červenci 1994. Oba autoři ukázali, že to sice platí pro jádra komet, ale nikoliv pro kamenné či kovové planetky. V těchto situacích se Jupiter chová jako záškodník, který planetky naopak navádí na dráhy křížující Zemi!

V minulosti Země nacházíme ale také stopy po **výbuchu blízké supernovy**. Jak ukázali B. Fields aj., v usazeninách pode dnem oceánu našli přebytek izotopu ^{60}Fe ve vrstvě o stáří 2,8 mil. let. Izotop se na Zemi dostal zřejmě vinou blízkého výbuchu supernovy. Nicméně takový výbuch je nebezpečný pro život jen v případě, že supernova vzplané blíže než 8 pc od Země. Z velikosti zařazení izotopu ^{60}Fe však vyplývá, že zmíněná supernova vybuchla přinejmenším 15 pc od Země, takže nějaké škody životu na Zemi nemohla způsobit.

V dlouhé časové stupnici je ovšem dle K. Schroedera největším nebezpečím pro život na Zemi **rostoucí zářivý výkon Slunce**, který způsobí zánik života na Zemi již za 1 mld. let, protože průměrná teplota na povrchu Země překročí bod varu vody.

1.1.3.4. Měsíc

T. Murphy aj. uveřejnili výsledky soustavných laserových měření **vzdálenosti Měsíce** 3,5m reflektorem na observatoři *Apache Point* (N.M., USA), která dosahují neuvěřitelné přesnosti ± 1 mm. Jsou tak schopni ověřovat *platnost gravitačního zákona* na vzdálenost řádu 100 tis. km s relativní přesností 10^{-10} , dále stálost *gravitační konstanty* v čase s přesností $<10^{-12}/\text{r}$; rovněž tak platnost *silného principu ekivalence* v obecné teorii relativity s přesností $5 \cdot 10^{-4}$ a velikost *geodetické precese* s přesností $6 \cdot 10^{-3}$. První laserová měření vzdálenosti Měsíce se uskutečnila pomocí 3m zrcadla *Lickovy observatoře* již počátkem srpna 1969 a pak zejména 2,7m reflektorem na *McDonaldově observatoři* v Texasu. Impulzy o trvání 4 ns se vysíaly pomocí rubidiového laseru s frekvencí 0,3 Hz a s energií 3 J v pulsu. Při půlhodinové seanci se do dalekohledů vracelo odrazem od Měsíce průměrně jen 20 fotonů. V polovině 80. let minulého století však přišly lasery Nd:YAG, čímž se počet navrácených fotonů v seanci zdvojnásobil.

V současné době se používá *infračervených laserů* o vlnové délce 1,1 μm s impulsy o trvání jen 90 ps a frekvenci 20 Hz. Měření probíhají jednak na zmíněné observatoři *Apache Point* a jednak u 1,5m reflektoru *Observatoře Azurového pobřeží* ve Francii. Výhodou je neuvěřitelně zlepšila; někdy se z jediného impulsu vrátí plných 10 fotonů, takže *během 10min seance přichází do dalekohledu až téměř 9 tis. fotonů* odražených od Měsíce. Má-li se využít výkonu těchto laserů, je potřebí mimořádně přesně měřit časové intervaly návratu ozvěny s přesností 7 ps a pečlivě vylučovat změny polohy zrcadel vinou precese a slápu jak na Zemi, tak na Měsíci, dále počítat s proměnným zpožděním signálů v atmosféře Země kvůli změnám atmosférického tlaku atd.

R. Korotev získal za 6. tis. dolarů od překupníka **6g meteorit Dhofar 961**, jenž dopadl do pouště v Omanu před desítkami tisíc let. Jeho geochemická analýza přinesla pozoruhodné zjištění, že meteorit byl vymřštěn z hluboké jámy na odvrácené straně Měsíce, což je jednak největší (průměr přes 2,6 tis. km; hloubka 1 – 2 km) i nejstarší impaktní pánev na Měsíci (*Jižní pól – Aitken*) a jednak druhá největší známá impaktní pánev ve Sluneční soustavě po *Severní pánvi* na Marsu.

Podle A. Saala aj. četné obří impakty ohřály Měsíc natolik, že *Měsíc přišel o vodu*, kterou předtím získal akrecí stejným způsobem jako Země. Svědčí o tom stará vulkanická skla na Měsíci, která obsahuje **kryrstalickou vodu**. Na Zemi byla totiž voda hojná již v době 230 mil. let po vzniku Sluneční soustavy, tj. nejpozději 170 mil. let po vzniku Měsíce. Je však pravděpodobné, že *Měsíci zbyla nějaká voda zakletá v permafrostu* pod jeho povrchem.

J. Haruyama aj. využili oběžné sondy **SELENE** (jap. *Kaguya*) ke změření albeda a teploty trvale zastíněného dna kráteru *Shackleton* na jižním pólu Měsíce, v němž předchozí sonda *Clementine* pomocí radaru našla údajně souvislý plát ledu o tloušťce až 10 m. Výsledek nových měření nic takového nepotvrdil v souladu s nezávislými údaji pozemních radarů.

A. Crotts se zabýval **přechodnými jevy** na Měsíci (angl. *TLF*), která jsou hlášena už velmi dlouho, ale obvykle jen jedním pozorovatelem, takže jejich realita je sporná. Statisticky však lze říci, že alespoň část *TLF* je reálných, protože jejich polohy korelují s místy úniku radonu-222 a polonia-210 na rozhraní moří a pohoří, popřípadě s polohou čerstvých impaktních kráterů, jako jsou *Aristarchus*, *Flamsteed* a *Lichtenberg*. Teoreticky jsou výrony plynů z trhlin docela dobré myslitelné, protože *kůra Měsíce začala praskat* již před 3 mld. let a další trhliny vznikaly i později, naposledy před necelou miliardou let.

Kuriozní video natočila kamera kosmické sondy *Deep Impact* 28. – 29. května 2008, kdy se nalézala 50 mil. km od Země směřující v rámci projektu *EPOXI* ke kometě *Hartley 2*. Na videu se totiž zobrazuje poměrně malý Měsíc, jak přechází přes terminátor na osvětlenou stranu úhlově mnohem větší Země.

1.1.4. Mars

R. Phillips aj. zkoumali **usazené vrstvy** v severní polární oblasti Marsu. Vrstvy jsou dobře patrné na schodovitých terasách ledu a hornin o typické výšce „schodu“ 1,6 m, které se tam usazovaly v periodách dlouhých řádově 1 mil. let. Schody pak jeví podle K. Lewise aj. ještě delší cyklickou periodu s výškou superschodu 10 m. Změny klimatu s tím související jsou patrně vyvolány výraznými změnami sklonu rotační osy Marsu k oběžné rovině planety, jejichž amplitudy dosahují až 45° . V té chvíli si člověk uvědomí blahodárný vliv našeho Měsíce, který stabilizuje sklon zemské rotační osy s rozkmitem pouhého 1° . Radar na oběžné sondě **Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)** poukazuje na to, že *Mars je nejspíš geodynamicky mrtvé těleso*, přestože má ve svém nitru radioaktivní horniny uvolňující teplo.

Podle všeho se zdá, že *na Marsu nikdy nefungovala desková tektonika*, kterou známe jako hybnou sílu utváření kontinentů a mořských pánví na Zemi. Severní pánev zabírající 42 % povrchu planety je asi o 4 km níže než střední výška zbytku Marsu; fakticky jde o oválný obří impaktní kráter o rozměrech $10,6 \times 8,5$ tis. km, tj. *největší známý kráter ve Sluneční soustavě* se souřadnicemi středu 67° s.š a 208° v.d. V něm se nachází *největší a nejdéle činný komplex vulkánů* ve Sluneční soustavě **Tharsis**, neboť jeho stáří dosahuje 3,8 mld. let. Také jižní pánev *Hellas* je fakticky impaktní kráter s delší osou 2,3 tis. km.

Zmíněná **topografická nesouměrnost** Marsu byla v r. 2008 předmětem mnoha studií (J. Andrews-Hanna aj.; M. Marinova aj.; F. Nimmo aj.; W. Kiefer aj.; D. Wilhelms a S. Squyres), které se v podstatě shodují na tom, že *přičinou severní prolákliny byl mimořádně mohutný dopad obřího kosmického projektu* o průměru přes 2 tis. km (!) rychlosť 8 km/s pod úhlem 45° k povrchu. Tím se uvolnila obrovská kinetická energie řádu $5 \cdot 10^{29}$ J (téhož řádu je rotační energie Země), která vynesla obrovské množství hornin z Marsových kůr na balistické dráhy, takže tato rozdrobená masa se po čase vrátila k Marsu a spadla shodou okolností na jižní polokouli. Severní polokoule je skutečně geologicky mladší, zatímco jen jižní polokoule planety je podle měření z oběžné sondy *MGS* zmagnetizovaná, jak ukázali S. Stanleyová aj. *Jižní polokoule je tedy na rozdíl od severní chráněna před účinky elektricky nabitéch částec slunečního větru*, což má vliv i na stav atmosféry nadní. Je zajímavé, že *čas obřího impaktu na Marsu řádově souhlasí s časem nárazu Praměsice na Zemi*, takže se zdá, že v té době probíhalo opravdu těžké bombardování na všech tehdy existujících kamenných planetách Sluneční soustavy. V tom případě je pravděpodobné, že Marsový družice **Phobos a Deimos** mohou být pozůstatky zmíněného obřího impaktu.

J. Chappelow a R. Herick objevili na plošině severně od příkopu **Acheron Fossae** dva stejně staré impaktní krátery o rozměrech 2×3 km a $7,5 \times 10$ km ve vzájemné vzdálenosti jen 12,5 km od sebe, jež vznikly patrně zánikem malé přirozené družice Marsu v době, kdy Marsova atmosféra byla hustší než dnes a družice se při průletu atmosférou rozpadla na dva velké úlomky.

E. Kraalová aj. zkoumali **vznik deltovitých řečíš** na Marsu pomocí laboratorních měření v tzv. *Eurotanuku*, kde se pouští voda do písečných náspů. Ukázali, že *v vyhloubení terasovitých delt na Marsu bylo potřebí krátkodobě tolik proudící vody, kolik protéká ústím řeky Mississippi*. Nejpravděpodobněji šlo o **přívalové řeky**, které vznikly rozpuštěním podpovrchového ledu při vulkanickém výbuchu. K vyrytí delty pak stačil proud vody po dobu řádu 10 let. S tím souhlasí N. Hovius aj., kteří tvrdí, že před pouhými 20 tis. lety došlo v oblasti severní polární čepičky k vulkanické aktivitě, která vytvořila na povrchu vodní jezero o hloubce 200 m a šířce až 35 km. Vycházejí z pozemské analogie, kde se např. v Britské Kolumbii nebo na Islandu stýkají horké vulkanické plyny s ledovci. Zmíněný časový údaj je však nepřesný; příslušná epizoda vulkanismu se mohla odehrát i dříve, dokonce snad již před 10 mil. let. K. Harrison a M. Chapmanová našli důkazy o velkém mnohem starším jezeru v centrální oblasti obřího kaňonu **Valles Marineris**, které bylo naplněno vodou do hloubky 840 m na konci *Hesperiánské éry* před 1,8 mld. let. Z chaotického terénu dvou údolí *Coprates a Melas Chasma* tam vybíhá vyschlý kaňon. Kolísání hladiny jezera je patrné na terasách o stejně výšce na jeho úbočích ve vzdálenostech až 1,5 tis. km od sebe.

Naproti tomu J. Pelletier a A. McEwen přišli s nápadem, že známé **strouhy na svazích** hor a kráterů na Marsu nebyly způsobeny tekutou vodou, ale zrníčky písku nebo prachu, který se sesypával po úbočích. Tím chtějí obejít problém, že na povrchu Marsu dnes není žádná tekutá voda a možná ani v minulosti nebyla. Odborníci se totiž nemohou dohodnout ani na tom, jak to bylo s vodou na povrchu Marsu v jeho dávné minulosti. I. Spitaleová aj. ostatně zaznamenali na snímcích oběžné sondy **MRO** prachovou lavinu na okraji severní polární čepičky, která spadla 19. února 2008 na strém (60°) úbočí 700 m vysokého útesu pokrytého ledem a sněhem. Úkaz poněkud připomíná známé telení ledovců v Antarktidě a souvisí zřejmě s příchodem jara na severní polokouli planety.

Dosud nejsilnější argument pro dálkovou existenci tekuté vody na povrchu Marsu podali J. Mustard aj., když objevili pomocí optického a infračerveného spektrometru **CRISM** na oběžné sondě **MRO** důkazy výskytu **fylosilikátových minerálů** na povrchu planety. Ty totiž mohou vznikat jedině za přítomnosti tekuté vody a jejich stáří odpovídá *Noachiánské éře*, tj. první miliardě let po vzniku Marsu. Nicméně po většinu existence bylo na povrchu Marsu větší sucho, než je v poušti *Atacama* na Zemi. *Epizody tekoucí vody netrvaly nikdy déle než pouhé stovky let.*

Dalším husarským kouskem sondy **MRO** byl úchvatný záběr sondy **Phoenix**, jež se 25. května 2008 snášela na padáku na do Zeleného údolí před kráterem *Heimdall* – na snímku je dobře vidět sonda i padák a dokonce i padákové šňůry! Snímek byl pořízen při vzájemné rychlosti obou sond $3,4$ km/s ve chvíli, kdy byla sonda *Phoenix* ve výšce 10 km nad povrchem planety a 20 km před zmíněným kráterem. Během přistávacího manévrů bylo zapotřebí *Phoenix* zbrzdit z příletové rychlosti $5,6$ km/s na přistávací rychlosť $2,4$ m/s, což se vzorně podařilo a sonda se usadila na planině *Vastitas Borealis* asi 24 km od plánovaného místa přistání. Při dalším obletu sondy **MRO** se pak *Phoenix* v místě přistání na okraji severní polární čepičky (68° s.š.) opět bezpečně zobrazil, dokonce i s roztaženými slunečními panely.

Panoramiccká kamera *Phoenixu* zobrazila **ledové polygony** v okolí přistání, které vznikají nejspíš smršťováním ledu při klesající teplotě okolí. Teplota povrchu se v tom místě postupně snižovala z -30° na -80° C. Typický průměr polygonů přitom klesal ze $4,6$ m až na pouhou $1,4$ m. Hlavním cílem sondy *Phoenix* bylo laboratorní studium podpovrchových vzorků půdy, nabíraných lopatkou na $2,5$ m robotickém rameni. Pokus narazil na problém značné lepivosti marsovského mokrého písku, takže až po dlouhém úsilí se podařilo nasypat vzorek půdy do písky, kde se ohřál a přitom se z něj skutečně začala odpařovat voda.

Phoenix však dokázal rozpoznat ve svém okolí **minerály**, které za přítomnosti tekuté vody vznikaly geologicky nedávno, tj. před

$10^4 - 10^6$ lety. Phoenix též zjistil, že půda v okolí místa přistání je zásaditá. Očekávalo se, že modul bude fungovat po dobu tří měsíců, ale nakonec vydržel pracovat pět měsíců navzdory prachové bouři a mračnům, která zastínila Slunce, což snížilo produkci elektriny ze slunečních panelů. Phoenix zmlkl 2. listopadu 2008, když okolní teplota klesla s nastávajícím příchodem zimy pod -100°C .

Neúnavná vozítka (**rover**) na Marsu fungovala v r. 2008 už více než 4,5 roku, s čímž rozhodně autoři projektu nemohli původně počítat. Ačkoliv rovery vykazují zřetelné známky opotřebení, stále přinášejí velmi kvalitní údaje takříkajíc „*in situ*“. Vozítka **Opportunity** vyjelo koncem srpna 2008 z impaktního kráteru o hloubce 70 m a průměru 800 m. Oba rovery a také přistávací modul *Phoenix* přinesly zajímavý důkaz o mimořádné **salinitě tekuté vody** na Marsu, která byla až o dva řády slanější než oceány na Zemi. Oběžná sonda *MRO* přinesla důkazy o stojaté vodě v impaktním kráteru *Jezeru*, do něhož ústí vyschlá říční delta. *Proto se právě o tomto kráteru uvažuje jako o vhodném místě pro budoucí pilotovaný let na Mars*, jenž se však uskuteční zřejmě mnohem později, než optimisté čekali. Radar na sondě *MRO* prokázal, že kromě notoricky známého výskytu vodního ledu v polárních čepičkách se v nižších šírkách nachází led smíšený s prachem Marsova regolitu, ale že *nikde nejsou stopy po tekuté vodě* ve shodě s tím, jaké fyzikální podmínky na povrchu planety panují.

Oběžná sonda **Mars Global Surveyor (MGS)** snímkovala po dobu dvou a půl let (2004 – 2006) proslulé vzdušné prachové víry, zvané „*tančící derviši*“. Zaznamenala jich celkem 55 tisíc střídavě na severní a jižní polokouli planety ponejvíce v blízkosti 60° areografické šířky, čili *jde evidentně o sezónní letní úkaz* při nestejném ohřevu různých částí povrchu Marsu. Průměrná výška vírového „*kornoutu*“ dosahuje 660 m a jeho průměr 230 m a pohybují se nad terénem rychlostmi 1 – 59 m/s. Z měření kamery *HRSC* na sondě **Mars Express (ESA)** podle C. Stanzelové aj. vyplývá, že *derviši dodávají do atmosféry planety až polovinu vznášejícího se prachu*; druhá polovina pochází z lokálních či dokonce globálních prachových bouří v období kolem přísluní dráhy planety.

M. Mumma aj. a V. Krasnopolsky aj. objevili občasné **výrony methanu** v příkopu *Nili Fossae*, ale i dalších místech na Marsu pomocí infračervených spektrometrů na teleskopech *Keck*, *CFHT* a *Gemini-S* a také z měření oběžných sond *MRO* a *Mars Express*. To je velké překvapení, které zřejmě ovlivní další strategii hledání případných stop života pod povrchem planety.

Koncem listopadu 2007 objevil přehlídkový systém *CSS* na *Mt. Lemmon* v Arizoně **planetku 2007 WD5**, která proletěla kolem Země ve vzdálenosti 75 tis. km jako objekt 20 mag a jež se podle prvního výpočtu dráhy mohla následně střetnutout 30. ledna 2008 s Marsem. Její průměr byl asi 50 m a náraz na Mars by se odehrál rychlostí 13 km/s, takže impaktní kráter by dosáhl průměru bezmála 1 km a uvolněná energie ekvivalentu 3 Mt TNT (podobně jako Tunguský meteorit). Pravděpodobnost srážky však dosahovala zpočátku jen 4 % a nakonec se *planetka do Marsu netrefila k lítosti všech modelářů impaktů na nebeská tělesa*.

L. Jin aj. počítali *model rozložení prostorové hustoty sluneční pramhluviny* v závislosti na vzdálenosti od Slunce a ukázali, že právě ve vzdálenosti Marsu její hustota dosahovala minima, čímž vysvětlují překvapivě nízkou hmotnost této terestrické planety.

1.1.5. Jupiter

V květnu 2008 ohlásilo několik astronomů-amatérů **objev třetí červené skvrny** v atmosféře Jupiteru (velká červená skvrna existuje přinejmenším 3,5 století; skvrna „*junior*“ vznikla v březnu 2000 a nejnověji objevená skvrna dostala přezdívku „*baby*“). Morfologii i vývoj skvrny pak podrobně sledovaly velké dalekohledy *Keck* a *HST*.

M. Bland aj. připomněli, že oběžná sonda *Galileo* objevila **magnetické pole družice Ganymed** s indukcí 750 nT. To znamená, že Ganymed musel mít aspoň zpočátku žhavé kovové jádro, které vytvářelo dynamový efekt. Plášt Ganymeda pak chránil jádro před brzkým vychladnutím. R. Tyler zjistil, že *ohřev vnějších Galileových družic Jupiteru a rovněž družice Titan u Saturnu nepochází jen z radioaktivit jejich hornin a z výstřednosti jejich oběžných druh kolem obří planety, ale především ze šikmého sklonu rotačních os k oběžným rovinám*, což vyvolává silné slapové tření pod jejich povrchem. Pro **Europu** tak vychází nejvyšší tepelný tok 7 EJ. N. Thomas se zabýval vhodnou strategií letové dráhy budoucí kosmické sondy k družici *Io*, kde kromě extrémně intenzivního vulkanismu sondu ohrožuje také silná radiace. Mimo to zmíněné sondě *Galileo* nefungovala hlavní telekomunikační anténa, takže data z okolí družice *Io* jsou poměrně kusá. Podle Thomasových výpočtů lze pro budoucí sondy využít výkonnějších radioizotopových zdrojů elektřiny, než je plutoniový generátor, a vhodnou volbou průletových druh snížit radiační dávku pro palubní přístroje. Je však otázka, zda tak náročnou misi někdo uskuteční, protože přednost nejspíš dostane umělá oběžnice *Europy*.

D. Hamilton aj. ukázali, že vzhled jemného **prachového prstenu** Jupiteru se mění, když se dostane do stínu planety. Ve stínu se totiž zmenšuje velikost elektrického náboje na jemných částečkách „pavučinového“ prstence. Nic takového se však nepozoruje u prstenců Saturnu, které jsou tvořeny příliš velkými zrnky pokrytými ledem.

1.1.6. Saturn

Díky neúnavné činnosti oběžné sondy *Cassini* se neobyčejně prohlubují zřejmá údaje o přirozených družicích Saturnu, především o **Titanu**, který láká pozornost odborníků zřejměna jistou podobností se Zemí. Titan má, jak známo, o polovinu vyšší tlak atmosféry na svém povrchu, než je tlak vzduchu na Zemi, a probíhá tam při střední teplotě -179°C *hydrologický cyklus methanu* obdobný hydrologickému cyklu vody na Zemi. Titan je při průměru 5 150 km dokonce větší než planeta Merkur a jen o čtvrtinu menší než Mars. *Pokud se k poloměru Titanu připočte rozměr jeho husté atmosféry, jde dokonce o největší přirozenou družici celé Sluneční soustavy*.

Z měření **rotační periody** Titanu radarem na *Cassini* při průletech kolem Titanu v říjnu 2004 a v lednu 2005 vyplývá podle R. Lorenze aj., že perioda se mírně odchyluje od doby oběhu, což se dá vysvětlit sezónní výměnou momentu hybnosti mezi hustou atmosférou a vlastním tělesem Titanu. Atmosféra totiž rotuje rychleji než povrch (tzv. *superrotace*) a *kůra Titanu je od nitra oddělena podpovrchovým tekutým vodním oceánem*. Navíc je rotační osa Titanu skloněna o plných 27° vůči oběžné rovině a její poloha se ročně mění téměř o $0,5^{\circ}$. Autoři vypočítali, že následkem všech těchto efektů se bude *rotace Titanu zrychlovat až do r. 2009, načež se opět začne zpomalovat, což se bude cyklicky opakovat*.

Další **radarová měření** Titanu proběhla během přiblížení sondy 7. září a 28. října 2005 a jejich výsledky zpracovali J. Lunine aj. Radar pracoval na vlnové délce 22 mm (14 GHz), takže docílil na povrchu Titanu rozlišení až 300 m v pásech dlouhých až 5 km.

Ukázalo se, že tvářnost terénu se i v těchto malých úsecích pronikavě mění, čili *morfologie povrchu je velmi pestrá*. Na souši jsou patrné *písečné duny*, na dnech jezer a řek se nachází *ledová kúra* a v řekách teče *methan a ethan*. Vlastní kúra Titanu je tlustá asi 100 km a pod ní se nachází již zmíněný *oceán vody smíšené se čpavkem*. Podle R. Browna aj. není Titan pokryt souvislým oceánem, jak mnoho odborníků před érou sondy Cassini předpokládalo, ale má poblíž severního pólu velké **jezero Ontario** o ploše asi 20 tis. čtv. kilometrů a hloubce minimálně 10 m naplněné tekutým ethanem v roztoce s methanem, příměsemi dalších uhlovodíků a tekutým dusíkem. Podobně jako u Marsu se tam vyskytují *příválové řeky* následkem prudkých methanových deštů z husté atmosféry bohaté na dusík. Podle F. Raulina se plynný methan uvolňuje z nitra družice následkem *vulkanismu* a stoupá do Titanovy atmosféry, kde se částečně mění na ethan. Oba plyny však kondenzují na kapičky a vytvázejí tak kouřmo i mračna. Dešťové srážky pak dokončují koloběh methanu v řekách a jezerech, odkud se pak methan opět vrací do atmosféry, tak jako je tomu u vodních jezer a oceánů na Zemi.

C. Bertucci aj. využili vzácné shody okolností, kdy se *Titan v polovině června 2007 dostal na téměř 10 h z magnetosféry Saturnu* a byl tak vystaven přímému působení rázové vlny slunečního větru. Titan sám totiž magnetické pole nemá; je obklopen pouze indukováným polem Saturnovy magnetosféry. Měření ze sondy Cassini ukázala, že Titan svou magnetickou ochranu ztrácel při výstupu postupně během celých 3 hodin, takže jeho indukovaná magnetosféra projevila značnou setrvačnost.

Mezinárodní časopis *Planetary and Space Science* přinesl ve svém ročníku 56 (2008), č. 5, část 2 sérii prací o vědeckých výsledcích sestupného modulu **Huygens**, který se snesl na padáku na povrch Titanu počátkem r. 2005 a dokonce byl schopen vysílat vědecké údaje ještě po přistání do bláta na povrchu družice.

Navzdory jasné prioritě Titanu se o mediální popularitu přihlásila v r. 2008 další družice Saturnu, totiž **Enceladus**. Stalo se tak díky dvěma těsným (52 a 50 km) průletům sondy *Cassini* nad touto nevelkou družicí o průměru jen 500 km ve dnech 12. března a 11. srpna 2008, kdy sonda doslova nahlédla do nitra trhlin (tygřích pruhů), z nichž vycházejí *gejzíry* vodní páry, čpavku, analogie fridexu a ledová zrnka. Zrnka vylétají pomaleji, protože se v trhlinách zpomalují nárazy o jejich nepravidelné stěny. V gejzírech byly rozpoznány i komplexní *organické molekuly* (ethan, acetylen, propan aj.) a v trhlinách byla naměřena teplota o více než 100 °C vyšší, než má okolní povrch družice (<-200 °C). *Tepelný výkon z oblasti kolem jižního pólu dosahuje až 6 GW*; tj. jako velká atomová elektrárna. To prakticky znamená, že *na dně trhlin se nachází tekutá voda* a možná i spojitý podpovrchový vodní oceán! Podle J. Meyerové a J. Wisdoma však není hlavním zdrojem tepla pro pozorovanou kryovulkanickou aktivitu Encelada proměnné slapové ohřívání, jako je tomu u Jupiterovy družice Io. Slapovým ohřevem lze vysvětlit nanejvýš pětinu pozorovaného tepelného výkonu. Zbytek je naprostá záhada.

