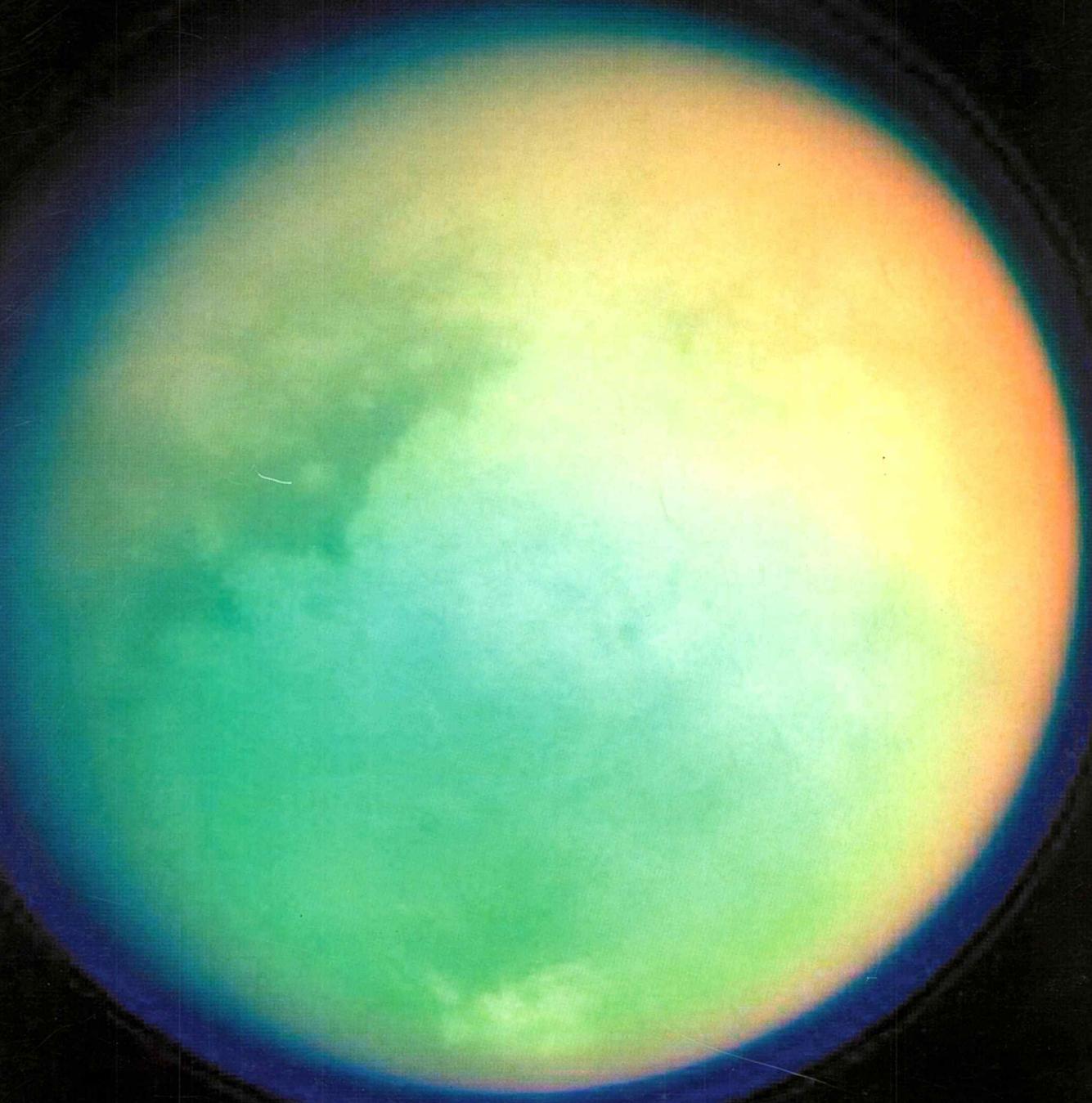


KOSMOS

2004
ROČNÍK XXXV.
Sk 40,-

6

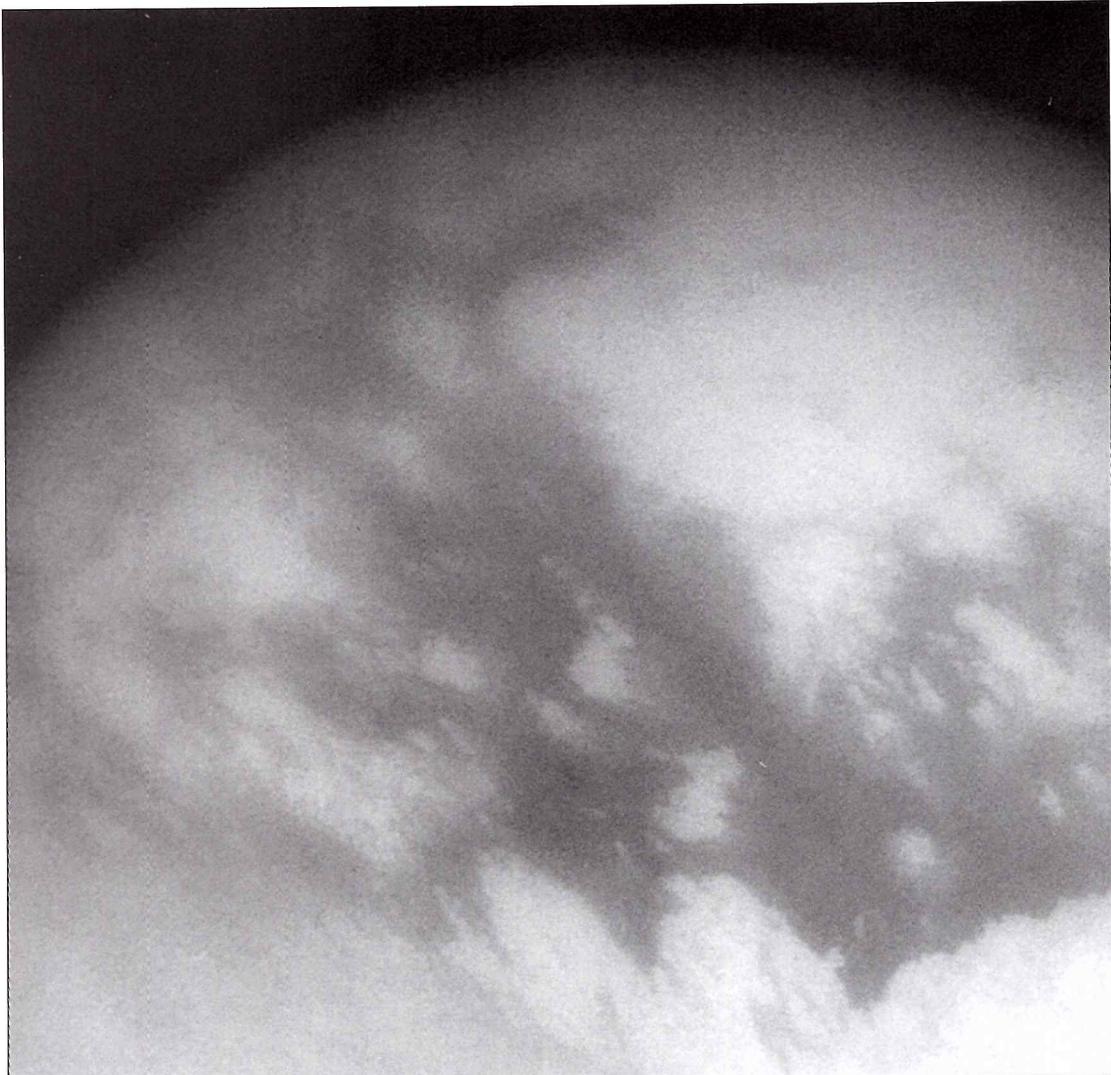


Prvé blízke priblíženie Cassini k Titanu
Kozmické žiarenie • Nové neutríno • Páni rondelov •
Extrasolárna planétka obieha hnedého trpaslíka?

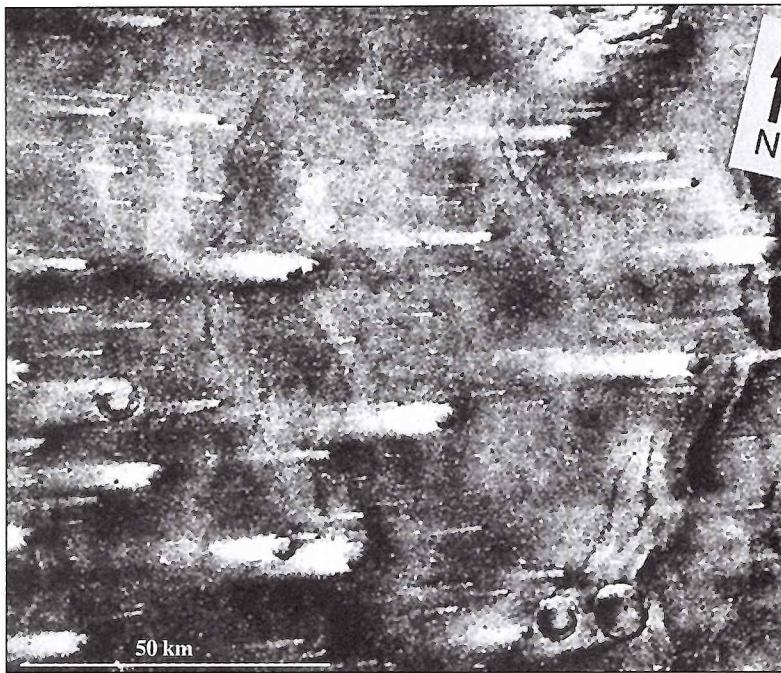
Cassini: Titan po prvom blízkom oblete

(K článku na 9.-10. strane)

Povrch Titanu je pokrytý organickými zlúčeninami, pravdepodobne v kvapalnom i pevnom skupenstve, ale zatiaľ nevedno, o aké zlúčeniny ide. O horninách vedci zatiaľ nehovoria. Na snímke môžete rozlíšiť druhý pomenovaný útvar, tmavú a hladkú oblasť posiatu malými bielymi ostrovčekmi, ktorá pripomína mačaciu hlavu. Vedci ju nazvali Halloween Cat. Či ide o bazén naplnený tekutou látkou, obmývajúcou pobrežia kontinentov a ostrovov, zatiaľ nevieme.



Biele a tmavé oblasti napovedajú, že povrch pokrývajú látky (uhlovodíky) s rozličnými fyzikálnymi vlastnosťami. Niektoré v nízkej teplote (-165 stupňov Celzia) sú možno v pevnom skupenstve, iné v kvapalnom.



Najzaujímavejšou snímkou z prvého obleta je bezpochyby tento zmiešaný terén. Všetko nasvedčuje tomu, že ide buď o pevninu, alebo zamrznutú tmavú kvapalinu neznámeho zloženia. Na povrchu jasne rozlíšime niekolko malých impaktných kráterov i viacero, prevažne poludníkovo orientovaných rýh. Najzaujímavejšimi útvarami sú však bezpochyby horizontálne biele „čmuhy“, ktoré pripomínajú náveje jemného, zrnitého materiálu za terénnymi prekážkami. Tvar i smerovanie návejov prezrádzajú, že v zobrazených šírkach veje vietor z východu na západ.

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove.
Národné metodické centrum.
Adresa vydatelstva:
Slovenská ústredná hvezdáreň,
947 01 Hurbanovo,
tel. 035/760 24 84,
fax 035/760 24 87.
Za vydatelstvo zodpovedný:
Ing. Teodor Pintér.

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

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčar, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, PhD Anna Pribullová, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc.
Predseda redakčného krahu:
RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

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

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

Predplatiteľia: V Čechách
A.L.L. Productions, P. O. Box
732, 110 00 Praha 1, tel. 663
114 38, na Slovensku L. K. Per-
manent, Hattalova 12, 831 03
Bratislava, tel. 44 453 711.

Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozšíruje A. L. L. Productions, tel. 0042/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

Zadané do tlače 20. 11. 2004

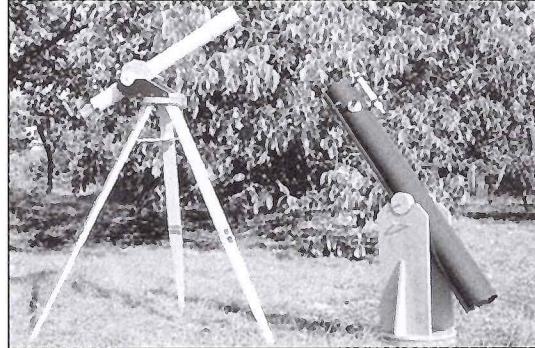
ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

- 3 Záhadu kozmického žiarenia / Ivan Semeniuk
9 Cassini: Titan po prvom blízkom oblete + 2. str. ob.
11 Mars: Rozpaky po detekcii metánu v atmosfére
13 Nové neutrino / Ivan Semeniuk
17 První nebo druhé housle pro Evropu (3. díl) / Tomáš Přibyl



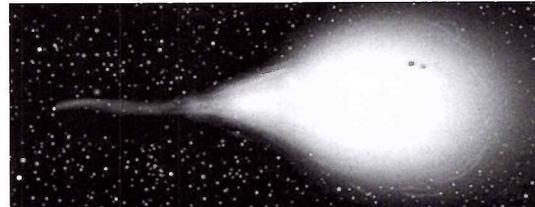
- 20 Vzostup a pád sondy Genesis / Peter Majchrák
24 Milutin Milanković a astronomická (insolačná) teória klimatických zmien / Anna Pribullová



- 27 Kepler proti Newtonovi / Zdeno Velič
29 Páni rondelov / Almut Bicková
ALBUM POZOROVATEĽA
32 Zatmenie Mesiaca a potvorská hmla /
Pavol Rapavý, Miroslav Grnja, Ján Horňák,
Ján Trnovský, Marián Urbaník, Jaroslav Grnja,
Marián Mičík, Ladislav Pastorek
(str. 32, 33, 38)
PRÍLOHA
Žen objevu 2002 (pokračovanie) / Jiří Grygar

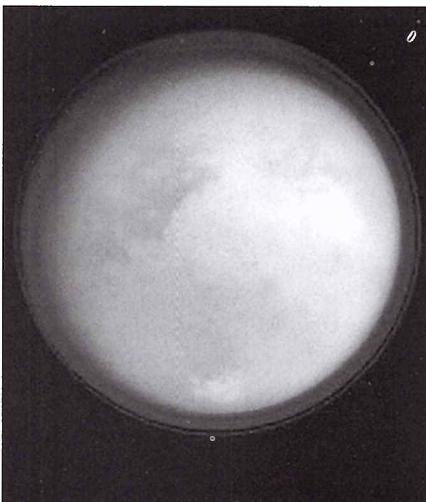
Aktuality

- 2 Kozmický cukor klúčom k vzniku života na Zemi?
7 To tu ešte nebolo: extrasolárna planéta obieha okolo hnedého trpaslíka?



- 8 EF Eri – těleso neznámeho typu
23 Matka príroda medzi ekomanmi a egomanmi

Obálka



Túto snímku Titanu exponovala úzkouhlá kamera na palube sondy Cassini 24. októbra 2004, dva dni pred najtesnejším obletom. Vznikla počítacovým spracovaním snímkov v infračervenom svetle. Špeciálny filter zviditeľnil povrch planéty, na ktorom prví analytici rozpoznali detailnejšie obrysy povrchových útvarov najväčšieho mesiaca Slnčnej sústavy, svetlých „drsných, zbrázdených kontinentov“ (jeden z nich dostal meno Xanadu) a tmavých „hladkých hladín morí“, ktoré poznali už zo snímkov iných sond či fotografií HST. Po blízkom oblete sa však ukázalo, že všetko je ináč: škvrsy s rozličným albedom sa predbežne nedajú jednoznačne identifikovať. Topografiu povrchu objasní až mapovanie radarom, zloženie materiálu na povrchu zasa náročná analýza údajov na Zemi. Zatiaľ nič nenasvedčuje, že tmavé, hladké „bažiny“ vypĺňajú tekuté uhľovodíky. Navyše: metánu, ktorý mal byť podľa dôvnejších prieskumov hlavným médiom veľkého mesiaca, je v atmosfére oveľa menej, ako sa očakávalo, takže vtedy pochybujú, či sa vo velkom množstve nachádza aj na povrchu mesiaca. Jedno je však isté: na povrchu Titanu prebiehajú dynamické geologické procesy, pričom prevládajúcim materiálom v mohutných oblakoch je nejaký organický koktail. Fotografia doteraz najzreteľnejšie zviditeľnila mohutnú atmosféru Titanu.

Rubriky

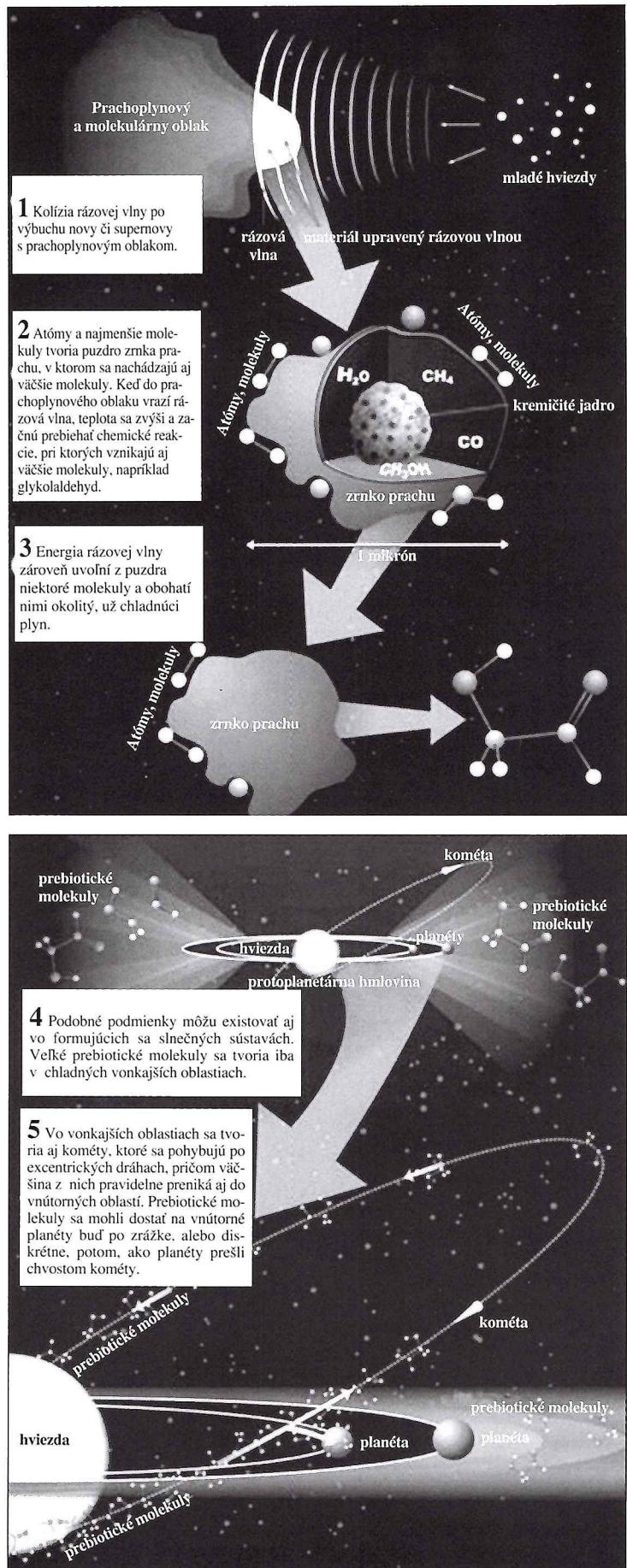
POZORUJTE S NAMI

- 34 Obloha v kalendári
(december – január) / Pavol Rapavý;
Kalendár úkazov (str. 37)
38 Slnčná aktivita / Milan Rybanský
ALBUM POZOROVATEĽA
40 O mojich októbrových
pozorovaniach / Lubomír Urbančok
3. ob.: Konjunkcia Venuše s Jupiterom /
Pavol Rapavý

Podujatia

- 39 AstroTech 2004 / Vladimír Mešter
40 XI. ročník ESA 2004 / Ján Horňák
40 Letný astronomický tábor / J. Gerboš

Kozmický cukor kľúčom k vzniku života na Zemi?



Vo vzdialosti 26 000 svetelných rokov, nedaleko centra našej Galaxie, vo veľkom prachoplynovom oblaku objavili astronómovia cukor. Presnejšie: objavili chladné ložisko jednoduchých molekúl cukru. Objav sa podaril vďaka obriemu Green Bank Teleskopu (GBT), pomenovanom po Robertovi Byrdovi.

Je to dôkaz toho, že molekuly potrebné na vznik a vývoj jednoduchých foriem života vznikali už v medzihviezdnom priestore.

Glykolaldehyd je osematomová molekula cukru. Tentokrát ju detegovali v prachoplynovom oblaku Sagittarius B2. Priemer takýchto oblakov dosahuje aj niekoľko desiatok svetelných rokov, pričom iba nedávno sme zistili, že práve v nich sa rodí najviac mladých hviezd.

Hvezdári objavili rovnakú molekulu cukru v tom istom oblaku už pred štyrmi rokmi. Bola to však podstatne teplejšia oblasť. Najnovšia detekcia dokázala, že cukor existuje aj pri teplote 8 stupňov nad absolútou nulou!!! To je teplota, pri ktorej pochyb molekúl celkom ustane.

Glykolaldehyd sa skladá z 2 atómov uhlíka, 2 atómov kyslíka, 4 atómov vodíka a chemici ho nazývajú aj „2-uhlíkový cukor“. Ak 2-uhlíkový glykolaldehyd reaguje s 3-uhlíkovým cukrom, vznikne 5-uhlíkový cukor – ribóza. Molekuly ribózy formujú chrbitcu molekulárnych štruktúr DNA a RNA, organických kyselín, ktoré uchovávajú genetický kód živých organizmov.

Na Zemi väčšina chemických reakcií prebieha vo vode. V medzihviezdnom priestore sú celkom iné podmienky; väčšina komplexných molekúl sa formuje pod povrchom jemných zrniek prachu. Vedci sa nazdávajú, že jednoduchšie molekuly vody, formaldehydu, metánu, amoniaku, kysličníka uhličitého či metanolu tvoria nielen povrch, ale aj vnútro zrniek prachu v oblakoch. Ak oblak koliduje s rázovou vlnou (napríklad po výbuchu novy či supernovy), materiál v oblaku sa zahustí, premieša, pričom jeho teplota sa zvyší do takej miery, že sa môžu tvoriť aj komplexnejšie molekuly. Tvoria sa bud z jednoduchších molekúl, alebo sa sformujú priamo z materiálu prachových zrniek. Tepelne vhodné prostredie na tvorbu komplexnejších molekúl môže vzniknúť aj v akrečnom disku, krúžiaceho okolo mladej hviezdy, v disku, ktorý je produkтом hviezdnego kanibalizmu, alebo v obrovských diskoch rútiacich sa do čiernej diery.

Keď šok spôsobený kolíziou či

urýchlením pomieňe, molekuly vymrznu do chladného plynu.

Zdá sa, že hoci sú podmienky na Zemi a v medzihviezdných oblakoch celkom iné, výsledky môžu byť veľmi podobné. Z viacerých štúdií vyplýva, že molekuly potrebné na vznik života sa sformujú v prachoplynovom oblaku dávno pred kolapsom, z ktorého sa rodí mladá hvieza opásaná protoplanetárnym diskom.

Je neuveriteľné, kolko z čerstvo objavených molekúl v medzihviezdnom priestore má rovnakú štruktúru ako ich sestry, detegované v pozemských laboratóriach počas syntéz prebiotickej polievky. „To je dôkaz, že prebiotická chémia je univerzálna,“ vyhlásil Jan M. Hollis z Goddard Space Flight Center pri NASA. „Máme tak v rukách ďalší dôkaz toho, že život bol na Zem zavlečený zvonka, práve z takýchto molekulárnych oblakov.“

Planéty sa podľa platnej teórie formujú horúcim procesom, ktorý všetky prebiotické molekuly zničí. Teraz, keď vieme, že molekuly života môžu vzniknúť a udržať sa aj v extrémnom chlade, potom musíme pripustiť, že mohli pretrvať aj vo vonkajších oblastiach Slnečnej sústavy, kde sa formovali kométy. Už dávno sa predpokladá, že práve kométy by mohli byť distribútorom a rozsieváčom života a osiať mladé planéty organickými molekulami.

Objav chladného glykolaldehydu umožnil detekciu slabých rádiových emisií z molekúl. Molekuly rotujú; ak sa ich rotačná energia zmení (z vyšej úrovne na nižšiu), molekula začne vysielat rádiové vlny s určitou frekvenciou. A naopak: molekula môže rádiové frekvencie aj absorbovať a zmeniť rotačnú energiu z nižšej úrovne na vyššiu. Súbor frekvencií, emitovaných či absorbovaných určitou molekulou vytvára príznačný „odtlačok palca“, ktorý sa molekula prezradí. Studený glykolaldehyd sa prejavil aj pri emisiách z molekuly, aj pri absorbovaní rádiových vln emitovaných zdrojom v pozadí v rozpätí 13 až 22 GHz.

Senzačný objav cukru umožnil veľký priemer a veľkú presnosť rádioteleskopu GBT. Je isté, že v dohľadnom čase deteguje v medzihviezdnom priestore aj iné organické molekuly.

Mimočodom: GBT je najväčším plne ovládateľným rádioteleskopom na svete. Jeho tanier má plochu 4100 štvorcových metrov. Rádioteleskop patrí Národnej vedeckej nadácií, spravovanej Asociáciou amerických univerzít. **NASA Press Release**

ZÁHADA kozmického žiarenia

Nikto nevie aká sila dokáže urýchliť pohyb protónov a atómových jadier bezmála na rýchlosť svetla. Nikto nevie, ako sa tieto časticie dostanú zo vzdialených, neznámych zdrojov na Zem. Astronómia vysokých energíí je trinástou komnatou astronómie.