Tyto vpravdě senzační údaje byly dále upřesněny při zmíněném druhém těsném průletu, kdy sonda *Cassini* snímkovala trhlinu **Damascus Sulcus** hlubokou 300 m s lineárním rozlišením 24 m. Kolem ústí trhliny jsou na povrchu Encelada vidět usazeniny jako u pozemských vrádel a rozházené ledové balvany o průměru desítek metrů. Následovaly další dva těsné (25 km a 197 km) průlety 9. a 31. října 2008, při nichž dosáhlo lineární rozlišení 4 m a kdy se podařilo dále upřesnit chemické složení gejzírů, v nichž byly mj. objeveny sloučeniny sodíku včetně soli. V ultrafialovém absorpčním spektru jednoho gejzíru objevili C. Hansen aj. *pásy tekuté vody*, která tryská z trhlin *hypersonickou rychlostí!* Z Enceladu tak za sekundu uniká kolem 150 kg vody, která se stává dodavatelem kyslíku pro Saturnův prsten E.

Sonda *Cassini* také dokázala zobrazit malé Saturnovy družice **Pan** a **Atlas**, které obíhají nejbližší k planetě dokonce pod úrovni Rocheovy meze. *Pan* je velmi zploštělý útvar o hlavních osách 33×21 km a *Atlas* ještě placatější o rozměrech 39×18 km. Na rovníku obou družic vystupují výrazné horské hráby o výšce až 5 km. *Pan* je odpovědný za **Enckeovo dělení** v Saturnově prstenu A.

Dalším velkým překvapením se stal objev prachových prstýnků kolem druhé největší Saturnovy družice **Rhea** (průměr 1,5 tis. km), který je výsledkem těsného (500 km) průletu sondy Cassini dne 26. 11. 2005. Jak ukázali G. Jones aj., činí poloměry prstýnků 800, 1 100 a 1 200 km. *Rhea je tedy vůbec první družicí naší Sluneční soustavy, která se honosí prstenci.*

Zajímavé výsledky poskytly též videosekvence snímků (prosinec 2006 – květen 2007) **Saturnova prstenu F**, jehož pastýři jsou družice *Prometheus* a *Pandora*. Jak ukázali C. Murray aj., má prsten hustší jádro široké asi 1 km a řídší obal o průměru 50 km. Na snímcích jsou vidět jednotlivé balvany s průměry od 27 m ve vzdálenostech do 10 km od jádra prstenu. Mezi nimi dochází vinou poruch od Promethea každodenně ke srázkám a drcení i slepování zrnek, kaménků i velkých balvanů. Jde o dynamický proces s neobyčejně pest्रými konfiguracemi typu vějířů, výtrysků, chomáčků a kanálků pozorovatelný již na časové stupnici řádu hodin, ale i v delších intervalech až do řádu let. *Proces se zřejmě podobá tomu, jak z diskových prstenců kolem raného Slunce vznikala tělesa Sluneční soustavy.*

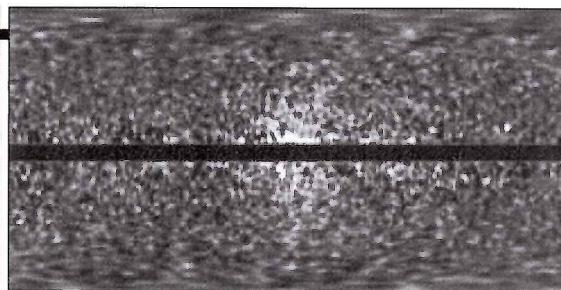
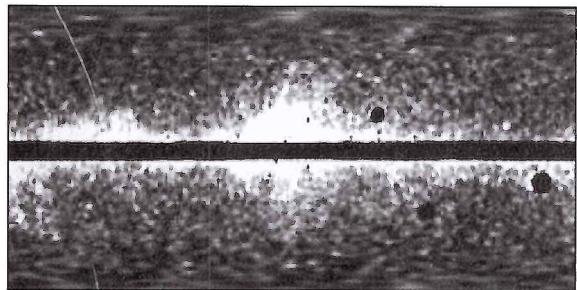
Sonda *Cassini* dále našla nový **prsten R/06 S 5** o poloosě 194 tis. km, jehož pastýřskou družicí je *Methone* (S XXXII), a nový **prstenový oblouk R/07 S 1** o úhlové délce 20š a poloosě 198 tis. km, jenž souvisí s družice *Anthe* (S XLIX). Oblouk je navíc důsledkem rezonance s oběžnou dobou družice *Mimas* (S I). Další oblouky se podařilo nalézt jednak v *Saturnově prstenu G* a jednak v okolí družic *Pan*, *Janus*, *Epimetheus* a *Pallene*.

T. Stallard aj. objevili **druhý ovál polární záře** na Saturnu pomocí snímků z *HST* a *IRTF*. Tím se Saturn konfigurací oválů polárních září vyrovnal Jupiteru. Podobně sonda *Cassini* nalezla v první polovině r. 2008 v atmosféře Saturnu rozsáhlou **elektrickou bouři** zabírající plochu o rozloze řádově tisíce kilometrů. Z nočních infračervených měření sondy vyplývá, že polární záře na Saturnu se vyskytuje jak v okolí magnetických pólů, tak dokonce i na rovníku.

Když jsme se takto v kostce seznámili s pozoruhodnými výsledky projektu **Cassini/Huygens**, jež byly uveřejněny během jediného roku, jistě můžeme s povděkem kvitovat rozhodnutí NASA prodloužit činnost sondy *Cassini* po 1. červenci 2008, kdy skončila primární část mise.

1.1.7. Uran a Neptun

M. Parisi aj. upozornili, že *existence 9 družic Uranu s nepravidelnou druhou je téměř určitě v rozporu s obecně přijímanou domněnkou, že ležatá rotační osa planety je důsledkem obří srážky Uranu s velkou planetkou* v rané fázi vývoje Sluneční soustavy. Zejména družice *Prospero* by nemohla takovou srážku přežít, takže buď se utvořila až po srážce, anebo je domněnka o srážce chybňá.



Vľavo: celooblohou mapu našej Galaxie zviditeľňuje emisie žiarenia gama tak, ako ich zaznamenal vesmírny ďalekohľad Fermi. Vpravo: po odstránení všetkých známych zdrojov žiaria iba zdroje okolo centra Mliečnej cesty.

Vedci na stope tmavej hmoty

Vieme, že vo vesmíre je šesťkrát viac nebaryonickej ako normálnej hmoty. Je to hmota, o ktorej veľa nevieme. Prejavuje sa iba gravitáciou, ktorej účinky na najväčšie zoskupenia viditeľnej hmoty, kopy galaxií, dokážeme merá. Vedci nazvali túto hmotu tmavou. Predpokladajú, že nebaryonickú, tmavú hmotu tvoria exotické časticie. Pokusy detegovali ich priniesli doteraz skôr rozpačité výsledky. Pritom pre astronómov je skúmanie tmavej hmoty jednou z troch hlavných priorit.

Vesmírny ďalekohľad Fermi, mapujúci zdroje žiarenia gama, objavil nedávno čosi, čo hľadačov tmavej hmoty vzrušilo. Fermi zachytil mimoriadne tvrdé žiarenie gama (2 až 50G eV), ktoré naznačuje, že centrálna oblasť našej Galaxie, presne tam, kde by mala byť tmavá hmotá najhustejšia, je preplnená elektrónmi s vysokou energiou. Zdá sa, že tieto superrýchle elektróny sú produkтом neznámych procesov, podobných nárazovej vlne po výbuchu supernovy. Tieto procesy sa však prejavujú v oveľa rozsiahlejšej oblasti a urýchľujú elektróny na ešte vyššie rýchlosť.

Najpopulárnejšia teória tmavej hmoty je postavená na predpoklade, že ide o neviditeľné časticie, ktoré už dávnejšie predpovedal fyzikálny

Limit časopriestorovej peny

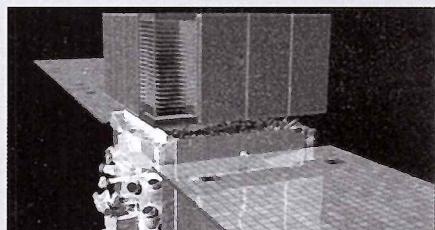
Vesmírny ďalekohľad Fermi (na snímke) otvára nové obzory fyziky. Kvantová mechanika vychádza z predstavy, že časopriestor nie je rovnorodý, ale nepravidelný a spenený v submikroskopickej škále, s bublinkami nie väčšími ako 10^{-35} centimetra! Ak je časopriestor dostačne spenený, mal by generovať žiarenie gama s mimoriadne vysokou energiou, pohybujúce sa bezmála rýchlosťou svetla.

Koncom júna minulého roku zachytil Fermi z rovnakého zdroja fotóny s mimoriadne vysokou energiou (zo vzplanutia gama), ale o 9 sekúnd neskôr ako fotóny s nižšou energiou. Zo zdroja, ktorý vybuchol pred 12,2 miliardami rokov. Spôsobil toto oneskorenie kvantový časopriestor?

model „supersymetrie“. Supersymetrické časticie s najmenšou hmotnosťou – neutralína sa počas vzájomných kolízií anihilujú, pričom vznikajú elektróny a pozitrony s mimoriadne vysokou energiou. Objavil Fermiho ďalekohľad naozaj tieň častice...?

Vedci sú opatrni. Doug Finkbeiner z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, ktorý s kolegami analyzuje údaje z ďalekohľadu Fermi, tvrdí, že iné vysvetlenie existencie týchto častic zatiaľ neexistuje. Iní sú skepticajší: upozornujú na to, že akékolvek závery, najmä ak sa opierajú o exotické fyzikálne teórie, sú predčas-

Asi nie... Fermi detegoval aj iné, o 5 miliárd rokov mladšie vzplanutie žiarenia gama s vysokou energiou. V tomto prípade však fotóny z najvyššou v najnižšou energiou dopadli na detektor súčasne. Tento úlovok vylučuje potrebu novej teórie gravitácie (časopriestoru), ktorá predpokladá zmenu rýchlosťi svetla.



né. Upozorňujú na to, že počet anihilácií neutralín je príliš nízky na to, aby vygenerovali také intenzívne žiarenie gama. Ibaže by išlo o „tmavú silu“ (nemýliť si s tmavou energiou), pôsobiacu medzi časticami tmavej hmoty.

Tak, alebo onak: vedci sú presvedčení, že Fermiho objav priblížil rozlúštenie záhad okolo tmavej hmoty. Prispiel by mali k tomu aj experimenty XENON100 a LUX, špeciálne zariadenia umiestnené hlboko pod povrchom Zeme. Spolu s výsledkami pokusov na Veľkom hadrónovom urýchľovači by mali počet kandidátov na tmavú hmotu podstatne znížiť. **Fermi Press Release**

Gigantický prúd intergalaktického plynu...

Prúd plynu, šíriaci sa zo susedných galaxií, ktorý sa začína ovijať okolo Mliečnej cesty, je oveľa dlhší a starší, ako sme sa nazdávali. Astronómovia navyše odhalili, čo rozhýbalo tieto velykoty plynu.

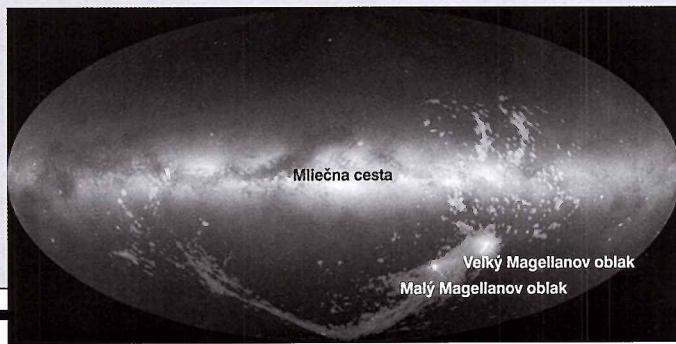
Hlavný prúd vytieká z Magellanových oblakov. Objavili ho už pred 30 rokmi. Prúd však neboli plynulý, objavovali sa v ňom (zdanlivé?) medzery, a tak až najnovšie pozorovania ďalekohľadom GBT (Green Bank Telescope) záhadu rozriešili.

Magellanove oblaky sú najbližšimi susedmi našej Galaxie. Od oboch hviezdnych ostrovov nás delí 150 000, potážne 200 000 svetelných rokov. Pozorovať ich môžeme iba z Južnej pologule. Sú menšie ako Mliečna cesta, pričom jej gravitácia spôsobuje rozpad oboch Magellanových oblakov.

Tím Davida Nivedera z Univer-

sity of Virginia študoval Magellanove oblaky pomocou rádioteleskopu GBT viac ako 100 hodín. Získané údaje skombinoval s dátami obrieho rádioteleskopu Arecibo v Portoriku, Parkesovho ďalekohľadu v Austrálii a Westerborkovo ďalekohľadu v Holandsku.

Na kombinovanej, rádio/optickej snímke vidíte Mliečnu cestu, Magellanove oblaky i nedávno objavený prúd plynu v celej jeho dĺžke. Naša Galaxia je načerhaná, jasná horizontálka v strede snímky. Magellanove oblaky s jasnými jadrami sú vpravo dole od stredu. Práve odtiaľ sa šíri dlhý prúd plynu.



Ukázalo sa, že gigantický prúd plynu je o 40 % dlhší ako sa predpokladalo.

Fakt, že je prúd plynu dlhší, znamená, že musí byť oveľa starší, ako sa myšlelo. Astronómovia odhadli jeho vek na 2,5 miliardy rokov. Vďaka novým údajom sme sa do-

zvedeli, že plynový veľtok vyvolala blízka interakcia oboch Magellanových oblakov, ktorá v oboch galaxiách sformovala gigantické zhustky plynu s búrlivou hviezdotvorbou. Silné hviezdne vetry z mladých hviezd i časte výbuchy supernov, (v oblakoch sa sformovalo veľa masívnych hviezd, ktorých život je krátky), nasmerovali plyn smerom k Mliečnej ceste.

Objav potvrdil výsledky starších štúdií, podľa ktorých k takýmto výronom z Magellanových oblakov dochádzalo aj v dôvnejších dobách. Zároveň sa ukázalo, že na vznik veľkého plynu nemala naša Galaxia takmer nijaký vplyv, pretože v minulosti sa Magellanove oblaky k našej Galaxii až tak kriicky nepriblížili.

**University of Wisconsin
Press Release**

Klimatický ping-pong

Svetová verejnosť s nádejou čakala na decembrové kodanské stretnutie 192 krajín – COP15¹, na ktorom sa mal uzavrieť nový dohovor o klimatických zmenách. Táto dohoda by bola základom vytvorenia mechanizmu regulačných opatrení na redukciu skleníkových plynov v atmosfére po roku 2012, keď sa končí obdobie, na ktoré sa vztahuje regulácia navrhnutá Kjótskym protokolom (KOZMOS 1/2006). Svet očakával, že toto stretnutie prinesie, v porovnaní s Kjótskym protokolom, globálny a účinný konsenzus o tom, ako bude ľudstvo čeliť globálному otepľovaniu a jeho následkom po roku 2012.

Nové pozitívne spätné väzby

Hoci posledná správa IPCC (Medzivládny panel pre klimatickú zmenu pri OSN) s odporúčaniami pre redukciu skleníkových plynov bola vydaná len nedávno – v r. 2007, objavili sa nové informácie o otepľovaní, ktoré viedli k tomu, že v Kodani sa návrhy pre reguláciu skleníkových plynov prikláňali skôr k hornej hranici odporúčaných intervalov. O aké informácie ide?

Nové merania hovoria, že v Arktíde prebieha otepľovanie rýchlejšie (obr. 1) než uvádzajú posledná správa IPCC, čomu zodpovedá aj detegovaná akcelerácia topenia sa morského a pevninského ľadu a vzostupu morskej hladiny. Družicové aj pozemné merania každoročne ukazujú zmenšujúce sa zaľadené plochy v Arktíde, najmä v letnom období. Klesá nielen celková výmera zaľadených oblastí (obr. 3), ale mení sa aj kvalita ľadu – trvalé ľadové plochy sa menia na sezónny zimný ľad (obr. 2).

Pomocou meraní zmien gravitačného poľa zo satelitu GRACE sa úbytok ľadu v Grónsku odhaduje na $-177 \pm 12 \text{ km}^3$ za rok (z meraní v rokoch 2002 – 2008). Zistilo sa tiež, že väčší úbytok sa pozoruje v okrajových oblastiach, pričom v centrálnej oblasti je bilancia ľadu urovnana vďaka intenzívnym zrážkam. Ako príčina rýchlejšieho topenia sa okrajových grónskych ľadovcov sa uvádzá možný väčší ohrev od stále teplejšieho oceánu.

Predpokladá sa, že topenie arktického ľadu prispieva k vzostupu hladiny mora asi 0,4 mm/rok (v súčasnosti sa globálny nárast morskej hladiny odhaduje na 3 mm/rok). Podľa IPCC (2007) sa v tomto storočí očakáva vzostup hladiny oceánov v intervale 28 – 43 cm. Objavujú sa však správy, že už okolo roku 2013 budú letá, keď sa úplne

roztopí arktický ľadový kryt. Roztopenie arktického ľadu tiež vyvoláva obavy z toho dôvodu, že zmena vlastností povrchu oceánu (z ľadu sa stane kvapalná voda, ktorá sa ochladzuje pomalej ako pevnina) vyvolá zmeny cirkulácie vzdachu v tejto oblasti (očakáva sa zintenzívnenie južného prúdenia – z pevniny, ktoré by do oblasti prinášalo ďalej tepla z nižších zemepisných šírok) a nárast oblačnosti, ktorá bude ďalej prispievať k regionálnemu otepľeniu. Niektorí vedci odhadujú, že pri takomto zrýchľovaní arktického otepľovania a pridružené sa antarktického topenia ľadu môže do roku 2100 hladina svetového oceánu stúpnúť cca o 1 m.

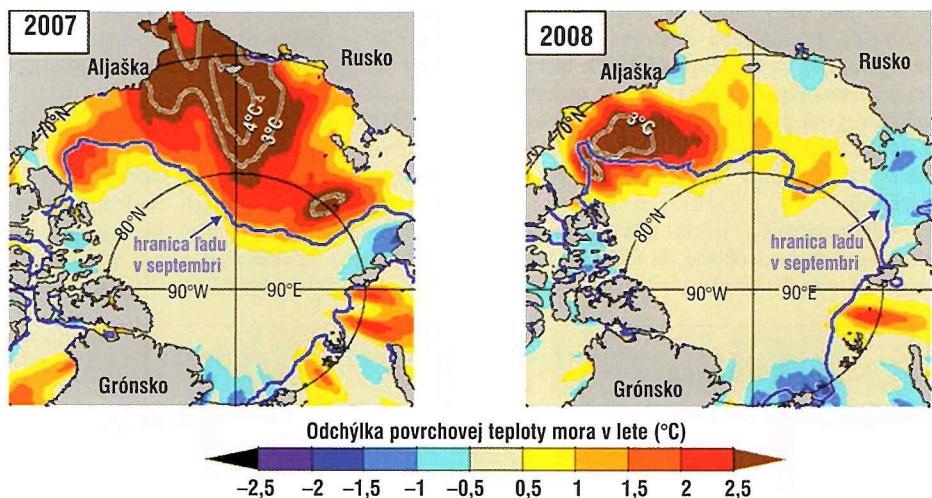
Zrýchľuje sa tiež uvoľňovanie skleníkových plynov z permafrostu, pričom modely ukazujú, že otepľenie o ďalší stupeň by znamenalo uvoľnenie takého množstva skleníkových plynov za rok, ktoré zodpovedá regulačným snahám celej EÚ v rámci Kjótskeho protokolu. Nové výskumy odhalili, že obsah metánu v pevninskom permafreste² je väčší, než sa doteraz uvádzalo (uvážuje sa s využitím metánu, ktorý je uvažnený v dutinách ľadových kryštálov – tzv. klatrátoch – ako s alternatívnym fosílnym palivom, ktoré nemá taký nepriaznivý účinok na nárast ske-

níkového efektu ako spaľovanie uhlia či ropy, ale vznikajú obavy z toho, že metán sa pri ťažbe môže rýchlo uvoľniť do vzduchu).

Merania koncentrácie metánu v pobrežných usadeninách Severného ľadového oceánu ukazujú jeho vysokú koncentráciu nielen nad hladinou, ale aj tesne nad morským dnom. Existujú špekulácie o tom, že ak sa roztopí arktický morský ľad a severný ľadový oceán sa dostatočne ohreje, môže to viesť k uvoľneniu veľkého objemu metánu viazaného v pobrežných usadeninách, ktoré by zvýšilo koncentráciu tohto plynu vo vzduchu až 12-násobne. Náhle uvoľnenie veľkého množstva metánu z morského dna by pravdepodobne viedlo k náhlym klimatickým zmenám. Teraz sú zásoby tohto plynu pochované pod kryhami arktického ľadu.

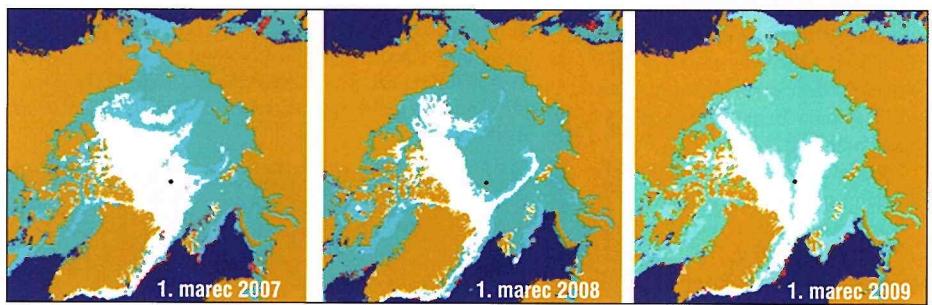
Predpokladá sa tiež, že sa v budúcnosti spoľahlivo zachytávanie oxidu uhličitého svetovým oceánom. Pri modelovaní klímy Zeme s obmedzenou absorpciou CO₂ oceánom a pevninou pre scenár A1F1 v Haddleyho výskumnom centre (scenár predpokladá intenzívne využívanie fosílnych palív – v r. 2100 ráta s koncentráciou CO₂ 1550 ppm) sa ukázalo, že by globálna teplota stúpla o 4 °C už okolo roku 2070 (v niektorých častiach Arktídy bol pri tomto scenári modelovaný vzostup teploty až o 10 °C).

Posledné merania pH vody oceánu tiež odhalili, že sa oceán zvýšenou absorpciou CO₂ okysliл viac, než sa uvádzá v poslednej správe



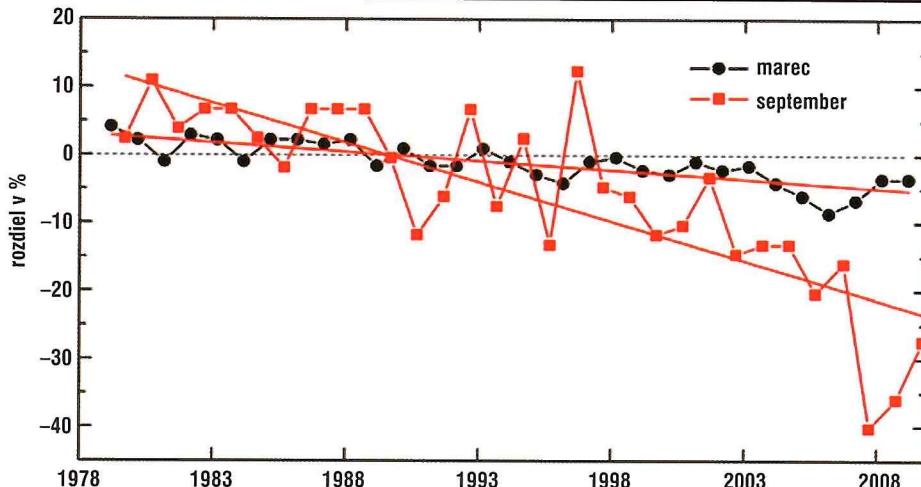
Obrázok 1. Odchýlky povrchovej teploty mora od priemernej hodnoty v rokoch 1982 – 2006 (v letnom období – júl, august, september) získané zo satelitných meraní. Tmavomodrou čiarou sú ohrazené zaľadené oblasti v septembri (na konci polárneho leta).

(zdroj <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/ocean.html>)



Obrázok 2. Obrázok ukazuje na kvalitatívne zmeny ľadu v Arktíde 1. marca v rokoch 2007 – 2009, na konci zimy. Bielu je vyznačený viacročný viacvrstvový ľad, bledomodrou zmešaný ľad, tmavšie modrou ročný ľad, červenou ľad s topliacim sa povrhom. Tmavomodrá farba predstavuje povrch s kvapalnou vodou a hnedožltá pevnina. Obrázky boli získané kombináciou satelitných údajov a meraní z bôja.

(zdroj <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/seacie.html>)



Obrázok 3. Časové rady odchýlok rozlohy arktického ľadu od priemeru za obdobie 1979 – 2009 v marci (koniec zimy – ročné maximum ľadovej plochy) a v septembri (koniec leta – ročné minimum plochy s ľadom). Lineárny trend pre marec je $-2,5\text{ \%}/10\text{ rokov}$ a pre september $-8,9\text{ \%}/10\text{ rokov}$.

(zdroj <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/seacie.html>)

IPCC, čo môže nepriaznivo ovplyvniť niektoré morské ekosystémy.

Dá sa globálne oteplenie zmierniť inak, ako reguláciou skleníkových plynov?

Obavy z možnej náhlej klimatickej zmeny vyvolávajú snahu nájsť také spôsoby, ktoré by fudstvu umožnili ochladiť Zem rýchlejšie, než prostredníctvom postupnej regulácie emisií skleníkových plynov. Všeobecne sa tieto metódy nazývajú geoinžinierskymi. Geoinžinierske metódy boja s klimatickou zmenou sa dajú rozdeliť na globálne a lokálne, podľa toho, akú časť Zeme dokážu ovplyvniť, alebo podľa toho, akým procesom chcú ovplyvniť globálnu radiačnú rovnováhu.

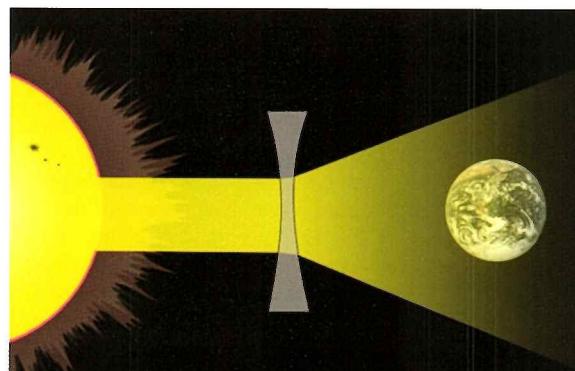
Prvú skupinu tvoria metódy, ktorých cieľom je ovplyvniť radiačnú bilanciu systému Zem-atmosféra reguláciou množstva slnečného žiarenia dopadajúceho na povrch Zeme. Patria sem projekty na vytvorenie kozmických štítov pred dopadajúcim slnečným žiareniom, či už vo forme zrkadiel, kozmických solárnych panelov, alebo vytvorením oblaku prachu (napr. pôvodom mesačného) okolo Zeme, ktorý by zachytával časť dopadajúceho slnečného žiarenia. Zaujímavým riešením sú návrhy na umiestnenie zariadení, ktoré by slnečnú energiu dopadajúcu na Zem rozptylovali do vesmíru (obr. 3).