Kozmické žiarenie nie je prúdom čistej energie, ale sprškou častic, či už protónov, alebo atómových jadier, ktorých rýchlosť sa bezmála vyrówná fotónom. Inými slovami: pohybujú sa bezmála rýchlosťou svetla. Detekcia a analýza údajov o týchto časticiah prináša poznatky o záhadných, gigantických zdrojoch energie ďaleko za hranicami našej slnečnej sústavy.

Prírodné generátory kozmického žiarenia sú v porovnaní s urýchľovačmi častic, ktoré dnes využívajú vedci neporovnatelne silnejšie. **TeVatron**, momentálne najvýkonnejší urýchľovač častic v americkom Fermilabe, generuje časticie s kinetickou energiou 1 bilióna elektronvoltov (10^{12} eV), čo predstavuje vrchol možností súčasnej experimentálnej fyziky. Kozmické žiarenie je o 8 rádov silnejšie.

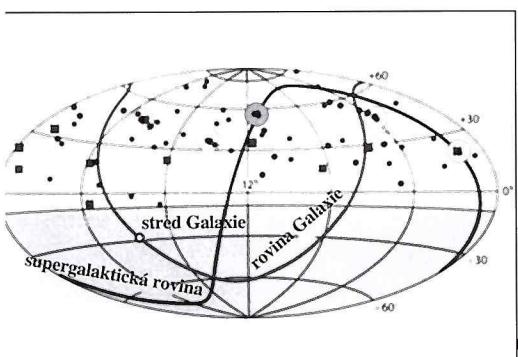
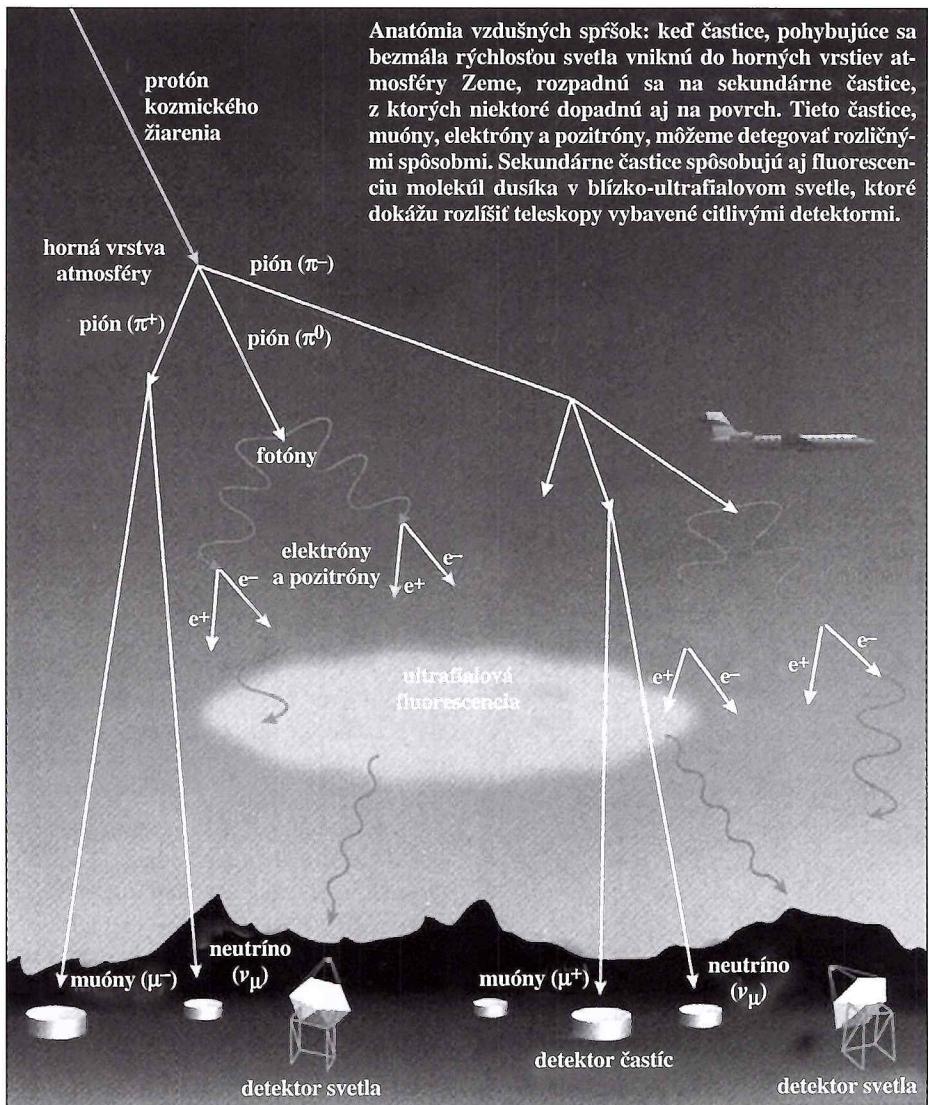
Prvé stránky histórie tohto odboru astronómie napísal v roku 1949 Enrico Fermi. Vďaka jeho priekopníckej štúdii sme pochopili, že supernovy v našej Galaxii sú prírodnými urýchľovačmi a najpravdepodobnejšími zdrojmi kozmického žiarenia, ktoré zasahuje aj nás. Iba v poslednom desaťročí však fyzici dospeli k poznaniu, že pochopenie najenergetickejšieho kozmického žiarenia nie je možné bez novej teórie, pričom čoraz hlasnejšie hovoria aj o potrebe novej fyziky.

Hľadá sa tajomný generátor

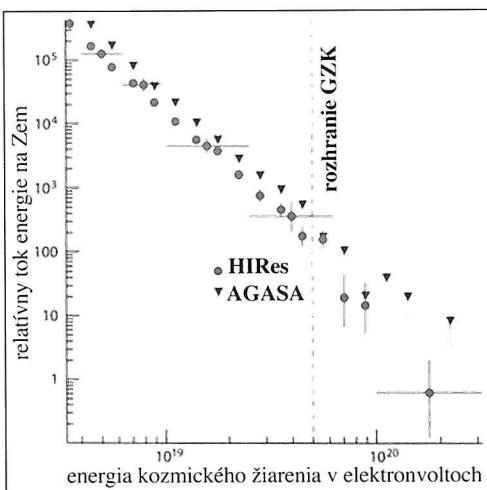
Vieme, že supernovy UHECR generovať nedokážu. Vedci preto skúmajú ďalšie potenciálne generátory tohto žiarenia: kvazary a vzplanutia žiarenia gama vo vzdialosti miliárd svetelných rokov. Hodno pripomienuť, že samotné UHECR sa musia skôr, ako sa vydajú na cestu, musia svoju energiu podstatne zvýšiť.

Všetko sa začalo objavom reliktového žiarenia, pozostatku po big bangu, dnes nazývanom aj mikrovlnným žiareniom kozmického pozadia (CMB). V roku 1965 Kenneth Greisen (Cornell University) spolu s Jurijom Zacepinom a Vladimírom Kuzminom (Ruská akadémia vied) nezávisle na sebe zistili, že protóny komického žiarenia s vysokou energiou nad hodnotou 5×10^{19} eV počas púte kozmickým priestorom kolidujú s fotónmi CMB. Tieto kolízie sú zriedkavé (raz za 20 miliónov rokov), pričom po každej takejto zrážke stratí protón kozmického žiarenia 20 percent vlastnej energie. Jadrá atómov, ktoré sú tažšie, strácajú ešte viac energie. Z toho vyplýva, že ani jedna častica kozmického žiarenia si nedokáže po uradení 100 miliónov svetelných rokov udržať energiu nad hodnotou 5×10^{19} eV. Táto hranica, nazývaná aj GZK, je magickým rozhraním: „100 miliónov svetlených rokov je totiž aj priemerom lokálnej superkopy galaxií,“ vráví fyzik Subir Sarkar z Oxford University.

Z hodnoty GZK astrofyzici logicky usúdili, že UHECR nemôžu generovať kvazary, vzpla-



Japonské zariadenie AGASA detegovalo niekoľko desiatok vysokoenergetických častíc kozmického žiarenia. Niektoré z týchto častíc prichádzajú v zväzkoch. Gulyky reprezentujú častic s energiou medzi 4×10^{19} a 1×10^{20} elektrónvoltov; štvorčeky častic nad 10^{20} eV. Okrúžkovanej symboly reprezentujú detekcie častic v menšej vzdialenosťi ako 2,5 stupňa od seba, čo by mohlo naznačovať aj polohu zdroja. Na obrázku nie sú zaznamenané pozorovania s testov observatória OPA v Argentíne, jediného na južnej pologuli.



Donedávna sa pochybovalo, či sa časticie s vyššou energiou ako 10^{19} eV dajú detegovať. Dnešné prístroje už detegujú aj časticie za magickým rozhraním GZK (označeným prerušovanou čiarou).

nutia žiarenia gama či akékoľvek iné prírodné generátory nachádzajúce sa v kozmologických vzdialnostiach.

Nech je už tajomným generátorom kozmického žiarenia čokoľvek, musí to byť relatívne blízky zdroj, ležiaci v galaxiách, ktoré poznajú aj amatérski astronómovia. Pritom: ani jeden zo zdrojov UHECR, ktoré boli doteraz detegované sa neprejavuje v optickej oblasti, takže pôvod časticie s najvyššou energiou nedokáže nikto vysvetliť. Astrónomia vysokých energií sa preto stala jedným z najpreferovanejších oborov modernej astronómie.

Z roka na rok sa zvyšuje počet vedeckých tímov zoskupených okolo novej generácie prístrojov detegujúcich kozmické žiarenie. Na ich údaje čakajú najmä kozmológovia. Vedcov vzrušuje fakt, že sú na stope zásadného objavu, fenoménu z oblasti extrémnych energií, ktorého

pochopenie môže priniesť nečakané poznatky o tom, ako vesmír v skutočnosti funguje.

Horúce spršky

Nikto nevie, ako sa začína ultrarýchla pút časticie UHECR. Koniec tejto cesty je však jasny. Vo výške 10 až 20 kilometrov nad povrchom Zeme každá častica UHECR nevyhnute koliduje s molekulou vzduchu. V okamihu zrážky sa obrovská energia premení na kaskádu subatomických časticie nazývaných *vzduchová sprcha*. Sprchu tvoria sekundárne časticie, ktorých pohyb spôsobuje ďalšie zrážky a teda aj tvorbu ďalších časticie (*pozri ilustráciu*). V priebehu každej z týchto reťazových reakcií sa vytvorí 100 miliárd časticie, pričom každá z nich nesie malú časť energie primárnej, materskej časticie.

Francúzsky fyzik Pierre Auger ako prvý pochopil súvislosť vzduchových spršiek s kozmickým žiareniom. V roku 1938 rozmiestnil dva Geigerove počítace vo vysokých polohách Álp a zistil, že spršky časticie dopadajú na povrch Zeme simultánne. Po vyhodnotení počtu a distribúcii týchto časticie mu vyšlo, že existuje vzťah medzi energiou sekundárnych časticie a energiou primárnej, materskej časticie.

Augerovi nasledovníci využili jeho techniku merania kozmického žiarenia v širokom spektri v rozmedzí od 10^9 eV až po hornú hranicu (na úrovni 11. rádov magnitúdy). Aj v tomto prípade sa prejavil vzťah medzi energiou časticie kozmického žiarenia a energiami na Zemi detegovaných časticie. V priemere 10-násobnému zvýšeniu energie zodpovedal pokles počtu na Zemi detegovaných časticie o faktor 1000. V dôsledku toho počet časticie kozmického žiarenia k hladine vysokých energií strmo klesá. Pod hodnotou 10^{19} eV pripadá na 1 km^2 iba 1 častica za storočie! Ak vedci chceli takéto zriedkavé časticie pozorovať, museli využiť obrovskú sieť detektorov, pokryvajúcich tisíce štvorcových kilometrov.

Prvé údaje o vzduchových sprškach s ener-

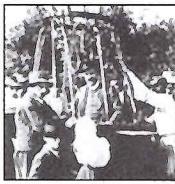
giami okolo 10^{19} až 10^{20} eV získala prvá generácia veľkoplošných pozemských detektorov. Zberná plocha 14 až 130 štvorcových kilometrov však bola príliš malá na to, aby spoloahlivo dokázala rozlísiť kozmické žiarenie od šumu pozadia. Navyše: existencia rozhrania GZK vzbudzovala pochybnosti, či je vôbec možné nad hladinou 5×10^{19} nejaké merania robiť. Pokusy o prelomenie tejto teoretickej bariéry sa začali robiť v púštiach Utahu na začiatku osemdesiatych rokov. Prístroj Fly's Eye (Mušie oko) mal detegovať vzdušné spršky ešte v atmosfére, skôr ako zasiahli povrch Zeme. Rýchly pohyb sekundárnych časticie v atmosfére pôsobí na molekuly dusíka, ktoré začnú svietiť (fluorescenciu) v ultrafialovom svetle. Za jasnej mesiacnej noci zanechávajú vzdušné spršky na ultrafialovej oblohe podobné stopy ako meteory. Čím je stopa jasnejšia, tým energetickejšia je vzdušná sprška.

Mušie oko tvorili stovky UV-senzitívnych trubíc (fotonásobičov) v 67 sférických zrkadlách. Zrkadlá boli usporiadané do podoby hexagonálnej mozaiky, pripomínajúcej oči hmyzu, obrátenej oproti oblohe. Tento prístroj dokázal zaznamenať vzdušné spršky do vzdialenosťi 15 kilometrov, pokryvajúc plochu 160 štvorcových kilometrov.

V novembri 1991, po desiatich rokoch zbierania nevelmi nepresvedčivých údajov, zaznamenovalo Mušie oko kozmické žiarenie, ktoré nemalo páru. Energia 3.2×10^{20} eV sa rovnala kinetickej energii gule, ktorá zráža kolky na kolkárni. Kedže to bola hodnota za rozhraním GZK, vedci sa domnievali, že ide o technickú poruchu. „Sedeli sme nad tým celé dva roky,“ vrávi Pierre Sokolsky (University of Utah), kľúčový člen „mušieho projektu“. „Vedeli sme, že máme vzácný úlovok, ale museli sme si byť načistom, či nejde o poruchu prístroja. Až keď sme vylúčili všetky možnosti, odvážili sme sa výsledky publikovať.“

V tom istom roku začal v japonskom Kofu

1912: Victor Hess objavil „prenikavú radiáciu“ prichádzajúcu z vesmíru pomocou detektorov umiestnených v balóne.



1929: Dmitrij Skobelcyn zaznamenal kozmické žiarenie v špeciálnej „zadymenej komore“.

1932: Objavujú sa prvé dôkazy o tom, že kozmické žiarenie tvoria časticie s vysokou energiou.

1933: Carl David Anderson objavuje antihmotu vo forme pozitívnych časticie, ktoré patria medzi sekundárne časticie, tvoriace sa po kolízii ener-

getických časticie s molekulami zemskej atmosféry.

1938: Pierre Auger objavuje spršky (*air showers*) sekundárnych časticie, ktoré vznikajú po rozpade časticie kozmického žiarenia v atmosfére.



1949: Enrico Fermi uverejňuje teoretickú prácu, v ktorej dokazuje že kozmické žiarenie urýchľujú rázové vlny v pozostatkoch po výbuchu supernovy.



1966: Po objave mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia Greisen, Zacepin a Kozmin vyrátili, že zdroje časticie kozmického žiarenia (pri danej energii) sa nemôžu nachádzať vo väčšej vzdialenosťi ako 100 miliónov svetelných rokov.



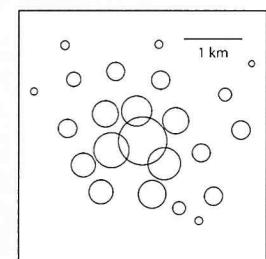
1993: Detektor Mušie oko dokázal detegovať časticie kozmického žiarenia s energiou 3×10^{19} na 19 elektrónovoltov, v tom čase najenergetickejších známych časticie vo vesmíre.

1994: Japonský detektor AGASA zaznamenal časticu kozmického žiarenia s energiou 2×10^{20} na 20 elektrónovoltov.

kého žiarenia s energiou 2×10^{20} na 20 elektrónovoltov.



2002: AGASA zaznamenala tuč časticie za hranicou GZK, čo bolo v rozpore s údajmi amerického detektora HIRER, ktoré časticie s energiami za touto hranicou nezaznamenali.



pracoval v tom čase najväčší a najcitlivejší pozemský detektor: Akeno Giant Air Shower Array (AGASA). Poskladali zo 111 detektorov scintilácie, rozmiestnených na ploche 160 štvorcových kilometrov. (Detektor scintilácie obsahuje materiál, ktorý vo chvíli, keď ho míňa a stimuluje častica s vysokou energiou, vyžaruje svetlo.) V roku 1993 zaznamenala AGASA dve udalosti s energiou nad 10^{20} eV.

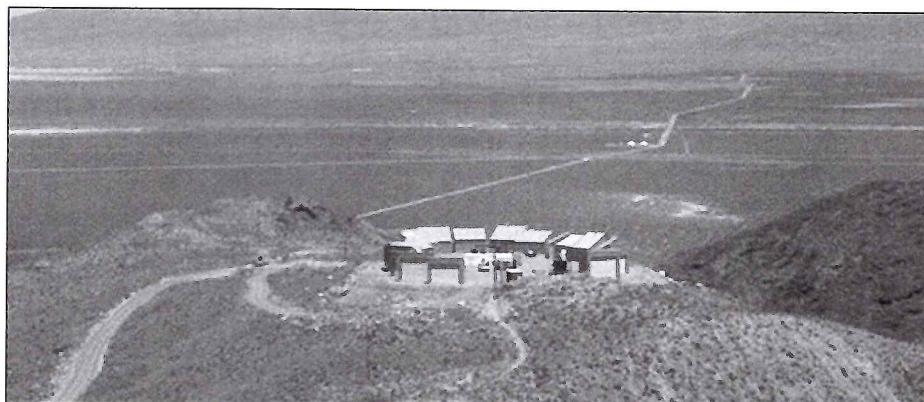
To bol bod obratu. Mušie oko a AGASA potvrdili existenciu dovtedy neznámych častic kozmického žiarenia s extrémne vysokou energiou. Vedci odhadli, že zdroj žiarenia sa nachádza do vzdialosti 100 miliónov svetelných rokov, čiže je dosť blízko na to, aby prekonal rozhranie GZK. Na svete bola nová záhada: aké astrofyzikálne monštrum vystreľuje tieto časticie a kde sa nachádza?

Poľovačka sa začína

Teoretici sa obrátili na kolegov-experimentátorov dúfajúc, že im pomôžu záhadu rozlúštiť. Na podklade takej hŕstky overených faktov je možné vytvoriť celú paletu teórií, takže posledné desaťročie štúdia kozmického žiarenia pripomína hazardnú hru s vysokými stávkami, v ktorej každý hráč prehral. Medzičasom však overených faktov pribudlo. Iba AGASA po roku 1993 detegovala niekoľko tuctov častic za hranicou GZK, z čoho 11 malo energie nad 10^{20} eV. Cennú koruť získalo aj zdokonalené Mušie oko, detektor HIRer: v Utahu sa s jeho pomocou podarilo detegovať 2 ďalšie časticie s energiami nad 10^{20} eV.

Výskum častic obyčajného kozmického žiarenia stáže fakt, že ich dráha v atmosfére sa dá iba ľahko rekonštruovať. Ich dráhy nesmerujú priamo k zdrojom týchto častic, ktoré ležia mimo našej Galaxie. Magnetické pole Mliečnej cesty nízkoenergetické kozmické žiarenie zachytí, v dôsledku čoho obiehajú okolo nej celé milióny rokov, takže po uvoľnení prichádzajú na Zem z najrozličnejších smerov.

Časticie UHECR sú však také rýchle, že ich magnetické pole Galaxie nedokáže polapit. Preto ak dokážeme určiť uhol, pod ktorým prichá-



Jedno z dvoch zariadení detekčného systému HiRes v Utahu zaznamenávajúcich fluorescenciu molekúl dusíka po zrážke s časticou kozmického žiarenia.



Najsilnejší astronomický zdroj rádiových vln v súhvezdí Cassiopeia je vzdialý od Zeme 11 000 svetelných rokov. Tako vyzerá supernova po explózii. Rázové vlny v rozpínajúcich sa zvyškoch urýchľujú pohyb častic kozmického žiarenia. Tento urýchľovač častic však nedokáže generovať oveľa silnejšie časticie prichádzajúce zo vzdialenejších končín vesmíru.

dzajú, môžeme určiť aj miesto na oblohe, kde sa ich zdroj nachádza. Vedci dnes súčasťou dokážu určiť smer zachytených UHECR častic, ale ich predĺžené trajektórie predbežne neprezradili ani jeden zdroj.

Popri skúmaní známych astronomických ob-

iekov ako potenciálnych zdrojov UHECR, začínajú astronómovia hľadať aj iné vysvetlenie ich pôvodu. Po analýze všetkých údajov z AGASA sa ukázalo, že preverené trajektórie častic vysokoenergetického žiarenia smerujú k rovine veľkej superkopy galaxií, do ktorej patrí aj dobre známe kopy v súhvezdiach Panny, Pece, Persea či Veľkého Voza. Do mapy severnej oblohy sa tak premietli záhadné zoskupenia, päť párov a dva triplete, v ktorých sa môžu označovať polohu zdroja cyklicky emitujúceho časticie s vysokou energiou.

Astrofyzikálny urýchľovač, alebo nová fyzika?

Teórie o UHECR možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín. Autori jednej skupiny (rozprávavajúci teórie *bottom-up*) sú presvedčení, že časticie UHECR boli najskôr protónmi s nízkou energiou a vysokú energiu získali iba vďaka prírodnému urýchľovaču. Vychádzajú z prijatého modelu, ktorý vysvetluje „obyčajné“ kozmológické žiarenie. Podľa tohto modelu voľné protóny (íony vodíka) i jadrá atómov získavajú energiu v chaose rázovej vlny, ktorá vzniká po výbuchu supernovy. Komplikované magnetické polia, meniac sa pod vplyvom rázových vln po výbuchu preháňajú časticie špirálujúce okolo ich siločiar a nabíjajú ich energiou. Na miestach,

Zdroje kozmického žiarenia (bottom-up) s vysokou energiou (UHECR)

Kandidát	Poloha zdrojov do vzdialnosti 10^8 svetelných rokov	Predpokladaný výskyt	Mechanizmus urýchľujúci časticie	Pochybnosti	Súčasný stav
obrie čierne dieri	jadrá eliptických galaxií	smerom ku kopám galaxií	magnetické polia okolo zdrojov žiarenia gama	UHECR stratia po zrážke fotónmi časť energie	galaxie Veľkého vozu, kam smeruje viaceré UHECR
rádiolaloky aktívnych galaxií	M87, Centaurus A	okolo niekoľkých aktívnych galaxií	čelá rázových vln v lalokoch	z dráhy UHECR sa nedá odhadnúť zdroj	najpravdepodobnejší zdroj
magnetary	galaxie aktívnu hviezdotvorbu	najmä v okolí supergalaktickej roviny	mladé rýchle rotujúce neutrónové hviezdy	magnetary by museli rotovať rýchlejšie	zdroje, ktoré podporujú údaje AGASA
vzplanutia žiarenia gama	zatiaľ nijaký zdroj	rovnaký po všetkých smeroch.	rázové vlny po vzplanutí žiarenia gama.	platí iba vtedy, keď spektrum prekoná rozhranie GZK.	ak údaje z HiRes prekročia rozhranie GZK

Zdroje kozmického žiarenia (top-down) s vysokou energiou

Kandidáti	Zdroje do 10^8 svetelných rokov	Predpokladaný výskyt	Mechanizmus	Pochybnosti	Súčasný stav
wimpziilly (masívne, slabo interagujúce časticie)	halo tmavej hmoty okolo našej Galaxie	smerom k stredu našej Galaxie	rozpad častic tmavej hmoty	Zdroje môžu byť v rozpore s údajmi pozadia žiarenia gama	predbežne najlepšia teória top-down
vzplanutia Z (spříšky neutrín)	kdekoľvek a kedykoľvek	M31	kolízie neutrín	predpokladá populáciu neutrín s vysokou energiou	predpokladá vznik neutrín s vysokou energiou
topologické defekty	kdekoľvek a kedykoľvek	neznáma	nepravidelnosti časopriestoru	nepravidelnosti časopriestoru sa zatiaľ nepozorovali	neveľmi uznávaná teória
porušenie Loretzovej invariancie.	–	neznáma	modifikácie špeciálnej teórie relativity	predpokladá teóriu kvantovej gravitácie, ktorá je zatiaľ v plienkach.	študujú ju najmä gravitační fyzici

kde sa siločiary dočasne uvoľnia z ukotvenia, čästice vysokou rýchlosťou unikajú do priestoru. Unikajúce protóny majú 10^{15} eV, jadrá atómov ešte o niečo vyššiu energiu.

Podľa tejto teórie mechanizmom generujúcim vysokoenergetické čästice sú interakcie výtryskov, rázových vln a magnetických polí. Čertovo kopýtko týchto teórií sa ako obyčajne skrýva v detailoch. Čästice musia byť totiž uväznené v pasci magnetických polí dostatočne dlho, ináč by nedokázali nadobudnúť vysokú únikovú rýchlosť, bez ktorej by im iné čästice dokázali časť energie „ukradnúť“. Také podmienky vznikajú buď v slabom, ale veľkom magnetickom poli, alebo v silnom magnetickom poli, ktoré je veľmi malé.

Kandidátmi na urýchlovače sú obrie čierne diery, magnetary (extrémne magnetické neutrónové hviezdy), výtrysky, alebo laloky plazmy prúdiacej z aktívnych galaxií. Nanešťastie, ani jedna overená trajektória detegovaných UHECR čästíc nesmeruje ani k M87 v súhvezdí Panny, ani k Centauru A, dvom mimoriadne aktívnym galaxiám vzdialeným 100 miliónov svetelných rokov. Niektorí teoretici v súvislosti s týmto faktom upozorňujú na to, že medzi galaktické magnetické polia sú oveľa silnejšie ako sa očakávalo a dokážu pozmeniť dráhu vysokoenergetických čästíc.

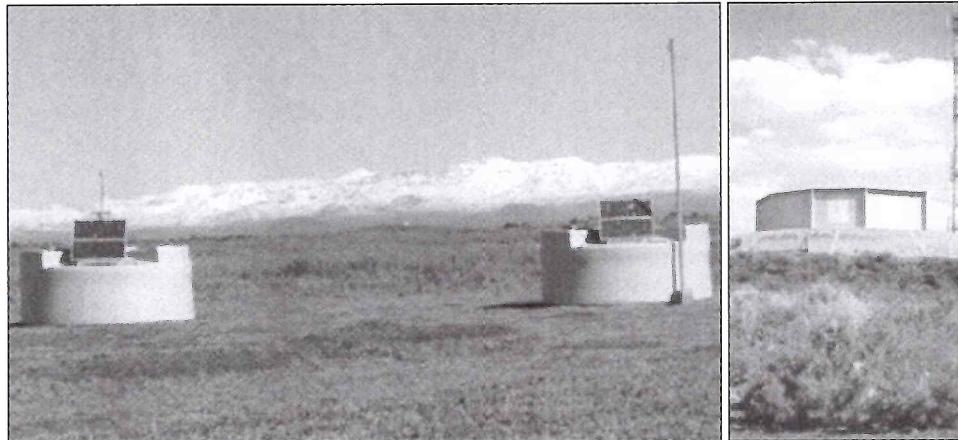
Autori druhej skupiny teórií (*top down*) vychádzajú z predstavy hyperenergetických mikroskopických entít, ktoré generujú čästice UHECR ako vedľajší produkt. Medzi kandidátmi nájdeme „*wimpzilly*“ (masívne čästice tmeavej hmoty); výtrysky *Z* (kolifzie, na ktorých sa zúčastňujú aj vysokoenergetické neutróny); ale aj *topologické defekty v tkanine časopriestoru*.

Napriek tomu, že ide o radikálne teórie, práve ony vysvetlujú, prečo UHECR teoretikov tak veľmi vzrušujú. Ak ani jeden astrofyzikálny zdroj prvej skupiny nedokáže vysvetliť vlastnosti čästíc, ktoré pozorujeme, potom je logické, že riešenie problému treba hľadať v teóriach druhej skupiny a to aj za cenu, že nás privádzajú na prah novej fyziky.

Nájde sa kľúč v argentínskych pampách?

Neistotu teoretikov i experimentátorov zvyšuje fakt, že výsledky dvoch najväčších experimentov si protirečia. AGASA deteguje čästice s energiou nad 10^{20} eV, pričom výsledky meraní dokazujú, že spektrum komického žiarenia, ktoré získali prechádza aj cez magické rozhranie GZK. Naproti tomu energia najsilnejších čästíc detegovaných tímom okolo HIRer dosahuje iba hodnotu 5×10^{19} eV, čo je prijateľné iba v prípade, ak väčšinu UHECR generovali zdroje vzdialéne nie 100 miliónov, ale prinajmenšom miliardu svetelných rokov. Vedci sa zhodli na tom, že problém môže vyriešiť iba zariadenie, ktoré dokáže detegovať oveľa viac udalostí UHECR.

Takéto zariadenie uvádzajú do prevádzky v Argentíne. Observatórium Pierra Augera (OPA) tvorí sieť detektorov, pokrývajúcich bezmála 5000 štvorcových kilometrov trávnatej pampy. V tejto gigantickej sieti uviazne v priebehu jediného roka oveľa viac čästíc UHECR ako y9skali vedci počas celého uplynulého desaťročia.



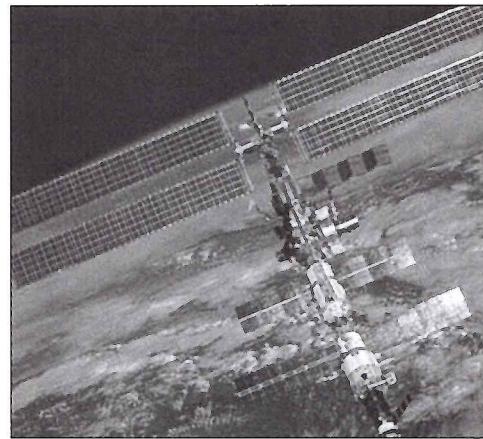
Pierre Auger Observatory v Argentíne, ktoré po uvedení do prevádzky bude detegovať za rok viac vysokoenergetických čästíc ako jeho konkurencia v priebehu celého desaťročia. Na prvej snímke vidíte 2 z 32 detektorov, ktoré budú monitorovať Čerenkovov efekt. Na druhej snímke vidíte ústrednú budovu pri mestečku Malagrú, vzdialeného 1000 km od Buenos Aires, odkiaľ bude celý systém monitorovaný. Observatórium okrem staníc monitorujúcich Čerenkovovo žiarenie tvorí sieť 1600 detektorov čästíc, pokrývajúca bezmála 5000 štvorcových kilometrov pampy.

No nie len rozmery odlišujú OPA od jeho predchodcov. Vedci tu využívajú kombinované metódy detekcie. Sieť 1600 detektorov čästíc dopĺňa 32 staníc, ktoré budú snímať fluorescenciu dusíka v atmosfére. Z týchto údajov dokážu vedci oveľa presnejšie kalibrovať energetické spektrum kozmického žiarenia. Posádka OPA je presvedčená, že kombináciou údajov z oboch meraní dokáže vysvetliť aj protirečivé výsledky z AGASA a HIRer.

Počas posledných mesiacov prebehol test s využitím 32 pozemských detektorov. Každý detektor je vlastne nádrž naplnená čistou vodou, ktorú monitoruje svetelný detektor. Sekundárne čästice, ktoré križujú vodu bezmála rýchlosťou svetla sa prezradia svetielkováním, ktoré poznáme ako Čerenkovovo žiarenie. (Čerenkovovo žiarenie je vlastne optická „rázová vlna“, ktorá vzniká vtedy, keď sa čästice pohybujú vo fyzikálnom médiu rýchlejšie ako svetlo, čo v nijakom prípade to nevyvratia Einsteinovu špeciálnu teóriu relativity.)

Detektory sú rozostené symetricky vo vzdialosti 1500 metrov a nepotrebuju obsluhu, pretože sú napájané automaticky slnečnou energiou a získané údaje prenášajú pomocou telefónu. Hladký priebeh testu narušovali iba popásajúce sa kravy, ktoré sa občas obtrú o detektor, alebo prerušia spojenie kálov. Predbežné výsledky testu prekonali aj najsmelšie očakávania: vedci získavajú reálne údaje z reálnych spříšok. Vážnejšou hrozobou je iba hlboká finančná kríza, v ktorej sa hostiteľská zmieta už tretí rok. Argentína sa zaviazala podieľať sa na celkových nákladoch OPA (54 miliónov dolárov) čiastkou 15 miliónov dolárov. Naštastie, sponzori z USA i EÚ umožnia dokončiť a sprevaždzať OPA už v priebehu budúceho roku.

Astrofyzici dúfajú, že podobné zariadenie vznikne aj v americkom Utahu, čím by bola možná detekcia celej oblohy. Američania však s rozhodnutím vähadli, pretože observatória na severnej pologuli (to je nevýhoda aj AGASA a HIRer), nemôžu zachytiť čästice prichádzajúce z centra Galaxie, ktoré je v súhvezdí Streľca. Prítom práve odtiaľ čakajú vedci najviac čästíc UHECR.



Na medzinárodnej kozmickej stanici (ISS) bude umiestnené Observatórium na pozorovanie extrémneho vesmíru, ktoré tam umiestni Európska únia. Vesmírný detektor čästíc kozmického žiarenia začne pracovať v roku 2007.

Vesmírne observatórium

Napriek tomu, že OPA v Argentíne iba rozbieha svoju činnosť, americkí a európski vedci už načrtli projekt OWL (Orbiting Wide-angle Light collector), po slovensky: širokohľadový kollektor svetla na obežnej dráhe okolo Zeme. Akronym naznačuje, že OWL („sova“) bude tvoriť dvojica satelitov, ktorá bude snímať atmosféru Zeme z vrchu, zaznamenávajúc stopy dusíkovej fluorescencie po príniku vzdušných spříšok. Predpokladá sa, že OWL zaznamená každý rok prinajmenšom 1000 čästíc UHECR, pretože na rozdiel od pozemských detektorov bude monitorovať podstatne väčší priestor.

Zaostať nechcú ani Európania. Extrem Universe Space Observatory (EUSO), umiestnené na lodi Medzinárodnej vesmírnej stanici (ISS), bude tiež detegovať vzdušné spříšky z vesmíru. Misia potrvá tri roky, spustia ju v roku 2007.

Už onedlho sa dozvieme, čo skrývajú zatiaľ neznáme kapitoly tajomného priebehu ultraenergetických čästíc kozmického žiarenia. Nové okno do vesmíru sa pomaly otvára...

IVAN SEMENIUK
Podľa Sky and Telescope spracoval EG

To tu ešte nebolo: extrasolárna planéta obieha hnedého trpaslíka?

Lovci extrasolárných planét objavili za posledných desať rokov okolo 140 overených planetárnych objektov. Objavili však aj niekoľko tuctov matných škvŕniek svetla, s ktorými si nie sú načistom, či ide o planétu, hnedého trpaslíka, malého hviezdného súpútňa dominujúcej hviezdy, alebo dokonca o hviezdu v pozadí. V apríli tohto roku objavil tím amerických a európskych astronómov veľmi matný červený objekt krúžiaci vo vzdialenosťi púhych 0,8 oblúkovej sekundy okolo hnedého trpaslíka 2M1207.

Tento objav umožnila technológia adaptívnej optiky prepojenej so zariadením NACO na 8,2-metrovom ďalekohľade Yepun (ESO), ktorý pracuje na Mount Paranal Observatory v Chile. Citlivá optika rozlišila objekt, ktorý je 100-krát slabší ako 2M1207, pričom jeho spektrum v blízko-infračervenej oblasti bol získaný až na samej hranici rozlišovacej schopnosti NACO.

V spektre sú jasné čiary molekúl vody, z čoho vyplýva, že objekt musí byť pomerne malý a ľahký. Zdá sa, že ide joviánsku planétu s hmotnosťou 5J, ktorá krúži okolo hnedého trpaslíka.

Hvezdári si ešte s klasifikáciou nie sú istí (objekt možno nie je obežnicou, ale v binárnom systéme partnerom hnedého trpaslíka), a tak záhadný objekt nazvali Giant Planet Candidate Companion (GPCC). Po slovensky: kandidát na obriu planétu – súpútňa.

Iba taká škvŕnka svetla

Záhadný objekt bol objavený počas prehliadky asociácie mladých hviezd v prachoplynových oblakoch, v ktorých sa iba nedávno sformovali. Takéto hviezdy sú ideálne cieľovými objektmi pri hľadaní exoplanét a hnedých trpaslíkov, pretože mladé substelárne objekty sú krátko po sformovaní ešte horúce, teda ľahšie detegovateľné.

V tomto prípade ide o TW Hydrea Association, hviezdnú asociáciu v súhvezdí Hydry. Nájdeme ju vo vzdialosti 230 svetlených rokov, nízko na južnej oblohe. Adaptívna optika na ďalekohľade Yepun dokáže získavať neobyčajne ostré fotografie v blízkej infračervenej oblasti, kde sú objekty podobné 2M1207 oveľa jasnejšie ako v optickej oblasti.

V hviezdnej asociácii TW našli hvezdári aj hviezdu, okolo ktorej obieha hnedý trpaslík s hmotnosťou 20 Jupiterov. Hnedí trpaslíci sú

nepodarené hviezdy, ktoré nemajú dostatočnú hmotnosť na to, aby sa v ich jadrach mohla spustiť jadrová fúzia. Tvorí ich najmä plynový vodík, krúžiaci okolo pevného jadra v pásoch s rozličnou rýchlosťou. Joviánska planéta, obiehajúca hnedého trpaslíka 2M1207 vo vzdialosti 0,8 oblúkovej sekundy, sa stala senzáciou: „Rozlišiť takýto slabý zdroj svetla na obrazovke bol neuveriteľný zážitok. Ide vlastne o prvý planetárny systém (okrem nás) ktorý vidíme na vlastné oči,“ povedal Christoph Dumas, jeden z členov tímu.

Záhada nad záhadou

Astronómovia porovnali spektrum systému 2M1207 so spektrami substelárnych objektov iného typu (2M0301; SDSS0539) a zistili, že sa náramne podobajú. Jedno im však vráta v hlave: môže joviánska exoplanéta obiehať hnedého trpaslíka vo vzdialosti 8,25 miliardy kilometrov, čo je dvojnásobok vzdialenosťi medzi Slnkom a Neptúnom? Ak by sa to potvrdilo, potom by sme mali dôkaz, že planetárny systém môže vzniknúť aj v gravitácii hnedého trpaslíka.

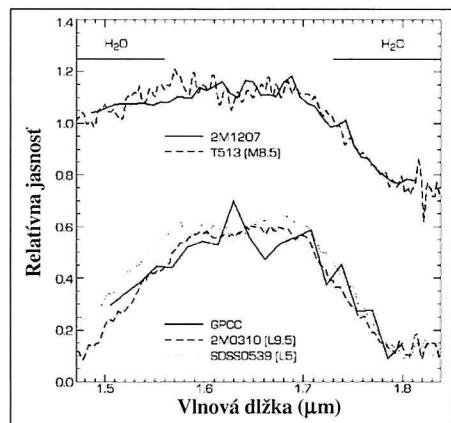
2M1207 má 25-násobok hmotnosti Jupitera, je však 42-krát ľahší ako Slnko. Ako člen asociácie TW má asi 8 miliónov rokov. Hvezdári teda môžu študovať, ako sa sformovala a vyvíjala tamojšia planetárna sústava, porovnať ich s inými mladými systémami a poučiť sa, ako celý proces planétotvorby prebiehal aj v našej Slnčnej sústave. „Tento objav otvoril úplne novú oblasť astrofyziky: snímkovanie a spektroskopiu planetárnych systémov. Iba takéto štúdie nám umožnia určiť fyzikálnu štruktúru a chemické zloženie nie len planetárnych obrov, ale aj terestrických planét,“ vyhlásila členka tímu Anne-Marie Lagrange z Grenoble Observatory vo Francúzsku.

Definitívna diagnóza sa odkladá

Objekt GPCC krúži okolo svojho hnedého trpaslíka v 55-násobne väčšej vzdialosti ako Zem okolo Slnka (55 AJ). Jeho povrchová teplota (1000 stupňov Celzia) je desaťkrát vyššia ako na povrchu Jupitera. Ide o zvyškové teplo po „nedávnom“ kolapse prachoplynového oblaku. Ani nás Jupiter ešte nevychladol. Dodnes vyžaruje viac tepla ako prijíma od Slnka. Objekt GPCC budú vedci študovať najmenej päť rokov na naj-



Veľký objekt uprostred je hnedý trpaslík 2M1207. Malá škvŕnka vľavo dole je záhadné teleso s hmotnosťou piatich Jupiterov. Materinské teleso obieha po neuveriteľne vzdialenej obežnej dráhe: 55 AU. Ak sa ukáže, že je to naozaj exoplanéta, potom po prvýkrát vidíte takýto objekt na vlastné oči.



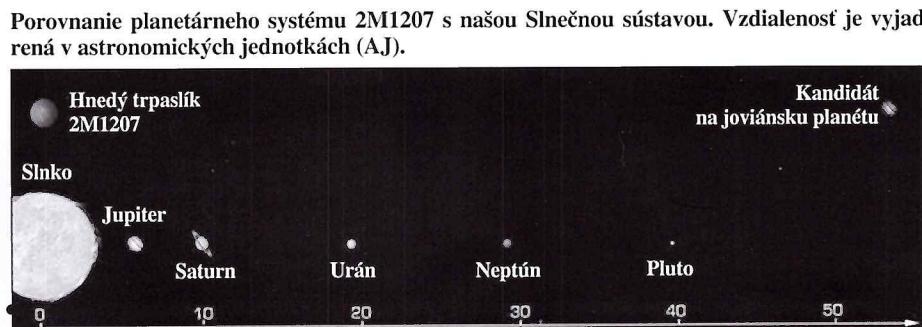
Na obrázku (hore) vidíte spektrum hnedého trpaslíka 2M1207 (plná čiara), ktorý môžete porovnať so spektrom iného substelárneho telesa (prerušovaná čiara). Dole vidíte spektrum podozrivého objektu GPCC (červená plná čiara), porovnané so spektrami ďalších dvoch substelárnych objektov (2M0301; SDSS0539). Na prvý pohľad ide o veľmi podobné spektrá. Hlboké depresie pri lavom i pravom okraji sú jasným dôkazom vody v atmosfére telesa.

rozličnejších vlnových dĺžkach, pričom sa sústreďia najmä na interakcie oboch telies s cieľom definitívne potvrdiť, či ide naozaj o gravitačne zviazaný systém.

Dodnes nebola vyvrátená teória, podľa ktorej sa hnedí trpaslíci formujú podobne ako hviezdy - rýchlym kolapsom prachoplynového oblaku. Naproti tomu planéty, aj tie obrie, sa formujú postupným nabalovaním kolíziami a akréciemi preformovaných planetesimálov, z ktorých sa vytvorí jadro, gravitačne nabalujúce plyn z okolia. Prvý proces trvá menej ako milión, druhý okolo 10 miliónov rokov. (Posledné štúdie naznačujú, že obrie planéty sa formujú podstatne rýchlejšie.)

Teória hovorí aj to, že obrie planéty od hnedých trpaslíkov môžeme rozlišiť aj podľa hmotnosti. Obrie planéty nemôžu mať vyššiu hmotnosť ako 13 J, čo je hranica, za ktorou už hmotnosť objektu umožňuje zapálenie deutéria v jadre.

Podľa internetových zdrojov spracoval –eg–



EF Eri – těleso neznámého typu

Astronomové, pracující s dalekohledy Gemini North a Keck II, objevili binární systém, jehož jedna interagující hvězda ztratila tak mnoho hmoty, že došlo ke vzniku tělesa dosud neznámého typu. Systém je označován jako dvojhvězda EF Eri a nachází se v souhvězdí Eridanus (Řeka Eridan) ve vzdálenosti 300 světelných let od Země.

Záhadným objektem je jedna z „hvězd“, vytvářejících dvojhvězdu EF Eridani. Avšak nazývat tento objekt hvězdou není zrovna na místě. Možná kdysi dávno se skutečně jednalo o hvězdu, ale od té doby ztratil tento objekt velkou část své hmoty a přeměnil se na těleso dosud neznámého typu.

Hlavní hvězda soustavy EF Eri je jasné bílé trpaslík, jehož hmotnost je přibližně 0,6 hmotnosti Slunce. Průměr hvězdy se rovná přibližně průměru Země. Průvodcem bílého trpaslíka (a tedy druhou složkou dvojhvězdy) je objekt, jehož hmotnost je 20krát nižší než hmotnost našeho Slunce. To znamená, že jeho hmotnost je natolik nízká, že se nemůže jednat o hvězdu (v jeho nitru nemůže dojít k zapálení termojaderných reakcí). Na druhou stranu jeho hmotnost je příliš veliká, abychom jej mohli považovat za obří planetu. Jeho povrchová teplota činí 1700 K, což sice odpovídá studenému tzv. hnědému trpaslíku, ale jeho chemické složení je přece jen odlišné. Jedná se tedy o „neznámého živočicha“ ve světě hvězd.

EF Eri patří mezi dvojhvězdné systémy, známé jako magnetické kataklyzmatické proměnné hvězdy. Tato třída objektů může produkovat mnohem více „mrtvých“ hvězd, než astro-



Ilustrácia zviditeľňuje dnešnú podobu systému EE Eridanus. Dvojhviezda vyžaruje väčšinu energie v infračervenom svetle, takže v optickej oblasti spektra je neviditeľná.

mové dosud předpokládali. V bílém trpaslíku je hmota zkonzentrována do malého objemu, takže jeho průměr odpovídá zhruba průměru Země. Magnetické pole tohoto bílého trpaslíka je 14-milionkrát intenzívnejší než u našeho Slunce.

V současné době obě tělesa obíhají kolem společného těžiště jednou za 81 minut. Podle ná-

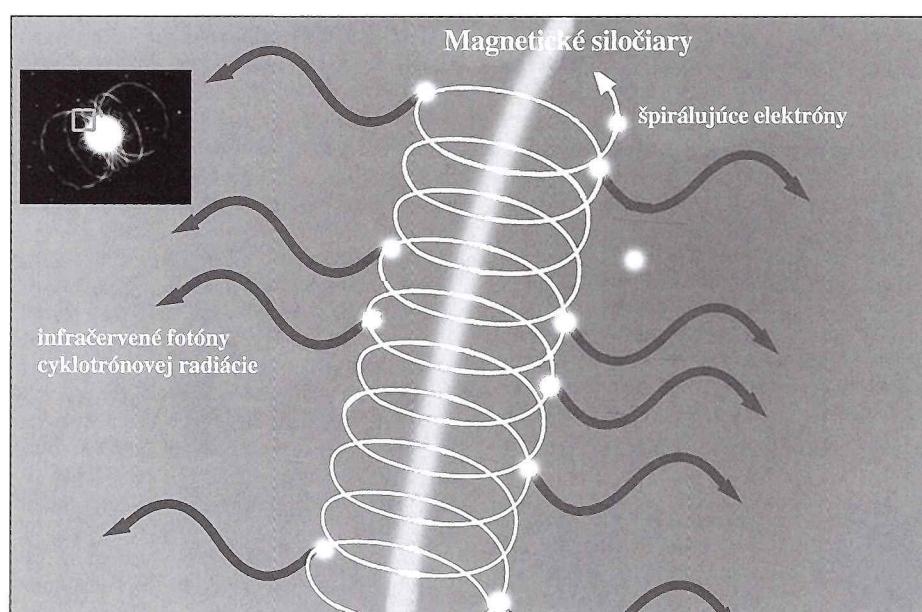
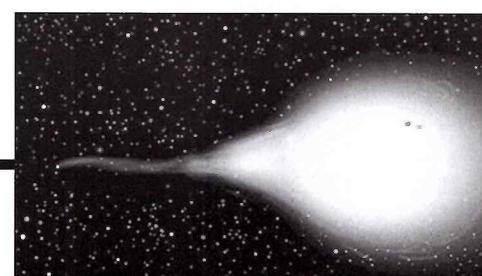
zoru astronomu přibližně před 5 miliardami let obě složky obíhaly navzájem kolem sebe jednou za 4 až 5 hodin. Tehdy druhá složka dvojhvězdy měla rozměry srovnatelné s naším Sluncem a její hmotnost činila 50 až 100 % hmotnosti Slunce. Jednalo se tedy o normální hvězdu.

Právě v té době byl zahájen proces přenosu hmoty směrem k primární hvězdě (dnes bílému trpaslíku). Tento proces byl pravděpodobně doprovázen explozemi obou hvězd. Důsledkem bylo postupné zmenšování vzdálenosti mezi oběma složkami dvojhvězdy. V současné době je dělší vzdálenost zhruba 400 000 km, což odpovídá vzdálenosti mezi Zemí a Měsícem. Z hvězdy, která ztratila značnou část své hmoty, se stala „koule“ o průměru srovnatelném s průměrem Jupitera. Proces přenosu hmoty byl přerušen. Vznikl objekt, pro jehož zařazení nemají zatím astronomové vhodné „tabulky“.

Zdroj: spacerf.com

Převzato: Hvězdárna Valašské Meziříčí

Takto vyzeral systém EF Eridani pred 500 miliónmi rokov, kde malý, kompaktný a hmotnejší biely trpaslík (vľavo) začal odsávať hmotu z oveľa väčšej, ale menej hmotnej hviezdy – súpútňa v dvojhvezdnom systéme. Ilustrácia znázorňuje systém v oveľa jasnejšom optickom svetle, než má dnes.



Voľné elektróny špirálujúce okolo siločiar magnetického pola generujú cyklotrónové žiarenie. V tomto prípade je generátorom žiarenia biely trpaslík v systéme EF Eridani. Žiarenie generované takýmto procesom sa prejavuje v infračervenom svetle.

Cassini:

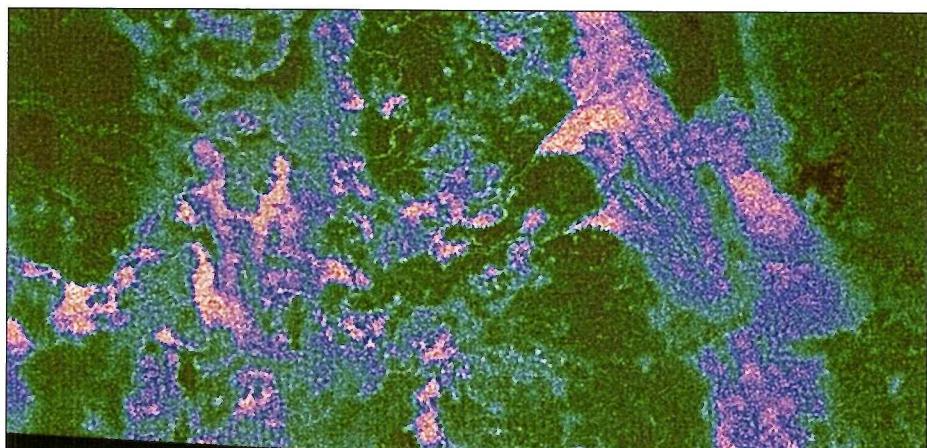
Titan po prvom blízkom oblete

Sonda Cassini počas prvého blízkeho obleta Saturnovho mesiaca Titan zmapovala radarom iba 1 percentu jeho povrchu. Napriek tomu planetológovia považujú tento úlovok za senzačný.

Radar na palube sondy zmapoval totiž oblasť, ktorá doteraz ešte nebola fotografovaná ani vo viditeľnom, ani v infračervenom svetle, pričom z radarových snímok možno povrch pod obalom organickým smogom znečistenej atmosféry prečítať oveľa spoloahlivejšie. V neposlednom rade i preto, lebo na optických fotografiách je reliéf terénu v difúznom „súmracom“ svetle, bez tieňov, takmer nečitateľný. Zo snímok sa iba ľahko dajú odvodiť výška a sklon pohorí, hrebeňov a vrchov, rovnako ako hĺbka údolí, či tektonických trhlín.