Priamo zo zemskejho povrchu by sa dala ovplyvniť schopnosť povrchu odrážať slnečné žiarenie. Zvyšovaním albeda zemskejho povrchu by sa zmenšila energia, ktorou sa ohrevia zemský povrch a následne do povrchu aj vzduch. Ako vhodné povrhy na tento účel sa javia púste, ktoré by sa mohli pokrýť materiálom s vysokým albedom povrchu, alebo rovno solárnymi článkami. Tiež sa uvažuje s materiálom odrážajúcim žiarenie, ktorým by sa pokryli veľké plochy oceánu. Existujú projekty lokálneho charakteru na prerobenie striech ľudských sídiel na povrhy s vysokou schopnosťou odrážať slnečné žiarenie, alebo na pokrytie striech solárnymi článkami. V rámci týchto metód sa zachádza k absurdným riešeniam – navrhuje sa napr. výrub lesov mierneho pásma, ktoré v zime, ak nie sú zasnežené, predstavujú, v porovnaní s bielymi plochami, oblasť s menším albedom povrchu. Uvažuje sa

aj so šľachtením takých poľnohospodárskych rastlín, ktoré by čo najviac odrážali dopadajúce slnečné žiarenie.

Osobitnú skupinu tvoria projekty, ktorých cieľom je podporiť tvorbu oblakov a ich schopnosť odrážať slnečné žiarenie (najmä nad morom, kde je málo kondenzačných jadier – zárodkov oblačných kvapiek) pridávaním chemických látok v rôznych formách (soli, propán, alebo rozptýlená morská voda) do vzduchu.

V poslednom čase je veľmi populárna myš-



Obrázok 4. Schematické zobrazenie jednej z možností, ako zmenšiť množstvo slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch, a tak zabrániť globálному oteplovaniu. Umiestnením do kozmu tzv. vesmírnych rozptylných šošoviek s priemerom asi 1 000 m (na obr. sú šošovky zobrazené disproporčne voči Zemi a Slnku).

(zdroj http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_radiation_management)

lienka nositeľa Nobelovej ceny za chémiu Paula Crutzena, ktorú oprášil z prednášok ruského prof. Budyka zo 70. rokov, a ktorá hovorí, že ak sa do stratosféry dostane veľké množstvo zlúčení síry, ako sa to stáva pri veľkých sopečných výbuchoch, má to chladiaci účinok na celú Zem. Vedci zatiaľ nevypočítali, kolko zlúčení síry (ich výroba je finančne nenáročná) by sme museli do stratosféry vypustiť a v ktorých miestach, aby sme dosiahli želané ochladenie. Táto metóda je riziková preto, lebo nie je jasné dopad rastu koncentrácie sírových zlúčení na ozónosféru Zeme a jej estetickým nedostatom je to, že by sme mohli zabudnúť na belasú farbu bezoblačnej oblohy.

Ďalšia skupina geoinžinierskych aktivít sa sústredí na odstraňovanie skleníkových plynov zo vzduchu biologickými, fyzikálnymi a chemickými procesmi. V Kozmose 1/2005 boli načerpané metódy ukladania CO_2 do zeme, alebo na dná oceánov a tiež podpora vývoja morských rias a planktonu, absorbujúcich CO_2 , zvyšovaním koncentrácie železa v morskej vode. Uvažuje sa s ukladaním biomasy po procese pyrolyzy do tzv. biouhlia. Medzi chemické metódy získavania CO_2 zo vzduchu patrí jeho chemické viazanie v rôznych formách minerálov. Bol vyvinutý ekocement, ktorý pri tvrdnutí zo vzduchu naviaže viac CO_2 , ako sa spotrebuje pri jeho výrobe.

Geoinžinierstvo zatiaľ nie je súčasťou IPCC, najmä kvôli odporu mnohých občianskych združení, ktoré tieto aktivity na zníženie globálnej teploty považujú za neúčinné, príliš rizikové, alebo za zbytočné, pretože odvádzajú pozornosť od regulácie emisií skleníkových plynov, ktorá nepredstavuje riziko z hľadiska náhleho narušenia globálnej klimatickej rovnováhy.

Kodanská dohoda

V Kodani sa hovorilo o tom, ako obmedziť globálny vzostup teploty znižovaním koncentrácie skleníkových plynov vo vzduchu. Na dosiahnutie tohto cieľa sa treba zaoberať podporou nových technológií, nenáročných na spotrebu fosílnych palív, elektrifikáciou dopravy a využitím biopalív podporovať zachovanie čo najväčšej výmery tropických lesov a dbať o dosiahnutie udržateľnosti poľnohospodárskej výroby v budúcich klimatických podmienkach. Najproblematickejšou časťou rokovania boli spôsoby a výška refundácie adaptačných opatrení rozvojovým krajinám a konfrontácia redukcie skleníkových plynov, ktorú by boli jednotlivé krajiny schopné v budúcnosti dodržať, s požadovanou redukciou, ktorá by zabezpečila, aby do r. 2100 teplota Zeme nestúpla o viac ako $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pre dodržanie tejto hranice vedci požadovali zníženie koncentrácie skleníkových plynov vo vzduchu o 25 – 40 % do r. 2020 a o 80 – 95 % do r. 2050, pričom podporovali takú reguláciu, ktorá by zabezpečila kulmináciu množstva skleníkových plynov vo vzduchu okolo r. 2020.

Výsledkom stretnutia nie je zmluva zabezpečujúca konkrétné limity, ktoré by sa mali záväzne dodržať v budúcnosti. Krajiny sa ale zhodli na tom, že množstvo skleníkových plynov vo vzduchu je nutné regulať tak, aby vzostup globálnej teploty nepresiahol $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zmluva má 12 bodov. Hned druhý bod, v ktorom sa pôvodne deklarovalo, že koncentrácia skleníkových plynov by mala kulminovať v r. 2020, bol po žiadosti Číny zmenený na nekonkrétnu formuláciu, že koncentrácia skleníkových plynov má kulminovať tak skoro, ako je to možné, a v rozvojových krajinách je možné dosiahnuť maximum skleníkových plynov vo vzduchu neskôr ako v rozvinutých ekonomikách. Do konca januára 2010 majú rozvinuté krajin

do zmluvy doplniť svoje emisné ciele a rozvojové štaty návrhy na zmierenie dopadov otepľovania s tým, že každé dva roky budú samotnou rozvojovou krajinou tieto snahy kontrolované a vyhodnotené, pričom pri aktivitách s medzinárodnou finančnou podporou sa vyžaduje aj medzinárodná kontrola použitia finančných prostriedkov. Zmluva uvádza ako prostriedok na kompenzáciu strát zo zastavenia odlesňovania (v súčasnosti prispieva odlesňovanie k rastu skleníkového efektu cca 17 %) v rozvojových krajinách mechanizmus REDD plus (Reduction of greenhouse gasses from Deforestation and land Degradation), ktorého pravidlá už boli dohodnuté na predchádzajúcich stretnutiach COP a budú ďalej doplnené. V ďalšom bode je deklarovaná snaha o vytvorenie takých trhových mechanizmov, aby sa rozvojové krajiny vyvíjali tzv. nízkoemisnou cestou (aby sa u nich preškôpila fáza, keď je rozvoj ekonomiky výrazne závislý od relatívne lacnej energie z fosílnych palív). Konkrétna pomoc 30 miliárd \$ ročne bola prisľúbená do r. 2012 na adaptáciu proti následkom otepľovania, a to najmä najmenej rozvinutým krajinám (niektoré africké a ostrovne štaty) patriacim do skupiny LDC (Least Developed Countries) s perspektívou nárastu tejto sumy na 100 miliárd \$ ročne do r. 2020. V zmluve sa deklaruje zriadenie osobitného Kodanského zeleného klimatického fondu, prostredníctvom ktorého by sa mali financovať adaptačné opatrenia, REDD mechanizmy a vývoj a zavádzanie technológií založených na obmedzení spotreby fosílnych palív. Záväzky navrhnuté v tejto zmluve by sa mali realizovať do r. 2015.

Niektoře médiá kodanské rokovania označili

ako neúspešné a objavili sa aj návrhy na reorganizáciu OSN (najmä systém umožňujúci vetrovanie dohôd so širokou podporou jedinou krajinou). Učastníci vrátane „najväčších klimatických hráčov“ boli nútene odkryť karty a predstaviť, akú konkrétnu redukciu skleníkových plynov sú ochotní urobit do r. 2020 a 2050, akými sumami sú rozvinuté krajiny ochotné podporovať opatrenia na zmierenie dopadov globálneho otepľenia alebo na kompenzáciu odlesňovania v rozvojových krajinách a akú mieru transparentnosti použitia ponúkaných prostriedkov požadujú od rozvojových krajín. Oba tábory – rozvojové aj rozvinuté krajiny – predstavili, aké formy financovania preferujú.

Diplomatické hry

Známe krajinami záväzne potvrdené hodnoty limitov redukcie skleníkových plynov umožnili vypočítať či postačujú na zastavenie rastu globálnej teploty o menej ako 2 °C do roku 2100. Ešte počas kodanského stretnutia sa vedci pokúsili odhadnúť budúci vývoj teploty Zeme pomocou jednoduchého interaktívneho systému C-ROADS a rôznych scenárov vývoja koncentrácie skleníkových plynov. Výsledkom modelových výpočtov boli teploty v r. 2100 o 3,9 °C vyššie v porovnaní s predindustriálnym obdobím. Pri scenári nepočítajúcim s obmedzením spotreby fosílnych palív bolo modelované oteplenie v r. 2100 o 4,8 °C. V oboch prípadoch boli modelované zmeny teploty daleko od požadovaných 2 °C.

Potenciálna redukcia skleníkových plynov deklarovaná jednotlivými krajinami je oveľa vyššia ako záväzne deklarované limity, nemožno ju však pri modelovaní budúcej klímy bráť vážne.

USA predstavili svoj plán na obmedzenie skleníkových plynov o 17 % do r. 2020 v porovnaní s hodnotami z r. 2005. Potenciálne by mohli túto hodnotu zvýsiť až na 28 %, avšak ďalšie obmedzenie podmieňujú tým, aby aj Čína predstavila vlastný plán na zníženie produkcie skleníkových plynov a na transparentnú kontrolu jeho dodržiavania. Čína, ktorá je v súčasnosti najväčší producent skleníkových plynov, prišla na rokovania so smelými cieľmi – znížiť do r. 2020 emisie skleníkových plynov pripadajúce na jednotku HDP (hrubý domáci produkt) o 40 – 45 % v porovnaní s rokom 2005. Na rokovaniach však čínska delegácia pôsobila tak, aby sa do výsledného dokumentu z COP15 nedostali žiadne konkrétné „čísla“ (týkalo sa to samotnej redukcie koncentrácie skleníkových plynov aj časových limitov na jej dosiahnutie), a tak ani vlastný návrh nie je pre túto krajinu záväzny.

COP15 tiež ukázalo, že krajiny už na rokovaniach neboli rozdelené na dva tábory – rozvinutých a rozvojových – ako to bolo doteraz. Pôvodný návrh kodanskej dohody podporovala aj väčšina rozvojových krajín, združených v rôznych záujmových alianciach.

Budúcnosť ukáže, či kodanské stretnutie bolo základom globálnej dohody o redukcii skleníkových plynov vo vzduchu, alebo bolo len pokračovaním diplomatických hier bez účinku na skleníkový efekt zemskej atmosféry a či v budúcnosti po neúspešných rokovaniach nebudete nutné obmedziť globálny nárast teploty niektorou z rizikových geoinžinierskych metód.

ANNA PRIBULLOVÁ
Zdroj informácií – internet

Nové údaje o slnečnej koróne

Medzinárodný tím astronómov uverejnili nové údaje o teplote slnečnej koróny. Vedci využili namerané hodnoty o množstve ionizovaného železa, ktoré získali počas úplných zatmení Slnka v rokoch 2006, 2008 a 2009.

Teplotu koróny nevyjadruje stála hodnota. Ide skôr o priemer teplôt, získaný kvantifikovaním kinetickej energie rozličných častic. Horúcejšie časticie majú vyššiu, studené nižšiu kinetickú energiu. Ked sa atómy zrásajú, stratia elektróny a menia sa na ióny. Hodnota ionizácie vyjadruje energiu kolízie.

Ionizované atómy môžeme identifikovať spektroskopicky, alebo pomocou špeciálneho filtra. Ten separuje vlnovú dĺžku emisií iónu, kym sa elektróny opäť neusadia na pôvodných obežných dráhach. Z údajov o ionizácii sa dá vyčítať nielen kinetická energia plynu, ale aj rozsah teplôt, ktoré sa následne spriemerujú.

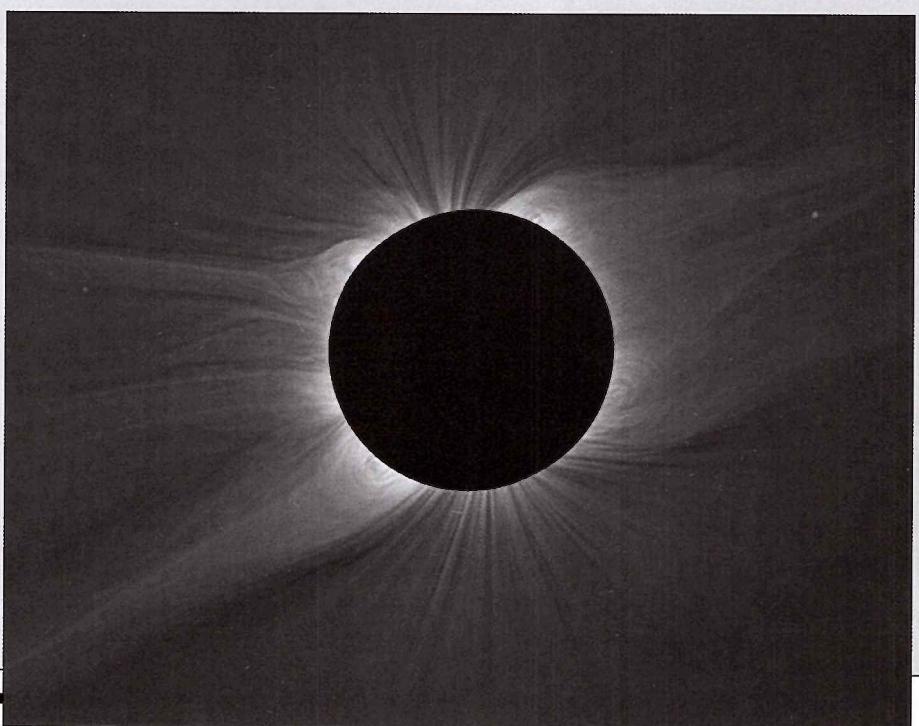
Túto metódu použili vedci aj v štúdiu slnečnej koróny. Zamerali sa najmä na rozličné stavby ionizácie železa. Tak zmapovali niekoľko stavov ionizovaného železa. Po prvý raz detegovali na vlnovej dĺžke 789,2 nm aj čiary Fe IX, nestálych

atómov železa, ktoré dočasne stratili 8 elektrónov.

Ukázalo sa, že emisie železa boli najčastejšie do vzdialenosť 3 slnečných polomerov nad fotoférou. (Aj fotóny v optickej oblasti svetla môžu atómy ionizovať, ale tak slabo, že zmeny teploty sa nedajú v koróne spoľahlivo merat.) Vo väčšej vzdialosti boli zrážky atómov také

zriedkavé, že ionizáciu nespôsobili. Výsledky naznačili, že počet rozličných iónov emitovaných Slnkom sa takmer neodlišuje od ich počtu v medziplanetárnom priestore, tak ako ich namerali sondy SWICS a ACE. Oba objavy prispeli k pochopeniu procesov, ktoré prebiehajú v koróne.

Astrophysical Journal



Raketoplány: sbohem a šáteček

Letošní rok bude v pilotované kosmonautice extrémně zajímavý. Ponese se totiž ve znamení postupného útlumu a nakonec pravděpodobně i ukončení provozu kosmických raketoplánů.

Ohlédnutí za rokem loňským

V roce 2009 se uskutečnilo devět startů pilotovaných kosmických lodí, pěti amerických raketoplánů a čtyř ruských sojuzů. Takovéto frekvence se celosvětově podařilo dosáhnout naposledy v roce 1997. A pokud bychom se podívali pouze na ruskou kosmonautiku, tak bychom museli jít ještě hlouběji do historie. Více než dva pilotované starty (loni čtyři) totiž realizovala naposledy v roce 1980!

Z celkem devíti pilotovaných startů v roce 2009 zamířilo osm k Mezinárodní kosmické stanici, devátý představoval finální servisní výpravu k Hubbleovu kosmickému teleskopu. Do vesmíru se vydalo 45 kosmonautů, z toho 22 poprvé. Budeme-li počítat i trojici pracující na palubě ISS už od roku 2008, tak mělo loni tu čest zakusit slasti i strasti stavu bezvíze 48 mužů a žen.

Každopádně: příchod nového roku 2010 přivítala na palubě ISS pětičlenná posádka ve složení Jeffrey Williams, Timothy Creamer (oba USA), Maksim Surajev, Oleg Kotov (oba Rusko) a Sojči Noguči (Japonsko). Mimochodem, bylo to poprvé v historii kosmonautiky, co Silvestra trávila ve vesmíru takto početná sestava.

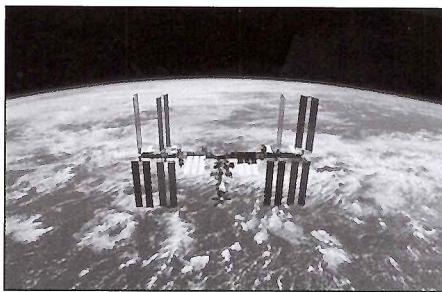
Endeavour STS-130: s vyhlídkovou věží

Letošní program pilotovaných letů začal poněkud paradoxně bezpilotním startem: vyuštěním zásobovací družice Progress M-04M dne 3. února 2010. Je to první z šesti plánovaných ruských startů na rok 2010, které mají zajistit plynulé zásobování ISS. Další se chystají na 28. dubna (M-05M), 28. června (M-06M), 31. srpna (M-07M), 27. října (M-08M) a 27. prosince (M-09M).

Jen o několik dní později (8. února) se do vesmíru vydal první letošní raketoplán, stroj Endeavour. Suchou řečí statistik říká o 130. start raketoplánu, 24. let stroje Endeavour a 32. misi raketoplánu k ISS.

Endeavour dopravil na ISS dvojici modulů Tranquility a Cupola (italsky „Dóm“). Modul Tranquility byl původně označený jako Node-3, přičemž světlo světa spatřil v Itálii coby součást evropského příspěvku za možnost využívání ISS a dopravy Evropanů na ni s pomocí raketoplánů. Cupola je dvoutunová součást stanice o průměru 2 m a výšce 1,5 m. Vybavena je celkem sedmi velkými okny, což astronautům umožní jednak provádět rozsáhlá pozorování Země a jednak mnohem lépe než dosud řídit robotické operace na ISS (zvláště pak mechanické ruky SSRMS, která má mít pro příště v Cupoli umístěné na Tranquility hlavní stanoviště).

Posádku raketoplánu při čtrnáctidenní misi tvořili velitel George Zamka (veterán z letu Dis-



Téměř dokončená Mezinárodní kosmická stanice na počátku roku 2010.



Pětice kosmonautů, která obsluhovala ISS na počátku letošního roku (zleva): T. Creamer, J. Williams, M. Surajev, O. Kotov a S. Noguči.



Raketoplán Endeavour STS-130 dopravil na ISS vyhlídkový modul Cupola.



První snímek pořízený z modulu Cupola zachycuje Saharu.

Posádka raketoplánu Endeavour STS-130 (zleva): N. Patrick, T. Virts, R. Behnken, K. Hiorevá, G. Zamka a S. Robinson.



covery STS-120/2007), pilot Terry Virts (nováček) a letoví specialisté Kathryn Hireová (Columbia STS-90/1998), Stephen Robinson (Discovery STS-85/1997, Discovery STS-95/1998 a Discovery STS-114/2005), Robert Behnken (Endeavour STS-123/2008) a Nicolas Patrick (Discovery STS-116/2006). Všichni jsou astronauty NASA. Dvojice Behnken-Patrick absolvovala v průběhu připojení k ISS tři kosmické vycházky.

Sojuz TMA-18: dva ruští zelenáči

Osmnáctého března se má z ISS vrátit dvojice kosmonautů Jeffrey Williams (USA) a Maksim Surajev (Rusko). Stanice pak bude mít dva týdny jen tříčlennou základní posádku, což se změní počátkem dubna, kdy k ní přiletí loď Sojuz TMA-18.

Startovat ke dvoudennímu přeletu na stanici má 2. dubna 2010. V posádce bude mít dvojici ruských kosmonautů (Alexandr Skvorcov a Michail Kornijenko, ani jeden z nich dosud ve vesmíru nebyl) a Američanku Tracy Caldwellovou (ta má „kosmické ostruhy“ z letu Endeavour STS-118/2007).

Discovery STS-131: naposledy sedmičlenná

Pátého dubna se má uskutečnit další start raketoplánu, tentokrát stroje Discovery. Původně se start chystal na druhou polovinu března, ale únorové nízké teploty na Floridě zabránily jeho převozu do hangáru VAB a spojení s pomocnými motory a vnější nádrží. NASA se proto rozhodla start odsunout až na počátek dubna.

Naposledy v historii přitom bude posádka kosmického letounu sedmičlenná: NASA se snaží před koncem provozu raketoplánů dopravit na stanici co nejvíce zásob a náhradních dílů, takže se bude snažit „ušetřit“ co nejvíce nosnosti. Každý astronaut na palubě totiž představuje poměrně značnou zátěž: nejde jen o něj samotného, ale také o zásoby, osobní věci, skafandry, záchranné prostředky, systémy pro zajištění životních podmínek...

Misi Discovery STS-131 má velet Alan Pindexter (Atlantis STS-122/2008), jako pilot mu bude asistovat James Dutton (nováček). Do křesel letových specialistů usednou Dorothy Metcalf-Lindenburgerová (nováček), Stephanie Wilsonová (Discovery STS-121/2006 a Discovery STS-120/2007), Richard Mastracchio (Atlantis STS-106/2000 a Endeavour STS-118/2007), Clayton Anderson (Atlantis STS-117/2007) a jediný neamerický člen posádky, Japonka Naoko Yamazakiová (nováček). V průběhu společných operací raketoplánu a ISS má dvojice Mastracchio-Anderson realizovat tři kosmické vycházky.

Během dvanáctidenního letu dojde především k dopravě zásob a náhradních dílů na ISS. Raketoplán proto poveze ve svém nákladovém prostoru dopravní kontejner MPLM Leonardo. MPLM (Multi-Purpose Logistic Module) je v Itálii vyrobený válcovitý přepravní kontejner o délce 6,4 metru, průměru 4,3 metru a prázdné hmotnosti 4,1 tuny. Do vesmíru je dopraven v nákladovém prostoru raketoplánu a na oběžné dráze pomocí

manipulátoru RMS připojen ke stanici – po pře-
ložení nákladu je umístěn zpět do raketoplánu
a dopraven zpět na Zemi.

Raketoplán Discovery poneše také mnoho samostatných vědeckých experimentů: NASA uvádí, že jich bude mít na své palubě nejvíce od tragického letu Columbia STS-107.

Atlantis STS-132: let veteránů

Čtrnáctý květen 2010 (pokud se NASA neroz-
hodne „zvolnit“ tempo posledních tří startů raketop-
lánů, o čemž v době uzávěrky tohoto Kozmosu velmi vážně přemýšlela) má být ve známení prvního velkého loučení ve flotile amerických kosmických raketoplánů: na svoji poslední cestu vesmírem se chystá stroj Atlantis.

Jeho statistika by se tak měla zastavit na letu číslo 32. Je přitom krásnou ironií osudu, že když Atlantis startoval v roce 1985 do vesmíru poprvé (mise STS-51J), nesl na své palubě supertajnou výzvědnou družici pro Pentagon. Jejím hlavním úkolem bylo sledovat především tehdejšího úhlavního nepřítele Spojených států, Sovětský svaz. Při své poslední cestě do vesmíru ovšem Atlantis poneše ruský laboratorní modul MIM-1 Rassvijet (Rozvoj)...

Posádka stroje ale bude každopádně plně americká: velitelem je Kenneth Ham (Discovery STS-124/2008), pilotem Dominic Antonelli (Discovery STS-119/2009) a letovými specialisty Michael Good (Atlantis STS-125/2009), Piers Sellers (Atlantis STS-112/2002 a Discovery STS-121/2006), Stephen Bowen (Endeavour STS-126/2008) a Garrett Reisman (Endeavour STS-123/2008). Původně se v posádce chystala k letu do vesmíru Karen Nybergová (Discovery STS-124/2008), ale z důvodu zdravotní nezpůsobilosti ji nahradil Good. Ten má společně s Reismanem absolvovat tři kosmické vycházky.

A propo, celá posádka raketoplánu se může pochlubit tím, že už má za sebou kosmický let. NASA totiž vyčerpala „zásoby“ nováčků, takže nyní jsou na řadě jen veteráni. Napsedly přitom letěla posádka raketoplánu složená výhradně ze zkušených astronautů v roce 2000 (mise STS-97).

Sojuz TMA-19: americká přesila

Aby se předešlo zbytečným tlačenicím a logistickým komplikacím na palubě ISS, plánuje se vždy před příletem čerstvé trojice kosmonautů v lodi Sojuz odlet končící posádky. Nejinak tomu bude i nyní: zatímco lod TMA-17 má s trojicí Kotov-Creamer-Noguči přistát už 31. května 2010, TMA-19 se ke vzletu chystá až na 14. června.

Jejím velitelem bude ruský kosmonaut Fjodor Jurčichin, veterán z letů Atlantis STS-112/2002 a Sojuz TMA-10/2007. Společně s ním poletí dva astronauti NASA: Shannon Walker(ová) (nováček) a Douglas Wheelock (Discovery STS-120/2007). Nejen, že je tedy americké zastoupení v ruské lodi početnější, ale jako perličku dodáváme, že velitel Jurčichin se narodil v Gruzii (která tehdy byla součástí Sovětského svazu – po jeho rozpadu byl vždy občanem Ruska). Což ho – s ohledem na rusko-gruzínské vztahy – nedávno málem stalo kariéru kosmonauta, když musel přerušit svůj výcvik. Nakonec ale zvítězil zdravý rozum a místo narození tak není kritériem pro posuzování kvality kosmonauta...