Na radarových snímkach môžeme rozlísiť detaily do veľkosti 300 metrov. Už počas predbežnej analýzy ohúrila vedcov neobyčajná geologická pestrosť povrchu: biele plochy drsného, akoby veľkými pluhmi preoraného terénu striedajú tmavšie oblasti hladkého, staby „vyžehleného“ povrchu. Jonathan Lunine, člen interdisciplinárneho tímu Cassini: „Naše poznatky o Titane sú znásobení. Všetci sme boli ohúrení, do akej miery už prvé poznatky blízkeho prieskumu korigovali naše doterajšie predstavy o tomto telesu! Titan je dynamické teleso na ktorom prebiehajú bûrlivé geologicke procesy, ktoré pretvárajú jeho povrch. Dokazuje to najmä minimálny počet impaktných kráterov, pričom podaktori planetológov pochybjú, či ide naozaj o impakty. Povrch je pokrytý organickými materiálmi, ale zatiaľ nevieme rozlísiť pevniny od bazénov, ktoré vyplňajú uhlovodíky v kvapalnom skupenstve.“

Niekktoré oblasti vedci už aj pomenovali. Mimoriadne tmavá a hladká oblasť pripomínaču mačacieho hlavu dostala hned dve mená: Si-Si a Haloween cat. Vedci sa nazdávajú, že ide o jazero vyplnené hmotou v kvapalnom skupenstve. O akú hmotu ide zatiaľ nevedno. Vedci zatiaľ využívajú pri mapovaní iba rádiometriu, takže údaje o zložení povrchu sú zatiaľ neurčité. Po-



Počas prvého blízkeho obleta mapoval povrch Titanu aj radar na palube sondy Cassini. Svetlejšie oblasti predstavujú buď drsnejší terén, alebo materiál s odlišným zložením. Ružovkasté sfarbenie zviditeľňuje drsnejší terén, zelenavé hladšie. Na farebnej snímke, ktorú zverejnili neskôr ako čiernobielu (dole), sú jednotlivosti na povrchu Titanu ľahšie rozlíšiteľné.



vrch je pokrytý organickými látkami, ale ich identifikácia zatiaľ nebola možná.

Na optických snímkach zaujali vedcov najmä výrazné pozdĺžne pásy, ktoré sa tvoria buď činnosťou vetra, prenášajúceho drobné kvapôčky uhlovodíkov, alebo ide o pohybujúcu sa kôru, či skôr ľadovec pripomínaču toku neznámej látky.

Na optických snímkach sa dajú rozlísiť aj tmavé pruhy sadzí v atmosfére, vznášajúce sa vo výške 500 kilometrov nad povrchom.

Kam sa podel metán?

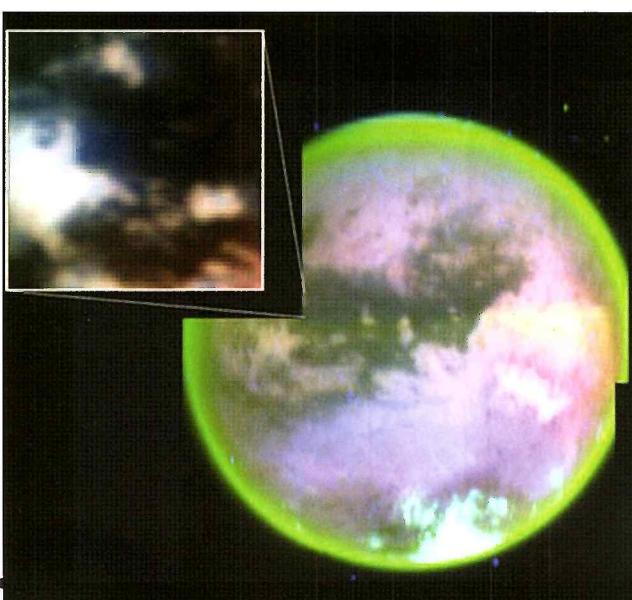
Istým prekvapením je aj hrubá vrstva oblakov nad južným póлом Titanu, ktorej hrúbka dosa-

huje až 1000 kilometrov. Vedci o jej existencii vedeli, (na základe analýzy spektier, ktoré získal obrí Keckov teleskop na Havajských ostrovoch), ale prekvapilo ich, že tieto mračná obsahujú tak málo metánu. Údaje z Kecka naznačovali, že metánu je v atmosfére oveľa viac. Na základe týchto údajov bol vytvorený aj model, podľa ktorého sú na povrchu Titanu veľké nádrže kvapalného metánu, ktorý sa pod vplyvom slnečného žiarenia vyparuje a vytvára mohutnú metánovú oblačnosť. Model sa opiera o fakt, že južný pól Titanu je v tomto čase privrátený k Slnku, takže momentálne vstrebáva najväčší objem slnečnej energie. Pozorovanie z prvého blízkeho obleta však tento model nepotvrdili.

Vedci po analyzovaní prvých údajov dospeli k záveru, že časticie tvoriace oblaky nad južným póлом sú príliš veľké, takže to nemôže byť metán. Planetológ Chris McKay: „To je naozajstná záhada... Sme rovnako zmätení, akoby sme boli, keby z údajov zo satelitu krúžiaceho okolo Zeme vyplynulo, že oblaky nie sú z vody. Ak sa potvrdí, že oblaky nad Titanom netvorí metán, potom väčšina našich predstáv o Titane bola a je nesprávna.“

Etán, alebo polyméry?

McKayov tímovia nazdávajú, že oblaky by mohol tvoriť aj etán. Ibaže: etán je produkt atmosférickej fotochémie, vzniká v najhornejších vrstvach atmosféry a jeho kvapôčky padajú na povrch. Etán sa teda dlho v atmosfére neudrží. Ani v masívnom oblaku nad južným póлом Titanu.



Na infračervenej snímke,
ktorá je sendvičom 3 snímok vo falošných farbách reprezentujúcich 3 infračervené vlnové dĺžky (2 mikróny = modrá; 2,7 mikróna = červená a 5 mikrónov = zelená) vidíte nad južným póлом Titanu mohutný oblak nezámeno zloženia. Predpoklad, že ho tvorí metán, sa nepotvrdil. Nie je však vylúčené, že molekuly metánu, ktoré sa vytvárajú na povrchu, obalila ešte pred uvoľnením do atmosféry nejaká látka, ktorá neumožňuje jeho detekciu. Vo štvorcovom výrezu vľavo hore vidíte zvýšený detail oblasti, kde by mala pristáť sonda Huygens.



Na jednej z prvých radarových snímok Titánu zo vzdialenosťi 1200 kilometrov možno jasne rozlíšiť drsný, svetlý terén a hladký tmavý povrch. Zobrazený povrch leží pod hustými oblakmi v atmosfére rozptýlených sadzí, takže zmapovať ho mohol iba radar. Lineárne útvary na tmavom teréne môžu byť trhliny alebo údolia. Tmavé okrúhle útvary v ľavom hornom rohu i blízko stredu môžu byť pozostatkom po impaktu kráteri. Snímka zobrazuje 1 percento povrchu Titanu (150×300km). Kým sa radarom zmapuje celý povrch Titánu a pozemské počítače spracujú radarové snímky so stereosnímkami tak, aby bola čitateľná topografia, uplynie podľa odhadov, niekoľko mesiacov.

Možno, že mraky na Titanom tvorí nejaký organický koktail. Organické polymery, častice z plastickej hmoty. Čosi ako gulôčky polystyrénevej peny. Ale aj v tomto prípade je fažké vysvetliť prečo by sa takéto látky tvorili práve nad južným pólem Titanu. McKay sa po zvážení všetkých možností prikláňa k názoru, že predsa len ide o metán, ale nejaký neznámy proces neumožňuje zaznamenať jeho spektrálne čiary. Podľa jedného z možných scenárov sa metán v atmosfére Titánu tvorí na povrchu. Molekuly z metánu však môžu hned' po sfornovaní (teda ešte pred uniknutím do atmosféry) obalit nejaká iná látka, napríklad etán. Záhadu môže vyriešiť iba analýza ďalších spektrálnych údajov a paralelné experimenty v pozemských laboratóriách.

Predbežne nečitateľný povrch

Vedci sa pri analýze prvých detailnejších snímok z povrchu Titanu pasujú aj s ďalšími problémami. Niektoré útvary na povrchu nedokážu zatiaľ zaradiť. To isté platí aj o zložení povrechových hornín, o ktorom sa dozvieme viac až po spracovaní údajov z prístroja VIMS (Visual and Infrared Mapping Spectrometer). Rozličné horniny reflektovali svetlo na rozličných frekvenciach. Každý pixel zaznamenaný prístrojom VIMS reflektoval svetlo na 352 frekvenciach. Niektoré z nich sú viditeľné, iné sa prejavujú iba v infračervenej oblasti. Porovnanie spektrálnych údajov z Titanu so štandardami v archívoch umožní presnejšiu analýzu. To však ešte nejaký ten deň potrvá.

Určovanie topografie Titanu bude ešte fažsie ako určovanie zloženia jeho povrchových hornín. V difúznom svetle sa nevytvárajú tiene, takže plasticita povrchu je takmer nečitateľná. Povrch vyzerá plochý, pohoria a údolia splývajú. Technológie snímania, ktoré sa s úspechom využívajú na telesách, ktoré nemajú atmosféru, alebo ich obala riedka atmosféra, sú na Titane takmer nepoužiteľné. Isté rozlíšenie umožní iba kombinovanie údajov z rozličných prístrojov sondy, ktoré sa budú zbierať a priebežne vyhodnocovať v priebehu nasledujúcich štyroch rokov. Cassini v priebehu štyroch rokov obletí Titan 45-krát. Vedci sa najviac spoliehajú na radarové snímky (prvé z nich uverejňujeme už s týmto

článkom) a stereosnímky. Integrovaním radarových a sterosnímok špeciálny tím postupne poskladá topografickú mapu Titanu. Potrva to však celé mesiace, ak nie roky...

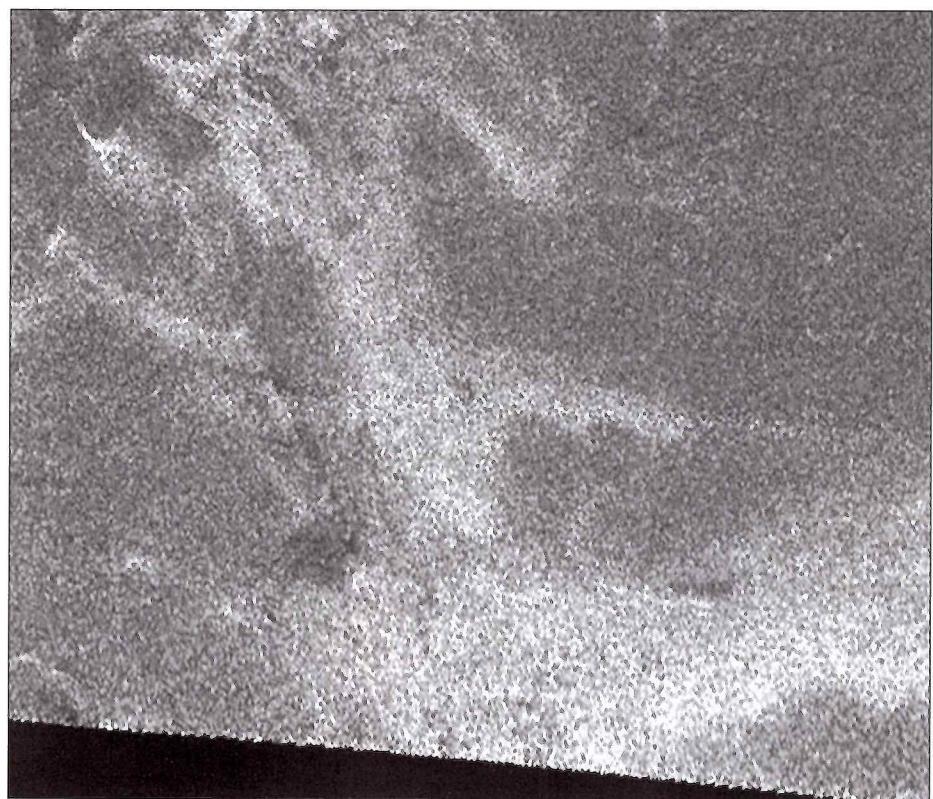
Snímky získané spracovaním optických fotografií a snímkov optického mapujúceho spektrometra zviditeľnili rozsiahle štruktúry svedčiace o mohutných geologických procesoch na celom povrchu Titanu, pričom mechanizmus týchto procesov je neznámy.

Istou senzáciou, najmä pre planetárnych klimatológov je zistenie, že podiel fažkých izotopov dusíka v atmosfére mesiaca je oveľa väčší ako podiel ľahkých izotopov. Prijateľným vysvetlením tohto nepomeru je hypotéza, že molekuly dusíka stúpajúce do horných vrstiev atmosféry unikajú do okolitého priestoru, pričom

tie ľahšie unikajú v oveľa väčšom množstve. Vedcov nadchýna najmä to, že Titan, jediný mesiac slnečnej sústavy s mohutnou atmosférou, predstavuje podľa všetkého prírodný model Zeme v čase, keď sa na nej formoval život.

Nové údaje o atmosfére Titanu budú mať vplyv na harmonogram vysadenia sondy Huygens. Skôr, než Huygens dostane povel na start, vedeči by chceli byť načistom aspoň s tým, či cieľová oblasť pristátia je pevnina, alebo jazero nejakej organickej kvapaliny. Výhodné by bolo, keby cielom bola rovina. Špeciálne spracovanie údajov v pozemských počítačoch umožní získať viac-menej presné údaje aspoň o niekolkých potenciálnych cieľoch.

Podľa internetových zdrojov spracoval –eg-



Aj táto radarová snímka naplnila vedcov rozpátkmi. Všetci s napäťom čakajú, aké chemické zloženie má tento zmiešaný terén.

Mars: Rozpaky po detekcii metánu v atmosfére

Vedci z Michiganskej univerzity zverejnili koncom októbra výsledky analýzy, ktorej cieľom bolo objasniť prítomnosť metánu v atmosfére Marsu, detegovanú sondou Mars Explorer (ESA). Metán detegoval Fourierov planetárny spektrometer, jeden zo siedmich prístrojoch na sonde. Metánu je ovzduší Červenej planéty málo: 10 na miliardu častic. (Pomer na Zemi: 1700 na miliardu.) Prevažnú väčšinu pozemského metánu vytvárajú živé organizmy. Vedci preto dúfajú, že aj martanský metán má rovnaký pôvod.

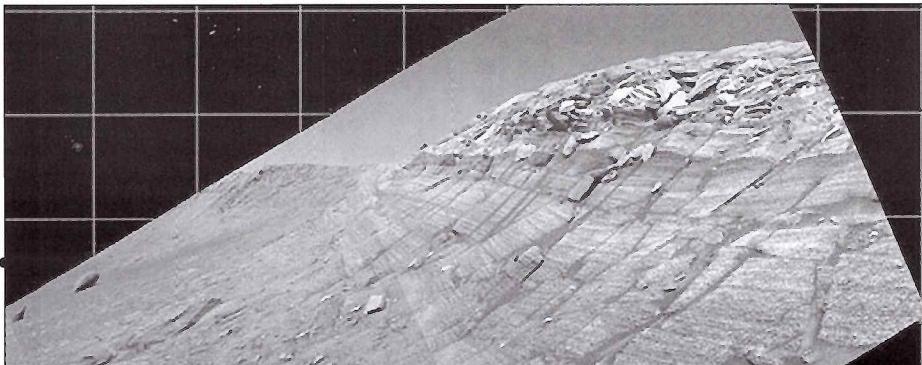
Sushil Atreya, riaditeľ Planetary Science Laboratory v College of Engineering tvrdí, že detekcia metánu je zatiaľ najslabnejším indikátorom možného života na Marse: „Napriek tomu sme opatrní, lebo vieme, že metán v martanskej atmosfére nemusí byť produkтом metanogénnych baktérií, ktoré konzumujú vodík či oxid uhofnatý a uvoľňujú metán. Anaerobné baktérie nepotrebuju na prežitie kyslík. V súčasných podmienkach by však na nehostinnom povrchu Marsu neprežili. Hľadať by sme ich mali pod povrchom.“

Metán však mohli dopravit na povrch Marsu aj komety. Štatistika však hovorí, že k takým udalostiam dochádza iba raz za 60 000 rokov. Metán sa však dlhšie ako niekoľko sto rokov v atmosfére neudrží. Oveľa pravdepodobnejšie sú preto teórie, ktoré pripútajú také chemické interakcie medzi horninami a vodou v podzemných bazénoch, ktorých produkтом by mohol byť aj metán.

Fourierov spektrometer meria infračervené žiarenie Slnka, ktoré molekuly v martanskej atmosfére absorbijú, reemitujú a rozkladajú. Molekula každej látky má vlastný otlačok. Nezameniteľný otlačok majú aj molekuly metánu.

Distribúcia metánu v atmosfére Marsu je ne-rovnomerná, z čoho vyplýva, že martanský pôvod CH₄ je oveľa pravdepodobnejší ako možnosť, že ho tam dopravili komety. Hypotézu o biologickom pôvode metánu podporil objav, že ostrovky metánu v martanskej atmosfére sa vyskytujú najmä nad oblasťami, kde už dávnejšie bola zistená prítomnosť vody v podloží, najmä v okolí polárnych čiapočiek a nad oblasťou Arabia Plains.

Opportunity: posledným objektom v kráteri Endurance je Burns Cliff, strmá, prevrstvená stena. Po jej preskúmaní mal robot kráter opustiť a vydťať do končín, kde leží jeho ochranný kryt.



Spirit: vrstvy zaviateho a polorozpadnutého balvana Uchben v Columbia Hills, ktorý vznikol zo skamenelého sopečného popola.

Spirit a Opportunity: presvedčivé dôkazy o prítomnosti vody na Marse

Ked budete čítať tento článok oba martanské roboty budú mať za sebou 11 mesiacov prieskumu Červenej planéty. Spirit i Opportunity, napriek niekoľkým technickým poruchám (neefunkčné koleso na Spirite či občasné problémy s prenosom údajov) prekonali očakávania aj najväčších optimistov. V neposlednom rade aj preto, že solárne batérie dokážu generovať dostatočné množstvo energie aj po vyše 300 dňoch na povrchu za-prášeného Marsu. Vedci predpokladajú, že silnejšie jesenné vetry odvafujú z batérií usadený prach a púder. Napriek komplikovanej navigácii v zložitom teréne, napriek zdržaniu pri hľadaní optimálnej cesty na balvanmi posiatých planinách, na svahoch kráterov či pahorkatín, oboje roboty nachádzajú a skúmajú zaujímavé ciele, pričom už dnes možno povedať, že horniny, ktoré by neboli viditeľne poznamenané vodnou eróziou v oblastiach, ktoré skúmajú v posledných mesiacoch, ne-našli.

Robot Opportunity už dávnejšie potvrdil, že dno krátera Gusev bolo v dávnych dobách zaplavnené vodou. Najnovšie údaje však naznačujú, že na povrch vysušenej, zamrznej a vetrov erodovanej planiny pôsobila voda niekoľkokrát, čo mohli spôsobiť aj impakty a následné ohriatie okolitých, s ľadom premiešaných hornín. Balvan Escher, nájdený na svahoch kráteru Endurance i balvany v jeho susedstve, (napríklad Void), sú toho rukolapným dôkazom. Plochý povrch týchto balvanov križujú polygonálne (mnohohľavové) pukliny. Presne takéto štruktúry sa vytvárajú vo vysychajúcim bahne na dne vypustených vodných nádrží na Zemi.

Geológovia upozorňujú, že podobné štruktúry môžu v usadených a premenených horninách vzniknúť aj po impaktoch, alebo v obdobíach po periodických zmenach martanskej klímy, spôsobenej výkyvmi rotačnej osi Červenej planéty. Počas niekoľko tisíc rokov trvajúceho oteplenia sa prachom a pieskom zavijatý ľad v podloží mohol roztopiť a prinajmenšom lokálne oblasti mohla zaplavíť voda, ktorá rýchle vysychala. Roztápanie ľadu v podloží po tektonických či vulkanických udalostiach je oveľa menej pravdepodobné, prinajmenšom v oblastiach, kde operujú oboje roboty.

Pozornosť vedcov sa v posledných týždňoch zamerala na hrudkovitý balvan Wopmay. Geológovia očakávali, že jeho povrch bude obalený kôrou, v ktorej detektory Opportunity rozlišia látky rozpustné vo vode. Ukázalo sa, že eróziou uvoľnené kamene, ležiace okolo balvana Wopmay nedovolili robotu priblížiť s tak tesne k nemu, aby mohol použiť abrazný kartáč a obnažiť horniny pod kôrou. Spektroskopický prieskum a mikroskopická kamera však získali údaje, ktoré presvedčivo potvrdili hypotézu, podľa ktorej voda na horniny tvoriace Wompay pôsobila najmenej dvakrát: pred impaktom, ktorý vytvoril kráter Endurance i po ňom.

Po preskúmaní balvana Wopmay zamieril robot k bralu Burns Cliff, ktorého steny tvoria vrstvy usadených hornín.

V týchto dňoch sa Opportunity, (ak sa jej podarilo vrátiť sa z krátera Endurance), vracia do končín, kam dopadol počas pristávacích manévrov ochranný štít. Vedci predpokladajú, že v chaotickom teréne, zbrázenom hlbokými ryhami objavia aj vrstvy starších hornín.

Spirit preniká hlbšie do vnútra Columbia Hills

Ve rovnakom čase, od júla do októbra, skúmal Spirit pahorkatinu Columbia Hills. Všetky horniny, ktoré na úpätí pahorkatiny preskúmal niesli výrazné stopy vodnej erózie. Vedci preto vtipovali niekoľko balvanov, na ktorých sa na prvý pohľad nedali rozoznať stopy pôsobenia vody. Aké však bolo ich prekvapenie, keď detektory robota po analýze balvanom Coba a Tell aj v najmladších horninách, objavili stopy dlhodobého pôsobenia vody. Dr. Steve Squyers z Cornell University, vedúci tímu, ktorý vyhod-

nocuje geologickú korist robotov vyhlásil: „Od kedy robot operuje v pahorkatine Columbia Hills, nenašli sme ani kúsok vulkanickej horniny, ktorá by nebola poznamenaná vodou. Teraz sa zameriame na odkryté geologicke vrstvy niektorých svahov v okolí. Porovnaním zloženia jednotlivých vrstiev v pahorkatine i vrstiev, ktoré v kráteri Endurance skúma Opportunity na opačnej pologuli Marsu, získame po porovnaní a analýze výsledkov skvelý materiál, ktorého výsledkom bude prvá rekonštrukcia geologickej minulosti Marsu.“

Začiatkom novembra už vedci mali v rukách výsledky prvej analýzy vrstiev usadených hornín v Columbia Hills. Zistili, že ich tvorí vulkanický popol, ktorý sa usadzoval po periodických výbuchoch nedalekých sopiek (sopiek?), alebo ho sem prenášal a ukladal vietor.

„Je celkom isté, že minerály v týchto usadeninach mohli vniknúť iba po dlhom pôsobení vody“, vyhlásil dr. Ray Arvidson z Washingtonovej univerzity v Saint Luis, vedúci výskumu. „Usadeniny mohla deponovať aj voda a vietor. Keď preskúmame textúru, mineralógiu a chémiu týchto vrstiev dokážeme si vytvoriť ucelenejší obraz.“

Vedcov inšpiroval najmä balvan Uchben. Abrazný kartáč Spiritu obnažil okrúhlu plochu na jeho povrchu, v ktorej mikrokamera rozlíšila čiastočky vo veľkosti pieskových zrn. Niektoré sú okrúhle, iné hranaté. Tie hranaté sa uložili okamžite po sopečnej erupcii. Okrúhle mohli vzniknúť iba počas dlhodobejšieho transportu



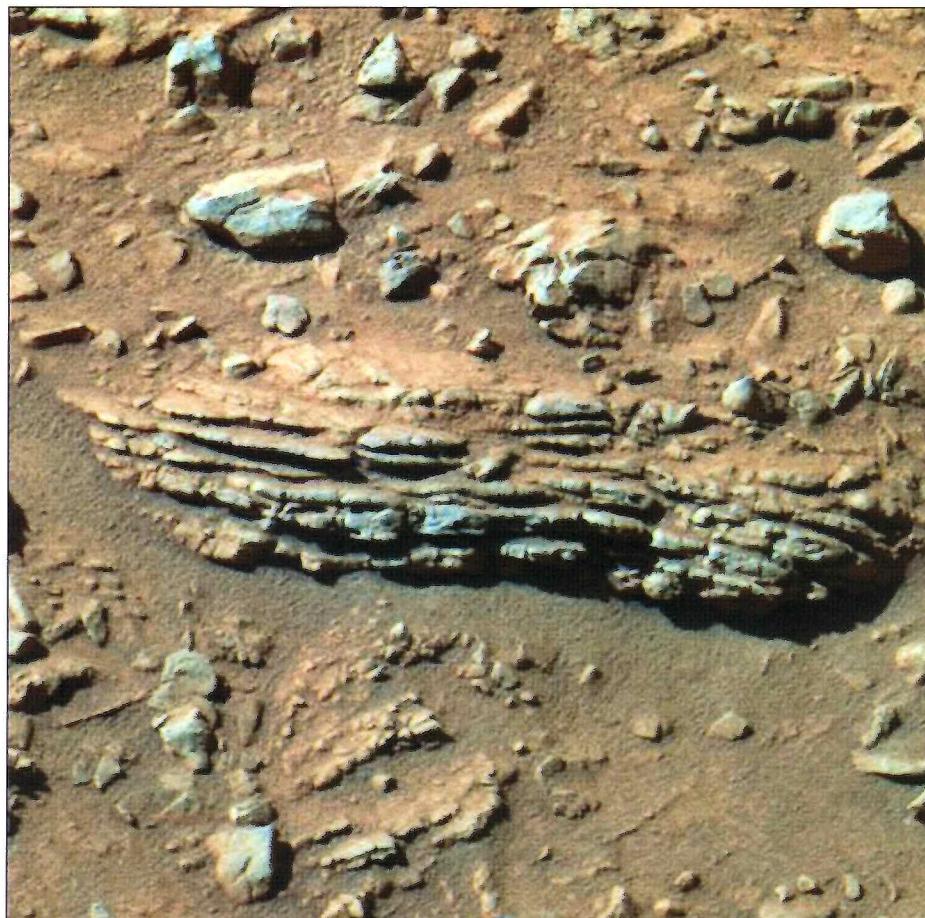
Opportunity: rozpukaný balvan Escher vznikol z usadenín na dne jazera, vypíňajúceho kráter Gu-sev, ktoré počas vysychania popraskali a kameneli.

vetrom či vodou. Mösbauerov spektrometer i röntgenový spektrometer častic alfa aj v tomto prípade potvrdili dlhodobé pôsobenie vody na horniny. Po balvane Uchben preskúma Spirit ďalšie vytipované balvany: Zackuk a Palenque.

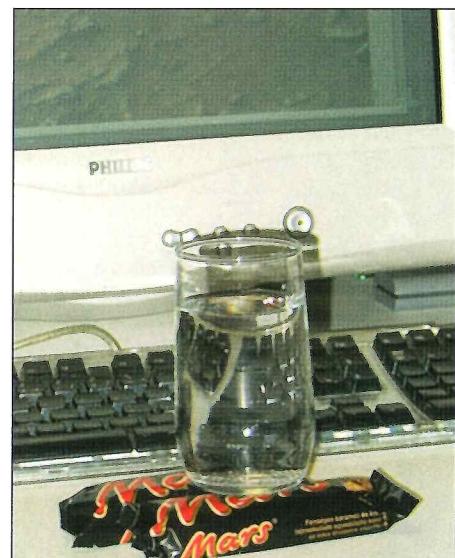
V týchto dňoch sa Spirit opatrne posúva do vyšších oblastí pahorkatiny Columbia Hills, kde by mal, podľa vedcov, nájsť na horniny bez minerálov, ktoré sa v nižších polohách vytvorili po dlhodobom pôsobení vody. Možnosti je niekoľko: buď tam nájdú zvetralú magmu, z ktorej sa voda ešte predtým, ako ju zaniesol vulkanický popol odparila, alebo nájdú pretvorené horniny, ktoré vznikli zo sopečného popola, ktorý opakovane vstrebával a odparoval povrchovú vodu, až kým neskamenel.

Poznámka: Skúmané balvany v Columbia Hills sú pomenované podľa reči starých Mayov. Napríklad „uchben“ znamená „starý“, Palenque je názov jedného z najzároveňajších sídiel mayských panovníkov na okraji mexického poloostrova Yucatán.

Podľa internetových stránok NASA spracoval -eg-



Spirit: balvan Tetl, (v skutočných farbách), jeden z balvanov na úpätí Columbia Hills, v ktorých prístroje robota objavil dôkazy dlhodobého pôsobenia vody. Tetl má priemer 25 cm.



Zatiaľ najpresvedčivejší dôkaz o prítomnosti vody na Marse.

Nové neutríno

Skúmanie hviezd zo starej šachty, kilometre pod zemským povrhom. Ďalekohľady urobené z ľadu a morskej vody. Signál, ktorý prejde vzdialenosť svetelného roku cez pevnú hmotu. Vitajte v novom, úžasnom svete neutrínovej astronómie!

V roku 1967 sa zhromaždili fyzici a astrofyzici z Kalifornského technologického ústavu (známy CALTECH – California Institute of Technology) na vnútrostávnom seminári o veľmi ezo-terickom predmete. Raymond Davis ml., vedec z Brookhaven National Laboratory, priniesol prvé namerané údaje o počte neutrín, ktoré produkuje Slnko. Ďalej Davisov spolupracovník z CALTECH-u John N. Bahcall prednášal o tom, ako vypočítal, kolko týchto prchavých subatómových častic Slnko má produkovať.

Bahcall bol z toho nešťastný. Bol v tom čase asistentom, bola to jeho prvá prednáška pred takým fórom znalcov a hned narazil na spor. Jeho výpočet predpovedal trikrát viac slnečných neutrín ako Davis nameral, a nemal žiadnu predstavu, ako vysvetliť, prečo je to tak. „Tušil som, že ustarostenosť muselo byť vidieť na mojej tvári,“ spomína Bahcall, dnes výskumník Ústavu pre pokročilé štúdia v Princeton, New Jersey.

Medzi prítomnými bol aj slávny fyzik z CALTECH-u Richard Feynman. „Pozval ma na dlhú prechádzku,“ spomína Bahcall. „Trvala aspoň tri hodiny.“ Po trpežlivom vypočítaní jeho problému mu Feynman povedal: „Pozri sa, netreba sa trápiť. Nepoznám odpoveď na túto otázku, ale určite bude veľmi zaujímavá.“

Feynmanove slová boli pro-rocké. Čo sa začalo ako prechádzka alejou v Pasadena, stalo sa v nasledujúcich 35 rokoch veľkou vedeckou výpravou, na ktorú sa vydali stovky vedečov, za pomocí najmenej pol tucta veľkých experimentov na troch kontinentoch.

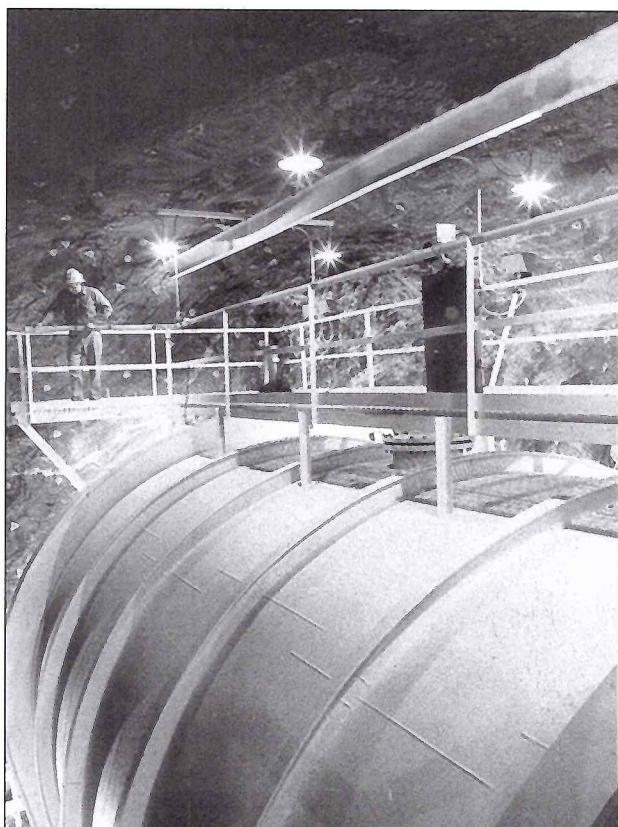
V súčasnosti táto pút dochádza k prekvapujúcemu záveru v jaskyniach, hlboko pod prekambriskej vrstvami severného Ontária. Bolo to práve tu, v kanadskom neutrínovom observatóriu Sudbury – SNO), kde výskumníci potvrdili Bahcallovo originálne predpoved, že neutríno je oveľa čudnejšou časticou, než si ktokolvek predtým vedel predstaviť.

Medzitým sa poviedka o slnečnom neutríne dostala do rozvitého pokračovania. Nové technické prostriedky umožnili riešiť problém, o ktorom Feynman hovoril ako o „veľmi zaují-mavom“, a môžu byť dokonca použité na pozorovanie vzdialenejšieho vesmíru, na čo sa práve zameriava nová generácia „neutrínových astronómov“.

Od zúfalstva k objavu

Oveľa skôr, ako sa o neutríno začali zaujímať astronómovia, narobila táto častica vážne problémy fyzikom.

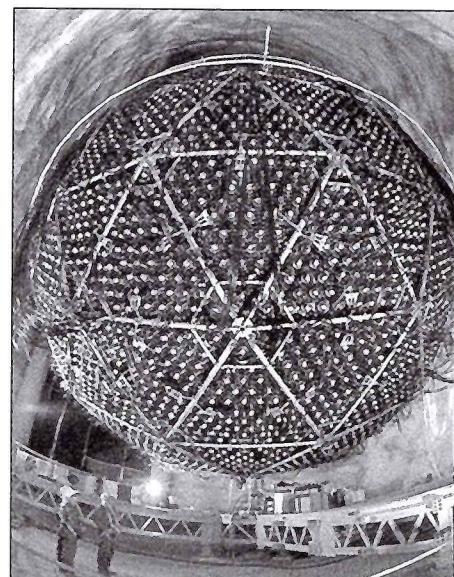
V roku 1930 predpovedal Wolfgang Pauli existenciu ľahkej, elektricky neutrálnej časticie, ktorá by mohla osvetliť problém *beta rozpadu* – rozpadu jadra, pri ktorom ho opúšta elektrón (nazývaný tiež *časticou beta*). Podľa teórie voľný elektrón, ktorý opúšta jadro, by mal mať vždy rovnakú energiu. V skutočnosti ju mal často oveľa menšiu. Pauli navrhol „zúfalé“ riešenie – neviditeľnú časticu, pripodobnil nejakému rozprávkovému duchovi, ktorý odnáša rozdiel energie. Enrico Fermi túto časticu neskôr nazval *neutrínom*.



Raymond Davis ml. kontroluje prvý slnečný neutrínový detektor v bani Homestake v Južnej Dakote.

Pauli sa obával, že zatažil vedu hypotetickou časticou, ktorá sa nebude dať nikdy detegovať. Naštastie sa ukázalo, že sa to dá, hoci aj veľmi, veľmi ľahko. A jej zložitá detegovateľnosť je presne tá vlastnosť, ktorú astronómi potrebujú. „Neutrína prechádzajú cez veci,“ hovorí fyzička z MIT Kate Scholbergová, „prinášajú informáciu z hlbokého vnútra astronomických objektov, ktoré sú pre fotóny celkom nedostupné.“

Ľahká zachytiteľnosť neutrín vyplýva z faktu,



Na takých vzdialených a rôznorodých miestach, ako sú opustené severoamerické bane na zlato a nikel a ľadové polia okolo južného pólu, výskumníci prijímajú nový druh kozmických signálov – subatomové časticie, *neutrína* – používajúce rôzne „teleskopy“. Od takých, ktoré obsahujú až 400 000 litrov čistiacich kvapalín, až po také, ktoré využívajú antarktický ľadovec.

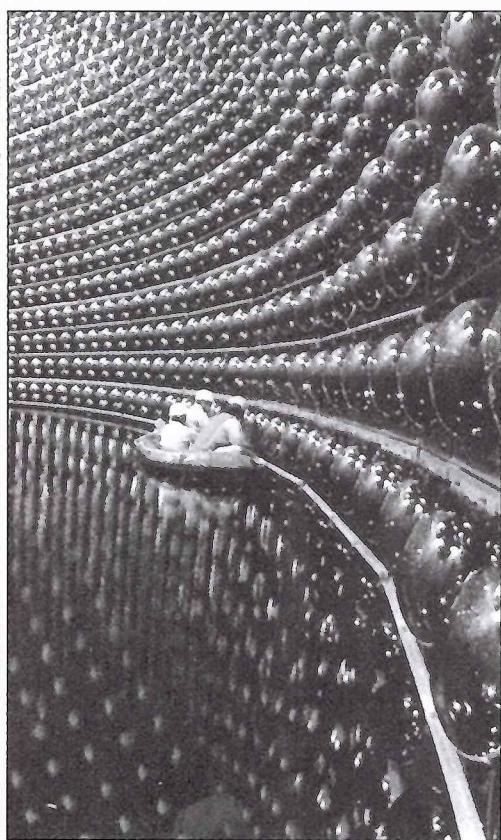
Hore: Experiment AMANDA (Antarctic Muon and Neutrino Detector Array – pole antarktickej miónových a neutrínových detektorov) sa robí na južnom póle, na stanici Amundsen-Scott. *Dole:* Kanadské podzemné neutrínové observatórium Sudbury.

že sú imúnne voči elektromagnetickým silám, sprostredkujúcim interakciu medzi hmotou a svetlom. Predsa však môžu interagovať s inými časticami prostredníctvom slabých jadrových sôl. Dosah týchto sôl je veľmi malý, iba okolo 1/10000 priemeru protóna. Teda pravdepodobnosť zachytenia je mimoriadne malá.

Pretože neutrína sú veľmi ľahko zachytiteľné, ich detektory musia byť veľmi veľké. Prvá úspešná detekcia pochádza z päťdesiatych rokov, keď F. Reines a C. Cowan umiestnili detektor s objemom okolo 300 litrov tesne k veľkému nuklearnému detektoru. Hned potom si fyzici uvedomili, že bude možné merat prúd neutrín z oveľa výkonnejšieho, ale aj oveľa vzdialenejšieho reaktora – zo slnečného jadra.

Davis sa stal prvým neutrínovým astronómom. Jeho „teleskop“ obsahoval 400 tisíc litrov čistiaceho prostriedku tetrachlór u nás známeho pod názvom „číkuli“), s veľkým množstvom izotopu chlóru 37, ktorý sa premení na argón po absorbovaní neutrína. Meraním množstva argónu, ktoré sa v „teleskope“ akumuluje, sa dá určiť počet neutrín, ktoré cezeň prešli.

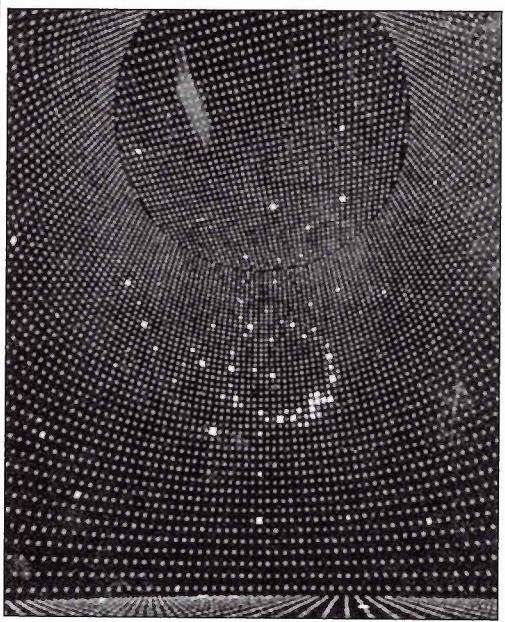
Najväčšie ľahkosti Davisovi robilo kozmické



Hlboko pod povrchom je umiestnený japonský neutrínový detektor Super-Kamiokande. Tento detektor zohral klúčovú úlohu pri štúdiu neutrínových oscilácií, t.j. pri premene neutrína jedného typu na iný. Hoci poškodený, keď pred troma rokmi sa poškodili mnohé z jeho fotonásobičov, pracoval až do januára 2003 s 5183 fotonásobičmi, čo je iba polovica pôvodného stavu.

Hore: Technická kontrola fotonásobičov detektora Super-Kamiokande. Detektor pozostáva z 50 miliónov litrov vody.

Dole: Počítačom vytvorený obraz ukazuje, ako Super-Kamiokande vidí svetelný záblesk, keď neutrín narazi do vodnej molekuly, vyrazí z nej elektrón, pred ktorým sa tvorí optická nárazová vlna, a túto nazývame Čerenkovovo žiarenie.



žiarenie. Energetické, pomerne masívne časticie prichádzajúce z kozmu, ktoré v jeho tetrachlórovom detektore robili podobné reakcie, ako neutrína. Prekonal túto ťažkosť tak, že umiestnil detektor hlboko pod zemou v opustenej zlatej bani v Južnej Dakote a ako štít proti kozmickému žiareniu použil zemský plášť. Pokus sa podaril. Davis bol prvým človekom, ktorému sa podarilo detegovať slnečné neutrína, ale zároveň aj prvým, ktorý narazil na záhadu deficitu medzi predpovedanými a nameranými údajmi.

Mnohým výskumníkom tento deficit nedával spávat. Predovšetkým, bol to iba osamelý experiment, ktorý mohol byť zatažený nepredvídateľnou chybou. Avšak existenciu deficitu potvrdil v roku 1989 japonský fyzik Masatoši Košiba z tokijskej univerzity, za pomocí neutrínového detektora Kamiokande. (Za pionierske práce v tomto obore dostali Davis a Košiba v roku 2002 Nobelovu cenu za fyziku.)

Iné experimenty nasledovali s rovnakým výsledkom. Bolo jasné, že ak chceme použiť neutrín na prieskum vesmíru, musíme najprv vysvetliť záhadu deficitu slnečných neutrín.

Od deficitu po oscilácie

Pri hľadaní chýbajúceho deficitu vo svojich výpočtoch obviňoval Bahcall historiu, že pracuje proti nemu. Hovoril: „Nové fyzikálne zákony sa všeobecne hľadajú v laboratóriach a nie pri pozorovaní.“ Slnečné neutrína však boli výnimkou.

U nich práve pozorovania viedli k revízii fyzikálnych zákonov.

Podľa štandardného modelu časticovej fyziky máme neutrína trojakej „vône“. Elektrónové neutríno typicky vzniká pri reakciach, ktoré produkujú aj elektrón. Miónové a tau neutríno sa vyskytuje pri reakciach, ktoré produkujú ťažšie časticie, mióny a tau ($\mu - \text{okolo } 207 \text{ m}_e$, $\gamma - \text{okolo } 1807 \text{ m}_e$). Prekvapujúcim riešením problému bolo, že neutrína nechýbajú, ale sa premienajú – oscilujú sem a tam medzi dvomi, alebo tromi vôňami (vôňa v tomto prípade je fyzikálny parameter, podobne, ako napr. hmotnosť, náboj, spin a pod.).

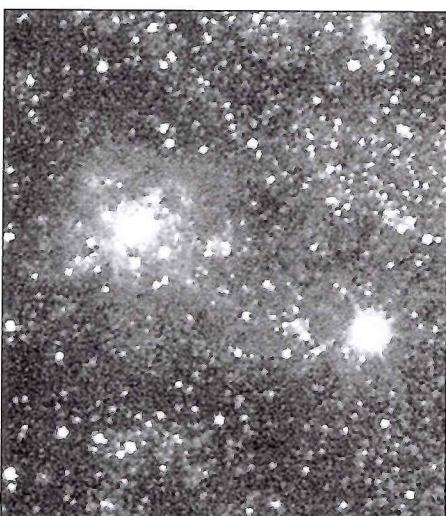
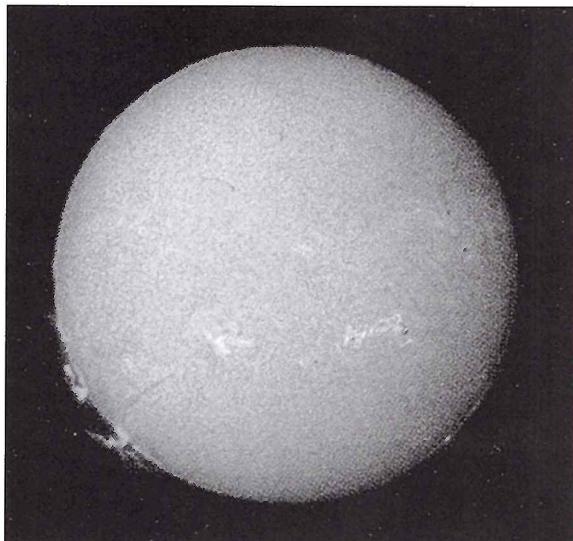
Tieto bizarné neutrínové oscilácie boli potvrdené v neutrínovom observatóriu Sudbury (SNO), ktorého detektory umožňujú registrovať aj mí a tau neutrína, na rozdiel od ostatných observatórií. SNO je umiestnené 2 kilometre pod zemou, v bani na nikel. Jej hlavnou časťou je 1000-tonový kontajner s fažkou vodou, t. j. vodou, v molekule ktorej je vodík nahradený deuteriom. Neutrína interagujú s deuteriom dvojakým spôsobom. Pri jednej reakcii vznikajú iba elektrónové neutrína, pri druhej neutrína všetkých vôní.

Podľa jadrovej fyziky všetky neutrína zo Slnka by mali byť elektrónové. SNO však ukázalo, že skutočnosť je celkom iná, že veľká časť neutrín, ktoré sú pôvodne elektrónové, pri ceste od slnečného jadra po detektor mení svoju vôňu a stáva sa neutrínami mí alebo tau. Z toho ďalej vyplýva,

Hore: Neutrínová astronómia začala svoju činnosť pred štyridsiatimi rokmi príjomom prvých neutrín z nášho Slnka.

Vľavo dole: S určitosťou poznáme iba jeden prípad zachytenia neutrín z miest mimo Slnečnej sústavy. Bolo to zo supernovy 1987A, ktorú najprv spozorovali ako jasné hviezdu vo Veľkom Magelanovom Oblaku.

Vpravo dole: Vedci dúfajú, že bude možné zachytiť neutrína z dvojhviezdnych sústav s čierrou dierou z našej Galaxie alebo z aktívnych galaxií, akou je napr. Centaurus A na obrázku.



že aspoň neutrína určitej vôle majú hmotnosť, pretože frekvencia, s ktorou oscilujú medzi rôznymi stavmi, závisí od rozdielu hmotnosti týchto stavov.

„Pre fyziku je tento fakt dôkazom, že štandardný model otázku nemôže riešiť,“ povedal riaditeľ SNO Art MacDonald (Queen's University, Canada). „Ale máme východiskový bod pre cestu k hlbšej a dokonalejšej teórii.“

Iný dôkaz prišiel zo Super-Kamiokande, inak Super-K, 50-tisíctonový následník detektora Kamiokande. Okrem slnečných neutrín môže Super-K detegovať miónové neutrína, ktoré sú produkтом zrážok kozmického žiarenia s jadrami atómov atmosféry. Tieto atmosférické neutrína sú desať-, až stotisíckrát energetickejšie než slnečné neutrína a vznikajú skoro v rovnakom počte nad celým povrchom Zeme. Super-K však registruje menej miónových neutrín prichádzajúcich zozolu, než z vrchu. Znamená to, že posledné, pri prechode dlhšou cestou cez zemské jadro majú čas oscilovať na inú vôle, v danom prípade na tau neutríno.

Medzitým experiment KamLAND, pomocou ktorého detegovali neutrína z niekoľkých atómových reaktorov v Japonsku, dodal materiál na vypracovanie teórie premien elektrónového neutrína. V spojení s meraniami na SNO a iných detektoroch ukázali merania na KamLAND, že väčšina premien neutrín prebieha pri ich prechode od slnečného jadra k povrchu, a nie vo vakuu medzi Slnkom a Zemou. Pokladajú to za dôkaz tzv. MSW efektu, ktorý v osemdesiatych rokoch navrhli fyzici Stanislav Michejev, Alexej Smirnov a Lincoln Wolfenstein. MSW efekt nastáva, keď elektrónové neutríno určitej energie sa ľahko premieňa na mióny alebo tau-neutríno, pri prechode hmotou s určitou hustotou.

Ako pracuje slnečné „srdce“?

Ked fyzici nakoniec vyriešili problém deficitu slnečných neutrín, stalo sa ich pozorovanie prostredkom na štúdium slnečného vnútra. Predovšetkým, meranie neutrínových oscilácií pomocou SNO sa týka iba malej časti neutrín, a to takých, ktorých energia presahuje 5 MeV. („MeV“ je skratka pre 1 milión elektrónvoltov. Elektróny, ktoré dopadajú na luminicenčnú vrstvu televíznej obrazovky majú energiu okolo 1000 eV, t. j. 1/1000 MeV). Tieto energetické slnečné neutrína vznikajú výlučne pri jadrových reakciach za prítomnosti izotópu ^{8}B . To priviedlo niektorých výskumníkov na myšlienku hľadať spôsob detegovania oscilácií neutrín ešte ďalej v ich energetickom spektri, kde (pravdepodobne) obrovské množstvo slnečných neutrín v tichosti očakáva, že ich objavia.

Najväčšiemu záujmu sa tešia neutrína, ktoré vznikajú pri *protón-protónovej reakcii*, základného zdroja slnečnej energie. Tieto pomerne nízkoenergetické časticie tvoria 98 % všetkých slnečných neutrín. Boli už skúmané predtým, avšak iba pomocou experimentov, ktoré nerozlišujú ich energiu.

Niekoľko tímov pripravuje v súčasnosti experimenty na štúdium týchto *nízkoenergetických neutrín*. Väčšinou chcú ako detekčné médium použiť inertné plyny v kvapalnom skupenstve, pretože tieto sú chemicky inertné a možno ich pomerne ľahko ochrániť pred rádioaktívou kontamináciou.

AK tieto prípravy povedú k úspechu, stane sa pozorovanie nízkoenergetických neutrín dôležitým nástrojom slnečnej fyziky. Ich merania môžu ukázať, či nukleárna reakcia, známa ako CNO (uhličik-dusík-kyslík), je hlavným zdrojom slnečnej energie.

Bude tu aj prvá možnosť na priame porovnanie intenzity neutrínového toku z jadra Slnka a povrchového jasu. Slnečné fotóny potrebujú zhruba milión rokov na prekonanie cesty od jadra na povrch, do fotosféry zatial čo neutrino prekoná túto vzdialenosť približne za dve sekundy. Porovnaním intenzity produkcie neutrín v jadre a jasu fotosféry, môžeme uvažovať o stabilite produkcie slnečnej energie v škále milión rokov.

Neutrína zo supernovy

Možnosť zachytiť neutrína, ktoré vznikli mimo Slnečnej sústavy, sa naskytla vo februári 1987, keď prúdy energetických neutrín súčasne naznamenali detektory v Japonsku aj v USA. Tieto bezprecedentné merania koincidovali s objavom supernovy 1987A (SN1987A) vo Veľkom Magellanovom oblaku, ktorý je satelitom našej Galaxie a je vzdialosť 160 000 svetelných rokov.

Neutrína z SN1987A potvrdili teóriu o jadrovom kolapse supernov, ktorá predpovedá, že 99 % energie kolapsu odnášajú neutrína. Tieto neutrína boli približne také energetické ako naj-energetickejšie slnečné, takže také detektory, ako Super-K a SNO boli schopné ich zachytiť. V súčasnosti sme schopní zachytiť aj neutrína z prípadných kolapsov supernov aj v našej Galaxii.