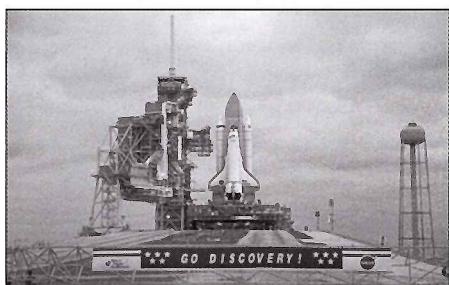
Endeavour STS-134: přidaný let

Ještě předloni nebyla tato expedice raketoplánu v „letovém plánu“ zahrnuta. S tím, jak se ale blížil konec celého programu, vzedmula se vědecká obec v USA k akci a začala prosazovat, aby se na Mezinárodní kosmickou stanici dostalo co nejvíce vědeckého zařízení.

Jedním z cílů tohoto lobbyingu se stal i sedmintonový spektrometr AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer). Jeho úkolem je sledovat formování vesmíru stejně jako se má věnovat studiu rozlo-



Posádka raketoplánu Discovery STS-131 (zleva): R. Mastracchio, S. Williamsová, J. Dutton, D. Metcalf-Lindenburgerová, A. Poindexter, N. Yamazaki a C. Anderson.



Raketoplán Discovery v rámci příprav na dubnový start STS-131



Posádka lodi Sojuz TMA-18 (zleva M. Kornijenko, A. Skvorcov a T. Caldwellová) se po příletu na ISS stane členy 23. základní posádky.



Sest veterářů tvoří posádku raketoplánu Atlantis STS-132 (zleva): M. Good, G. Reisman, T. Antonelli, K. Ham, S. Bowen a P. Sellers.

žení hmoty a antihmoty. AMS-02 byl svého času schválený k realizaci, ale v pokročilé fázi výroby byl celý projekt zastavený. Částečně z finančních důvodů (jeho rozpočet v jednu chvíli „nabobtnal“ čtyřicetinásobně!), částečně proto, že prostě už nebylo v kosmických raketoplánech místo pro vynesení tohoto zařízení.

Bitva o AMS-02 (prototyp AMS-01 letěl raketoplámem Discovery STS-91 v roce 1998) nakonec pro vědeckou obec vítězná. Do programu raketoplánu byla přidána mise STS-134, která se „vsunula“ před závěrečný let STS-133. AMS-02 má fungovat tři roky: než spotřebuje svoji zásobu helia, které se použije coby chladící médium.

Se startem raketoplánu Endeavour STS-134 se nyní počítá 29. července 2010. Misi má velet Mark Kelly (Endeavour STS-108/2001, Discovery STS-121/2006 a Discovery STS-124/2008), pilotovat bude Gregory H. Johnson (Endeavour STS-123/2008). Křesla letových specialistů obsadí Edward Fincke (Sojuz TMA-4/2004 a Sojuz TMA-13/2008), Gregory Chamitoff (Discovery STS-124/2008), Andrew Feustel (Atlantis STS-125/2009) a jediný neamerický astronaut na palubě, Roberto Vittori z Itálie (Sojuz TMA-34/2002 a Sojuz TMA-6/2005).

Pro zajímavost dodáváme, že manželka astronauta Feustela má české kořeny – a že když loni letěl do vesmíru poprvé, vzal si s sebou na oběžnou dráhu také jeden výtisk Nerudových Písní kosmických.

Discovery STS-133: naposledy...

Šestnáctý září 2010 má od ISS odletět Sojuz TMA-18 s trojicí Skvorcov, Kornijenko a Caldwellová. Mnohem pravděpodobnější ale je, že tento den vejde do historie kosmonautiky z úplně jiného důvodu: NASA na něj plánuje historicky poslední start raketoplánu. Úkol má být svěřen aktuálně nejstaršímu existujícímu stroji Discovery (starší Columbia i Challenger byly ztraceny při nehodách), pro který půjde o 39. cestu ke hvězdám.

Nákladem raketoplánu Discovery bude modul MPLM Leonardo – ovšem v modifikované variantě PMM (Pressurized Multipurpose Module). Na základě dohody NASA, ESA a italské kosmické agentury ASI má totiž být nákladem 20 až 40 mil. dolarů upravený tak, aby se v raketoplánu nemusel vracet zpět na Zemi – ale aby mohl zůstat trvale připojený ke kosmické stanici. Sloužit má především jako skladiště, což bude pro posádky ISS vitaná funkce.

Historicky poslední posádku raketoplánu poletí ve složení velitel Steven Lindsey (Columbia STS-87/1997, Discovery STS-95/1998, Atlantis STS-104/2001 a Discovery STS-121/2006), pilot Eric Boe (USA, Endeavour STS-126/2008) a letové specialisté Benjamin Drew (Endeavour STS-118/2007), Michael Barratt (Sojuz TMA-14/2009), Timothy Kopra (Endeavour STS-127/2009) a Nicole Stottová (Discovery STS-128/2009).

Přitom její nominace byla krapet zvláštní: velitel Lindsey totiž po svém zatím posledním letu STS-121 působil jako „šéfastronaut“ (oficiálně Chief of Astronaut Corps). Tedy na pozici, z níž osobně vybírá posádky kosmických lodí. V minulosti přitom bývalo zvykem, že když šéfastronaut končil, nechal svému nástupci na stole lísteček

s návratem nejbližší posádky, kterou bylo potřeba jmenovat. A že jejím velitelem býval právě on sám: bylo to takové „poděkování“ (ostatně, šéf-astronautem se stávali jen velmi zkušení členové oddílu).

Lindsey si ovšem chtěl místo velitele posledního raketoplánu pojistit – a tak nejprve oficiálně nominoval sám sebe, až poté se vzdal funkce.

Neobvyklé také bylo, že dva členové posádky (Barratt a Stottová) se o své nominaci dozvěděli ve chvíli, kdy pracovali na oběžné dráze na Mezinárodní kosmické stanici! Další člen – Kopra – se o jmenování dozvěděl jen několik dní po návratu ze stanice. Přitom formálně začal výcvik posádky 1. října 2009, ale třeba Barratt se na Zemi vrácel až 11. října a Stottová dokonce 27. listopadu 2009! O čase potřebném na poletovou rehabilitaci ani nemluvě...

Tím ovšem zvláštnosti poslední mise raketoplánu nekončí. Například bude pouze osmidenní. Půjde tedy o nejkratší let raketoplánu k ISS: to je dáno snahou naložit do stroje co nejméně zásob pro vlastní provoz a naopak co nejvíce nákladu pro stanici. Také se počítá s přistáním na Edwardsově letecké základně v Kalifornii: raketoplány se přitom běžně vracejí do Kennedyho kosmického střediska na Floridu. Důvodem je snaha udělat po letu propagační cestu raketoplánu napříč Spojenými státy – se zakončením právě na Floridě.

Sojuz TMA-01M: první „digitální“

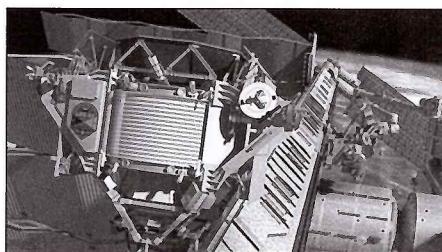
Ruská kosmická loď Sojuz byla poprvé bezpilotně vyzkoušena v roce 1966, s kosmonautem na palubě v roce následujícím (i když tento test se skončil neslavně a Vladimir Komarov při pokusu o přistání zahynul). Od té doby je používána a představuje velmi spolehlivý dopravní prostředek: přesto je nad slunce jasnejší, že více než čtyřicet let stará technika potřebuje průběžně modernizovat.

Vylepšování probíhá jednak postupně – kosmonauti tvrdí, že neexistují dvě identické lodi Sojuz, že každá mise přináší nějaké změny – a jednak skokově. Právě takovou „skokovou“ změnou bude první let lodi nové řady TMA-M s označením Sojuz TMA-01M, která má startovat 30. září 2010. Hlavním vylepšením oproti stávajícím kabinám je v náhradě starého analogového telemetrického systému digitálním MBITS (proto se nové řadě někdy přezdívá „digitální Sojuz“), náhradě dosud používaného hlavního počítače Argon-16 za pokročilejší CVM-101 a vylepšení zobrazovacího systému pro posádku.

Novou lodí má při její premiéře vést nejzkušenější kosmonaut, jaký dnes na světě je – Alexandr Kaleri (Sojuz TM-14/1992, Sojuz TM-24/1996, Sojuz TM-30/2000 a Sojuz TMA-3/2003 – má za sebou skoro 610 dní pobytu ve vesmíru) z Ruska. Asistovat mu bude ruský nováček Oleg Skripcočka a americký veterán Scott Kelly (Discovery STS-103/1999 a Endeavour STS-118/2007). Kelly je jednovaječným dvojčetem Marka, jenž je velitelem letu raketoplánu Endeavour STS-134: kdyby došlo k významnějšímu odkladu jeho startu, mohli by se oba bratři teoreticky na oběžné dráze potkat...

Kepler navštíví stanici

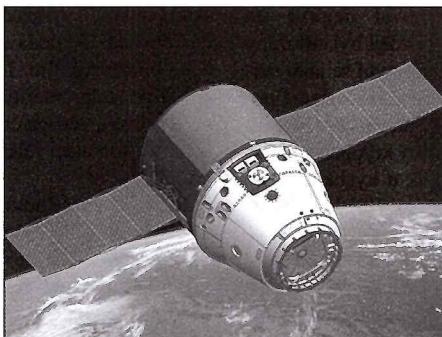
Jmérem astronoma Johannese Keplera pokřtila ESA svoji druhou nákladní družici z řady ATV



Takto bude uložený spektrometr AMS-02 v nákladovém prostoru raketoplánu Endeavour STS-134.



Paolo Nespoli z Itálie se stane třetím Evropanem, který bude dlouhodobě pracovat na ISS.



V letošním roce si má odbýt svoji premiéru i nákladní loď Dragon.

(Automated Transfer Vehicle). Ta má délku 10,3 metru a průměr 4,5 m. Vnitřní objem má 48 metrů krychlových. Při startu váží 20,7 tuny, přičemž až devět tun z toho může připadat na náklad. „Uvez“ tedy zhruba tolik, co tří zásobovací družice Progress: loď ATV tak má být po skončení provozu raketoplánu jedním z hlavních pilířů zásobování stanice (alespoň malou náplastí USA i Evropy na závislost na ruských dopravních kapacitách).

První mise ATV Jules Verne proběhla v roce 2009 a skončila se naprostým úspěchem. Start lodě ATV Johannes Kepler na palubě rakety Ariane-5 je plánovaný na 30. listopadu 2010. Připojení ke stanici má proběhnout o týden později s tím, že loď u ní zůstane zakotvena zhruba půl roku.

Sojuz TMA-20: opět Evropan

Sojuz TMA-19 se s posádkou Jurčichin, Walkerová a Wheelock vráci na Zemi 26. listopadu 2010. Jejich místa zaujmou kosmonauti Dmitrij Kondratěv (Rusko, nováček), Paolo Nespoli (Itálie, Discovery STS-120/2007) a Catherine

Colemanová (USA, Columbia STS-73/1995 a Columbia STS-93/1999) po příletu v lodi Sojuz TMA-20. Pokud se nestane nic mimořádného, z kazachstánského Bajkonuru odstartuje 10. prosince 2010. Nespoli má absolvovat třetí dlouhodobý pobyt Evropana na ISS.

Nicméně Rusko – zatím neoficiálně – začalo naznačovat, že zvýšení výroby lodí Sojuz ze dvou na čtyři kusy ročně je náročnější, než se čekalo (připomeňme jen, že skoro tři desítky let bylo tempo výroby právě dvě lodě za rok) a že možná čtvrtý letošní exemplář nebude dodaný včas. V tom případě by mise Sojuz TMA-20 „sklouzla“ do roku 2011: v době uzávěrky tohoto Kozmosu se ale s něčím podobným formálně nepočítalo.

Drak zamíří na stanici

Americká kosmonautika by chtěla klást velký důraz v zajištění dopravy nákladů na oběžnou dráhu na komerční sektor – a potvrďil to prvního února letošního roku svým návrhem budoucího směrování prezident Barack Obama. To by mělo jednak přinést finanční úspory, jednak uvolnit ruce a kapacity na průzkumné mise do hlubin vesmíru.

V roce 2010 se dočkáme zásadního kroku v této oblasti. Společnost SpaceX plánuje premiérový let své nové rakety Falcon-9 a lodi Dragon. V dubnu či květnu 2010 má startovat raketa Falcon-9 z mysu Canaveral s maketou Dragonu, zhruba o půl roku později pak poletí první operační exemplář této lodi. Oficiální rozpis počítá v roce 2010 ještě se dvěma starty: při prvním se má Dragon přiblížit k ISS na deset kilometrů, při druhém už se má se stanicí spojit. Ovšem i společnost SpaceX připouští, že jde o velmi ambiciózní harmonogram a že bude ráda, když stihne první dva lety.

Loď Dragon je vyvíjena pro NASA v rámci programu COTS (Commercial Transportation Services), na který dostala společnost SpaceX 278 mil. dolarů. Pokud bude vývoj úspěšný, už nyní se může těšit na mnohem větší sousto: má v kapse opci na dopravu dvaceti tun nákladu na ISS mezi lety 2011 až 16. Základní hodnota kontraktu je přitom 1,6 mld. dolarů s možností rozšíření až na 3,5 mld. USD!

A propo, SpaceX se netají tím, že by někdy po roce 2013 ráda představila i pilotovanou verzi lodi Dragon...

2011: co nás čeká?

Pokud pomíneme možnost „rozvolnění“ letů raketoplánů do roku 2011 nebo jejich odklady z důvodu technických problémů (obě je přitom dnes v ryze spekulativní rovině), pak nás v roce 2011 čekají čtyři starty lodí Sojuz a vypuštění první čínské kosmické stanice Tian-gong-1 (Nebeský palác). Její vypuštění přitom bylo odloženo z letošního roku kvůli „technickým problémům“. Každopádně: první kosmonauti k ní zamíří až v roce 2012. K tomu je ovšem zapotřebí připočítat několik bezpilotních startů, jež se pilotované kosmonautiky bezprostředně dotýkají: pět ruských zásobovacích lodí Progress, evropskou nákladní družici ATV-3, japonskou HTV-2, pokračování letů lodi Dragon a zahájení testů konkurenční lodi Cygnus (vše k ISS).

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA, ESA a archiv autora

Nepilotovaná kosmonautika v roce 2010

Ač je nejviditelnější a zpravidla nejatraktivnější částí kosmonautiky její pilotovaná větev, svoji zajímavost a význam rozhodně nepostrádají ani lety bez lidské posádky. Právě naopak: stovky často téměř neznámých družic a sond jsou právě oněmi „dříci“ kosmonautiky, kteří dlouhé roky pracují, aniž by byli vidět.

Malé ohlédnutí

V roce 2009 se uskutečnilo 78 pokusů o vypuštění nosného prostředku na oběžnou dráhu. Přitom jen tři z nich byly neúspěšné. Šlo o americkou raketu Taurus s družicí OCO (24. února), severokorejskou Unha-2 (5. dubna) a jihokorejský nosič Naro-1 (25. srpna).

Celkem 75 úspěšných startů představuje nejvíce od roku 2000. Prvenství drží Rusko, které uskutečnilo 32 vypuštění (všechny úspěšné!), na druhém místě jsou USA (24) a na třetí se po dlouhé době vyšvihla Evropa (7). Až bramborová medaile zbyla na Čínu, která si v roce 2009 připsala jen šest startů: v letech minulých přitom obsazovala pozici na stupních vítězů. (Samozřejmě ale, že počet startů je pouze statistickým ukazatelem a téměř nic nevpovídá o náročnosti nebo kvalitě realizovaných programů.) Následovalo Japonsko (3), Indie (2) a Irán (1). Posledně jmenovaná země se stala novým členem kosmického klubu – zemí, které zvládly kosmickou techniku a jsou schopné dopravit vlastními silami do vesmíru družici. Z aktivních kosmických velmocí se loni do startu nezapojil jen Izrael.

Kosmické rakety v roce 2009 startovaly ze třinácti kosmodromů sedmi států, na oběžnou dráhu dopravily celkem 123 samostatných zařízení.

Novinky mezi raketami

Pokud začneme s představováním výhledu na letošní rok, pak nejlépe od základů kosmonautiky: od nosných raket.

Jižní Korea plánuje uskutečnit druhý pokus o start své nosné rakety



Raketa Atlas-5 vynáší do vesmíru observátor SDO.

k tomu připočítáme snahu společnosti SpaceX vyvinout ještě autonomní laboratoř DragonLab pro bezpilotní pokusy a s plánovanou frekvencí startů dva ročně, vychází (bez dalších komerčních startů) potřeba zhruba třetici raket Falcon-9 během příštích šesti let. Úspěch či neúspěch letošního premiérového letu (v dubnu či květnu) tak může hodně napovědět o osudu celého ambiciozního programu.

Zajímavé družice

Velmi plodný loňský rok nám přinesl kromě jiných mise (v abecedním pořadí) GOCE, Herschel, Ibuki, Kepler, Koronas, Planck, SMOS či WISE. Což nás trochu „namlsalo“, protože letošek bude – bráno loňskou optikou – výrazně chudší. Jedním dechem ale dodáváme, že je to dáno především tím, že loňský rok byl silně nadprůměrný a že v něm došlo vlivem větších či menších odkladů ke kumulaci velkého množství projektů.

Na druhé straně nesmíme zapomínat, že právě letos začnou výše uvedené sondy „sypat“ nejvíce výsledků a přinášet první ovoce. Ze tedy vlastní start je mediálně nejzajímavějším okamžikem, ale že po něm následují roky mravenčí práce – a často desítky let spojené s vyhodnocováním získaných dat.

Naproti tomu bude letošní rok přesně kopírovat trend z poslední doby: velký důraz na družice pro dálkový průzkum naší planety – a na vliv kosmického prostředí na ni. S důrazem na ochranu klimatu a ekologii jsme totiž v poslední době začali poněkud překvapeně zjišťovat, že toho o Zemi zase až tak moc nevíme. Jaké jsou kolem nás procesy,

koloběh vody, koloběh solí, jak přesně vypadá hydrofóra, které procesy vyvolávají lidé a které vznikají jaksi „samy od sebe“... Díky velkému důrazu na astronomické mise a planetární sondy tak můžeme bez větší nadsázkы říci, že mnohdy rozumíme lépe vzdáleným světům než tomu, co se nám děje za humny.

Jako první z těchto misí letos odstartovala družice SDO (Solar Dynamics Observatory), a to 11. února s pomocí raketы Atlas-5. Jejím hlavním úkolem je zkoumání tzv. kosmického počasí s důrazem na sluneční činnost (např. skvrny nebo protuberance). SDO má během plánované pětileté životnosti zkoumat vznik a vývoj slunečních magnetických polí, větru nebo erupcí.

NASA dále plánuje vypuštění družice Glory, která má studovat chemické, mikrofyzikální a optické vlastnosti aerosolů v zemské atmosféře. Měření satelitu by měly pomoci odpovědět na mnoho otázek týkajících se koloběhu uhlíku v atmosféře, jejího složení, biochemie, změn klimatu či vodních a energetických cyklů. Glory má podle aktuálního plánu startovat v říjnu 2010 pomocí rakety Taurus.

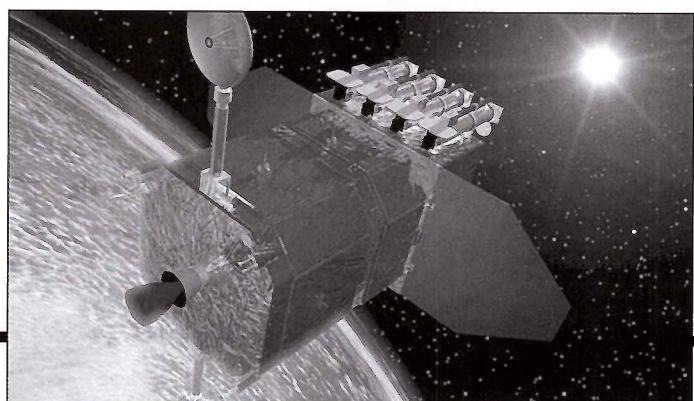
Se svou „trochou do mlýna“ má v letošním roce přispět k dálkovému průzkumu Země i Evropská kosmická agentura ESA, a to snad již v březnu startem družice CryoSat-2. (Připomínáme, že „jednička“ byla zničena po selhání nosné rakety Rockot v říjnu 2005 a že tedy jde o její modernizovanou kopii.) Jejím úkolem bude dlouhodobě sledovat zemskou kryosféru: tedy rozložení a charakter zemských ledovců plus jejich proměny v čase.

Z dalších zajímavých startů plánovaných na letošní rok zmiňme listopadový start první dvojice ověřovacích družic z evropského navigačního systému Galileo (listopad, raketa Sojuz z kosmodromu Bajkonur) nebo plánovaný test amerického vojenského miniraketoplánu X-37B. Ten má v dubnu vynést na oběžnou dráhu raketu Atlas-5, přičemž po několikadenním letu se očekává automatické přistání osmimetrového letounu na Edwardsově základně v Kalifornii. Cílem mise má být testování technologií a sběr dat pro budoucí raketoplány.

Na meziplanetárních cestách

Rok 2010 by měl přinést pouze dvojici meziplanetárních startů. Na 20. května plánuje Japonsko start své první sondy Akatsuki (dříve Planet-C) k Venuši, kam má dorazit ještě před koncem roku. Na říjen pak chystá Čína start své druhé lunární

Družice SDO v představách malíře





Sonda Akatsuki bude prvním japonským vyslancem k Venuši.

sondy **Chang'e-2**, která by měla být víceméně identickou kopí „jednicky“ (start říjen 2007, řízený zánik na Měsíci březen 2009). Má ale využívat znalosti a zkušenosti z předchozí mise: pohybovat se bude na nižší dráze, bude mít citlivější přístroje apod. Navíc se zaměří na snímkování oblastí, do kterých chce na Měsíc Čína v roce 2013 vyslat své průzkumné šestikolové vozidlo.

Krom toho se na 10. června 2010 plánuje v Austrálii přistání návratového modulu japonské sondy **Hayabusa**, která se setkala s asteroidem Itokawa a dokonce přistála na jeho povrchu. Zde se měla pokusit odebrat vzorky hornin, ale podle všeho se jí to nepovedlo. Vědci řídící její let ale každopádně nevykládají, že sonda mohla být úspěšná a že v návratovém pouzdru nakonec vzorky budou. Let Hayabusy každopádně provázejí vleké technické potíže: naposledy v jí v listopadu 2009 vysadil poslední plně funkční iontový motor. Japonští technici ale všechny problémy dokázali bravurně až záražně vyřešit, takže několikrát ode-

pisovaná Hayabusa (a naděje) stále ještě žije.

Desátého července 2010 má evropská stanice **Rosetta** proletět na své cestě ke kometě 67P/Čurjumov-Gerasimenko proletět ve vzdálenosti kolem tří tisíc kilometrů od asteroidu (21) Lutetia. Čtvrtého listopadu pak čeká průlet – tentokrát kolem ko-



Družice CryoSat-2 je třetím satelitem ESA z programu Earth Explorer, který se během jednoho roku dostává na oběžnou dráhu.

mety 103P/Hartley 2 – i na sondu **EPOXI** (jde o prodlouženou misi průletového modulu automatu Deep Space).

Nezmar jménem **Cassini** na oběžné dráze Saturnu má provést dva průlety kolem měsíce Titan (12. ledna – 1 073 km; 28. ledna – 7 490 km) – a těší se na další, protože počátkem letošního roku bylo schváleno financování sondy na dalších sedm let (až do 30. června 2017). Během této doby obletí sonda planetu 155krát, přičemž má v plánu 54 průletů u měsíce Titan a jedenáct u měsíce Enceladus.

Pro úplnost dodáváme, že ve vesmíru nyní aktivně pracují sondy (bez přelétajících ke svému cíli) LRO, Mars Express, Mars Odyssey, MRO, Opportunity, SOHO, Spirit, STEREO a Venus Express. Nejpočetnější zastoupení (pět automatů) je přitom u planety Mars.

Z ryze pozemských událostí se pak sluší připomenout, že Česká republika uvítá kolem dvou tisíc odborníků z celého světa na kongresu IAC 2010 (International Astronautical Congress). Do Prahy se sjedou ve dnech 27. září až 1. října 2010.

TOMÁŠ PŘIBYL



Americká armáda chce letos otestovat vojenský miniraketoplán X-37B. Foto NASA, ESA a JAXA



Celestron FirstScope 76

Ako isto všetci viete, rok 2009 bol vyhlásený za Medzinárodný rok astronómie, s ktorým sa spájalo množstvo rôznych astronomických akcií. Inak to nebolo ani na hvezdárni v Partizánskom.

Jednou z tých akcií bolo K.P.A. (Kurz praktickej astronómie). Je to kurz zameraný pre pozorovateľov a nadšencov nočnej oblohy. Vo vstupnej hale som si vo vitríne všimol vystavený jeden dalekohľad. Bol to Firstscope vyrobéný firmou Celestron, špeciálne k Medzinárodnému roku astronómie. Ihneď sa mi zapáčil a keďže už dlhšiu dobu vlastním od Celestrona dalekohľad Starhopper (256/1170), tak som váhal nad kúpou. Napokon som sa rozhadol, že si ho zaobstarám jednak ako spomienku na IYA a jeho kúpu som získal mobilný dalekohľad, ktorý som už dlhšiu dobu potreboval. Dalekohľad má priemer zrkadla 76 mm a ohnisko 300 mm. Okuláre majú celkom pekný obraz a zabezpečujú pohodlné pozorovanie, a ak by sme neboli s nimi spokojní, kvalitnejšie okuláre sa dajú dokúpiť. Dalekohľad je osadený na jednoduchej Dobsonovej montáži. Na tubuse nájdeme mená všetkých známych astronómov, akí kedy žili, napr. Galileo Galilei, Mikuláš Koperník a pod. Nezainteresovaný si pri pohľade na tento dalekohľad pomyslí, čo by ním asi tak mohol pozorovať...?

No ale podľme k pozorovaniu, svetelnosti a vlastnostiam dalekohľadu. Na pozorovanie som použil okrem 20 a 4 mm okulárov, ktoré boli v balení, aj svoje okuláre 25 mm Meade a 10 mm E-Lux. Keďže má tento dalekohľad svetelnosť f/3,9, najprv sme pozorovali najznámejšie objekty z Messierovho katalógu. Najviac mi utkviel v pamäti pohľad na planetárnú hmlovinu Prstenec (M57) v Lyre a na planetárnú



hmlovinu Činka (M27) v Líške. Potom sa pozorovala planéta Jupiter a Mesiac. U Jupitera bolo cez spomínany 4-mm okulár pekne vidieť Galileho mesiace a aj pásy mračien. V tú noc nastala aj konjukcia Mesiaca a Jupitera, ktorú sme taktiež pozorovali Firstscopom. Oba objekty sa zmestili do zorného pola, i keď boli vzdielené od seba približne 4°. Na dalekohľade sa mi páči jeho ľahká a rýchla ovládanie.

Od mája už ubehol nejaký ten mesiac a ja popri pozorovaniach so svojím Starhopperom pozorujem aj s Firstscopom. Využívam ho najmä na pozorovania zo strechy domu, na ranné rýchle výjazdy pred východom Slnka a pod. Páči sa mi jeho veľké zorné pole (pri použití 25 mm okuláru je to okolo 4°), čo sa dá využiť pri pozorovaní už spomínaných konjunkcií, východov a západov Slnka a Mesiaca alebo pozorovania rozsiahlych hviezdnych polí.

Dalekohľad som využil i na astronomickú fotografiu, predovšetkým som vyskúšal hviezdné objekty, ktoré ako prvé pred štyristo rokmi pozoroval svojím astronomickým dalekohľadom Galileo Galilei. Na prvej snímke je východ Mesiaca. Na druhej je konjunkcia Mesiaca s Jupiterom a na tretej koláž východu Slnka. Všetky tri fotky sú fotené aforálnou fotoaparátom Olympus C5060.

Firstscope sa mi stal dobrým spoločníkom pri mojich pozorovaniach, pozorovacích akciách, a často aj pri astro-fotografovaní. Týmto článkom som chcel ostatným pozorovateľom ukázať, čo všetko sa dá s týmto dalekohľadom robiť, a poukázať na to, že naň nemusí padat len prach na poličke, ale aj množstvo fotónov zo vzdialého vesmíru.

Michal Lachký



Správa z ostrova San Servolo

Otázka „*Ma ti xe de San Servolo?*“ („Nie ste zo San Servola?“), ktorá sa obyčajne používa v súvislosti s jemnou narážkou na podivné správanie sa človeka, sa už dnes nenosi. Menovaný ostrov v benátskej lagúne, kde sa v minulosti nachádzal kláštor benediktínskych mníchov, vojenská nemocnica a neskôr slávna psychiatrická liečebňa, je už od roku 1995 sídlom European Centre of Living Technology (ECLT). Centrum patrí pod správu talianskej Ca' Foscari University v Benátkach a je jedným z desiatich podobných inštitúcií na svete. Plavba lodou z pevniny na ostrov trvá asi desať minút. Tu na ostrove San Servolo sa koncom minulého roka (27. 9. – 4. 10. 2009) uskutočnila konferencia pod názvom *Astronomy and its instruments before and after Galileo* (Astronómia a jej nástroje pred Galileom a po Galileovi), na ktorej sa zúčastnilo vyše 100 účastníkov z 30 krajín sveta (Slovensko zastupoval autor článku).

Konferenciu pri príležitosti Medzinárodného roku astronómie (IYA 2009) zorganizovala Medzinárodná astronomická únia (IAU) v spolupráci s Astronomickým observatóriom v Padove. Jej zámerom bolo nielen informovať účastníkov o nových, doteraz málo známych faktoch v histórii astronómie, v čase prvých systematických pozorovaní Galilea dalekohľadom pred 400 rokmi, ale predstaviť prítomným aj historické miesta v Benátkach, kde učenec žil a pracoval.

Témami konferencie, od ktorých sa odvíjali samotné prednášky, možno rozdeliť do nasledujúcich oblastí: *Galileo a jeho doba, Kultúrne dedičstvo Benátok, Astronómia a iniciatívy svetového dedičstva, Astronomické štruktúry počas vekov: Od kamenných monumentov po moderné observatóriá, Matematické a mechanické astronomické prístroje, Vesmírne observatóriá ako astronomické prístroje, Astronómia od 17. do 20. storočia, Astronomické vzdelávanie a rozvoj, Astronomická komunikácia s verejnosťou a Astronómia a spoločnosť*. Po hlavnom programme účastníci konferencie predstavovali svoje postery a vzájomne sa informovali o astronomických produkatiach pripravených v Medzinárodnom roku astronómie v jednotlivých krajinách.

Podujatie bolo vhodnou príležitosťou spropagovali úspechy slovenskej astronómie najmä v oblasti rozvoja hvezdárni na Slovensku a ich popularizačno-vzdelávaccej a edičnej činnosti.

Propagácia úrovne slovenskej astronómie posterom *Astronómia na Slovensku* sa stretla s veľkým záujmom. Ilustroval ho vydarený astronomický plagát Milana Lackoviča vydaný k Me-



Poslednou železničnou stanicou z Bratislavы do Benátok je stanica Benátky-Santa Lucia. Odtiaľto je možný pohyb po meste už len lodnou cestou – lodné taxíky, lodné autobusy a gondoly.

dzinárodnému roku astronómie (IYA 2009), ako aj vystavené astronomické kalendáre a ročenky (už na rok 2010), najnovšie čísla časopisu *Kozmos*, neperiodické publikácie a kniha *Dejiny astronómie a Slovensko*. Osobne každý mohol vniknúť do obsahu rozmanitej astronomickej činnosti, ktorá sa na Slovensku uskutočňuje. (Astronomická literatúra mimoriadne zaujala pozornosť prítomných, pretože už počas prvých dvoch dní zmizla z výstavných pultov). Úroveň súčasnej popularizačnej a vzdelávacej činnosti na Slovensku, ktorá nadviazala aj na úspešné obdobie jej rozvoja v rámci bývalého Československa, kladne hodnotil vo svojom diskusnom príspievku prof. Osório José Pereira z Portugalska.

Konferencia umožnila aj stretnutia a rozhovory so známymi historikmi, astronómami, súčasným a bývalým prezidentmi 41. historickej komisie IUA a predstaviteľmi rôznych astronomických inštitúcií a observatórií (autor článku rokoval napríklad so Suzanne Débarbat, Observatoire de Paris, Francúzsko, Gudrun Wolf-

schmidt, Hamburg University, Nemecko, Ján Kovács István a Vincze Ildikó ELTE, Gotthard Observatory, Szombathely, Maďarsko, Nha Il-Seong, Seoul, Korea, Siramas Komonjinda Chiang Mai, Thajsko a Valeria Zanini, Astronomical Observatory of Padova, Taliansko a mnohými ďalšími účastníkmi).

Počas rozhovorov sa navrhovali možnosti ďalšej spolupráce na započatých i nových astronomických projektoch v oblasti dejín astronómie. Týka sa to aj blížiaceho sa 140. výročia založenia Konkolyho observatória v Hurbanove a jeho historicky významnej spolupráce v oblasti astrofyziky so známymi observatóriami a astronómami v Európe a vo svete. V tejto oblasti autentického výskumu sa otvára aj možnosť spolupráce a podpory IAU v štúdiu vzájomnej astronomickej korešpondencie z obdobia 19. – 20. storočia, historických astronomických prístrojov,

Ostrov San Servolo z paluby lode na ceste do Benátok.



Kampanila (veža so zvonicom) na námestí San Marko v Benátkach. Nachádza sa v nej aj táto pamätná tabuľa. Pripomína deň pred 400 rokmi, keď vo veži Galileo po prvýkrát predstavil svoj dalekohľad benátskemu dôžovi a predstaviteľom mesta.



Magda Stavinschi (Rumunsko), István Jankovics (Maďarsko), Jean-Eudes Arlot (Francúzsko), Valentina Fabbri (Talianosko), Mordechai Feingold (USA), Kenneth R. Lang (USA), Susana Biro (Mexico) a Bjorn Rangvald Pettersen (Nórsko) v diskusii s účastníkmi konferencie.



Valeria Zanini z astronomického observatória v Padove (Talianosko) a autor článku pri výstavke slovenskej astronomickej literatúry.

záznamov o pozorovaniach a ī.). Prerokovali sa aj otázky možnosti podrobnejšieho výskumu pôsobenia našich astronómov vo Francúzsku – Maurice Loewy, Milan Rastislav Štefánik, a Béla Harkányi (Paríž a Meudone).

Osobitne pre účastníkov konferencie v rámci kultúrneho programu pripravili organizátori večernú návštavu baziliky San Marco s veľko-

lepým osvetlením historických kupol, obrazov, sôch a umeleckých predmetov a prehliadku pre verejnosť neprístupných prác a autentických dokumentov Galileo Galilea v Štátom archíve v Benátkach. Vodnými autobusmi, taxíkmi či gondolami sa účastníci ľahko dopravili aj na miesta v Benátkach, kde Galileo pôsobil. Súkromne však mali možnosť navštíviť aj ďalšie pamäti hodnosti Benátok, múzeum obrazov Peggy Guggenheimovej, vypočuf si Vivaldiho koncert v koncertnej sieni na námestí San Marco alebo navštíviť pláž na Lide...

V závere konferencie účastníci prijali na návrh IAU odporúčenia, ktoré neodkladné kroky treba urobiť v oblasti histórie astronómie a kultúrneho dedičstva (priložený text). Poukázali najmä na súčasnú úroveň šírenia astronomických poznatkov, kvalitu astronomickej vzdialovania v jednotlivých krajinách, ako aj na vplyv, prínos a dôležitosť astronómie pre pozitívny rozvoj civilizácie na našej planéte.

LADISLAV DRUGA

Zhromaždenie IAU odporúča, ktoré neodkladné kroky treba urobiť:

- Orientovať riadiťel observatórií na dôležitosť identifikácie, ochrany a uchovania rozmanitých materiálnych produktov astronomickej výskumu a odhalieť, ktoré majú alebo získajú dôležitý potenciálny význam a hodnotu.
- Určiť spôsoby vzájomného prepojenia medzi rozdielnymi formami astronomickej dedičstva, vrátane nehmotných aspektov, ktoré pomôžu vo vývine integrovanejších prístupov na ich identifikáciu a katalogizáciu, ochranu a uchovanie.
- Zvýšiť celkový respekt regionálnych, národných a miestnych iniciatív, ktoré sa vzťahujú k astronomickému dedičstvu.

Komisia Astronómia IAU a Pracovná skupina svetového dedičstva AWHI (The IAU's Astronomy and World Heritage Working Group) budú rozvíjať nasledujúce projekty:

- Vytvoriť zásady pomoci na identifikáciu záchrany materiálneho astronomickej dedičstva vo všetkých ich formách.
- Zhromažďovať príklady existencie najlepších skúseností a sprístupniť ich ako problémové štúdie na svojich weboch.
- Vyvinúť AWHI ako portál existujúcich on-line katalógov a thesauri.

Pracovná skupina IAU – Astronomické prístroje, archívy a Astronómia a svetové dedičstvo budú spolupracovať na nasledovných otázkach:

- Formulovať odporúčania o spôsoboch, a spoločných prístupoch, ktoré budú v budúcnosti rozvíjané.
- Organizovať stretnutia medzinárodných expertov z hľadiska histórie a dedičstva o astronomických štruktúrach, prístrojoch a archívach s výhľadom na integrovanejšie prístupy na ich identifikáciu a katalogizáciu, ochranu a uchovanie.



Spoločný záber na účastníkov konferencie. Najväčšie zastúpenie mali Taliani (spoluorganizátori s IUA), Iránci, Francúzsi, Angličania, Indovia, Američania a Juhokorejci.

Mapka hvezdárni a planetárií na Slovensku a Siramas Komonjinda z Astronomického ústavu v Chiang Mai v Thajske. Bangkok – hlavné mesto Thajska, je považované za Benátky východu. (V roku 1995 v Thajske úspešne pozorovala úplné zatmenie Slnka aj expedícia z hvezdárne v Hurbanove).





Manželka a dcéra M. Rúfusa, P. Rapavý a L. Kornoš.



P. Rapavý, D. Podracká, M. Rúfusová a L. Kornoš.

Pomníky z asteroidov

Tak ako človek napíňa pohľadom hore svoju potrebu presiahnuť pozemskú existenciu, tak je prirodzené, že stavia imaginárne pomníky práve tam na nebi.

Ked' odišiel Milan Rúfus, bolestný pocit straty morálnej autority a opory zasiahol veľmi mnoho ľudí, aj mňa... Jeho prosté básne pomáhali posúvať sa v živote a dielo nadobudlo zrazu absolútny rozmer dokonalejšieho. A prvá myšlienka, ktorá mi napadla z vďaky a úcty k nemu bola, že jeho osobitný duch by mal mať svoju planétku. V tomto kontexte sa mi to hodí viac ako asteroid, evokuje mi to malého princa, blúdiaceho vesmírom, ktorý svoju malú planétku potrebuje, aby všetkým niečo porozprával o skutočných hodnotách.

Bolo to tak samozrejmé, že bolo až prekvapivé, že ju doposiaľ nemal. A tak Paľo Rapavý oslovil chlapcov z Modry, Leoša Kornoša a Petra

Asteroidy boli objavené na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK v Modre. (33129) Ivankrasko 1. 2. 1998 a (33158) Rúfus 26. 2. 1998. Obe telesá sú v hlavnom páse asteroidov.

O Kraskovi Milan Rúfus napísal:

„Ivan Krasko prichádza, aby vystriedal Hviezdoslava. Prekročiť tento masív, tieť vellhory poézie, jej neodolné stíhy, nebolo ľahkou úlohou. Otvoril báseň ľudskému individuumu spôsobom takým podmaňujúcim, že tento spôsob potom späťne, ako klíč, otváral individuum poézii. To je kľúčové gesto, posun do poézie 20. storočia.“

Kolényho, ktorí mali objavené planétky a teda aj právo ich pomenovať.

Urobil to však hned pre dvoch velikánov, tým druhým bol Ivan Krasko, rodák z nedalekých Lukovíc. Návrh pre komisiu Medzinárodnej astronomickej únie mu pomohli pripraviť Dana

Podracká pre M. Rúfusa a Milana Jutková pre I. Kraska, pre ktoré boli títo autori viac než srdcovou záležitosťou.

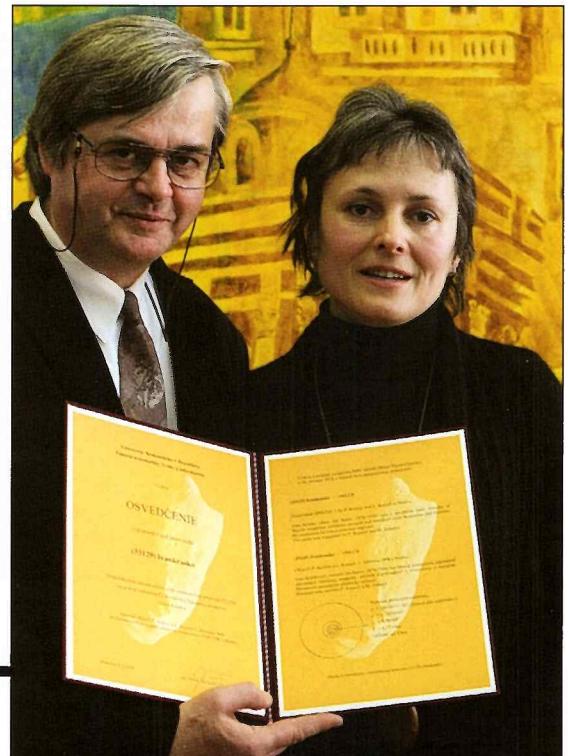
Niečo vyše roka uplynulo od prvotného impulu po odovzdanie osvedčenia tým, ktorí boli takýmto aktom hboko dojatí. Všetko sa podarilo vďaka veľkej ústretovosti a angažovanosti zúčastnených, každý to bral ako svoju vec. Vďaka nim všetkým sme mohli odovzdať jeden dekrét pre asteroid Ivankrasko riaditeľovi Gymnázia I. Kraska v Rimavskej Sobote počas spomienkovej oslavu 9. 3. a druhý rodine Rúfusovcov 11. 3.

Nechcem písť o tom, aké to bolo veľmi dojímavé, ukradomky utretá slzička, predsa len sem-tam stiekla... Ked' M. Jutkovej z médií položili otázku prečo, odznela jednoduchá odpoveď: „Lebo si to zaslúžia.“

Text a foto: D. RAPAVÁ



Vľavo: Riaditeľ Gymnázia J. Čeman a P. Rapavý. Vpravo: P. Rapavý a M. Jutková s osvedčením o pomenovaní asteroidu.

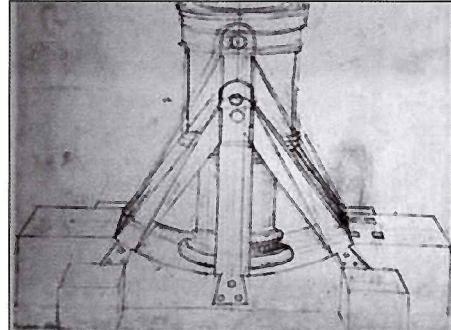


Ďalekohľad má 400 rokov

1. Zrod ďalekohľadu

Ako mnoho iných objavov, aj ďalekohľad patrí medzi tie, pri ktorých presný dátum vynájdenia už pravdepodobne nenájdeme, a otázky typu „kto“, „kedy“ a „za akých podmienok“ možno ostanú navždy nezodpovedané. Jedno je však isté: dňa 2. októbra 1608 Hans Lippershey (taktiež Lipperhey), výrobca okuliarových šošoviek z Middelburgu (dnešné Holandsko), sa obrátil na Haagsku správnu radu so žiadostou o 30-ročný patent na prístroj, ktorý umožní študovať vzdialé objekty, čiže ďalekohľad. Mohol by sa teda tento dátum považovať za dňom zrodenia sa ďalekohľadu? Pozrime sa na túto otázku podrobnejšie.

Myšlienka do dialky vidiacej trubice siaha až do 13. storočia a je spojená s filozofom a prírodovedcom Rogerom Baconom (1215 – 1292), pričom niektoré optické základy boli zhrnuté Ibn al Haythamom (965 – 1039) v diele *Kitab al-Manazir* (Kniha optiky), ktorého v Európe poznáme pod menom Alhazen. S istotou



Obr. 1. Leonardov ďalekohľad.

môžeme tvrdiť to, že myšlienka ďalekohľadu sa zrodila s prvými okuliarmi a nimi spojenou výrobou šošoviek. O vylepšenie kvality okuliarov sa pravdepodobne pokúšal aj slávny Leonardo da Vinci (1452 – 1519), a táto skutočnosť sa zachovala v jeho poznámkach z konca 15. storočia, kde okrem iného píše, „cez okuliare sa Mesiac javí väčším“. Zaujímavým je však jeho dielo *Codex Atlanticus*, kde sa na 59(b) strane nachádza náčrt trubice pripojenej na podstavci (vid obr. 1). Podľa Bülenta Atalayho (turecký autor, vedec a umelec) a iných, táto kresba predstavuje Leonardov ďalekohľad. Objektív vyzerá byť konkavnou (dvojvypuklou) šošovkou, ktorú okuláravá časť je plocho vypuklá. Obe merajú okolo 48 mm a boli by vyrobené z horského krištáľu, pretože v tom čase ešte výroba kvalitnejších sklenených šošoviek bola veľmi náročná.

Ďalším nepotvrdeným ďalekohľadom je tzv. Diggess-Bourneho, ktorého navrhnutý objektív pozostával zo šošovky, ktorú okulár z konkávne-

Obr. 2. Jansenov mikroskop z roku 1595.



Obr. 3. Zacharias Jansen.

dnešný teodolit. V diele *Pantometria*, ktorý vydal jeho syn, sa nachádza zmienka o sklach umiestnených pod určitým uhľom a vzdialostiach, za pomocí ktorých sa mohli nájsť mince roztrúsené v dialke. Podobný šošovko-zrkadlový ďalekohľad sa nachádzal aj v rukopisoch Williama Bournea, povolaní zememerača. Ani jedno z horeuveďených mien sa však nemôže považovať za prvého výrobcu ďalekohľadu, pretože sa ich pokusy, ak sa nejaké vôbec uskutočnili, nezachovali.

Na výrobcov šošoviek mohol mať veľký vplyv dielo *Magia Naturalis* (Prirodzená mágia z roku 1554) od Giambattista della Porta z Neapola, kde autor okrem iných opisuje optické prístroje a tvrdí, že konkávna šošovka vytvára malý, ale ostrý obraz, ktorý konvexná rozostrený, ale zväčšený. Z diela vyplýva, že Porta tento tzv. holandský typ ďalekohľadu nikdy nevyhotobil, ale v roku 1610 tvrdil, že Galilei svôj prístroj vyhotobil na základe jeho predstáv.

Kto je teda otcom šošovkového ďalekohľadu?

Do 17. storočia výroba šošoviek bola veľmi náročná, drahá a záujem zo strany vedcov minimálny. Pokusy výrobcov okuliarov pravdepodobne viedli k prvemu mikroskopu na konci 16. storočia. Najpravdepodobnejšími vynálezčami sa javia Hans a Zacharias Jansenovi z Middelburgu, ktorí okolo roku 1590 darovali jeden prístroj Oranžkému princovi z Nassau (obr. 2). S nimi sa ešte ohľadne ďalekohľadu stretneme.

Predpokladá sa, že aj tzv. holandský ďalekohľad sa zrodil v rukách výrobcov okuliarov, ktorí experimentovali s rozličnými druhmi šošoviek. Ako sa v úvode už spomína, zaznamenaným dňom je 2. október 1608, keď Hans Lippershey požiadal o 30-ročný patent na svoju zväčšovaciu trubicu. Šťastnou náhodou sa zdá byť

i to, že prístroj vytváral vspriamený obraz. Ďalekohľad vytvárajúci prevrátený obraz by bol vo vtedajších bojoch o nezávislosť nepraktický a pravdepodobne by nevzbudil veľký záujem.

Ďalším „objaviteľom“ bol Jacob Metius z Alkmaaru (Holandsko), ktorý požadal o patent na podobný prístroj 15. októbra 1608. Jeho žiadosť bola zamietnutá, ale za ďalekohľad dostal menšiu finančnú odmenu. Metius až do konca svôjho života tvrdil, že ďalekohľad vynášiel on. O niekoľko mesiacov neskôr sa aj žiadosť Lippersheho zamietla, ale dostal objednávku na výrobu zväčšovacích trubíc binokulárovej zostavy.

Príčinou odmietnutia v oboch prípadoch bola skutočnosť, že ďalekohľad už bol známy. V podstate rozhodnutie bolo spravodlivé, pretože dňa 14. októbra 1608 Zacharias Jansen taktiež kontaktoval úrad o patent na ďalekohľad. O rodine Jansenových z Haagu sme sa už zmienili ohľadne mikroskopu. Podľa Pierre Borella, ktorý v roku 1654 vydal svoje dielo *De vero Telescopii Inventore* (Skutočný objaviteľ ďalekohľadu) zostavený na základe úradných dokumentov tvrdí, že skutočným objaviteľom holandského ďalekohľadu je Zacharias Jansen. Pretože dielne Jansena a Lippersheho boli takmer v susedstve, tvrdenie brata Zachariasisa, že Lippershey myšlienku mikroskopu ukradol od nich, môže byť pravdepodobné. A cesta od mikroskopu k ďalekohľadu bola už veľmi rýchla.

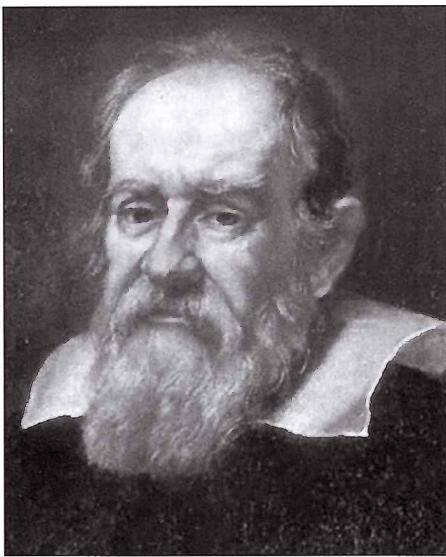
Obr. 3. Hans Lippershey.
Podľa holandského historika Cornelisa de Waarda prvé pokusy s ďalekohľadom robil Zacharias Jansen (obr. 3) medzi rokmi 1604 – 1608, kým k jeho praktickému využitiu prispel v roku 1608 Lippershey (obr. 4).

Skutočnosťou však je, že v roku 1608 ďalekohľad už bol v používaní a jeho rozšírenie sa vo svete stalo nezadržateľným. Ďalekohľady sa mohli zakúpiť v Bruseli, Paríži, Londýne a Miláne, a významní vojenskí velitelia 17. storočia boli na malbách zobrazovaní so zväčšovacou trubicou v ruke.

Vylepšovanie ďalekohľadu

Z času na čas sa medzi menami objaviteľov ďalekohľadu nájde aj Galileo di Vincenzo Bonaiuti de' Galilei (obr. 5), skrátene Galileo Galilei (1564 – 1642). Preslávený italský vedec však vo svojom veľkom diele *Sidereus Nuncius* (obr. 6) z roku 1610 píše: „... Asi pred desiatimi mesiacmi sa mi do ušia dostala správa, že jeden Flám vyhotobil ďalekohľad, za pomocí ktorého sa i vzdialé objekty dajú pekne rozlíšiť, ako keby stáli priamo pred pozorovateľom... O niekoľko dní túto správu potvrdil v liste i francúzsky Jacob Badovere z Paríža...“

Galilei časom vyhotobil svôj prvý ďalekohľad a ako novinku pridal vnútornú zornicu. Aj keď sa



Obr. 5. Galileo Galilei.



Obr. 6. Galileiho Sidereus Nuncius.

predtým optikou nezaoberal, jeho praktický cit a šikovnosť čoskoro viedli k ďalším a oproti holandským a nemeckým dalekohľadom lepším prístrojom. Počas svjho života vyrobil okolo 60 trubíc, ktorých zväčšenia boli medzi 7- až 32-krát. Jeho prístroje boli natoľko vylepšené, že dňa 21. augusta 1609 na streche kostola svätého Marka v Benátkach zorganizoval pre senátorov a mestných veľkomožných prehliadku oblohy. Odozva bola veľká, jeho výplata na Padovskej univerzite bola zvýšená na úžasných 1 000 zlatých a ponúkli mu doživotné zamestnanie.

Galileiho zásluha ale nespočíva v objave dalekohľadu, i keď jeho prístroje boli omnoho kvalitnejšie, ale v tom, že ako prvý obrátil prístroje k hviezdam a bez obáv zaznamenal to, čo cez ne videl. Veril v to, čo cez zväčšovacie trubice uvidel! Táto viera ho vedla k vydaniu už spomínaného diela *Sidereus Nuncius* (Hviezdny posol), ktorý vyšiel v 550 kópiach a vypredal sa v priebehu jedného týždňa. Týmto nesmierne

DALEKOHIAD MÁ 400 ROKOV

dôležitým dielom sa začala epocha modernej pozorovateľskej astronómie.