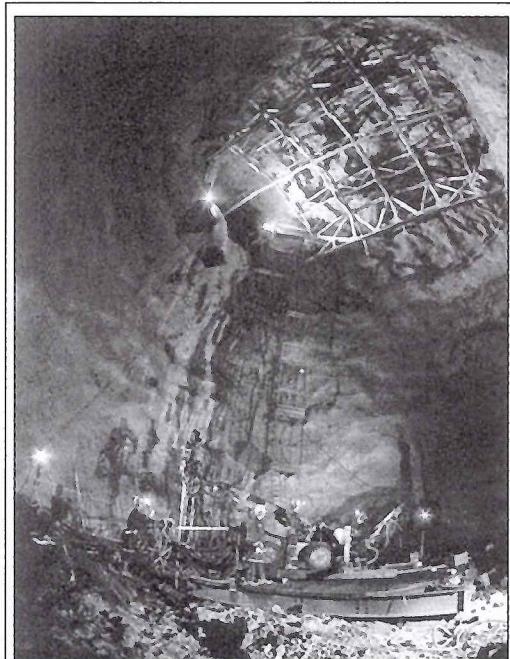
Pozorovanie SN1987A doplnili a skomplikovali počítačový model chaotického okolia explodujúcej hviezdy, avšak ostali zatial bez overenia pozorovaním. „Ešte stále nevieme, aké množstvo a akých neutrín sa tvorí pri výbuchu supernovy,“ hovorí George M. Fuller (Kalifornská univerzita v San Diegu). „Súčasné detektory sú schopné o tom povedať oveľa viac.“

Napríklad sa očakáva, že začiatkom kolapsu v masívnom stelárnom jadre bude vznikať množstvo neutrín s energiami od 10 do 15 MeV. Tieto energetické neutrína vznikajú, keď elektróny a protóny pri kolapse sú stláčané dohromady a formuje sa hmota z neutrónov (elektricky neutrálne časticie, ktoré spolu s kladne nabitymi protónmi tvoria atómové jadrá).

O okamih neskôr, keď kolapsované jadro dosiahne maximálnu hustotu, hviezdy „balón“ a nárazová vlna sa začne štrípiť cez dopadajúci materiál. V týchto miestach vznikajú mnohé časticie, vrátane párov neutríno-antineutríno všetkých vôle s energiami až do 20 MeV. „Budeť môcť pozorovať explóziu v reálnom čase, ak budete sledovať zmeny v neutrínovom toku,“ hovorí Adam Burrows (Arizonská univerzita).

Existuje vzušujúca možnosť sledovať náhle prerušenie toku elektrónových neutrín počas vzplanutia. To by naznačovalo, že vznikajúca neutrónová hvieza kolabuje do čiernej diery.

Neutrína poskytujú ďalšiu lákavú možnosť – predpoveď vzniku supernovy v našej Mliečnej ceste. Prvé neutrína, uvoľnené pri explózii supernovy, preniknú cez povrch zanikajúcej hviezdy takmer ihneď a nárazová vlna o niekoľko hodín neskôr. Pretože neutrína sa šíria takmer rýchlosťou svetla, dosiahnu Zem niekoľko hodín pred



Neutrínové observatórium v Sudbury (Kanada) po-
zostáva z akrylovej gule naplnenej tisíc tonami ľahkej
vody a obklopanej sieťou 9600 veľkých fotonásobičov.
Od kozmického žiarenia je odtienené dvojkilometrovou
vrstvou zemskej kôry a od radioaktivity okolitých
hornín 7000-tonovou vrstvou ultračistej vody. SNO
zahájilo merania v roku 1999 a o dva roky neskôr
potvrdilo objav Super-K, že neutrína menia „vôle“,
t. j. oscilujú, a takto vyriešilo desaťročia trvajúci pro-
blém deficitu slnečných neutrín.

Hore: Čaženie horniny pre dutinu SNO, začiatkom
roku 1990.

Dole: 12-metrová akrylová guľa SNO pri montáži
v roku 1997.



signálom viditeľnej explózie. Výskumníci zo SNO, Super-K a iných neutrínových detektordov sa snažia vytvoriť globálnu informačnú sieť pre astronómov vrátane amatérov pomocou ktorej by oznámili, že pravdepodobne prijali neutrínový signál zo vznikajúcej supernovy (pozri *dodatok k článku*).

Vysokoenergetická hranica

Výskum vysokoenergetického konca neutrínového spektra predstavuje novú príležitosť na získanie poznatkov o jeho podstate, ale sprevádzajú ho aj nové problémy. Z kladnej stránky, čím viac energie neutríno nesie, tým ochotnejšie interaguje s inými časticami a tým ľahšie sa de-

teguje. Záporom je, že tento koniec neutrínového spektra je presiaknutý atmosférickými neutrínami. To platí až po energiu 1 TeV (10^{12} eV – jeden bilión eV). Nad touto hranicou počet atmosférických neutrín je nepatrny a otvára sa okno do vysokoenergetického vesmíru.

Otzáka, kde môžu takéto neutrín vznikať, je zatiaľ otvorená. Jeden ich zdroj je však zaručený: *veľmi vysokoenergetické kozmické žiareni* (UHECR – ultrahigh-energy cosmic rays), ktoré môže produkovať neutrín s energiou až okolo jedného trilióna eV (10^{18} eV). Pri ceste cez kozmický priestor kolidujú tieto UHECR s fotonami, ktoré tvoria mikrovlnové (pozadové) žiareni.

Vieme, že obidva druhy žiarenia existujú, teda

existujú aj ich interakcie. A pretože neutrín sa šíria priamočiaro, vďaka ich imunité ku galaktickým magnetickým poliam nás môžu ich pozorovania priviesť ku zdrojom UHECR (dráhy UHECR sú rôzny spôsobom zakrivené, podľa konfigurácie galaktických magnetických polí).

Vo všeobecnosti sa dá vznik vysokoenergetických neutrín očakávať ako vedľajší produkt interakcie vysokoenergetických protónov s hmotou a žiareniom. Poznáme zatiaľ dva potenciálne zdroje takýchto protónov. Jedným sú vzplanutia gamažiarenia pri kolapsu rýchlorotujúcich masívnych hviezd, druhým supermasívne čierne diery v centrach masívnych galaxií.

Bližšimi možnými zdrojmi neutrín sú galaktické mikrovazary – čierne diery s hmotou jednej hviezdy, s akrečným diskom a vysokorýchlosťnými prúdmi. Takými môžu byť aj zvyšky supernov, ktoré svojím zamotaným magnetickým polom môžu urýchliť častice do subsvetelných rýchlosťí.

Hoci tieto potenciálne zdroje neutrín sú podstatne slabšie ako gamavzplanutia alebo aktívne galaxie, ich relatívna blízkosť robí z nich vhodných kandidátov. „Radi by sme pozorovali neutrín zo zvyškov supernov v blízkych špirálnych ramenach – asi niekde v súhvezdí Labute,“ vráv Francis Halzen z wisconsinskej univerzity.

Hanzel je vedúcim projektu *IceCube*, detektor z jedného kubického kilometra ľadu, ktorý má začať pracovať koncom roku 2004. Obrovská vekosfér detektora *IceCube* je potrebná, pretože záchytenie vysokoenergetického neutrína je zriedkavou udalosťou. *IceCube* ľahko dosahuje úctyhodné proporcie, lebo detekčné médium je stále na mieste vo forme obrovského objemu antarktického ľadu. Pomocou kilometrových sietí svetelných senzorov, ukrytých pod povrchom ľadovca, výskumníci z času na čas zaznamenajú záblesk ako výsledok kolízie neutrína s protónmi v priezračnom ľade.

Technológia detektora *IceCube* bola vyskúšaná pri stavbe detektora AMANDA (Antarctic Muon and Neutrino Detector Array), ktorý je v súčasnosti v prevádzke na južnom póle. AMANDA dodnes detegovala stovky neutrín

prichádzajúcich z celej severnej oblohy. (Prečo severnej oblohy? Detektor AMANDA je zahľtený neutrínami prichádzajúcimi zhora, avšak pozornosť vedcov je zameraná iba na tie, ktoré prichádzajú zdola. Tieto neutrín, prichádzajúce zo severnej oblohy, musia pred príchodom do detektora na južnom póle prejsť cez celú zemeguli.)

Avšak žiadna z deteckí neutrín detektorm AMANDA časovo nekoinciduje s deteckami na iných zariadeniach. To je dôvod na tvrdenie, že tieto deteckie spôsobili iba vysokoenergetické atmosférické neutrín. V súčasnosti sa AMANDA stáva súčasťou detektora IceCube a aj v konzervatívnejších predpovediach sa môžeme dočítať, že do konca desaťročia budeme s jeho pomocou schopní presne určiť smery k zdrojom neutrín.

Pozeráme hore aj dole

Spôsob deteckie v *IceCube* nie je jedinou možnosťou deteckie vysokoenergetických neutrín. Navrhovaný experiment ANITA (Antarctic Impulsive Transient Array) chce využiť detektor na balóne, ktorý bude driftovať 35 km nad Antarktídu a bude prijímať rádiový signál, vznikajúci pri interakciu neutrín s ľadom. Ešte iná technika chce využiť morskú vodu namiesto ľadu vo funkciu detektora. Na tomto princípe pracuje veľký detektor ANTARES umiestnený pod vodou na juhu Francúzska. Na podobnom princípe budú pracovať experimenty NESTOR vo východnom stredomorí a BAIKAL v Rusku.

„Je to skutočne zlatý vek neutrín,“ hovorí Scholberg. „Množstvo základných otázok o neutrínach bolo zodpovedaných a máme novú generáciu detektarov, s ktorými môžeme odštartovať rozkvet nového odvetvia astronómie.“

Hoci to dlho trvalo, ale potvrdilo sa, že výpočty Johna Bahcalla boli správne. „Mal som z tohto výskumu obrovský pôžitok,“ povedal. „Jediná vec, ktorej som sa obával, bola, že ľudia, ktorí ma platia, na to prídu a prestanú ma platiť!“

IVAN SEMENIUK,
reportér „Discovery Channel, Canada“

(Preklad: Milan Rybanský)

Objav budúcej supernovy v našej Galaxii

Posledné vzplanutie supernovy v našej Galaxii sa uskutočnilo v čase, keď ďalekohľad ešte neboli skonštruované. Je pravdepodobné, že odvtedy vybuchli v disku Mliečnej cesty mnohé iné supernovy. Odhaduje sa, že stredná doba medzi vzplanutiami je okolo 30 rokov. Mnohé vzplanutia však môžu byť ukryté pred našim zrakom prachovou vrstvou v galaktickej rovine.

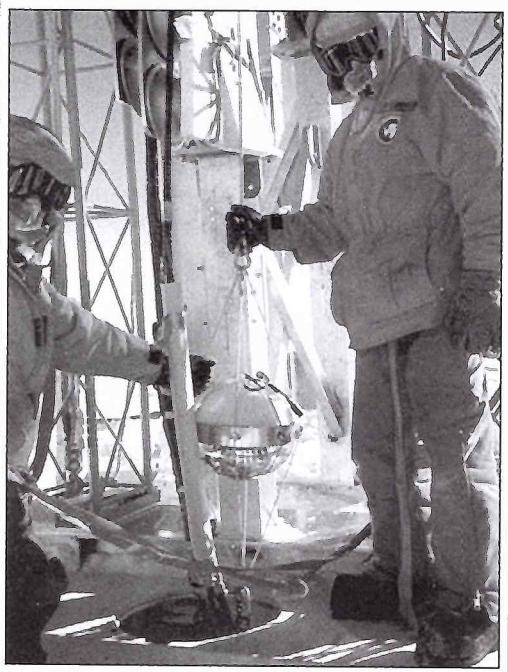
Neutrín hravo preniknú cez lubovoľne hrubú vrstvu prachu a prinesú nám správu o kolapse jadra supernovy v našej Galaxii. Okrem supernovy 1987A, vzplanutie ktorej nastalo v „susedstve“, vo Veľkom Magelanovom oblaku, neboli pozorované žiadne hviezdne neutrín jednoducho preto, že sme nemali potrebnú pozorovaciu techniku. Keď najbližšie nastane vzplanutie supernovy v Galaxii, je nanajvýš pravdepodobné, že ľudstvo dostane o tom prvú správu z neutrínových detektordov.

Na to, aby sme sa čo najlepšie pripravili na pozorovanie takého úzazu, disponujú fyzici a astronómovia varovacím systémom SNEWS (Supernova Early Warning System), úlohou ktorého je oboznámiť celú astronomickú komunitu s pozorovaniami neutrín na rôznych detektordoch.

Vzhľadom na znalosť nočnej oblohy a možnosti širokouhlých pozorovaní, môžu amatéri zohrať v tomto programe klúčovú úlohu. Také detektory neutrín, ako je japonský Super-Kamiokande alebo kanadský Sudbury Neutrino Observatory, môžu zistíť nielen **kedy** nastalo vzplanutie, ale aj približne **kde**. Keď sa prihlásite do AstroAlert služby *Sky & Telescope*: (SkyandTelescope.com/observing/proamcollab/astroalert) môžete získať správu, kde hľadať prípadné „hviezdneho hosta“. S trochou šťastia, pri spolupráci fyzikov a astronómov sa môže podarí pozorovať aj prvý záblesk supernovy, čo sa dosiaľ ešte nikdy nepodarilo.



Hore: 1 km od južného pólu je „vrtný tábor“ experimentu AMANDA, kde sa roztapecím vytvárajú diery v antarktickej ľadovej, ktorá je opticky priehľadná.
Dole: Na kilometer dĺhych závesoch sú pripojené fotodetektory a uložené v ľadových dierach, kde reagujú záblesky generované neutrínami pri zrážke s elektrónmi alebo jadrami atómov. AMANDA reaguje stovky neutrín, ktoré najpravdepodobnejšie vznikajú pri zrážkach častíc kozmického žiarenia s jadrami atómov atmosféry a pre astronómov sú nezaujímavé. Avšak zdokonalená verzia experimentu AMANDA, IceCube je dosť citlivá aj na pozorovanie neutrín z hlbokého kozmu.



První nebo druhé housle pro Evropu?

V minulých dvou dílech našeho seriálu jsme nejprve navštívili Rusko a následně se podívali na silnou asijskou trojici (Čína, Indie, Japonsko). Dnes zůstaneme přece jen blíže domovu – v Evropě.

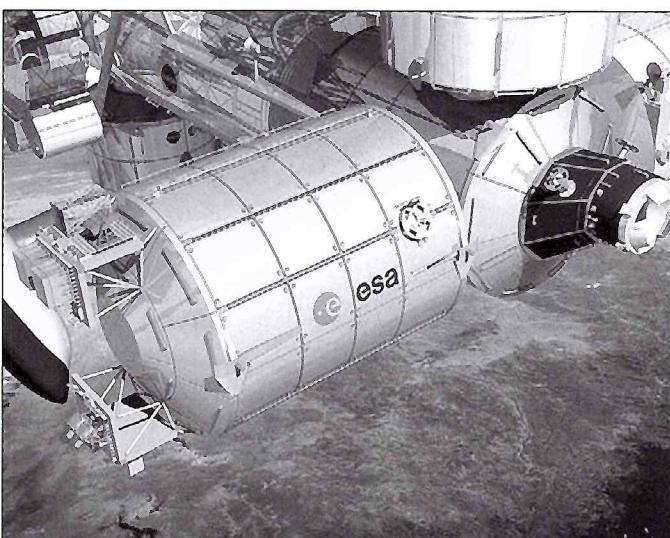
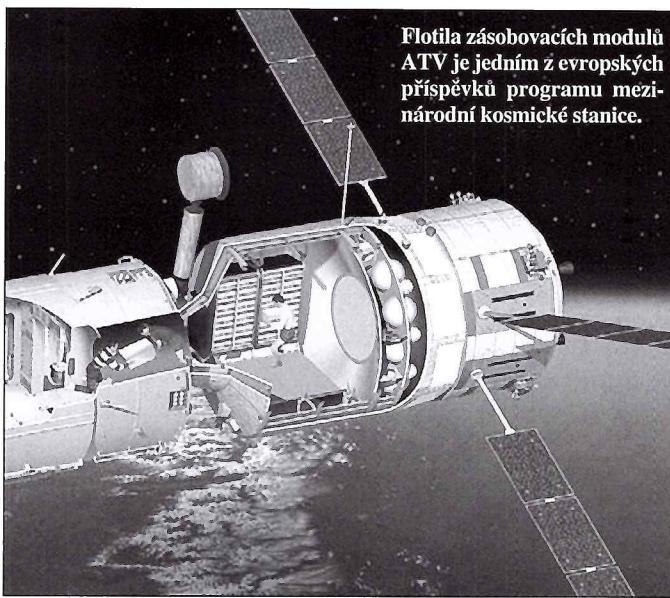
Už mnoho let jednoznačně udává kosmonautice na starém kontinentě tón Evropská kosmická agentura (European Space Agency, ESA). Mnoho zemí sice i nadále disponuje vlastními kosmickými organizacemi, ale tyto mají buď zanedbatelný vliv a význam, anebo jsou pouze prodlouženou rukou ESA. Ostatně, většina evropských států se snaží své národní programy utlumit ve prospěch větších evropských. Spojení sil a finančních prostředků totiž přináší nové možnosti: dlouhodobou stabilitu, realizaci větších programů apod.

Přímo čítankovým příkladem by v této souvislosti mohl být evropský oddíl kosmonautů (pro které se někdy vžil speciální termín „euronauti“). Dlouhé roky si jednotlivé evropské země „přestovaly“ své národní kosmické projekty. Někdy šlo o koncepční programy, jindy o nahodilé akce „jeden kosmonaut a dost“. Přestože se ESA už od sedmdesátých let pokoušela o vytvoření vlastního oddílu kosmonautů, dlouhé roky neměla úspěch. Evropské země tuto myšlenku sice podporovaly, na druhé straně se ale věnovaly také svým národním programům. Když pak došlo na lámání chleba (přerozdělování financí, dlouhodobé plány apod.), je evidentní, že přednost dostávaly národní zájmy před cíli společnými.

Nicméně ESA ve své snaze vytvořit celoevropský oddíl kosmonautů nepolevovala a po mnoha letech svého v devadesátých letech skutečně dosáhla. Nejdůležitějším mezníkem přitom byl okamžik, kdy se jednotlivé členské státy této kosmické instituce zřekly svých národních programů (resp. zavázaly se dokončit stávající připravené mise a nové realizovat výhradně pod hlavičkou ESA). Zde je zapotřebí si uvědomit, že toto v žádném případě neznamená konec národních programů vysílání kosmonautů do vesmíru. Evropa prostě chce mít všechny kosmonauty v jednom oddíle s tím, že jim nebude bránit v letech do vesmíru pro národní agentury.

Evropský oddíl kosmonautů tvoří v současnosti třináct členů. Optimální stav by přitom měl být šestnáct osob (čtyři z Francie, čtyři z Německa, tři z Itálie a pět z ostatních zemí), jenomže vlivem několika odchodu v nedávné době poněkud „pohubnul“, takže se dají očekávat nové nábory. **Třináctku euronátů dnes tvoří:**

- Clervoy Jean-François (Francie, veterán z letů Atlantis STS-66/1994, Atlantis STS-84/1997 a Discovery STS-103/1999).
- De Winne Frank (Belgie, Sojuz TMA-1 /2002).
- Duque Pedro (Španělsko, Discovery STS-95 /1998 a Sojuz TMA-3/2003, záložní kandidát pro dlouhodobý let na ISS).
- Ewald Reinhold (Německo, Sojuz TM-25 /1997).
- Eyharts Leopold (Francie, Sojuz TM-27 /1998).
- Fuglesang Christer (Švédsko, kandidát STS-116/2006).
- Kuipers André (Nizozemí, Sojuz TMA-4 /2004).
- Nespoli Paolo (Itálie, člen záložní posádky Sojuz TMA-6/2005 a kandidát STS-124/2008?).
- Nicollier Claude (Švýcarsko, Atlantis STS-46/1992, Endeavour STS-61/1993, Columbia STS-75/1996 a Discovery STS-103/1999, kandidát Sojuz TMA/2007).
- Reiter Thomas (Německo, Sojuz TM-22 /1995, hlavní kandidát pro dlouhodobý let na ISS).
- Schlegel Hans (Německo, Columbia STS-55 /1993).
- Thiele Gerhard (Německo, Endeavour STS-99/2000).
- Vittori Roberto (Itálie, Sojuz TM-34/2002, kandidát Sojuz TMA-6/2005).



Vědecký modul Columbus, nejdůležitější evropská součást stanice ISS.

ESA je mimořádně aktivně v programu kosmické stanice ISS zapojena. Největší příspěvek přitom představuje laboratorní modul Columbus (podle současných plánů start v roce 2007 americkým raketoplánem). Ten bude mít tvar válce o délce 6,9 metru a průměru 4,5 m. Jeho vnitřní objem bude 75 metrů krychlových. Hmotnost prázdného modulu (bez vědecké aparatury) bude představovat 10 300 kg, přičemž pojme až 9000 kg přístrojů. Kromě hermetizovaného prostoru pro provádění pokusů bude disponovat také čtvercoví pracovní plochy na vnějším pláště, kde mohou být prováděny některé experimenty nebo kde budou zkoumané materiály vystavené dlouhodobému působení kosmického prostředí.

Po vypuštění laboratoře Columbus by ESA ráda měla trvale přítomného svého zástupce na palubě stanice. V současné době (tříčlenná posádka, po dobu nucené přestávky raketoplánu dokonce dvoučlenná) to není možné, že s připravovaným rozšířením na pět či šest astronautů od roku 2007 by mohla evropská přítomnost na stanici minimálně výrazně narůst. Prvním pionýrem v tomto ohledu se má stát německý pilot Thomas Reiter, který se nyní intenzivně připravuje na půlroční pobyt na ISS. Absolvovat by jej měl na přelomu let 2005 a 06. Rozšíří tak řady evropských kosmonautů, kteří už na ISS pobývali a pracovali: dosud jich bylo šest (dva na amerických raketoplánech, ostatní dorazili ruskými loděmi Sojuz).

Přestože ESA nemá vlastní pilotovanou kosmickou loď, na programu ISS se podílí opravdu výrazně – a to nejen prostřednictvím výše zmíněně laboratoře Columbus. Dalším příspěvkem je modul MPLM (Multi Purpose Logistic Module), což je válcovitý přepravní kontejner o délce 6,4 metru, průměru 4,3 metru a prázdné hmotnosti 4,1 tuny, který bývá do vesmíru dopraven v nákladovém prostoru raketoplánu a na oběžné dráze pomocí manipulátoru RMS připojen ke stanici. Po přeložení nákladu je pak umístěn zpět do raketoplánu a dopraven na Zemi. Celkem byly vyrobeny tři moduly MPML – Leonardo, Raffaello a Donatello. Každý z nich je schopen vynést na oběžnou dráhu 9100 kilogramů nákladu. Modul má životnost 25 startů do vesmíru.

Zatímco moduly MPLM jsou plně odkázané na raketoplány (nebo na připojení k palubním zdrojům stanice) a nejsou schopné samostatného letu či operování, na podzim 2005 by mělo dojít k vypuštění rozměrného evropského vesmírného „nákladáku“ ATV (Automated Transfer Vehicle). Po vypuštění nosičem Ariane-5 bude modul v automatickém režimu připojen ke stanici ISS, kde setrvá po dobu až půlročního roku. Přitom sem dopraví přes sedm a půl tuny nákladu (tedy třikrát tolik, co současné ruské družice Progress): vodu, náhradní díly, kyslík, přístroje, zásoby, palivo. Na konci své životnosti pobere ATV až 6,5 tuny odpadu (jehož hromadění na ISS je při současném uzemnění raketoplánů dosti velkým problémem) a řízeně zanikne nad Tichým oceánem.

První ATV byl pojmenovaný Jules Verne a postupně bude k letu připraveno ve zhruba dvouletých intervalech sedm těchto družic. Celková cena programu je 1,24 mld. Euro. Mimochodem, ještě před nějakými deseti lety ESA zvažovala, že vytvoří dva podobné projekty: dopravní lodě ATV a pilotovanou CTV (Crew Transfer Vehicle). Nicméně nakonec zůstalo z technických a ekonomických důvodů jen u bezpilotního programu.

Jako pokračovatel ATV by měl po roce 2010 začít létat CARV (Cargo Access and Return Vehicle), což by měla být vylepšená verze, která bude mj. vybavena návratovým pouzdrem. CARV je evropskou reakcí na oznámení ukončení provozu raketoplánů ihned po dokončení ISS. Na rozdíl od ATV se má CARV připojovat k americké straně ISS. O jeho definitivním vývoji bude rozhodnuto v r. 2006.

Toto byly jednotlivé dílny části toho nejatraktivnějšího, co nám může kosmonautika nabídnout – pilotovaných výprav. Nicméně (nejen) k jejich realizaci je potřeba mít nějakou vizi, nějaké směrování. Vědci, politikové i komentátoři se v případě evropské kosmonautiky nemohou shodnout na skutečnosti, zdali její budoucnost má jméno Aurora. Takto byla totiž pojmenována dlouhodobá strategická vize ESA, kterou v roce 2001 schválil Výbor pro vědu při Evropské unii a Rada ESA. **Má tři základní cíle:**

- Průzkum Sluneční soustavy a vesmíru.
- Podporovat rozvoj nových technologií.
- Inspirovat především mladé v EU k většímu zájmu o vědu a techniku.

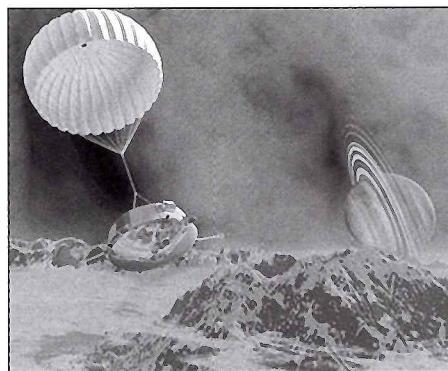
Cílem Aurory je vytvořit a následně implementovat v praxi dlouhodobý evropský plán pro bezpilotní i pilotované mise určené k průzkumu Sluneční soustavy s tím, že Měsíc, Mars a asteroidy jsou ve středu zájmu. Právě otázka implementace programu Aurora do reálného světa je věcí, která je třecí plochou celého záměru.

Odpůrci Aurory tvrdí, že tento program je uměle vytvořenou záležitostí bez dlouhodobé politické podpory či ekonomického zázemí a že jde jen o „laboratorní“ výmysl bez možnosti prosadit se v reálném světě. Zastánci Aurory naopak oponují, že politickou a ekonomickou podporu nelze získat bez pevných plánů a termínů a že evropská kosmonautika dlouhodobou vizi dosud postrádala. Jak už to bývá, pravda bude asi někde uprostřed.