Teóriu dalekohľadu vypracoval Johannes Kepler (1571 – 1631), ktorý však dalekohľad nikdy nevlastnil. V roku 1604 vydal knihu *Ad Vitellionem Paralipomena* (Vysvetlenia pre Vitelliusa), ktorá sa zaoberala svetelnou refrakciou, a v roku 1611 vydal 79-stránkový dodatok *Dioptrica*, ktorý už obsahoval i teóriu dalekohľadu. Dielo zahrňa holandský a aj tzv. Keplarov dalekohľad. Ním navrhnutý dalekohľad disponoval okulárom vyrobeným z konvexnej šošovky, čím sa kvalita obrazu značne vylepšila.

Medzi skorých výrobcov dalekohľadov patrí aj anglický Thomas Harriot (1560 – 1621), ktorý však svoje pokusy neuverejnili. Šošovky si vytváral sám, prvý pozorovanie urobil v lete roku 1609 a neskôr vyrobil i ďalšie zväčšovacie trubice.

Treba poznamenať, že v tom čase sa dalekohľad nazýval holandskou trubicou, pozorovačou trubicou (perspicillum), v Taliansku ho po Galileiho volali ochiali (okuliare), astropico alebo jednoducho trubicou. Ďalekohľadom ho nazval prvý raz asi princ Federico Cesi (Rím, 1611), o jeho rozšírenie sa zaslúžil Hieronymus Sirtorus z Milána okolo roku 1618.

Prvé dalekohľady boli plné optických chýb, jednoduché okuliárové šošovky boli nekvalitné so sférickými a farebnými chybami, okuliare produkovali iba malé zväčšenia a objektívy boli menších priemerov (2 – 5 cm), s ohniskovými vzdialenosťami medzi 50 – 200 cm. Na začiatku sa počas pozorovania držali v ruke, podstavce a montáže sa začali používať až od polovice 17. storočia.

2. Prvé astronomické pozorovania

Objav dalekohľadu bol veľkou historickou udalosťou, ale jeho využitie pre pozorovania bol omnoho pomalší, než by sme očakávali. Na začiatku 17. storočia bolo iba niekoľko pozorovateľov používajúcich dalekohľad.

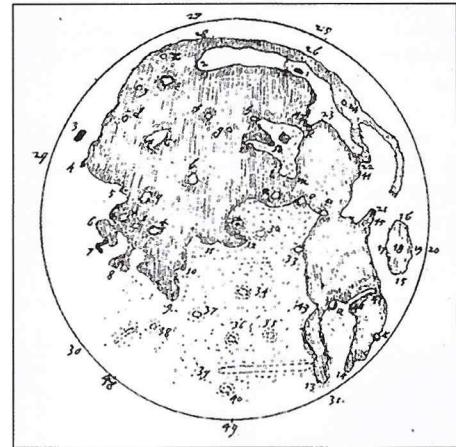
Hlavným argumentom proti používaniu dalekohľadu bola zlá kvalita optiky, ktorá značne deformovala objekty, ale mnoho vedcov tento nový prístroj jednoducho nechcel používať. Galileiho univerzitný spolupracovník Cesare Cremonini sa do dalekohľadu nechcel pozrieť, pretože zastával názor, že pozorovanie otupí človeka. I napriek tomu Galilei v roku 1611 zorganizoval v Ríme pozorovanie pre cirkevných hodnostárov i samotného pápeža. Značným pokrokom bolo rozhodnutie jezuitských vedcov, medzi ktorími bol i Christopher Clavius (1537 – 1612), ktorí potvrdili viero hodnosť objektov viditeľných cez dalekohľad!

Za prvého pozorovateľa cez dalekohľad sa väčšinou považuje Galileo Galilei. Tento názor je v podstate správny, aj keď pozorovania robil už napríklad aj spomínaný Thomas Harriot. Ale oproti Harriotovi bol Galilei presvedčený o viero hodnosti obrazu vytvoreného dalekohľadom a svoje pozorovania aj uverejnil. Objavy vedome využíval v prospech podpory svojho názoru, že stredom vtedy známeho sveta je Slnko. Jeho dieľo *Sidereus Nuncius* bolo už za jeho života po-

važované za výnimočné, o čom svedčia aj slová anglického konzula vo Florencii: „...takýmto spôsobom tento človek prevrátil celú astronómiu“...

Pozoroval hviezdy a objekty, ktoré voľným okom boli neviditeľné, napr. hviezdy pod pásom Orióna, Plejády (na nákrese zaznamenal 36 hviezd), alebo Mliečnu cestu, ktorá sa ukázala byť obrovským ostrovom hviezd. Po týchto objavoch Galileiho otázka „ak Boh stvoril hviezdy pre oči ľudí, prečo stvoril aj také slabé objekty, ktoré voľným okom nevidno?“ bola absolútne oprávnená. Spozoroval i to, že kym sa hviezdy pri zvyšovaní zväčšenia nemenia, obraz „jasných objektov“, čiže planét, sa pozorovateľne zaokruhuje. Uvedomil si, že hviezdy a planéty sa od seba lišia.

Samozrejme, pozoroval aj Mesiac, ale prvý zaznamenaný nákres pochádza od Harriota z 26. júla 1609 (obr. 7). Za predchadcu moderných mesačných map sa považuje dielo Langrenusa z roku 1645, ktorý bol zostavený zo 40 menších kresieb.



Obr. 7. Harriov nákres Mesiaca z 26. júla 1609.

Galilei pozorovania Mesiaca využil na porovnanie jeho povrchu s povrhom Zeme. Videl vyvýšeniny a priehlbiny (od neho pochádza pomenovanie tmavých útvarov *mare*), ktoré mu pripomínali povrchové útvary Zeme. Z toho odvodil názor, že obe telesá sa podobajú a svet Mesiaca sa od pozemského veľmi nelíši. V tom čase to bola nebezpečná predstava, ktorá protirečila učeniu cirkevi.

Prvou planétou, ktorá sa pozorovala cez nové dalekohľady, bol Jupiter, ktorý v tom čase bol v oponícii. Galilei ho pozoroval 7. januára 1610. Zaznamenal tri slabé hviezdy, ktoré zdanivo mениli polohu okolo disku planéty, a o tri dni neskôr objavil i štvrtú hviezdičku. Tento objav považoval za jeden z najdôležitejších, pretože i keď nepriamo, podporoval jeho presvedčenie, že Slnko je stredom sveta. V sústave Jupitera videl zmenšenú verziu Slnčnej sústavy. Mesiace pomenoval podľa Toskánskeho princa Medici hviezdam (obr. 8). Dnes používané mená pochádzajú od Simona Mariusa (1573 – 1624), ktorý bol dvorným lekárom a hvezdárom Joachima Ernesta, grófa Branderburg-Ansbachu. V podstate bol prvý, kto mesiace pozoroval (už 23. decembra 1609), no svoje pozorovania zverejnil až po Galileiho diele *Sidereus Nuncius*. Mesiace nazval mytologickými menami, ale neprikladal im veľký význam.

Scritto a Parigi.

Caro Galileo Galilei. Scorsa della Ser. V. maggio
ho avuto con sé lo zio Giovanni Giacomo che non aveva
altrimenti che cosa della Scienze. Si è addormentato nella sua
Ditta Padova,

Inviai questo determinato di presentare al Signor Principe
l'inchiesta che si fa circa di strumenti meccanici che gli
regioni di cui sono in corso di costruzione e servizio. Il Signor Principe
è un uomo artigiano ed ha un gran segno d'ingegno e di apprezzazione
di ciò che si fa nelle fabbriche delle più note specializzazioni di
prosperità. In quattro giorni d'impresa ha fatto dell'inchiesa
di Padova e di Vicenza più di quanto prima si era potuto fare e distingue
il numero di fabbriche. Si è molto interessato alle cose
galliane e alle cose del mondo e alle cose di Padova e
nella prospettiva di questa nostra città di particolare. Distingue ogni cosa
con tutto il suo giudizio.

Abb. 7. 3) Janus.
Ginevra 17. 5. 1770. 

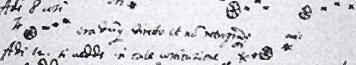
Abb. 8. 3) 

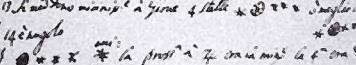
Abb. 9. 3) 

Abb. 10. 3) 

Obr. 8. Galileiho pasáž o Jupiterových mesiacoch.

Galilei v roku 1612 pozoroval prechod jedného z mesiacov cez tieň planéty a začal tento jav skúmať z praktického hľadiska. Predpokladal, že pozorovanie pohybu mesiacov v rovnakom čase by mohlo viest k určeniu rozdielu zemepisnej dĺžky medzi dvoma bodmi na povrchu Zeme. Španielska koruna jeho myšlienku odmietla, ale Holandská štátна správa jeho výskum odmenila zlatou reťazou, ktorú však nemohol prevziať, pretože v tom čase už bol pod dozorom inkvizície.

Objavy uverejnené Galileim ovplyvnili mnoho ďalších pozorovateľov, ktorí začali hľadať nové mesiace. Tak sa mohlo stať, že taliansky Francesco Fontana (1585 – 1656) medzi rokmi 1630 a 1646 „objavil“ 14 nových Jupiterových mesiacov, ktoré sa neskôr ukázali byť hviezdami pozadia. Otec Scheiner z Ingolstadtu medzi 29. marecom a 8. aprílom 1612 zaregistroval slabšiu hviezdu v blízkosti Jupitera a podľa kresieb dnes prevláda názor, že to bola nová hviezda, čiže nová (pravdepodobne hviezda HD 83225).

Po vydaní Hviezdného posla (*Sidereus Nuncius*) Galilei objavil ďalší dôkaz v prospech heliocentrického systému. Jeho študent Benedetto Castelli dňa 15. decembra 1610 upozornil Galileiho na fázy Venuše. V šifrovanej správe pre princa Medicího Galilei poznámenal, že Venuša má podobné fázy ako Mesiac. Aj Harriot pozoroval zmeny osvetenia disku planéty a podobne ako Galilei, tiež ich dával do súvislosti s heliocentrickou sústavou, ale svôj názor nepublikoval. Galilei podobné fázy predpovedal i pri planéte Merkúr, ale pozorovať ich ešte nedokázal. Tie potvrdil až taliansky jezuita Zupus ešte za života Galileiho. A fázy Marsu, ktoré predpovedal Galilei, potvrdil Fontana v roku 1638, tiež za života slávneho vedca.

Nevyriešiteľnou záhadou pre prvých pozorovateľov sa stala planéta Saturn. Galilei planétu pozoroval v lete roku 1610 pri 32-násobnom zväčšení a s prekvapením zistil, že planéta má akési príďavky po bokoch. V liste pre princa Medicího opisuje Saturn ako sústavu troch telies, ktoré sa takmer dotýkajú a nikdy nemenia polohu. Počas ďalších rokov sa tie zvláštne príďavky zmenili, potom zmizli a znova objavili. Ale ich

podstatu až do roku 1655, keď Christian Huygens navrhhol, že pozorované útvary by mohli byť prstencami, nikto nevysvetlil. Hyugens svôj názor a vysvetlenie zmien uverejnil v diele *Systema Saturnium* v roku 1659. A ako už vieme, v roku 1655 objavil mesiac Titan.

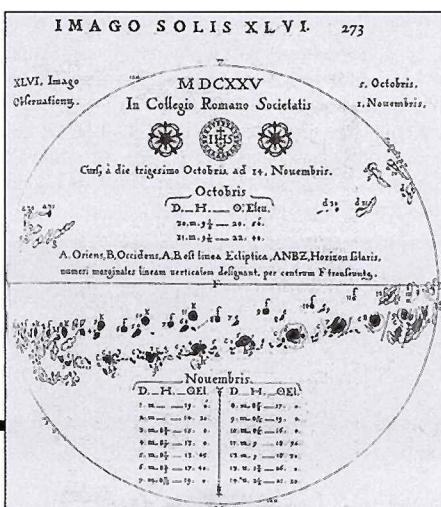
Šťastnou udalosťou boli aj tri jasné kométy, ktoré sa objavili na oblohe v roku 1618, 1618 Q1 Kepler, 1618 V1 Cysatus a 1618 W1. Prvú kométu pozoroval za pomocí dalekohľadu už aj Kepler a poznámenal, že vyzerá ako malý obláčik s krátkymi vlasmi.

V neposlednom rade treba hovoriť aj o rozruchu, ktorý spôsobil objav slnečných škvŕn. Objavil ich Nizozemec Johannes Fabricius v decembri roku 1610, a čoskoro za ním nasledovali Galilei a Cysatus spolu so Scheinerom. Prvé pozorovania boli robené ešte priamo cez dalekohľad (bez filtrov) postupným zapľňaním zorného pola jasným kotúčom Slnka, alebo pozorovaním Slnka v blízkosti horizontu, alebo vždy, keď presvital cez redšiu oblačnosť. Galilei prišiel s myšlienkom, že škvŕny sú útvary na povrchu Slnka, a začal ich pozorovať. Slnečné škvŕny pozoroval aj Harriot, ale ako už mnohokrát predtým, ani tieto pozorovania nepublikoval. Christoph Scheiner v Ingolstadte a potom v Ríme pozoroval škvŕny za pomoci projekcie (obr. 9). Jeho dielo *Rosa Ursina sive Sol* (Ruža medveďov, čiže Slnko) bolo vydané medzi rokmi 1626 – 1630 a obsahovalo 70 kresieb. Po dlhé roky to bolo jedno z najväčších diel slnečného výskumu. V tomto diele opísal rotáciu Slnka, oblasti výskytu škvŕn a dokonca aj slnečné fakule.

A svet mimo Slnečnej sústavy? Počas prvých 30 rokov po objave ďalekohľadu sa vzdialejší vesmír ešte veľmi neskúmal. Ďalekohľady mali menšie priemery, optiku nedokonalú a obraz viac-menej deformovaný. A nezabudnime i na skutočnosť, že v tom čase prevládal boj medzi geocentrickým a heliocentrickým svetonázorom a mnoho pozorovateľov, na čele s Galileim, sa svojimi pozorovaniami snažili vyvrátiť zastarané predstavy o svete okolo nás. Po rokoch 1640 však prišla nová generácia pozorovateľov, ktorí už mali k dispozícii lepšie prístroje, s ktorými boli schopní nazrieť i do vzdialejších oblastí vesmíru.

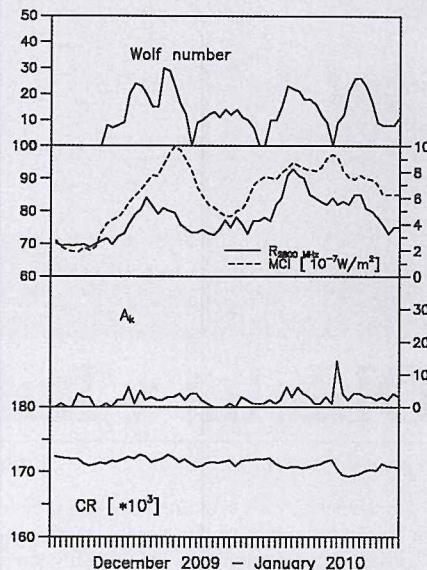
Na základe Meteor 2009
maďarskej astronomickej ročenky
a internetových zdrojov zostavil a spracoval
OTTÓ MÉHES

Obr. 9. Dielo Christopha Scheinera o slnečných škyrnach.



Slnečná aktivita

december 2009 – január 2010



Zdá sa, že slnečná aktivita začína postupne rásť, stále však je nástup aktivity v 24. cyklo veľmi „váhavý“. Počet škvŕn je nízky, Wolfove číslo dosahuje maximálne 30.

Najväčšou udalosťou posledného obdobia v súčennej fyzike je vypustenie nového kozmického sústavneho observatória SDO na obežnú dráhu.

11. februára bol štart rakety Atlas V, ktorá vyniesla SDO (Solar Dynamic Observatory) na predbežnú obežnú dráhu. Definitívne bude umiestnená na geostacionárnej dráhe v zemepisnej dĺžke okolo 100° W. Má pozorovať Slnko najmenej 5 rokov, a každých 0,75 sekundy odošle jeho obrázok na Zem. Celkovo sa počíta s príjomom 1,5 terabajtov dát denne.

SDO obsahuje prístroje EVE (Extreme ultraviolet Variability Experiment), HMI (Helioseismic and Magnetic Imager) a AIA (Atmospheric Imaging Assembly), úlohou ktorých je:

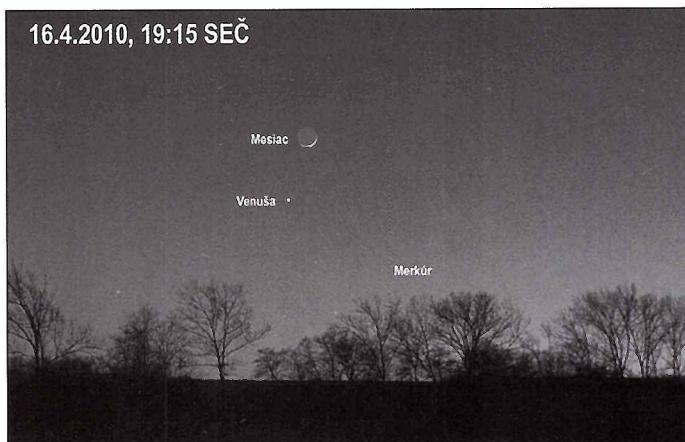
- merat úroveň spektrálneho využívania Slnka v ďalekej ultrafialovej oblasti s rýchlosťou kadenciou. (Spektrálne rozlíšenie merané je 70 krát a časové 30 krát lepšie ako na podobných prístrojoch sond SOHO a STEREO);
 - merat Dopplerov posuv spôsobený oscilačnými rýchlosťami nad celým viditeľným povrchom Slnka;
 - vykonávať merania vektoru magnetického pola celého povrchu Slnka s períodou 90 s vo vysokom priestorovom rozlíšení (cca $1''$);
 - získavať monochromatické obrázky chromosféry a vnútornej koróny v čiarach iónov s rôznym ionizačným potenciádom do výšky minimálne 1,3 slnečného polomeru, s rozlíšením okolo $1''$ a s kadenciou lepšou ako 10 s.

Tieto operácie bude observatórium vykonávať počas veľkej časti nastupujúceho 24. cyklu slnečnej výmenu v rámci programu LWS (Living With Star). Vedecký tím bude dátá prijímať, analyzovať, archivovať a poskytovať celosvetovej vedeckej komunité.

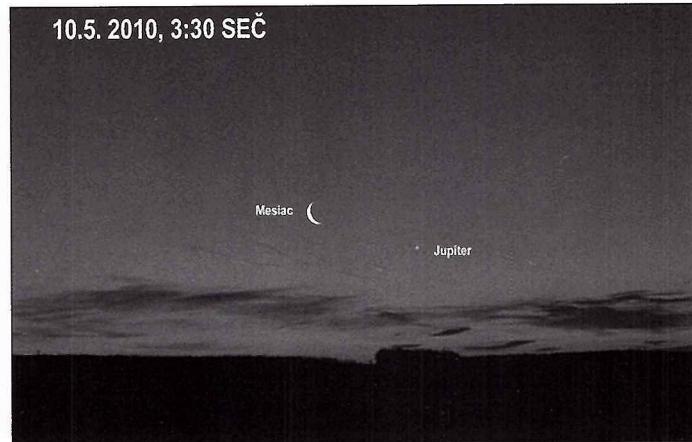
Observatórium bude uvedené do plnej prevádzky v polovici apríla, po nevyhnutných manévroch a kontrolných meraniach.

Milan Rybanský

16.4.2010, 19:15 SEČ



10.5.2010, 3:30 SEČ



Obloha v kalendári

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

apríl – máj 2010

Jarná obloha k nám skutočne macošská nebude. Na oblohe zadefilujú všetky planéty, Merkúr má dokonca najlepšie podmienky viditeľnosti v tomto roku. Po aprílovom aj májovom nove si môžeme vychutnať tenulinky kosáčik mladého Mesiaca, fotografom sa naskytá niekoľko príležitostí priblíženia asteroidov k objektom nočnej oblohy. Po dlhšej prestávke meteorárov čakajú slušné Lyridy a už v binokulároch nás poteší niekoľko relatívne jasných komét.

Planéty

Merkúr nájdeme bez väčších problémov na večernej oblohe, zapadá 1,5 hodiny po Slnku a aj na konci nautického súmraku je ešte 4° nad obzorom. Pri jasnosti $-0,8$ mag sa iste podarí nájsť Merkúr aj tým, ktorí ho ešte voľným okom nevideli. Ako skvelý orientačný objekt poslúži jasná Venuša, od ktorej bude $1.4. 3^{\circ}$ vpravo dole. V tomto roku je to jeho najlepšie obdobie viditeľnosti.

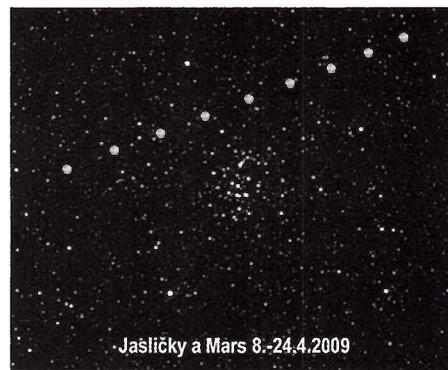
Výborná viditeľnosť je daná najväčšou východou elongáciou Merkúra ($9.4.$), keď sa uholivo od Slnka vzdial na $19,3^{\circ}$ a priaznivým sklonom ekliptiky k obzoru. Pri elongácii však bude mať už len $0,2$ mag a ďalej rýchlo slabne. V polovici apríla sa uholová vzdialenosť Merkúra ($1,4$ mag) a Venuše zväčší na dvojnásobok. $15.$ a $16.$ apríla sa k tejto dvojici pridruží aj Mesiac. $18.4.$ je Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať späťne a jeho uholová vzdialenosť od Slnka sa bude rýchlo zmenšovať. Začiatkom tretej aprílovej dekády bude už od Slnka len 12° pri jasnosti $2,8$ mag sa stratí vo večernom súmraku. V dolnej konjunkcii bude $28.4.$ a presunie sa na rannú oblohu. $26.5.$ je v najväčšej západnej elongácii ($25,1^{\circ}$), avšak sklon ekliptiku k obzoru je malý, a tak jeho viditeľnosť bude podpriemerná; vychádza len na začiatku občianskeho súmraku ako objekt $0,6$ mag.

Aj keď je priemer kotúčika Merkúra malý, pri dostatočne velkom zväčení si môžeme všimnúť aj zmenu jeho fázy. $1.4. 4.$ bude z neho osvetlených 70% a bude mať uholový priemer $6,2''$. S približovaním sa jeho rozmer porastie a fáza sa bude zmenšovať. $20.4.$ bude len kosáčikom (9%) s priemerom $10''$.

Venuša ($-3,9$ mag) bude ozdobou večnej oblohy, jej viditeľnosť je prakticky rovnaká po oba mesiace. Jej uholová vzdialenosť sa od Slnka sice zväčší z 19 na 34° , no večerný sklon ekliptiky k obzoru sa zmenjuje. Začiatkom apríla zapadá 2 hodiny po

Slnku, koncom mája je nad obzorom už $2,5$ hodiny. Jej fáza sa zmenší z 95 na 81% a uholový priemer zväčší z 11 na $13''$. $4.4.$ bude v konjunkcii ($3''$) s Merkúrom, niekoľko dní pred a po môžeme získať peknú sériu zmeny ich vzájomnej polohy. Konjunkciu s Mesiacom $16.4.$ skrášli aj nedaleká prítomnosť Plejád, no skutočne tesná konjunkcia bude až $16.5.$, keď Mesiac prejde len $0,4''$ popod Venušu. Háčik je však v tom, že toto pekné priblíženie nastáva v dopoludňajších hodinách. Venuša bude od severného rohu Mesiaca len $7'$ a tak za dobrých podmienok si obe telesá v dalekohľade vychutnáme. Od Slnka budú vo vzdialosti 30° a pri použití vhodného filtra (oranžový, červený alebo infračervený) budeme úspešní aj fotograficky. Večer, po zotmení, už budú od seba 4° , no aj tak budú pekným spresnením jarnej večernej oblohy.

Mars ($0,2 - 1,1$ mag) je večer vysoko nad južným obzorom. Aj keď slabne, zaujme svojim oranžovočerveným sfarbením. Jeho nočná viditeľnosť sa pomaličky kráti, koncom mája zapadá o polnoci. $12.5.$ sa presunie z Rakova do Leva.

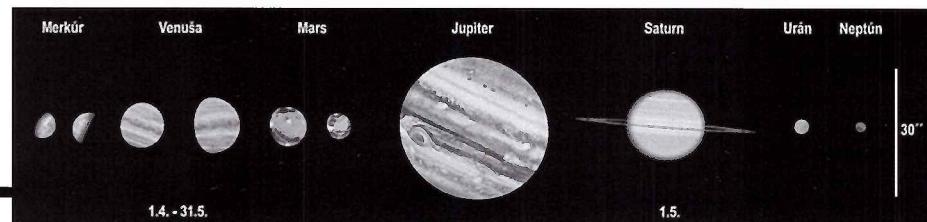


Jasličky a Mars 8.-24.4.2009

$17.4.$ prejde tesne ponad otvorenú hviezdkopu M 44 (Jasličky) v Rakovi a svoju májovú púť medzi hviezdami skončí 4° od Regula.

Konjunkcie s Mesiacom $22.4.$ a $20.5.$ sú len nevýrazné, vzdialenosť oboch telies bude väčšia ako 5° .

Vzdialia sa od nás z $1,015$ na $1,550$ AU, jeho uholový rozmer poklesne z $9,2$ na $6''$.



Jupiter ($-2,0$ až $-2,3$ mag) je vo Vodnárovi, od $3.5.$ v Rybách. Podmienky jeho viditeľnosti sa zlepšujú, uholivo sa vzdaluje od Slnka. Začiatkom apríla vychádza len krátko pred Slnkom na konci nautického súmraku, no koncom mája sa vyšplhá nad obzor už hodinu po polnoci.

Svoju púť medzi hviezdamami začne tesne pri ϕ Aqr (4,2 mag) a koncom mája „dobehne“ Urán, od ktorého bude 1° .

Priblíženia s Mesiacom vo vzdialosti 5° nastánu $11.4.$ a $9.5.$, no vzhľadom na jasnosť Jupitera budú zaujímavým spresnením rannej oblohy.

Saturn ($0,6 - 1,0$ mag) po marcovej opozícii je nad obzorom celú noc v Panne, do konca mája sa jeho viditeľnosť skráti a bude zapadať hodinu po polnoci. Jeho vlastný pohyb medzi hviezdamami sa spomaluje, $31.5.$ je v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Jeho prstence, ktoré pozorujeme zo severnej strany, sú stále veľmi úzke, ich šírka sa zmenší z $2,1$ na $1,2''$. Od júna sa však už budú pomaličky otvárať. Jeho priblíženia k Mesiaci budú len veľmi nevýrazné $25.4.$ a $23.5.$ vo vzdialenosťi 8° .