První programy ambiciozního plánu Aurora



Takto nějak by mohlo vypadat evropské automatické vozítko vyslané na Mars v roce 2009.



Sonda Huygens se snáší k Titanu.

přitom už byly schváleny a práce na nich probíhají v plném proudu. V zásadě se dělí na dva typy: tzv. vlajkové mise (flagship; kritické a důležité) a mise směrovací (arrow; flexibilní, levné a jednoduché, které nejsou klíčové, ale jejichž cílem je dodat technologie a znalosti pro vlajkové a snížit jejich rizikost).

ESA chystá dvě vlajkové mise: ExoMars a Mars Sample Return (MSR). V roce 2009 má odstartovat první z nich, která by se měla skládat ze dvou součástí: jednak orbitální stanice a jednak přistávacího modulu, který na povrch dopraví šestikolové vozítko. MSR by pak měl ke svému cíli zamířit o dva roky později (možná dokonce poletí ve dvou částech, kdy další by bylo vypuštěno v následujícím startovacím okně).

V rámci směrovacích misí chystá Evropa jednak návratovou družici EVD (Earth re-entry Vehicle Demonstrator), na níž budou testovány technologie nutné pro úspěšný automatický návrat vzorků hornin z Marsu. Jednak to bude program Mars Aerocapture Demonstrator – sondy pro otestování snižování rychlosti u cílové planety pouze využitím tření o husté vrstvy atmosféry.

Pokud hovoříme o evropském průzkumu Marsu, pak je třeba se zmínit také o přistávacím modulu Beagle-II a jeho neúspěšném pokusu o dosažení povrchu Marsu v roce 2003. Šlo především o britský projekt, což mimochodem jeho tvůrci velmi hlasitě propagovali (přestože na něj nemalou částkou přispívala i ESA). Nicméně slo o součást jinak veleúspěšné mise Mars Express. Profesor Colin Pilinger, duchovní otec projektu, by rád získal peníze na jeho zopakování v roce

2009. Usiluje o to, aby byla mise Beagle-III přidána k americkému projektu Mars Science Laboratory Rover nebo evropskému ExoMars. V obou případech by se modul Beagle-III „svezl“ atmosférou cílové planety spolu se svou mateřskou stanicí a až v určité výšce nad povrchem by byl uvolněn (což by jednak snížilo riziko mise a jednak její ekonomickou náročnost).

Ovšem meziplanetární lety nepředstavuje jen průzkum Marsu. Výše zmíněná sonda Mars Express se zanedlouho dočká svého následovníka: sondy Venus Express. Jak už její název napovídá, cílem bude po startu v listopadu 2005 planeta Venuše. Sonda je skutečně expresní (od oznámení projektu po start neuplyne více než dva a půl roku). Díky použití zkušeností, technologií i záložních přístrojů z mise Mars Express pak je nízká i cena (např. stavba sondy 82,4 mil. Euro).

ESA také stojí za aparaturami, které zamířily do vzdálenějších hlubin vesmíru. Svoji plánovanou životnost už dávno překonala stanice Ulysses (start 1990) určená k průzkumu Slunce (ničemně stále ještě aktivně fungující). Těsně před přiletem k cíli má výsadkový modul Huygens, jinak součást saturnovské mise Cassini, který by se měl pokusit o přistání na měsíci Titan v lednu 2005. Naopak, prakticky na samém počátku předdlouhé cesty je sonda Rosetta s výsadkovým modulem Philae, které vyrazily na svou pouť v únoru 2004, přičemž k cílové kometě P67/Čurjumov-Gerasimenko dorazí až v listopadu 2014!

Co se budoucích plánů ESA v oblasti meziplanetárních letů týká, připravuje se Solar Orbiter (průzkum naší mateřské hvězdy) nebo Bepi Colombo (mise k Merkuru). Ve stádiu úvah je také mimořádně zajímavá výprava Don Quiote, což má být mise určená ke studiu možnosti ochrany naší planety před dopadem asteroidu. K vybranému tělesu se vydá dvojice těles: stanice Sancho má být navedena na oběžnou dráhu kolem asteroidu (na nějž vysadí několik penetrátorů), zatímco projekt Hadalgo se pokusí nárazem (rychlosť 10 km/sec.) změnit trajektorii letu tělesa. Tímto experimentálním způsobem má být ověřeno, zdali a za jakých podmínek je něco podobného možné. Pokud bude výprava Don Quiote schválena k financování, stane se realitou za nějakých deset let.

Základem kosmonautiky jsou samozřejmě nosné rakety. ESA vložila nemálo finanční prostředky a úsilí do programu Ariane-5, který se ovšem nevyvíjí zcela stoprocentně podle jejich představ. Hned první start v červnu 1996 se skončil havárií a z následujících osmnácti startů (do konce října 2004) byl jeden neúspěšný a další dva hodnoceny jen jako částečný úspěch. Právě onen neúspěch byl velkou ranou pro program Ariane-5, protože šlo o selhání nosiče ve verzii EC-A (nový motor Vulcain-2 v prvním stupni, nový druhý stupeň – výsledkem je možnost vynášení až desetitonových nákladů na dráhu přechodovou ke stacionární) při premiérovém letu v prosinci 2002. Před koncem roku 2004 by se Ariane-5 EC-A měla pokusit o reparaci s komunikačním satelitem XTAR-X, jehož majitelé se rozhodli akceptovat výrazně nižší cenu využití zvýšené riziko zkušebního startu.

V příštích letech bude Ariane-5 k dispozici i ve verzi EC-B (až dvanáct tun nákladu na dráhu

přechodovou). Až někdy před koncem druhého desetiletí by měla být nahrazena nosičem další generace (někdy označovaným jako Ariane-6). Jedním z možných stupňů na cestě k novému nosiči je raketoplán Phoenix, jehož prototyp má za sebou první zkušební lety v atmosféře. Při nich byl vrtulníkem dopraven do výšky 2400 metrů, odkud klouzavým půldruhaminutovým letem pokračoval směrem k přistávací dráze, kde svůj let zakončil hladkým přistáním. Phoenix má délku sedm metrů, rozpětí čtyři metry a hmotnost 1200 kilogramů.

Již několik let probíhá vývoj nové evropské kosmické rakety Vega. Pokud vše půjde podle plánu, měli bychom se jejího premiérového startu dočkat do dvou let – před koncem roku 2005. Raketa Vega bude schopná dosáhnout oběžné dráhy mezi 300 a 1500 kilometrů, přičemž její nosnost má pohybovat v rozmezí 300 až 2500 kilogramů. Velkou výhodou rakety bude přesné navedení vynášeného nákladu na cílovou dráhu – u nosičů využívajících výhradně tuhá paliva toto není možné. Přesné navedení bude proto zajišťovat čtvrtý stupeň AVUM (Attitude and Vernier Upper Module), který má zároveň zajišťovat stabilizaci rakety ve všech osách v době mezi činností jednotlivých stupňů a stabilizaci rotací v době hoření stupně třetího.

Jihoamerický kosmodrom Kourou (stát Francouzská Guiana) by v dohledné době neměl být jen hlavním domovem evropských raket Ariane-5 a Vega, ale také ruských Sojuz (ve verzi STK). Jejich předností je velmi nízká cena ve srovnání se „západní“ konkurenční a spolehlivost prověřená téměř dvě tisíci starty (!) nosiče R-7 v mnoha různých obměnách. S premiérovým letem z Kourou se počítá v roce 2006. Není přitom vyloučeno, že za několik let budou z Kourou pomocí sojuzů (resp. jejich upravené verze Oněga) vypouštěny také pilotované lodi Space Clipper, o jejichž vývoji ESA a Rusko v současnosti intenzivně jednají.

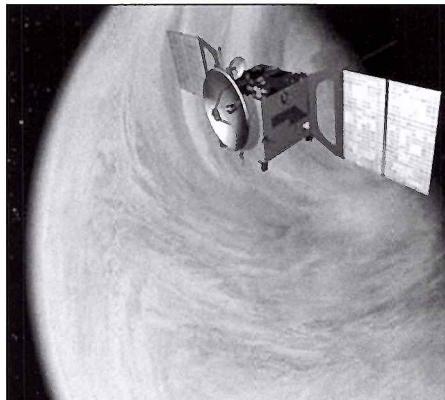
ESA se samozřejmě velmi intenzivně věnuje také bezpilotnímu dálkovému průzkumu naší planety. Na rok 2005 se chytá start družice MetOp, což bude první evropská meteorologická stanice na polární oběžné dráze. Nejzajímavější je ovšem nová řada družic Earth Explorer, což budou mise malé a střední kategorie určené vždy k plnění speciálních úkolů. ESA připravuje dva typy této misí: Core (základní) a Opportunity (příležitostné). Zatímco mise Core budou zaměřeny na klíčové oblasti zájmu ESA, mise Opportunity budou technologicky jednodušší a budou směřovány do okrajových oblastí zájmu. První Core mise má odstartovat v roce 2006 a bude se jmenovat GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer) s tím, že jejím hlavním cílem bude sledování drobných odchylek gravitačního pole v návaznosti na cirkulaci mas vody ve světových oceánech. V roce 2007 pak „půjde nahoru“ další družice řady Core: ADM-Aeolus (Atmospheric Dynamics Mission-Aeolus). A o rok později Swarm, konstellace satelitů navržených ke studiu změn zemského magnetického pole. V listopadu 2004 (po uzávěrce tohoto Kozmosu) hodlala ESA oznámit další misi z programu Core, přičemž rozhodovala se mezi dvěma kandidáty: EarthCARE (Earth, Clouds, Aerosol and Radiation Explorer)

a SPECTRA (Surface Processes and Ecosystem Changes Through Response Analysis).

Už v roce 2005 bude zahájena první mise Opportunity: výprava CryoSat ke sledování vody umístěné v polárních ledovcích. Druhá má následovat v roce 2007: nazvána byla SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) a bude mapovat rozložení soli ve světových oceánech i na pevninách.

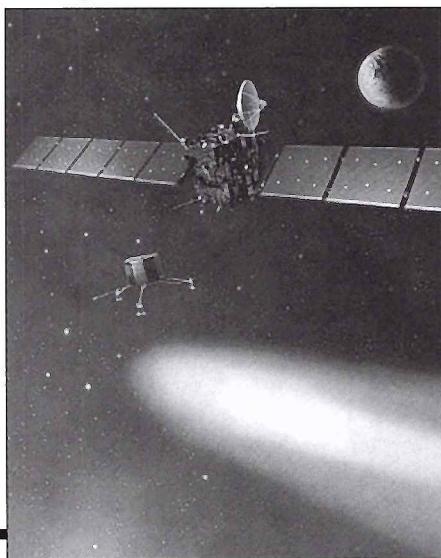
Vědecké projekty ESA (pokud si odmyslíme výše zmíněné meziplanetární) se dají rozdělit do tří kategorií: probíhající, připravované a zvažované. **Ve vesmíru v současné době jsou a pracují družice:**

- HST (Hubble Space Telescope) – společný projekt s americkou NASA jistě netřeba dlouze představovat. Nad budoucností teleskopu vypuštěného v roce 1990 se ale vznáší nejen jeden otazník poté, co se americká strana rozhodla zrušit další zamýšlené servisní mise raketoplánů k této observatoři.
- Integral – studium gama záření ve vesmíru nám pomáhá získat informace o kosmických explozích, radiaci, formování částic, černých dírách a dalších exotických objektech.
- XMM Newton (X-ray Multi-Mirrors) – zvyšování našich znalostí o velmi horkých objektech vytvořených v době, kdy byl vesmír velmi mladý.
- Double Star – dvojice družic připravených ve spolupráci s Čínou studujících interakci



Připravovaná sonda Venus Express má navázat na úspěchy Mars Expressu.

Sonda Rosetta v současné době míří ke kometi P67/Čurjumov-Gerasimenko.



slunečního a zemského prostředí (zvláště magnetosféry).

- Cluster-II – čtveřice satelitů ke studiu vlivu slunečního větru na Zemi.

Mezi schválené a vyvíjené vědecké programy ESA pak patří:

- JWST (James Webb Space Telescope) – observatoř, která se má stát nástupcem teleskopu HST.
- Herschel – dříve mise FIRST (Far Infrared and Submillimetre Telescope), která má studovat okolnosti vzniku hvězd a galaxií.
- Planck – družice k mapování kosmického mikrovlnného záření s vysokou přesností. Cílem je pomocí objasnit některé teorie o vzniku a vývoji vesmíru.
- LISA Pathfinder – experimentální družice, která má za cíl vyvinout technologie potřebné k přesnému létání satelitů ve formacích (což by mohlo v budoucnu umožnit vytvářet teleskopy s fantastickým rozlišením apod.).
- Corot – pátrání po planetách terestriálního typu v blízkém i vzdáleném vesmíru.

Evropská kosmonautika pak má ve studijní fázi následující vědecké mise:

- Darwin – hledání planet podobných Zemi (malé, s pevným povrchem) ucca tisícovky blízkých hvězd.
- XEUS (X-ray Evolving Universe Spectroscopy) – družice určená ke studiu zdrojů rentgenového záření (černé díry, mezihvězdná hmota apod.) ve vesmíru, dvěkrát citlivější než XMM Newton (viz).
- LISA (Laser Interferometry Space Antenna) – detekování gravitačních vln vytvářených astronomickými objekty, testování základních teorií relativity. Některé technologie mají být odzkoušené při misi LISA Pathfinder (viz).
- Gaia – astrometrická mise. Cílem je vytvoření nejpodrobnější mapy naší galaxie, která bude obsahovat informace occa miliardě hvězd.

Asi největším evropským kosmickým programem současnosti je družicový navigační systém Galileo (obdoba amerického GPS nebo ruského Glonass), který se přes počáteční dětské nemoci silně rozjízdí. Celkem třicet satelitů (27 operačních a tři záložní) by mělo počínaje rokem 2008 zajišťovat minimálně stejné služby jako dnešní světový „standard“, americký systém GPS. První dvě družice Galileo by měly být do vesmíru vyslány před koncem roku 2005 ruskou raketou Sojuz.

Jak vidno, evropské projekty na poli dobývání vesmíru jsou velmi smělé. Plány pak jsou ještě smělejší. ESA je díky své mezinárodní povaze klíčovým hráčem i na nadnárodní úrovni, protože má za sebou desítky let překonávání potíží a hledání kompromisních cest pro všechny partnery. Pokud se ESA bude jen trochu snažit, muže na poli světové kosmonautiky svoji současnou roli ještě více posílit. Evropská kosmická agentura je dnes silná jako zřejmě nikdy v historii, takže by na ni rozhodně neměly zbýt ve světové kosmonautice druhé housle...

TOMÁŠ PŘIBYL

Foto: autor, ESA a archiv autora

Příště: Kosmonautika menších hráčů

Vzostup a pád sondy Genesis

Začiatkom augusta 2001 sa do Vesmíru vydala nenápadná, avšak nesmierne dôležitá sonda. Americká misia Genesis, ktorej úlohou bolo priniesť do pozemských laboratórií niekoľko mikrogramov vzoriek zmesi, z ktorej bola pred takmer piatimi miliardami rokov namiešaná celá Slnečná sústava.

Podľa predstáv súčasných hvezdárov vznikol Slnko a planéty v jeho okolí pred viac než štyri a pol miliardami rokov z jedného oblaku plynu a prachu. Prevažoval v ňom vodík s prímesami hélia, mračno bolo navyše obohatené stopovými množstvami prvkov, ktoré vznikli v jadrových reaktoroch predchádzajúcich generácií hviezd.

Zrnká prachu sa tu pomaličky spájali do stále väčších a väčších telies, až vytvorili zárodočné planéty (planetozimály) s priemerom niekoľkých tisícok kilometrov. Podobné, práve vznikajúce sústavy môžeme tu a tam pozorovať aj prostredníctvom Hubblovho teleskopu.

Vo väčšej vzdialosti od Slnka, kde bol plynoprachový disk chladnejší, si prvotné zárodky planét pozbierali i okolity plyn, predovšetkým vodík a helium.

V prípade nášho planetárneho systému Jupiter narušil dráhy telies v svojej blízkosti natoliko, že zabránil tomu, aby okolité zárodky mohli vytvoriť väčšie telesá. Z toho dôvodu nevýrástol Mars na väčšiu planétu a planétky bližšie k Jupiteru nedosiahli ani zdáaleka rozmery Marsu. Obdobie vzniku väčších telies ukončil náras výkonu mladého Slnka, ktoré vymietlo zvyšný materiál zo Slnečnej sústavy do okolitého medzihviezdného priestoru.

Aj keď sa zdá horevedená predstava takmer dokonalá, má niekoľko zádrhefov, a navyše nad ňou visí i niekoľko tučných otáznikov. Aspoň niektoré z nich by sa podarilo odstrániť v okamihu, keď by sme spoznali chemické zloženie materskej hmloviny. Z toho dôvodu vznikol v NASA v rámci programu Discovery projekt Genesis. Úlohou rovnomennej sondy, ktorej cena neprešla na celkom prijateľných 220 miliónov dolárov, je totiž podobné vzorky získať.

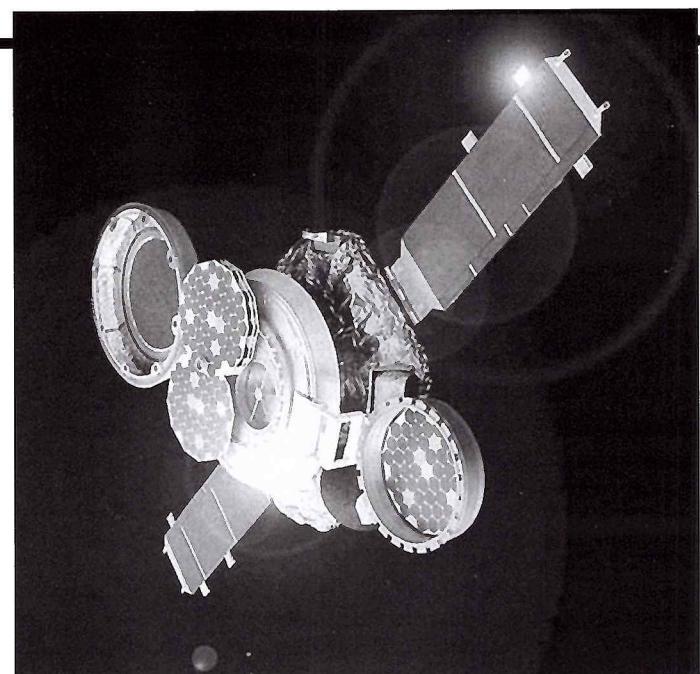
Prvá otázka, ktorá teraz blysne hlavou, je: Kde hľadať takú látku, ktorá má rovnaké zloženie ako prvotná hmlovina, z ktorej vznikla Slnečná sústava? Ved' od zrodu Slnečnej sústavy ubehlo 4,6 miliardy rokov... Napodiv to vôbec nie je

tažké. Obrovskú zásobáreň takýchto „zvyškov“ vidíme na oblohe každý deň – áno, ide o samotné Slnko.

Je zrejmé, že vo vnútri je naša denná hvieza natoliko horúca, viac ako 10 miliónov stupňov, že tam prebiehajú rôzne jadrové reakcie, ktoré spaľujú prítomný materiál (hlavne vodík) na ďalšie, ľahšie prvky. Vonkajšie vrstvy slnečnej atmosféry sú však prakticky nedotknuté a ich zloženie tak viac či menej zodpovedá zloženiu pôvodnej hmloviny. Pre nás pozemštanov je veľkou výhodou, že z povrchu Slnka tento materiál uniká v podobe slnečného vetra ako prúd iónov a elektrónov, ktorý vytrvalo zaplavuje celú Slnečnú sústavu.

Nachytať dostatočné množstvo častíc však nie je vôbec jednoduché. Môžeme zabudnúť na to, že by sa podobný lov mohol podaríť v okolí Zeme. Jej silná magnetosféra totiž väčšinu nabitých častíc neprepustí. Sonda Genesis sa preto vydala do tzv. Lagrangeovho (libračného) bodu L1, na spojnici Slnko-Zem, jeden a pol milióna kilometrov od našej planéty. V tomto mieste už sídlí napríklad slnečné observatórium SOHO i slnečná hliadka ACE.

Ale to nie je všetko. Hustota slnečného vetra je z pozemského hľadiska blízka dokonalému vákuu. Preto musia byť lapače sondy absolútne čisté, bez akýchkoľvek kontaminácií. Genesis sa na prvý pohľad podobá niekoľkým „ešusom“



Obr. 1: Obrázok predstavuje sondu Genesis pri „lapaní zrniečok slnečného zlata“ – častic slnečného vetra. Má otvorené lapače uspôsobené na zachytanie a uschovanie častíc. Vo vrchliku sondy sa nachádza jedna sada lapačov. Je to úplne rovnaký typ detektora zložený zo šestuholníkových kremíkových platničiek ako v zásobníku. Sú tam aj štyri lapače, ktoré sa postupne vysúvajú z jeho vnútra, keď začala sonda obiehať okolo bodu L1. Spodné tri detektory sú riadené nezávisle. Môžu byť vysúvané zo zákrytu, napríklad pri veľkých slnečných erupciách na zachytávanie určitých typov častic slnečného vetra. Vo vnútri „kanistra“ môžeme vidieť elektrostatický koncentrátor na zvýšenie počtu zachytených ľahkých častíc.

s dvomi pruhmi slnečných batérií (obr. 1), preto ju technici zostavovali v špeciálnych superčistých priestoroch. Navyše sa sonda prvé tri mesiace doslova „vypekala“ v slnečnej žiare. Ohrevom až na dvesto stupňov Celzia sa zbavovala všetkých prípadných zvyškov plynu, či už na detektoroch, alebo ich priľahlých častiach.

A potom sa to začalo. Odklopil sa vršok sondy a špeciálne zariadenie založilo v prúde preletiavajúcich častic.

Podobný „lov“ môže sonda Genesis urobiť hneď niekoľkými spôsobmi. Predovšetkým to umožňuje päťtoro doštičiek tvorených lapačmi častic z kremíka, diamantu podobného uhlíka, hliníka, germánia, zafíru a ďalších materiálov. Dve

z nich sú nepohyblivé a boli expoňované počas celých dvoch rokov pozorovania. Ostatné tri sa dajú vysúvať zo špeciálneho zásobníka na povrch zo Zeme, takže sa zamerali na časticie vyvrhované Slnkom v zaujímavých obdobiach – napríklad pri rozsiahlych erupciách.

Okrem toho má sonda vo výbave aj špeciálny elektrostatický koncentrátor, ktorý sa zameria na najľahšie ióny. Už teraz je totiž zrejmé, že 99 percent vzoriek nebude pre vedcov nijakým spôsobom zaujímavých. Týchto 99 percent pozbieraného materiálu bude predstavovať vodík a helium. Odborníci sa najviac tešia práve na to zvyšné percento – izotopy kyslíka, dusíka a ďalších vzácnych prvkov. Ich zastúpenie sa totiž môže stať veľmi zaujímavým testom našich predstáv o vývoji Slnečnej sústavy. V konečnom dôsledku by mal tento detektor určiť, ktorá z viačierich teórií opisujúcich úlohu kyslíka a ostatných prvkov pri formovaní Slnečnej sústavy je správna. Práve výsledky z koncentrátoru sú klúčové a z vedeckého hľadiska sa od nich očakáva najväčší prínos.

Pravdepodobne najkomplikovanejší manéver prišiel až v polovici roku 2004. Kolektory boli zaparkované a zakryté ochranným štítom. Genesis sa vrátil na dráhu okolo Zeme a vypustil návratové puzdro, ktoré v špeciálnom „kanistro“ obsahovalo niekoľko milióntin gramu častic. To mala ešte počas letu za-

Obr. 2: Kráter s impakтом menom Genesis.



5. Galaxie

5.1. Hvězdokupy

V. Makarov se věnoval nepřijemnému rozporu ve vzdálenosti hvězdokupy **Plejády** (Tau), odvozené na jedné straně trigonometricky pomocí družice HIPPARCOS (118 pc) a na druhé straně všemi ostatními nepřímými metodami, které navzájem dobře souhlasí, ale dávají soustavně větší vzdálenost kolem 132 pc. Protože vzdálenost Plejád představuje druhou příčku kosmologického žebříku (Hyády jsou první příčka ve vzdálenosti 46 pc), má takový rozpor vážné důsledky pro stupnici vzdáleností ve vesmíru. Autor proto vybral v Plejádách 54 hvězd, jejichž vzdálenosti lze určit trigonometricky z měření zmíněné družice, a použil nový výpočetní postup, který vedl k revizi trigonometrické vzdálenosti na (129 ± 3) pc, což je již v dobré shodě s nepřímými metodami měření.

J. Adams aj. využili údajů z Palomarského atlasu POSS a z infračervené přehlídky 2MASS k identifikaci a určení rozložení hmotnosti pro 434 hvězd otevřené hvězdokupy **Praesepe** v Raku, vzdálené od nás 77 pc, která vznikla před 830 mil. roků. Ukázali, že v jádru hvězdokupy o úhlovém průměru 4° (12 pc) chybějí hvězdy o nižší hmotnosti. Obecně pak funkce hmotnosti stoupá od $1,0 M_\odot$ do $0,4 M_\odot$ a pro nižší hmotnosti hvězd je pak konstantní. Hmotnost celé hvězdokupy dosahuje $600 M_\odot$.

C. Slesnick aj. obdobně zkoumali známou **dvojitou hvězdokupu χ a ρ Persei** (NGC 884 a 869), která je od nás vzdálena 2,3 kpc a jejíž stáří je rekordní – 12,8 mld. roků. Hvězdokupa tvoří jádro hvězdné asociace Per OB1 uvnitř stejnojmenného spirálního ramene Galaxie. Autoři zjistili, že hmotnosti hvězdokup dosahují 2 800 resp. 3 700 M_\odot , a že v nich nedávno proběhly tři epizody tvorby nových hvězd před 7, 17 a 60 mil. let. B. Chaboyer a L. Krauss využili objevu zákrytové a současně spektroskopické dvojhvězdy s čarami obou složek k revizi stáří obří **kulové hvězdokupy α Cen**, jež podle autorů činí $(11,1 \pm 0,7)$ mld. roků, takže je téměř stejně stará jako naše Galaxie. Hvězdokupa obsahuje několik milionů hvězd různého stáří a velmi nízké metalicity a její tvar je ovlivněn vlastní rotací, takže je na pôlech mírně zploštělá. Mladší hvězdy ve hvězdokupě představují jen 5% její celkové hmotnosti a ve skutečnosti původně tvořily samostatnou hvězdokupu, která byla tou hmotnější hvězdokupou gravitačně pozřena.