Urán ($5,9$ mag) v Rybách sa uholivo od Slnka vzdaluje, po marcovej konjunkcii sa dostal na rannú oblohu. V polovici apríla vychádza koncom nautického súmraku, koncom mája však už hodinu po polnoci a v dalekohľade ho nájdeme stupeň vľavo od Jupitera ako zelentastomodrý, pokojne svietiaci objekt. Cúvajúci Mesiac sa k nemu priblíži $12.4.$ a $9.5.$ na vzdialenosť 5° .

Neptún ($8,0 - 7,9$ mag) vo Vodnárovi je nad obzorom ráno, vychádza koncom astronomického súmraku, no jeho viditeľnosť sa zlepšuje, a koncom mája vychádza už o polnoci. Jeho vlastný pohyb medzi hviezdamami sa spomaluje, $1.6.$ bude v zastávke a začne sa pohybovať späťne. $3.4.$ bude necelú uholovú minútu od hviezdy SAO 164800 (8,9 mag) a priblíženia s Mesiacom vo vzdialosti 3° $9.4.$ a $7.5.$

Mesiac

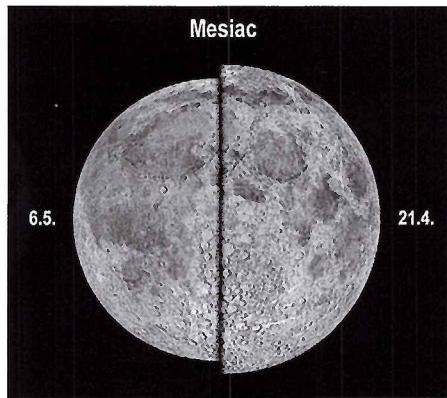
Posledný zákryt Plejád Mesiacom bol $21.2.$, skončilo sa tak 6-ročné obdobie trvania týchto úkazov. Ďalšie obdobie začne až v roku 2024. Dovtedy bude Mesiac prechádzať len južne od tejto peknej hviezdkopy.

$21.4.$ bude Mesiac v prvej štvrti (365 693 km) a zároveň v blízkosti prízemia ($24.4.$, 363 172 km), $6.5.$ v štvrti poslednej (400 935 km) a krátko pred

Zákryty hviezd Mesiacom (február – marec 2010)

| Dátum | UT h m s | f | XZ | mag | CA ° | PA ° | a s/° | b s/° |
|--------|-------------|---|-------|-----|---------|---------|----------|----------|
| 7. 2. | 2 26 49 | R | 21790 | 4,7 | +21S | 212 | 227 | 322 |
| 7. 2. | 3 21 10 | R | 21808 | 5,8 | +74S | 265 | 92 | 66 |
| 16. 2. | 16 42 35 | D | 31746 | 5,6 | +74S | 75 | 40 | -63 |
| 21. 2. | 19 56 40 | D | 4938 | 5,5 | +34S | 133 | 28 | -191 |
| 23. 2. | 0 25 29 | D | 6363 | 5,6 | +54N | 48 | 8 | -27 |
| 25. 2. | 20 5 42 | D | 11900 | 5,4 | +48N | 58 | 134 | 118 |
| 2. 3. | 1 2 11 | R | 17739 | 5,8 | +43S | 263 | 111 | -26 |
| 22. 3. | 18 48 47 | D | 6995 | 5,9 | +29N | 26 | 175 | 254 |
| 27. 3. | 2 9 54 | D | 14636 | 3,8 | +51N | 66 | 4 | -64 |

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 $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\phi - \varphi_0)$, kde koeficienty a , b sú uvedené pri každom zákryte.



odzemím (6. 5., 404 235 km). V prvej štvrti bude mať na oblohe uhlový rozmer 32,7°, v poslednej 29,8°. Zložením takýchto dvoch fotografií dostaneme zaujímavý obrázok porovnania zdánlivej veľkosti nášho vesmírneho suseda. Vzdielenosť Mesiaca sa mení od 363 104 (29,3°) do 405 696 km (34,1°).

Skvelá príležitosť vychutnať si Mesiac krátko po nove nás čaká 15. 4. Na konci občianskeho súmraku (19:04) je Mesiac ešte vo len 29,6 hodiny po nove. Ak si zapamäťame miesto na obzore kde zapadlo Slnko, Mesiac nájdeme 2° vľavo a vo výške 8°. Rekord to nebude, no pohľad na tenučký kosáčik Mesiaca bude uchvacujúci. Mesiac bude mať -4,8 mag a šírka jeho kosáčika bude len 0,5°.

Po májovom nove sú podmienky snáď ešte lepšie. 14. 5. bude Mesiac na konci občianskeho súmraku (19:49) vo výške 2° a len 17,3 hodiny po nove s jasnostou -4,5 a kosáčikom širokym len 0,3°. Mesiac nájdeme 3° vpravo od azimutu, kde zapadlo Slnko.

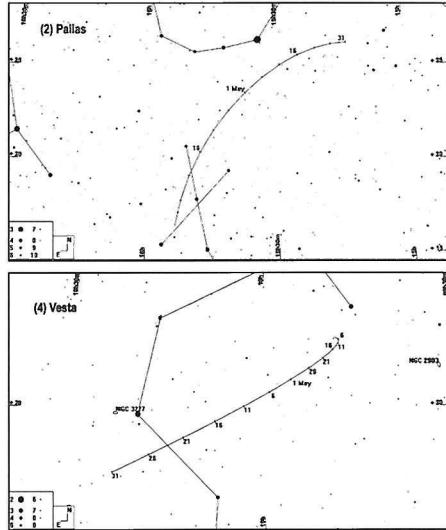
Trpasličie planéty

(1) Ceres (8,6 – 7,5 mag) v Strelcovi vychádza nad obzor hodinu po polnoci, koncom mája je pozorovateľná takmer celú noc, po polnoci už kulminuje vo výške 17°. Na oblohe opíše elegantný klučku (29. 4. je v zastávke) a bude sa pohybovať zaujímavými časťami oblohy. 6. 4. prejde okrajom riedkej otvorennej hviezdomopy NGC 6568 (8,6 mag) a 13. 4. štvrtstupeň severne od ďalšej otvorennej NGC 6583 (10,0 mag). Svoju májovú púť zakončí necelý stupeň severne od guľovej hviezdomopy NGC 6544 (7,8 mag) a na okraji Lagúny (M 8), ktorou prejde začiatkom júna.

(134340) Pluto (14,2 mag) v Strelcovi vychádza hodinu po polnoci, koncom mája už vo večerných hodinách, kulminuje vo výške 23°. 7. 4. je v zastávke a začne sa pohybovať západne.

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (9) Metis (11. 4.; 9,5 mag), (2) Pallas (3. 5.; 8,6 mag), (12) Victoria (10. 5.; 9,2 mag), (349) Dembowska (12. 5.; 10,2 mag), (230) Athamantis (25. 5.; 10,3 mag), (40) Harmonia (29. 5.; 9,6 mag).



Najjasnejším asteroidom stále zostáva (4) Vesta (6,9 – 7,7); nájdeme ju v hľave Leva. 8. 4. je stacionárna a začne sa pohybovať v príamom smere (východne). O niečo slabšia (2) Pallas sa presunie z hľavy Hada popod Severné korunu.

Počas svoje opozície v Škorpiónovi bude (230) Athamantis na pozadi krásnej reflexnej hmloviny IC 4592 „Modrá konská hlava“. (15) Eunomia urobí

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----|-------|
| Efemerida (1) Ceres | | | | |
| 1. 4. | 18 ^h 09,4 ^m | -21°30,8' | 8,6 | 98,8 |
| 11. 4. | 18 ^h 15,1 ^m | -21°50,2' | 8,4 | 107,3 |
| 21. 4. | 18 ^h 18,6 ^m | -22°12,7' | 8,3 | 116,4 |
| 1. 5. | 18 ^h 19,4 ^m | -22°39,3' | 8,1 | 125,9 |
| 11. 5. | 18 ^h 17,5 ^m | -23°10,1' | 7,9 | 136,0 |
| 21. 5. | 18 ^h 13,0 ^m | -23°44,6' | 7,7 | 146,7 |
| 31. 5. | 18 ^h 06,0 ^m | -24°21,2' | 7,5 | 157,9 |

Efemerida asteroidu (4) Vesta

| | | | |
|--------|-----------------------------------|-----------|-----|
| 1. 4. | 09 ^h 48,2 ^m | +22°41,7' | 6,8 |
| 11. 4. | 09 ^h 47,6 ^m | +22°28,0' | 7,0 |
| 21. 4. | 09 ^h 50,1 ^m | +21°56,6' | 7,2 |
| 1. 5. | 09 ^h 55,3 ^m | +21°10,2' | 7,3 |
| 11. 5. | 10 ^h 02,9 ^m | +20°11,2' | 7,5 |
| 21. 5. | 10 ^h 12,4 ^m | +19°01,0' | 7,6 |
| 31. 5. | 10 ^h 23,5 ^m | +17°41,2' | 7,7 |

Efemerida asteroidu (2) Pallas

| | | | |
|--------|-----------------------------------|-----------|-----|
| 1. 4. | 15 ^h 53,6 ^m | +16°40,1' | 8,7 |
| 11. 4. | 15 ^h 50,5 ^m | +19°24,0' | 8,7 |
| 21. 4. | 15 ^h 45,0 ^m | +21°51,6' | 8,6 |
| 1. 5. | 15 ^h 37,7 ^m | +23°53,1' | 8,7 |
| 11. 5. | 15 ^h 29,5 ^m | +25°21,3' | 8,7 |
| 21. 5. | 15 ^h 21,1 ^m | +26°12,3' | 8,8 |
| 31. 5. | 15 ^h 13,6 ^m | +26°26,5' | 9,0 |

Tabuľky východov a západov
(apríl – máj 2010)

Slnko

| | Vých. | Západ | Súmrak | | | | | |
|--------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|------------|--|
| | | | Občiansky | | Nautický | | | |
| | | | zač. | kon. | zač. | kon. | | |
| 1. 4. | 5:19 | 18:10 | 4:47 | 18:42 | 4:09 | 19:20 | 3:30 20:00 | |
| 6. 4. | 5:09 | 18:17 | 4:36 | 18:49 | 3:58 | 19:29 | 3:17 20:09 | |
| 11. 4. | 4:58 | 18:24 | 4:26 | 18:57 | 3:47 | 19:37 | 3:04 20:19 | |
| 16. 4. | 4:48 | 18:32 | 4:15 | 19:05 | 3:36 | 19:46 | 2:51 20:30 | |
| 21. 4. | 4:39 | 18:39 | 4:05 | 19:13 | 3:24 | 19:55 | 2:38 20:41 | |
| 26. 4. | 4:30 | 18:46 | 3:56 | 19:21 | 3:13 | 20:04 | 2:24 20:53 | |
| 1. 5. | 4:21 | 18:54 | 3:47 | 19:29 | 3:02 | 20:13 | 2:11 21:05 | |
| 6. 5. | 4:13 | 19:01 | 3:38 | 19:37 | 2:52 | 20:23 | 1:57 21:18 | |
| 11. 5. | 4:06 | 19:08 | 3:29 | 19:45 | 2:42 | 20:32 | 1:44 21:32 | |
| 16. 5. | 3:59 | 19:15 | 3:22 | 19:52 | 2:32 | 20:42 | 1:30 21:46 | |
| 21. 5. | 3:53 | 19:21 | 3:15 | 19:59 | 2:23 | 20:51 | 1:16 22:00 | |
| 26. 5. | 3:48 | 19:27 | 3:09 | 20:06 | 2:16 | 20:59 | 1:02 22:15 | |

Mesiac

Východ

Západ

| | | |
|--------|-------|-------|
| 1. 4. | 21:46 | 5:52 |
| 6. 4. | 1:32 | 10:00 |
| 11. 4. | 3:26 | 15:28 |
| 16. 4. | 5:11 | 21:17 |
| 21. 4. | 9:59 | 0:57 |
| 26. 4. | 16:40 | 3:01 |
| 1. 5. | 22:40 | 5:48 |
| 6. 5. | 0:53 | 11:04 |
| 11. 5. | 2:23 | 16:36 |
| 16. 5. | 5:25 | 22:12 |
| 21. 5. | 11:48 | 0:23 |
| 26. 5. | 18:16 | 2:19 |

Jupiter

Východ

Západ

| | | |
|--------|------|-------|
| 1. 4. | 4:40 | 15:53 |
| 6. 4. | 4:23 | 15:39 |
| 11. 4. | 4:05 | 15:26 |
| 16. 4. | 3:48 | 15:12 |
| 21. 4. | 3:31 | 14:58 |
| 26. 4. | 3:13 | 14:44 |
| 1. 5. | 2:55 | 14:30 |
| 6. 5. | 2:37 | 14:15 |
| 11. 5. | 2:20 | 14:01 |
| 16. 5. | 2:02 | 13:46 |
| 21. 5. | 1:44 | 13:31 |
| 26. 5. | 1:26 | 13:16 |

Merkúr

Východ

Západ

| | | |
|--------|------|-------|
| 1. 4. | 5:44 | 19:46 |
| 6. 4. | 5:35 | 20:08 |
| 11. 4. | 5:22 | 20:17 |
| 16. 4. | 5:07 | 20:09 |
| 21. 4. | 4:50 | 19:45 |
| 26. 4. | 4:31 | 19:08 |
| 1. 5. | 4:12 | 18:25 |
| 6. 5. | 3:55 | 17:47 |
| 11. 5. | 3:40 | 17:18 |
| 16. 5. | 3:26 | 17:00 |
| 21. 5. | 3:14 | 16:54 |
| 26. 5. | 3:04 | 16:57 |

Venuša

Východ

Západ

| | | |
|--------|------|-------|
| 1. 4. | 6:02 | 19:54 |
| 6. 4. | 5:54 | 20:08 |
| 11. 4. | 5:48 | 20:23 |
| 16. 4. | 5:42 | 20:38 |
| 21. 4. | 5:37 | 20:53 |
| 26. 4. | 5:33 | 21:08 |
| 1. 5. | 5:31 | 21:21 |
| 6. 5. | 5:31 | 21:34 |
| 11. 5. | 5:32 | 21:46 |
| 16. 5. | 5:35 | 21:55 |
| 21. 5. | 5:40 | 22:03 |
| 26. 5. | 5:47 | 22:09 |

Mars

Východ

Západ

| | | |
|--------|-------|------|
| 1. 4. | 11:31 | 3:21 |
| 6. 4. | 11:19 | 3:03 |
| 11. 4. | 11:08 | 2:46 |
| 16. 4. | 10:57 | 2:29 |
| 21. 4. | 10:48 | 2:13 |
| 26. 4. | 10:39 | 1:58 |
| 1. 5. | 10:31 | 1:42 |
| 6. 5. | 10:23 | 1:27 |
| 11. 5. | 10:16 | 1:12 |
| 16. 5. | 10:10 | 0:57 |
| 21. 5. | 10:04 | 0:41 |
| 26. 5. | 9:58 | 0:27 |

Neptún

Východ

Západ

| | | |
|--------|------|-------|
| 1. 4. | 3:58 | 14:06 |
| 6. 4. | 3:39 | 13:48 |
| 11. 4. | 3:20 | 12:11 |
| 16. 4. | 3:01 | |

kľúčku ponad guľovú hviezdomokupu M 54 (7,6 mag), pri kulminácii však bude len 11° nad obzorom. (12) Victoria a (349) Dembowska budú v blízkosti NGC 5897 (8,5 mag).

Dátum RA(2000) D(2000) mag el

Efemerida kométy C/2007 Q3 (Siding Spring)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|-------|
| 1. 4. | 15 ^h 22,1 ^m | +60°13,8' | 11,3 | 108,1 |
| 6. 4. | 15 ^h 20,0 ^m | +61°15,9' | 11,4 | 107,1 |
| 11. 4. | 15 ^h 17,1 ^m | +62°08,1' | 11,4 | 106,0 |
| 16. 4. | 15 ^h 13,6 ^m | +62°50,5' | 11,5 | 104,8 |
| 21. 4. | 15 ^h 09,5 ^m | +63°22,9' | 11,6 | 103,5 |
| 26. 4. | 15 ^h 05,0 ^m | +63°45,4' | 11,7 | 102,2 |
| 1. 5. | 15 ^h 00,3 ^m | +63°58,4' | 11,8 | 100,9 |
| 6. 5. | 14 ^h 55,7 ^m | +64°02,3' | 11,9 | 99,6 |

Efemerida kométy 81P/Wild

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|-------|
| 1. 4. | 14 ^h 14,8 ^m | -06°01,5' | 9,4 | 156,5 |
| 6. 4. | 14 ^h 14,3 ^m | -05°43,5' | 9,4 | 161,2 |
| 11. 4. | 14 ^h 13,1 ^m | -05°25,9' | 9,5 | 165,8 |
| 16. 4. | 14 ^h 11,5 ^m | -05°10,0' | 9,5 | 169,9 |
| 21. 4. | 14 ^h 09,6 ^m | -04°57,0' | 9,6 | 172,2 |
| 26. 4. | 14 ^h 07,7 ^m | -04°47,8' | 9,8 | 171,3 |
| 1. 5. | 14 ^h 05,9 ^m | -04°43,1' | 9,9 | 168,0 |
| 6. 5. | 14 ^h 04,4 ^m | -04°43,4' | 10,0 | 163,7 |
| 11. 5. | 14 ^h 03,4 ^m | -04°48,9' | 10,2 | 159,1 |
| 16. 5. | 14 ^h 02,9 ^m | -04°59,5' | 10,4 | 154,5 |
| 21. 5. | 14 ^h 03,0 ^m | -05°15,1' | 10,5 | 150,0 |
| 26. 5. | 14 ^h 03,7 ^m | -05°35,3' | 10,7 | 145,7 |
| 31. 5. | 14 ^h 05,1 ^m | -05°59,6' | 10,9 | 141,5 |

Efemerida kométy McNaught (C/2009 K5)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|------|
| 1. 4. | 19 ^h 37,3 ^m | +24°38,4' | 9,9 | 75,3 |
| 6. 4. | 19 ^h 45,6 ^m | +31°32,4' | 9,8 | 76,8 |
| 11. 4. | 19 ^h 55,0 ^m | +38°54,5' | 9,7 | 77,5 |
| 16. 4. | 20 ^h 05,8 ^m | +46°33,0' | 9,6 | 77,6 |
| 21. 4. | 20 ^h 18,9 ^m | +54°12,6' | 9,6 | 76,9 |
| 26. 4. | 20 ^h 35,8 ^m | +61°36,7' | 9,6 | 75,6 |
| 1. 5. | 20 ^h 59,4 ^m | +68°29,6' | 9,6 | 73,6 |
| 6. 5. | 21 ^h 36,1 ^m | +74°36,1' | 9,7 | 71,2 |
| 11. 5. | 22 ^h 41,0 ^m | +79°34,8' | 9,9 | 68,5 |
| 16. 5. | 00 ^h 41,7 ^m | +82°37,3' | 10,0 | 65,6 |
| 21. 5. | 03 ^h 16,0 ^m | +82°37,8' | 10,2 | 62,6 |
| 26. 5. | 04 ^h 58,0 ^m | +80°25,4' | 10,3 | 59,6 |
| 31. 5. | 05 ^h 52,1 ^m | +77°35,5' | 10,5 | 56,6 |

Efemerida kométy C/2009 O2 (Catalina)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|------|
| 1. 4. | 02 ^h 41,3 ^m | +39°30,9' | 9,2 | 44,5 |
| 6. 4. | 03 ^h 35,7 ^m | +33°09,8' | 9,5 | 45,2 |
| 11. 4. | 04 ^h 12,6 ^m | +26°46,9' | 10,0 | 45,5 |
| 16. 4. | 04 ^h 38,2 ^m | +21°10,5' | 10,5 | 45,2 |
| 21. 4. | 04 ^h 56,6 ^m | +16°28,0' | 11,0 | 44,4 |
| 26. 4. | 05 ^h 10,7 ^m | +12°32,5' | 11,5 | 43,3 |
| 1. 5. | 05 ^h 21,9 ^m | +09°14,4' | 12,0 | 41,9 |

Efemerida kométy 10P/Tempel 2

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|------|
| 21. 4. | 20 ^h 14,9 ^m | -11°27,9' | 10,8 | 87,3 |
| 26. 4. | 20 ^h 29,1 ^m | -11°02,5' | 10,6 | 88,7 |
| 1. 5. | 20 ^h 43,5 ^m | -10°36,0' | 10,3 | 90,0 |
| 6. 5. | 20 ^h 58,0 ^m | -10°08,7' | 10,1 | 91,2 |
| 11. 5. | 21 ^h 12,8 ^m | -09°41,0' | 9,9 | 92,4 |
| 16. 5. | 21 ^h 27,7 ^m | -09°13,5' | 9,7 | 93,6 |
| 21. 5. | 21 ^h 42,7 ^m | -08°46,8' | 9,4 | 94,7 |
| 26. 5. | 21 ^h 57,9 ^m | -08°21,3' | 9,2 | 95,8 |
| 31. 5. | 22 ^h 13,1 ^m | -07°57,6' | 9,1 | 97,0 |

Efemerida kométy McNaught (C/2009 R1)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el |
|--------|-----------------------------------|-----------|------|------|
| 1. 5. | 23 ^h 29,4 ^m | +08°09,6' | 11,0 | 45,1 |
| 6. 5. | 23 ^h 40,6 ^m | +11°11,6' | 10,6 | 46,4 |
| 11. 5. | 23 ^h 53,4 ^m | +14°37,3' | 10,2 | 47,3 |
| 16. 5. | 00 ^h 08,3 ^m | +18°30,6' | 9,7 | 47,6 |
| 21. 5. | 00 ^h 26,1 ^m | +22°55,0' | 9,2 | 47,3 |
| 26. 5. | 00 ^h 48,1 ^m | +27°51,6' | 8,6 | 46,2 |
| 31. 5. | 01 ^h 16,2 ^m | +33°16,0' | 8,0 | 44,1 |



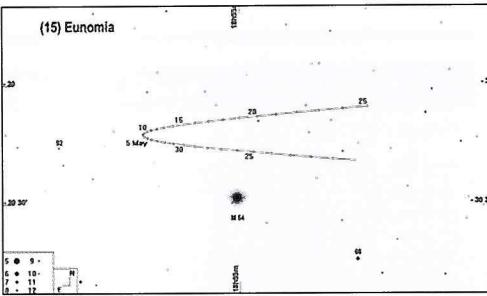
Kométy

Kedže kométy jasnejšie ako 10 mag môžeme považovať za jasné, je obdobie týchto dvoch mesiacov na ne bohaté, s dobrou pozorovateľnosťou.

Siding Spring (C/2007 Q3) má už svoje najlepšie obdobie za sebou, no drží sa súčne vo vysokých deklináciach, je cirkumpolárna. Začiatkom mája jej jasnosť poklesne na 12 mag.

Kométa 81P/Wild, objavená v roku 1978 P. Wildom, má zaujímavú história. Až do roku 1974 obiehalo vo vonkajších častiach Slnečnej sústavy. Gravitačný vplyv Jupitera jej dráhu však drasticky zmenil, jej obežná doba sa skrátila zo 43 len na 6 rokov so vzdialenosťou perihelia 1,6 AU a stala sa tak kométou dostatočne jasnejou aj pre vizuálne pozorovanie. Periheliom prešla 22. februára 2010 a počas celého apríla by mala byť jasnejšia ako 10 mag. Najbližšie k nám bude 6. apríla (0,6732 AU) ako objekt 9,4 mag v Panne, ktorý kulminuje hodinu po polnoci. Svoju púť medzi hviezdami začne pri iota Vir (4,1 mag) a skončí necelý polstupeň východne od tesnej dvojice galaxií NGC 5426 (12,7 mag) a 5427 (11,9 mag).

Zábery sondy Stardust odhalili veľmi členité jadro s rozmerom 5,5×4,0×3,3 km. 2. 1. 2004 boli



nazbierané vzorky komety, ktoré v návratovom púdre úspešne pristáli 15. 1. 2006 v Utahu.

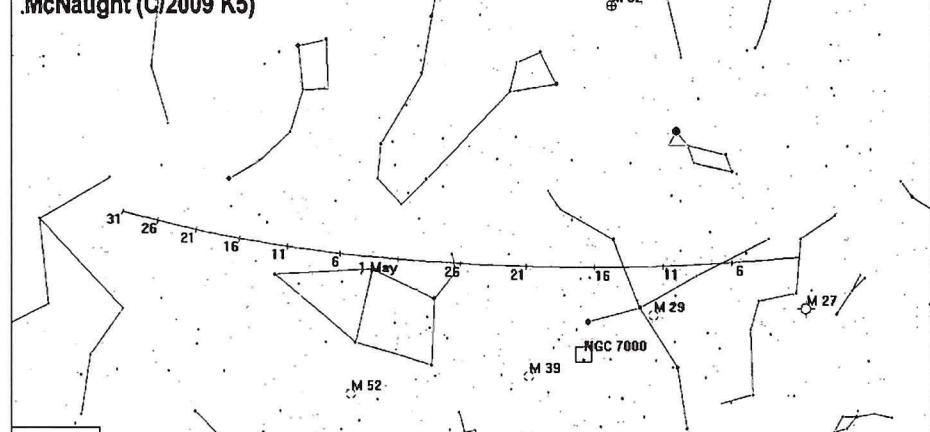
C/2009 K5 (McNaught) prejde 30. 4. periheliom, od polovice apríla bude cirkumpolárna. Pohybuje sa rýchlo na sever zaujímavými partiemi Labute. Ako chúťovka môže byť napríklad jej prechod medzi špirálovou galaxiou NGC 6946 (9,7 mag) a otvorenou hviezdomokupou NGC 6939 (7,8 mag) 25. apríla.

C/2009 O2 (Catalina) má predpoveď jasnosti nepresnú, aktuálne pozorovania chýbajú. Ak však pôjde podľa predpovede, začiatkom apríla by mala byť len o niečo slabšia ako 9 mag. Jaslosť aj deklinácia rýchle klesajú, začiatkom mája sa dostane pod 12 mag. Svoju púť oblohou začne polstupeň severne od galaxie NGC 1023 (10,5 mag) a 6. 4. len kúsok popod a 17. 4 popred riedu otvorenou hviezdomokupou NGC 1647 (6,4 mag).

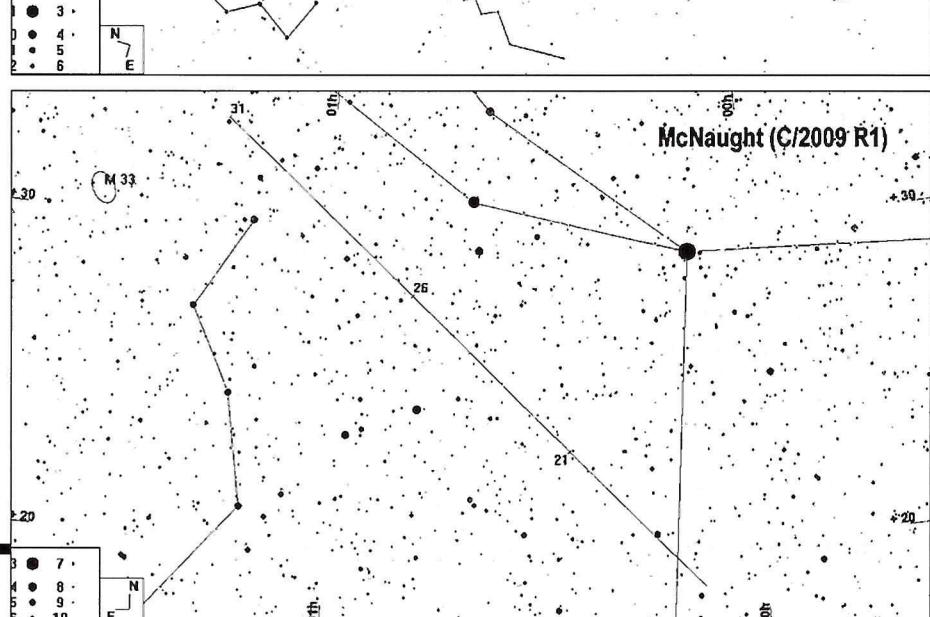
10P/Tempel 2 má najlepšie pozorovacie podmienky ešte len pred sebou, v polovici júla bude okolo 8 mag. V apríli a máji príjemne zjasňuje, koncom tohto obdobia bude okolo 9 mag.

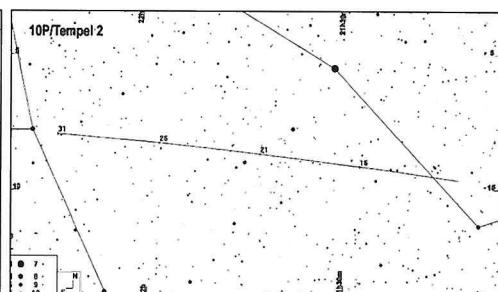
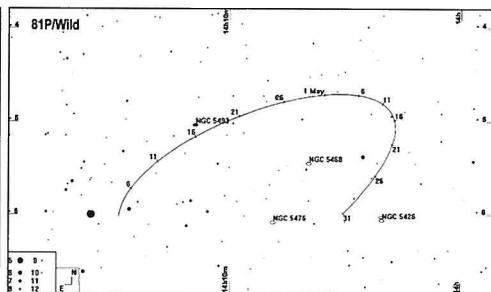
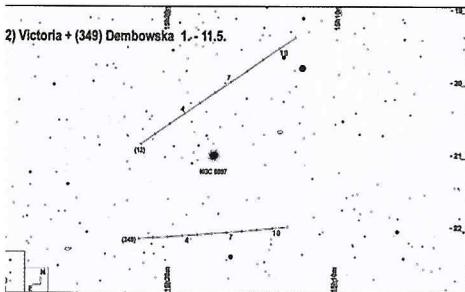
McNaught (C/2009 R1) je začiatkom mája, na konci astronomickej súmraku, na hraniciach Ryb a Pegasa vo výške 10° , v priebehu mesiaca zjasnie z 11 na 8 mag. A to má ešte to najlepšie pred se-

McNaught (C/2009 K5)



McNaught (C/2009 R1)





bou... Koncom júna bude snáď jasnejšia ako 5 mag. Napriek tomu, že v tom čase bude pozorovateľná len nízko nad severozápadným obzorom, stane sa ozdobou letnej oblohy.

Meteory

Od januárových Kvadrantíd, ktorých maximum bolo u nás poznávané nepriznou počasíu, mali meteoríri pôst, ktorý konečne končí aktivitou Lyrid.

Lyridy sú v činnosti od polovice apríla s maximom 22. 4. vo večerných hodinách okolo 18. hod. Obvyklá frekvencia v maxime je 20, z roka na rok je však premenlivá. Analýza vizuálnych pozorovaní z rokov 1988 – 2000 poukazuje na frekvencie v rozmedzí 14 – 23. Nie sú vylúčené ani krátkodobé zvýšenia, zvlášť slabších meteorov. Posledná vysoká frekvencia bola pozorovaná v roku 1982 v USA, kde bol krátkodobo zaznamenaný nárast prepočítanej zenitovej frekvencie až 90. Mesiac je počas maxima po prvej štvrti, zapadá len pred kulminá-

ciou radiantu, no naštastie je dostatočne daleko od radiantu.

η Akvaridy súvisia s Halleyovou kométou, podobne ako októbrové Orionidy. Pre pozorovateľov na severnej pologuli sú pozorovateľné problematicky, radiant sa dostáva nad obzor len po polnoci a priateľnú výšku nad obzorom dosiahne až za súmraku. V tomto roku pozorovanie bude navyše rušíť Mesiac v poslednej štvrti, ktorý vychádza súčasne s radiantom a navyše v jeho relatívnej blízkosti. Aj napriek nie práve najvhodnejším podmienkam pozorovateľov potešia rýchle a dlhé meteory. Teore-

tické predpovede poukazujú na možnú 12-ročnú periodicitu aktivity, ktorá by v tomto období mohla byť na svojom maxime. Prepočítaná frekvencia meteorov dosiahne až 85 meteorov za hodinu, čo je asi o 15 viac ako pri bežnom návrate.

η Lyridy sú málo výrazným rojom, vhodným len pre skúsených pozorovateľov. Pozorovacie podmienky sú dobré, Mesiac vychádza až nadránom. V pracovnom ozname IMO je len nedávno a tak novšie pozorovania sú cenné. Geneticke súvisí s kométou C/1983H1 (IRAS-Araki-Alcock), ktorej obežná doba je 964 rokov.

Pavol Rapavý

Meteorické roje (apríl – máj 2010)

| Roj | Aktivita | Max. | λ_{sol} | $\alpha [^\circ]$ | $\delta [^\circ]$ | v_{inf} | r | ZHR |
|---------------------------|------------------|--------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----|-----|
| anithelionový zdroj (ANT) | 26. 11. – 24. 9. | | | | | 30 | 3,0 | 3 |
| Lyridy (LYR) | 16. 4. – 25. 4. | 22. 4. | 32°32' | 271° | +34° | 49 | 2,1 | 18 |
| η Akvaridy (ETA) | 19. 4. – 28. 5. | 6. 5. | 45° | 338° | -01° | 66 | 2,4 | 85* |
| η Lyridy (ELY) | 3. 5. – 12. 5. | 9. 5. | 48° | 287° | +44° | 44 | 3,0 | 3 |

Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj 2010)

| | | | |
|-------------|---|--|--|
| 1. 4. | 50. výročie (1960) štartu družice Tiros 1 (1. meteorologická družica) | 18. 4. 11,3 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať späťne | 13. 5. 120. výročie (1890) narodenia K. Kenesseyva |
| 4. 4. 8,7 | konjunkcia Merkúra s Venušou (Merkúr 3,0° severne) | 20. 4. 90. výročie (1920) narodenia Z. Bochnička | 14. 5. 2,1 Mesiac v nove |
| 5. 4. | 75. výročie (1935) narodenia D. Lynden-Bella | 21. 4. 19,3 Mesiac v prvej štvrti | 14. 5. 75. výročie (1935) otvorenia Griffith Observatory |
| 6. 4. | 120. výročie (1890) narodenia A. Danjoná | 22. 4. 7,7 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 5,1° severne) | 15. 5. 290. výročie (1720) narodenia M. Hella |
| 6. 4. | 45. výročie (1965) štartu Intelsatu 1 (1. komerčná komunikačná družica) | 22. 4. 18 maximum meteorického roja Lyridy (ZHR 18) | 16. 5. 10,4 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 0,4° severne), mimo nášho územia zákryt |
| 6. 4. | 130. výročie (1880) narodenia A. J. Orlova | 22. 4. 100. výročie (1910) narodenia L. Drodza | 17. 5. 0,0 Venuše v príslní (0,7184 AU) |
| 6. 4. 10,6 | Mesiac v poslednej štvrti | 24. 4. 20. výročie (1990) štartu Hubblovho vesmírneho dalekohľadu (STS-31) | 18. 5. 80. výročie (1930) narodenia J. Koprdu |
| 7. 4. | 1,9 Pluto v zastávke, začne sa pohybovať späťne | 24. 4. 40. výročie (1970) štartu 1. čínskej družice Mao | 20. 5. 9,0 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 5,4° severne) |
| 7. 4. | objekt Kuiperovo pásu (136108) Haumea najbližšie k Zemi (50,125 AU) | 24. 4. 22,0 Mesiac v prízemí (367 144 km) | 20. 5. 9,7 Mesiac v prízemí (369733 km) |
| 8. 4. | 90. výročie (1920) narodenia O. Pedersena | 25. 4. 75. výročie (1935) narodenia P. J. Peeblesa | 21. 5. 0,7 Mesiac v prvej štvrti |
| 8. 4. | 30. výročie (1980) objavu Saturnovho mesiaca Telesto (Voyager 1) | 28. 4. 13,3 Mesiac v splne | 22. 5. 15. výročie (1995) prechodu Zeme rovinou Saturnových prstencov |
| 9. 4. 22,8 | konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 3,1° južne) | 28. 4. 110. výročie (1900) narodenia J. H. Oorta | 22. 5. 90. výročie (1920) narodenia T. Golda |
| 9. 4. 3,7 | Mesiac v odzemí (405 000 km) | 28. 4. 17,7 Merkúr v dolnej konjunkcii | 24. 5. 50. výročie (1960), Midas 2 Launch (1. infračervená vojenská družica) |
| 9. 4. 0,5 | Merkúr v najväčšej východnej elongácii (19,3°) | 29. 4. (1) Ceres v zastávke, začne sa pohybovať späťne | 25. 5. asteroid (230) Athamanis v opozícii (10,3 mag) |
| 10. 4. | 110. výročie (1900) narodenia J. Krmešského | 1. 5. 12,1 Merkúr v prízemí (0,56143 AU) | 26. 5. 3,4 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (25,1°) |
| 11. 4. | 40. výročie (1970) štartu Apolla 13 | 3. 5. asteroid (2) Pallas v opozícii (8,6 mag) | 28. 5. 0,1 Mesiac v splne |
| 11. 4. 19,9 | konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5,0° južne) | 5. 5. 105. výročie (1905) narodenia J. Fischera | 28. 5. 80. výročie (1930) narodenia F. D. Drakea |
| 11. 4. | asteroid (9) Metis v opozícii (9,5 mag) | 6. 5. 5,2 Mesiac v poslednej štvrti | 29. 5. asteroid (40) Harmonia v opozícii (9,6 mag) |
| 12. 4. | Medzinárodný deň kozmonautiky | 6. 5. 8 maximum meteorického roja η Lyridy (ZHR 85*) | 31. 5. 35. výročie (1975) založenia ESA |
| 12. 4. | konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 4,9° južne) | 6. 5. 22,9 Mesiac v odzemí (404 235 km) | 31. 5. 17,4 Saturn v zastávke, začína sa pohybovať v priamom smere |
| 13. 4. | 50. výročie (1960) štartu Transitu 1B (1. experimentálna navigačná družica) | 7. 5. 6,5 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 3,4° južne) | 1. 6. 3,1 Neptún v zastávke, začne sa pohybovať späťne |
| 13. 4. | 190. výročie (1820) narodenia V. K. Dellená | 9. 5. 15,5 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5,5° južne) | 2. 6. 16,7 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 3,7° južne) |
| 14. 4. 13,5 | Mesiac v nove | 9. 5. maximum meteorického roja η Lyridy (ZHR 3) | 3. 6. 17,8 Mesiac v odzemí (404267 km) |
| 16. 4. 0,0 | konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 0,6° južne) | 9. 5. 22,0 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 4,9° južne) | 4. 6. 23,2 Mesiac v poslednej štvrti |
| 16. 4. | 515. výročie (1495) narodenia P. Apianusa | 10. 5. asteroid (12) Victoria v opozícii (9,2 mag) | 4. 6. 4,9 asteroid (30) Urania v opozícii (10,8 mag) |
| 16. 4. 10,4 | konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 3,5° južne) | 11. 5. 1,1 Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať v priamom smere | 6. 6. 4,9 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5,7° južne) |
| | | 12. 5. 11,9 Merkúr v odslní (0,4667 AU) | 6. 6. 5,2 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 5,3° južne) |
| | | 12. 5. asteroid (349) Dembowska v opozícii (10,2 mag) | |

Astronómovia na kongrese mladých bádateľov v Tatrách

Prvý jamý mesiac – marec prebudil k aktivítam aj mladých bádateľov, ktorí sa zišli v dňoch 4. – 6. marca 2010 vo Vysokých Tatrách. Aj keď pretrvávajúce tatranské mrazy pripomínali stále zimu, v teple kongresového centra SAV ACADEMIA v Starej Lesnej vytvorili organizátori pre účastníkov Kongresu mladých bádateľov – astronómov 2010 príjemnú vedeckú rokovaciu atmosféru. Hlavným organizátorom bolo o. z. Mladí vedci Slovenska, ktoré pripravilo tento kongres s finančnou podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja (APVV) na základe zmluvy LPP-0226-07. Spoluorganizátorom boli miestni profesionálni astronómovia zastúpení Slovenskou astronomickou spoločnosťou pri SAV a najmä ich projekt Astronomickej olympiády, ktorý tiež podporuje APVV zmluvou LPP-0172-06. Vznikol tak teda aj pekný príklad spolupráce dvoch projektov tej istej agentúry. Významným spoluorganizátorom bol aj Astronomický ústav SAV, ktorý sídli nedaleko kongresového centra, a účastníci, najmä študenti gymnázií z celého Slovenska, tak mali možnosť v rámci exkurzie uvidieť aj jeho prístrojové vybavenie.

Hlavným cieľom kongresu bolo umožniť mladým študentom prezentovať svoje „vedecké“ práce a projekty formou ústnej prezentácie v podmienkach kongresu a takto získať nadaných žiakov so záujmom o prírodné vedy pre ich budúcu profesionálnu kariéru v oblasti vedy, techniky a vedecko-technických inovácií. Samozrejme, užším zameraním tohto kongresu bola už spomínaná astronomia, astrofyzika a problémy s tým súvisiace. Celkovo na kongres prišlo prezentovať svoje práce 21 študentov – stredoškolákov. Najmladším účastníkom bol Branislav Viliam Hakala z Košíc, ktorý je ešte len žiakom základnej školy, aj keď na Gymnáziu na Poštovej ulici v Košiciach. Každý referujúci mal 12 minút na prezentáciu svojej výskumnnej práce a dostať času na diskusiu, v ktorej padali otázky, ale aj pripomienky, kritické poznámky a doplnenie danej práce. Kongres organizovalo a riadilo pracovné predsedníctvo, v ktorom pôsobili profesionálni astronómovia a pracovníci hvezdárne na Slovensku. Hlavným organizátorom bol Dr. Ján Šipoš z o. z.

Mladí vedci Slovenska, ktorí hneď na úvod oboznámili účastníkov s hlavným cieľom kongresu a neskôr hovoril o základných principoch vedeckej práce a radil začínajúcim bádateľom. Garantom odborného programu bol Dr. Ladislav Hric z Astronomického ústavu SAV, ktorý zabezpečil vyžadané prednášky a osobne hovoril o najnovších experimentoch v kozmológii s cieľom hlbšieho poznania počiatocných fáz vývoja vesmíru. Za Slovenskú astronomickú spoločnosť bol prítomný jej predseda Dr. Juraj Zverko. V predsedníctve dalej pracovali Mgr. Marián Jakubík z Astronomického ústavu SAV, Mgr. Marián Vidovenec zo Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove, Dr. Miroslav Znášik – riaditeľ Považskej hvezdárne v Žiline a konečne Pavol Dubovský, pozorovateľ na najväčšom ďalekohľade na Slovensku, na refektore s priemerom 1 m, ktorý sa nachádza na observatóriu na Kolonickom sedle.

Všetci profesionálni astronómovia si pozorne vypočuli prezentácie študentov, poukázali na nedostatky a rezervy, poradili ako postupovať ďalej a samozrejme, aj zhodnotili a vybrali 6 najlepších prác. Treba povedať, že viaceri práci sa venovalo svetelnému znečisteniu nočnej oblohy. Je to poťesiteľné, lebo táto téma rezonuje v posledných rokoch medzi astronómami na celom svete. Ide predsa o záchranu nočnej oblohy aj pre budúce generácie. Naša planéta je už natoliko ožiareň umelým svetlom, ktoré zbytočne ruší pohľad na hviezdnu oblohu, že na Zemi je už v obývaných oblastiach problémom nájsť skutočnú tmu. Záverom kongresu bolo aj ocenenie účastníkov. Každý dostal certifikát a knihu. Traja najlepší – Vladimíra Bejdová z Medzilaboriec, Juraja Knapca zo Senice a Michala Štefančíka z Michaloviec, si mohli vybrať malý ďalekohľad, alebo USB klíč a čo je najcennejšie, postúpili do celoslovenského finále EUCYS, odkiaľ je šanca dostať sa na medzinárodné súťaže. Vladimíra objavila a merala jasnosť novej premennej hviezdy v poli známej premennej hviezdy CN And. Juraj použil televíznu kamерu na sledovanie úkazov mesiacov planéty Jupiter. Metóda umožňuje veľmi presné určenie časov jednotlivých kontaktov úkazov (zákryty a zatmenia) a ich porovnaním s pred-



Účastníci kongresu na terase Kongresového centra SAV v Starej Lesnej.



Odrodzávanie cien pre najlepších. Zľava: Dr. Šipoš, M. Štefančík, V. Bejdová, Dr. Hric, Dr. Jakubík a Dr. Znášik (chýba J. Knapec, ktorý musel odísť na výmenný pobyt do Belgicka).



Zaujali aj práce študentov, v ktorých sa oplatí pokračovať. Zľava: Dr. Šipoš, J. Merc, J. Kotrčová, Z. Gerbošová, T. Bileková, Dr. Jakubík, Dr. Znášik a Dr. Hric.

povedať môže viesť k spresneniu dráhových elementov alebo k popisu negravitačných efektov. Michal vyučoval počítačový program, ktorý spracováva dátá meteorických pozorovaní. Veľký záujem o takýto program môže mať aj Medzinárodná meteorická organizácia.

Ďalšie 3 práce boli ohodnotené vecnými cenami a študentom bolo doporučené, aby vo svojich prácach

dalej pokračovali. Boli to: Jaroslav Merc z Košíc, Juliana Kotrčová a Zuzana Gerbošová z Banskej Bystrice a Timea Bileková z Krompách.

Program kongresu príjemne prekvapil študentov, ale aj profesionálov a čo je hlavné, podal pomocnú ruku tým, ktorí majú o astronómii a príbuzné vedy úprimný záujem.

RNDr. LADISLAV HRIC, CSc.

Geofyzikálny ústav SAV v spolupráci s Agentúrou na podporu vedy a výskumu organizuje v kongresovom centre SAV ACADEMIA v Starej Lesnej vo Vysokých Tatrách
26. – 29. mája 2010 prvý seminár pre učiteľov ZŠ a SŠ Meteorológia a klimatológia vo vyučovaní s hlavnou témove

Voda a jej premeny

Na seminári budú prezentované odborné prednášky, prednášky zamerané na didaktiku vyučovania a pre účastníkov sú pripravené exkurzie.
Viac informácií je na internetovej stránke http://www.ta3.sk/gfu/met_vyucovanie/seminar.html

Cassini: Záhadný šestuholník na Saturne

Sonda Cassini získala doteraz najdetailnejšie fotografie šestuholníka nad severným polom Saturna. Ide o záhadný útvar v gigantickej krútnave krúžiacej okolo pólu. Krútnavu generujú prúdy teplejšej atmosféry prúdiacej z nižšie položených širok, ktoré sa nad pólem formujú do ozrutného, stúpajúceho lievika. Tím okolo sondy Cassini čakal na vhodnú chvíľu celé roky, pretože severný pôl Saturna bol až donedávna v zimnom tieni. (Saturn obehnne Slnko za 14,5 roka, takže pri danom sklonke jeho osi k rovine ekliptiky, sa polárna jar na póle vracia zhruba raz za 15 rokov.) Kým bol severný pôl v tieni, šestuholník v strede krútnavy sme poznali iba z infračervených snímkov. Fotografie na 3. strane obálky sú najpodrobnejšími fotografiami tohto útvaru vo viditeľnom svetle.

Na snímkach vidíme hrtan krútnavy a v ňom kruhy po špirále stúpajúceho plynu, pod nimi šikmé, krúžiace steny, aj s kudrlinkami miniatúrnych vírov.

Posledné snímky vo viditeľnom svetle zo severného pôlu Saturna získala sonda Voyager pred 30 rokmi. Potom sa severný pôl na 15 rokov ponoril do temnoty. V polovici 90. rokov však v systéme Saturna nepracovala nijaká sonda. Vedcov prekvapilo, že krútnava sa po tridsiatich rokoch vôbec nezmenila. Nezmenil sa ani šestuholník ...!

Trvanlivosť šestuholníka je pozoruhodná, prinajmenšom v porovnaní s hurikánmi na Zemi. Mechanizmus, ktorý takúto stabilitu krútnavy udržuje, možno prirovnáť k tomu, čo udržuje Červenú škvru na Júpiteri. Obrovský polárny vír má priemer 15 500 kilometrov (dvojnásobok priemera Zeme). Jeho vonkajší okraj krúži okolo pólu na úrovni 77° severnej šírky rýchlosťou 100 metrov za sekundu.

Prvé optické snímky severného pôlu Saturna z Voyageru boli snímané z nevýhodného uhla. Sonda Cassini, ktorá obieha Saturn už šiesty rok, by ho mohla vo viditeľnom svetle fotografovať z výhodnejšieho uhla, ale musela čakať, kým nenastane polárny deň. A tak vedci študovali krútnavu iba na infračervených snímkach. Ukázalo sa, že šestuholník (oko krútnavy) preniká hlboko do atmosféry a za celý čas sa takmer nezmenil. Vedci na infrasnímkach z oblasti objavili aj horúcu škvru a menší cyklón.

Fotografie, ktoré vidíte, poskladali z 55 snímkov a vytvorili z nich tri políčka filmu, zobrazujúce krútnavu v jednotlivých fázach. Kamery ich nasnímali v čase, keď planéta dosiahla jarnú rovnodenosť. Oblasti blízke k pólu ešte nie sú viditeľné, lebo ich zahaluje zimná tma.

Planetárni klimatológovia sa pokúšajú zistíť, čo spôsobuje záhadu šestuholníka, odkiaľ krútnava čerpá energiu, ako ju využíva a ako dlho bude ešte v tejto podobe fungovať. Sústredujú sa najmä na záhadné vlny, ktoré sa šíria z rohov šestuholníka, tam, kde sa z hlbín atmosféry stúpajúci prúd plynov najviac ohýba!!! Tím študuje aj obrovskú štruktúru pôl obiehajúcich mračien v najvrchnejších vrstvach atmosféry. Aj tá má podobu šestuholníka. Záhadou je aj tmavá škvra, ktorá sa objavila na všetkých infračervených snímkach. Na optickej ju hľadajte v polohe, kde je na ciferníku hodín dvojka.

Na Saturne nie sú ani oceány, ani kontinenty. Na Zemi práve nerovnaké zahrievanie ovzdušia nad vodou a súšou spôsobuje lokálne, regionálne i globálne cirkulovanie plynov v atmosfére. Model Saturnovej atmosféry sa ešte len rodí. Vďaka najnovším snímkam, ktoré odhalili v šestuholníku aj vlny a malé, kruhové štruktúry, sa vedcom možno podarí odhalíť podstatu jedného z najzáhadnejších úkazov v našej Slnečnej sústave.

JPL and Caltech Press Release

Gigantická krútnava, ktorá krúži okolo severného pôlu Saturna, má priemer 15 500 kilometrov. Optická kamera ju nasnímala krátko potom, ako sa severný pôl po 15 rokoch vynoril zo zimnej temnoty. Dolná časť centrálnego lievika krútnavy je ešte ponorená do tmy. Na troch políčkach filmu rozlíšite zmeny po dovršení obehu i detaily, ktoré sa nezmenili.

TELESKOPY BUDÚCNOSTI — SÚ TU UŽ DNES!



PARAMETRE SÉRIE CGEM:

- Masívna redukcia vibrácií u novej montáže CGEM zabezpečuje stabilný obraz aj pri 11" tubuse Schmidt-Cassegrain a je vhodná na pozorovanie a CCD/foto.
- Montáž bola navrhnutá ergonomicky na pohodlné nastavovanie a pohyb. Základom bolo čo najviac vám zjednodušíť obsluhu ďalekohľadu.
- Nastavenie polárnej osi je vďaka systému All-Star™ možné pomocou ľubovoľnej viditeľnej hviezdy bez toho aby ste videli Polárku. Astrofotografov poteší nová korekcia periodickej chyby.
- Pomocou optimalizácie pohybu montáž nastavuje najvhodnejšiu dráhu pohybu, čím sa zjednoduší pozorovanie hlavne v oblasti prechodu montáže meridiánom.
- Databáza Nexstar obsahuje 40000 objektov a 200 užívateľsky definovaných objektov.

CGEM zapadne presne medzi montáže prenositeľnej Advanced Series a masívnej a presnej CGE Pro Series.

**NOVÉ ĎALEKOHLADY
CGEM SÉRIE MÁME SKLADOM!!!
PRÍDTE SI ICH KU NÁM POZRIEŤ**

| MODEL | KÓD | OHNISKO | SVETLLOSŤ | PRIERER OBJ. | OKULÁR | HĽADÁČIK | POVRCH. ÚPRAVA | MONTÁŽ | TUBUS | HMOTNOSŤ |
|-----------|-------|---------|-----------|--------------|-------------|----------|----------------|-------------------|--------|----------|
| CGEM 800 | 11097 | 2032 mm | f/10 | 203 mm | 25 mm /81x/ | 6x30 | Starbright XLT | Nem. paralaktická | Hliník | 40 kg |
| CGEM 925 | 11098 | 2350 mm | f/10 | 235 mm | 25 mm /94x/ | 6x30 | Starbright XLT | Nem. paralaktická | Hliník | 52 kg |
| CGEM 1100 | 11099 | 2800 mm | f/10 | 280 mm | 40 mm /70x/ | 9x50 | Starbright XLT | Nem. paralaktická | Hliník | 55 kg |

**PRI KÚPE TOVARU NAD 30€ HRÁTE O CENY ZA 2500€
>> viac na www.tromf.sk <<**



TROMF BANSKÁ BYSTRICA, PARTIZÁNSKA 80
TEL.: 048/4142332, MAIL: INFO@CELESTRON.SK
WEB: WWW.CELESTRON.SK, ISHOP: WWW.TROMF.EU, CELESTRON KLUB: KLUB.CELESTRON.SK