Podobným vícenásobným kanibalismem hvězdokup patrně vznikaly celé galaxie včetně naší, jak ukázali M. Salaris a A. Weis studiem **stáří 55 kulových hvězdokup** Galaxie, které představují plnou třetinu celkové II. populace hvězd v naší hvězdné soustavě. Jejich stáří se pohybuje od 6,4 po 12,9 mld. let s průměrnou chybou ± 1 mld. roků. Vznikly ve dvou krátkých epizodách; první generace je velmi chudá na „kovy“, zatímco druhá je o něco metaličtější. Hvězdokupy ve vnitřním halu mají nejvyšší stáří $(11,4 \pm 0,8)$ mld. let. Autoři odhadují, že Galaxie dnes obsahuje na 200 kulových hvězdokup, z nichž však pětina nebyla dosud objevena.

E. Grebelová a M. Odenkirche studiovali pomocí probíhající přehlídky SDSS morfologii **kulové hvězdokupy Palomar 5** (Serpens) v halu Galaxie, vzdálené od nás 18 kpc. Za hvězdokupou se táhne chrost hvězd o délce 300 pc, jenž je stočen vně oběžné dráhy samotné hvězdokupy. Obráceným směrem je vytažen dopředný chrost dovnitř oběžné dráhy, což autoři interpretují jako slapové trhání hvězdokupy, protože chrost má o třetinu vyšší hmotnost než samotná hvězdokupa a obsahuje zhuštění, která vznikala v době, kdy hvězdokupa při svém oběhu procházela hlavní rovinou Galaxie, kde je slapové působení jádra Galaxie největší. Autoři rovněž zjistili, že při dalším průchodu hvězdokupy hlavní rovinou Galaxie ji slapové síly definitivně zničí. To je též obecný důvod, proč naše Galaxie má v současné době jen 160 kulových hvězdokup – ostatní už byly slapově rozbité, ale hvězdy z nich pocházející se dají dohledat pomocí obří přehlídky SDSS, která bude v dohledné době dokončena. Podle současných výsledků pozorování se zdá, že halo Galaxie je o něco mladší než disk, protože vznikalo postupným splýváním satelitních galaxií resp. obřích kulových hvězdokup, neboli, jak se vyjádřil americký astronom L. Blitz – přežitím těch nejzdatnějších přírodním výborem.

R. van der Marel aj. a J. Gerssen aj. objevili pomocí STIS a WFPC2 HST středně hmotnou černou díru uprostřed **kulové hvězdokupy M15** (Peg), vzdálené od nás 10 kpc o hmotnosti $4 M_\odot$. Podobně K. Gebhardt aj. zkoumali **obří kulovou hvězdokupu G1** (Mayall II) ve spirální galaxii M31 v Andromedě pomocí STIS a odhalili v jejím nitru nepřímo černou díru o hmotnosti neuvěřitelných $20 M_\odot$, přičemž i hmotnost celé hvězdokupy činí impozantních 10 mil. M_\odot . Zdá se, že tyto středně hmotné černé díry představují obecně asi 0,5% hmotnosti kulové hvězdokupy, což je týž poměr jako pro hmotnosti supermasivních černých děr vůči hmotnostem výdutí galaxií. To je další známka skutečnosti, že předěl mezi obřími kulovými hvězdokupami a trpasličími galaxiemi je spíše terminologický než věcný.

5.2. Naše Galaxie

Q. Wang aj. rozlišili pomocí družice Chandra na tisíc bodových zdrojů rentgenového záření v **centrální oblasti Galaxie** o rozměrech 120×280 pc, kde se předtím družicemi s nižším úhlovým rozlišením pozorovalo difúzní záření neznámého původu. Zdroje vykazují emisní čáry vysoce ionizovaného železa s energiemi 6,4 a 6,7 keV, odpovídající povrchové teplotě hvězd kolem 10 MK a jsou důkazem, že v této oblasti stále překotně vznikají velmi hmotné hvězdy, které rychle končí jako žhaví bílé trpasličí, neutronové hvězdy nebo černé díry. Celá oblast je tak ponořena do oblaku horkého plynu, který se postupně rozpíná do okolních oblastí Galaxie. Ještě vyšší koncentrace zhruba 20 tisíc rentgenových hvězd se nachází v centrálních 20 pc Galaxie.

W. Bednarek aj. ukázali na základě měření aparatur AGASA a SUGAR, že v oblasti kolem centra Galaxie jsou **jádra železa** při častých explozích supernov urychlována na energie až řádu 100 EeV, načež se srázejí s neutrony, neutriny a paprsky gama. Energetická neutrina z těchto srážek mohou být několikrát do roka zachycena budoucím antarktickým detektorem neutrín IceCube.

M. Amenomori aj. zveřejnili výsledky dlouhodobých pozorování paprsků gama v pásmu TeV energií pomocí vysokohorské aparatury v Tibetu. Ukázali, že z galaktické roviny a dále z rozsáhlé oblasti v rozmezí galaktických šířek $20 - 55^\circ$ a galaktických délek $140 - 225^\circ$ přichází **difúzní záření gama**, o jehož původu nemáme konkrétní představy.

A. Eckart aj. sledovali v letech 1992–2000 pomocí dalekohledu NTT ESO trajektorie hvězd v bezprostřední blízkosti **supermasivní černé díry** v jádře Galaxie. Potvrzili tak předešlá měření A. Ghezové, že hvězdy se pohybují kolem zdroje Sgr A* po velmi výstředných

($e = 0,4 - 0,95!$) elipsách s rozličnými sklony, a že odtud z Keplerova zákona vychází hmotnosti centrální černé díry kolem 3 MM_\odot . Zatím nejúžasnejší výsledek přineslo podle R. Schödela aj. sledování **hvězdy S2** o hmotnosti 15 M_\odot a poloměru 7 R_\odot dalekohledem UT4 VLT počátkem r. 2000, kdy se hvězda v polovině března dostala do pericentra své dráhy ve vzdálenosti pouhých 124 AU od černé díry a pohybovala se vůči ní rekordní rychlostí 5 000 km/s! Naproti tomu v apocentru měla v r. 1992 rychlosť jen 600 km/s. Velká poloosa její dráhy má délku 950 AU (úhlově jen 0,12°), takže tato měření umožnilo teprve zavedení adaptivní optiky při pozemních pozorováních) při sklonu dráhy k zornému paprsku 46°; ovšem výstřednost $e = 0,87$ je rovněž poněkud výstřední. Podle Keplerova zákona tak hvězda S2 urazila 15% své oběžné dráhy během pěti měsíců, když její oběžná perioda činí 15,2 r. Díky proměření větší části oběžné elipsy víme, že poloha supermasivní černé díry v jejím ohnisku se neliší od polohy radiového zdroje Sgr A* o více než 1700 AU.

Podle S. Hornsteina aj. jeví zdroj Sgr A* krátkodobé kolísání jasnosti v blízkém infračerveném pásmu, což souvisí s proměnným ohřevem částicemi, urychlenými při magnetické rekonexi v okolí černé díry. J. Greaves aj. ukázali, že v plynu v okolí Sgr A* jsou silná magnetická pole, neboť čáry molekul jeví silnou polarizaci.

A. Tannerovi aj. se podařilo rozlišit infračervený zdroj **IRS 21** v centru Galaxie díky infračerveným snímkům v pásmu 2 – 25 μm pomocí Keckova dalekohledu. Zjistili, že zdroj má lineární rozměry 650 AU v pásmu 2.2 μm a plných 1600 AU na 25 μm, takže jde o hvězdu, která zevnitř ozařuje plyn, který intenzívň ztrácí.

5.3. Místní soustava galaxií

G. Fritz Benedict aj. změřili trigonometrickou parallaxu proměnné hvězdy **RR Lyr** pomocí pointera FGS3 HST a dostali tak její vzdálenost 262 pc. To umožnilo kalibrovat vzdálenosti proměnných tohoto typu ve Velkém Magellanově mračnu (VMM), odkud pak vyšel modul vzdálenosti ($m-M$) v rozmezí 18,38 – 18,53 mag, tj. přibližně 49 kpc. Titíž autoři využili pointera též k trigonometrickému určení vzdálenosti prototypu cefeid hvězdy **δ Cephei** a dostali tak její vzdálenost 273 pc. Odtud pak vychází **modul vzdálenosti VMM** 18,50 mag. Velmi podobný modul 18,49 mag určili D. Alves aj. pomocí polohy polních červených hvězd v diagramu H-R v této blízké galaxii. I. Ribas aj. se pokusili zpřesnit modul vzdálenosti VMM na základě pozorování tří zákrytových dvojhvězd, čímž obdrželi modul 18,38 mag. Naproti tomu F. Bono aj., kteří určovali modul VMM pomocí klasických cefeid, dostali hodnotu modulu 18,53 mag, což souhrnně poukazuje na současnou stále ještě nevalnou přesnost v určování vzdálenosti galaxie, která slouží jako počáteční příčka proslulého kosmologického žebříku určování kosmologických vzdáleností. Titíž autoři využili cefeid i k určení **modulu vzdálenosti pro Malé Magellanovo mračno (MMM)** a dostali tak rozmezí 19,01 – 19,04 mag, tj. vzdálenost 64 kpc.

Rentgenová družice Chandra posloužila R. Di Stefanovi aj. k objevu velmi svítivých rentgenových zdrojů v kulových hvězdokupách velké **spirální galaxie M31** v Andromedě. Zářivé výkony v tomto spektrálním pásmu dosahují hodnot až $2 \cdot 10^{31} \text{ W}$, což až o tři řady přesahuje obdobné údaje pro kulové hvězdokupy v naší Galaxii. S. Gottesman aj. využili gravitačních účinků této obří galaxie na okolní trpasličí galaxie k přesnějšímu určení její úhrnné hmotnosti $3 \cdot 10^{12} \text{ M}_\odot$, přičemž do vzdálenosti 350 kpc od centra je jen $6 \cdot 10^{11} \text{ M}_\odot$, což značí, že 4/5 hmoty galaxie se nachází v rozsáhlém kulovém prakticky neviditelném halu.

M. Kim aj. revidovali vzdálenost **galaxie M33** (Tri) pomocí vrcholu větve červených obrů a hvězd v poli galaxie a obdrželi tak vzdálenost 912 – 916 kpc, což je o 15% více, než vyšlo M. Leemu aj. z rozboru světelých křivek 21 cefeid pomocí HST. K. Long aj. využili ultrafialových resp. optických spekter jádra galaxie pořízených STIS HST k odhalení dvou epizod překotné tvorby hvězd, před 40 mil. a 1 mld. let. Při první epizodě se na hvězdy přeměnilo 9 kM_\odot z prachoplynové látky galaxie, kdežto ve druhé vzniklo dokonce 76 kM_\odot hmoty galaxie. V blízkosti jádra galaxie se nachází hvězdná černá díra o hmotnosti 10 M_\odot . Přitom, jak ukázali G. Dubus a R. Rutledge na základě měření družice Chandra, jde o nejsvítivější rentgenový zdroj v celé Místní soustavě galaxií o stálém zářivém výkonu $1,5 \cdot 10^{32} \text{ W}$, což odpovídá záření černého tělesa o teplotě 14 MK.

I. Karečencev zkoumal snímky 18 galaxií v okolí Místní soustavy ve vzdálenostech 1,3 – 3,1 Mpc od Slunce. Odtud odvodili, že **polemér Místní soustavy galaxií** dosahuje 0,9 Mpc a její úhrnná hmotnost činí $1,3 \text{ TM}_\odot$.

5.4. Cizí galaxie

G. di Benedetto využil trigonometrických paralax pro 219 cefeid naší Galaxie, které získala družice HIPPARCOS, ke **kalibraci vzdálenosti galaxií**, určované pomocí cefeid. Pro VMM tak dostal modul vzdálenosti 18,59 mag (52 kpc) a pro galaxii M100 (Vir) vzdálenost $(16,1 \pm 0,5) \text{ Mpc}$. To pak znamená, že hodnota Hubblovovy konstanty H_0 , odvozená v klíčovém projektu HST pomocí pozorování cefeid v blízkých galaxiích, je o 5% přeceněna. K podobnému závěru dospěli též D. Leonard aj., kteří porovnávali vzdálenost galaxie NGC 1637 (And) typu SBc, určenou HST pomocí několika desítek cefeid se vzdálenostmi, odvozenými nezávislými postupy. Protože v galaxii vzpláchnula supernova 1999em, vyšla odtud vzdálenost supernovy (a galaxie) $7,5 \div 8,2 \text{ Mpc}$, zatímco z vrcholu větve červených obrů vyšla vzdálenost 7,8 Mpc a metoda Tullyho-Fischera dala 8,9 Mpc. Určení vzdálenosti pomocí cefeid dává hodnoty o 4 – 13% nižší, tj. jen kolem 7 Mpc, což začíná být vážný problém pro kosmologii.

I. Karečencev aj. pořídili pomocí WFPC HST snímky 15 galaxií, které přísluší do skupiny galaxie **M81, M82 (UMa) a NGC 2403 (Cam)**, jež se podobá svým rozsahem a hmotností naší Místní soustavě galaxií. Obdrželi tak průměr modulů vzdáleností 27,91 mag (3,8 Mpc) a střední poloměr skupiny 1,05 Mpc, v jejímž okruhu se nalézá $1,2 \text{ TM}_\odot$ hmoty, tj. poměr hmotnost/svítivost činí 38 (ve slunečních jednotkách pro M a L). Dynamicky určená hmotnost je docela podobná: z viriálového teorému vychází hmotnost $1,2 \text{ TM}_\odot$ a orbitálních pohybů členů skupiny vůči těžišti $2,0 \text{ TM}_\odot$. Odtud též vyplývá, že těžiště skryté látky koncentrované kolem nejsvítivější galaxie M81 má rychlosť 130 km/s vůči lokálnímu Hubblovu rozpínání vesmíru, kdežto centroid celé skupiny galaxií je vůči Hubblovu rozpínání v klinu. Podle H. Mourihou a Y. Tanigučiho obsahuje galaxie M82 středně hmotnou černou díru o hmotnosti $1 \text{ kM}_\odot - 1 \text{ MM}_\odot$, která vznikla splýváním hvězdných černých dří. Během řádově desítek milionů let nabývá toto splývání překotný charakter.

R. Zavala a G. Taylor měřili pomocí radiointerferometru VLBA na frekvencích 8, 12 a 15 GHz **Faradayovu rotaci ve výtryscích** obřích galaxií a kvasarů M87, 3C-111 a 3C-120. Zjistili, že v různých bodech výtrysků, vzdálených od sebe pouze jednotky parseků jsou hodnoty Faradayovy rotace vysoké a rychle se mění včetně samotného smyslu rotace, a navíc se v daném bodě výrazně mění během času. Extrémní naměřené hodnoty činily -4000 až $+9000$ rad/m² a pro kvasary až $40\,000$ rad/m². Přitom **magnetické pole** v jádře galaxie M87 činí v průměru pouze $3,4$ nT, tj. cca o 2 řády méně než máme v jádru naší Galaxie. Podle M. Tsaye aj. je to však ještě stále téměř o řád vyšší indukce magnetického pole než ve známé kupě galaxií v souhvězdí Vlasů Bereniky. G. Taylor aj. měřili magnetická pole kupy galaxií v souhvězdí Kentaura a zjistili, že v centru kupy se indukce magnetického pole pohybuje kolem 1 – 4 nT, kdežto ve vnějších partiích mezi $0,2$ – $1,0$ nT.

Velkým překvapením bylo **gigantické rentgenové vzplanutí** v galaxii NGC 5905 (Dra; vzdálenost 47 Mpc), zpozorované v červenci 1990 družicí ROSAT, které dosáhlo v maximu neuvěřitelného rentgenového zářivého výkonu $3 \cdot 10^{35}$ W. L. Li aj. nyní přišli s možným vysvětlením, že šlo o slapové roztrhání hvězdy, hnědého trpaslíka, popř. obří planety supermasivní černou dírou v jádře galaxie. G. Hasinger aj. a S. Komossová aj. odhalili přítomnost **dvoù supermasivních černých dér** v galaxii NGC 6240 (Oph; vzdálenost 100 Mpc) díky dobrému rozlišení družice Chandra. Obě černé díry jsou od sebe vzdáleny 3 kpc, takže splynou během příštích 100 mil. let, což se projeví silným zábleskem gravitačního záření. V galaxii se v současné době překotně tvoří hvězdy zřejmě díky nedávnému splynutí dvou původně samostatných galaxií.

A. Wilson a Y. Yang využili družice Chandra k zobrazení a spektrální analýze jádra a výtrysku **galaxie M87** (Vir; vzdálenost 16 Mpc) v rentgenovém pásmu a výsledky porovnali s optickými a radiovými měřeními uzlíků ve zkoumané oblasti galaxie. Ukázalo se, že daný uzlík je v rentgenovém pásmu vždy o něco blíže k jádru galaxie než uzlíky optické a radiové, tj. že zdrojem poruch je synchrotronové záření. Radiová měření poskytují přirozeně nejlepší úhlové rozlišení a jsou možná i ve vzdálenosti pouhé $0,01$ pc (úhlově $0,0001''$) od supermasivní černé díry o hmotnosti $3 GM_o$, což odpovídá 60 Schwarzschildovým poloměrům zmíněné černé díry.

Tatáž družice posloužila R. Kraftovi aj. k průzkumu podrobností v rentgenovém výtrysku radiové **galaxie Cen A** (NGC 5128), vzdálené od nás $3,4$ Mpc. Výtrysk byl sledován v rozmezí 60 pc od jádra galaxie až po 4 kpc, kde má tvar laloku. Při lineárním rozlišení 30 pc se podařilo rozpoznat ve výtrysku 31 uzlíků – rázových vln v proudu ultrarelativistických částic urychlovaných synchrotronovým mechanismem. R. Soria a K. Kong využili rentgenové družice Newton k podrobnému průzkumu **galaxie M74** (= NGC 628; Psc; vzdálenost $9,7$ Mpc). Objevili tam 21 bodových zdrojů ve vzdálenosti do 5 arcmin od jádra; mezi nimi rentgenový protějšek supernovy 2002ap 4. den po optickém vzplanutí. Nejsvítivější přechodný rentgenový zdroj dosáhl v pásmu energií $0,3$ – 8 keV výkonu $1,5 \cdot 10^{32}$ W a nejsilnější stálý zdroj v jádře galaxie má $2 \cdot 10^{31}$ W.

Neúnavná Chandra přispěl též k objevu celého přediva **horkého intergalaktického plynu**, jak ukázali F. Nicastro aj., C. Canizares aj. a T. Fang aj. Tento plyn tvoří intergalaktické „gravitační řečiště“ o teplotách 300 kK až 10 MK, takže nebyl vidět při přehlídkách v optickém a ultrafialovém pásmu. Ve skutečnosti představuje daleko **nejpodstatnější část zářivé hmoty vesmíru**, čtyřikrát větší, než kolik obsahují galaxie a kupy galaxií. Lze ho případně pozorovat i v absorpci před vzdálenými kvasary, což dále potvrdilo jeho přítomnost v podobě křivkovatých vláken, opřádajících vesmírný prostor v grandiozním měřítku. Tato vlákna horkého plynu dokonce prostupují i spirální galaxii M31 v Andromedě a také naši vlastní Galaxii.

Podle B. McNamary aj. poukazuje měření z družice Chandra též na výskyt obřích **magnetických bublin** ve všudypřítomném žavém plazmatu o teplotě nad 1 MK kolem kupy galaxií. Podle měření pro kupu Abell 2597, vzdálené od nás 300 Mpc, je zřejmé, že bubliny v kuse vznikly asi před milionem let a jsou postřkovány výtrysky silně magnetické plazmy pryč od centrální galaxie. Výtrysky vznikají jako důsledek epizod akrece plynu na supermasivní černou díru v jádru obří galaxie, jak také ukázali A. Marscher aj. Bubliny nejenom putují prostorem, ale postupně zvětšují své rozměry. Jelikož jsou řidší než okolní prostředí, jsou nadnášeny směrem k vnějšímu okraji kupy galaxií, kam dopravují i silné magnetické pole vyvěrající z okolí supermasivní černé díry. Každá bublina nese nesmírnou energii, odpovídající výbuchu milionu supernov! Když ohňatý plyn na periferii kupy během zhruba miliardy let vychladne, zhoustne, vrací se do nitra obří galaxie a při akreci na supermasivní černou díru vyvolá nových výbuch, takže koloběh pokračuje. Do intergalaktického prostoru se tak dostávají jádra středně těžkých prvků O, Ne, Mg a Si.

Mechanismem **radiového vyzařování v okolí supermasivních černých dér** v jádřech obřích elliptických galaxií se zabýval R. Blandford. Na počátku celého procesu je pád plynu z akrečního disku do gravitační jámy černé díry, čímž se uvolní velká část klidové hmotnosti plynu jako volná energie. Prostoročas kolem černé díry nese velkou rotační energii, což zvyšuje množství energie, kterou elektromagnetické pole odnáší do výtrysků. Ukazuje se, že počáteční rychlosť výtrysků dosahuje $0,99c$ a energie urychlených elektronů a pozitronů řádu 1 TeV. Magnetické pole akrečního disku napomáhá usměrnění svažku a rotační energie černé díry vede k vyzáření rentgenových fotonů. Tím supermasivní černá díra postupně čistí pomyslnou dutinu kolem sebe od hmoty a proto mohou výtrysky dosáhnout tak vysokých rychlostí a díky silnému magnetickému poli jsou usměrněny v úzkém kuželu proudění. Například radiový zdroj Pic A se vyznačuje přímými výtrysky dlouhými plných 200 kpc. Složité magnetohydrodynamické výpočty v rámci obecné teorie relativity lze řešit pouze numericky, ale první výsledky jsou velmi nadějná, protože výsledky výpočtů dobře odpovídají pozorování.

C. Itoh aj. objevili pomocí 10 m teleskopu CANGAROO II **difúzní záření gama** v pásmu TeV, které vysílá blízká spirální galaxie NGC 253 (Scl; vzdálenost $2,5$ Mpc), vyznačující se překotnou tvorbou hvězd. Galaxie se vyznačuje nápadnou přítomností půltuctu velmi jasných rentgenových zdrojů ve vzdálenosti do 1 kpc od centra. Jsou to velmi pravděpodobně středně hmotné černé díry, které migrují do centra, kde postupně splynou.

L. Ferrareseová se věnovala závislosti mezi hmotností supermasivní černé díry v jádru galaxie a globálními parametry takové soustavy. Především je již delší dobu známo, že **hmotnost centrální černé díry je přímo úměrná hmotnosti příslušné galaktické výduti** v rozmezí tří řádů hmotností. Nyní se však ukazuje, že závisí rovněž na disperzi rychlostí hvězd ve výduti a na hmotnosti tmavého hala, které galaxii obklopuje. Tato závislost je dokonce nelineární; tj. *pro hmotnost hala nižší než $500 GM_o$ žádná černá díra v centru vůbec nevznikne*.

Velkým překvapením je studie pohybů spirálních ramen v prstencové spirální **galaxii NGC 4622** (Cen; vzdálenost 34 Mpc), kterou díky snímkům z HST uskutečnili R. Buta aj. Zatímco u naprosté většiny spirálních galaxií se spirální ramena „navíjejí“ ve smyslu rotace ce-

lé galaxie, NGC 4622 se vyznačuje tím, že zatímco *vnitřní spirální ramena se sice rovněž navíjejí, vnější ramena se odvíjejí!* To lze vysvětlit nejspíše tak, že galaxie vznikla splutím dvou spirál s různým smyslem rotace.

Pozorování z HST v letech 1996–97 umožnila N. Momeierové aj. odhalit četné modré uzlíky v **galaxii NGC 7673** (Peg; vzdálenost 45 Mpc), které autoři považují za hvězdné kolébky milionů nově vznikajících hvězd. Jelikož tvar galaxie je zřetelně deformován, jde prakticky určitě o následek setkání s jinou galaxií, která byla svou mohutnější družkou pozřena.

L. Vanzi aj. se věnovali multispektrálním pozorováním dvojtě infračervené ultrasvítivé (1,1 TLO) **galaxie IRAS 19254-7245** (Pav, vzdálené od nás 247 Mpc a přezdívané „Supertykadla“, což značí, že jde o gravitačně silně interagující hvězdné soustavy. Na snímcích jsou vidět dvě jasné jádra vzdálená od sebe 10 kpc a protáhlé chvosty (tykadla) o délce 350 kpc. V soustavě probíhá díky této interakci překotná tvorba hvězd tempem $150 \text{ M}_\odot/\text{r}.$

Infračervená přehlídka oblohy v pásmech J a K, zvaná DENIS, umožnila I. Vaughlinovi aj. nalézt poblíž hlavní roviny Galaxie v galaktických šířkách do $\pm 15^\circ$ plných 2018 předtím neznámých galaxií se zvýšenou koncentrací kolem galaktické délky $l = 305^\circ$. Objev je významný proto, že pás temné látky v hlavní rovině Mléčné dráhy zakrývá fakticky plnou čtvrtinu oblohy a tak zásadně zkresluje statistické údaje o rozložení galaxií.

E. Huová aj. oznámili objev rekordně vzdálené galaxie HCM 6A s červeným posuvem $z = 6,56$, což odpovídá vzhledu galaxie pouhých 800 milionů let po velkém třesku. Její spektrum s jedinou emisní čarou o vlnové délce 915 nm pořídili díky spektrografu LRIS na Keckově desetimetrovi a usoudili, že jde o červeně posunutou emisi vodíkové čáry Ly- α o klidové vlnové délce 122 nm. Za tento úspěch vděčí zvýšení světla galaxie průchodem mezilehlou kupou galaxií **Abell 370** ($z = 0,37$; vzdálenost 1,8 Gpc) efektem gravitační čočky. Shodou okolností je tato kupa vůbec nejvzdálenější v Abellově katalogu. Vzápětí objevili B. Venemans aj. pomocí VLT vůbec **nejvzdálenější prakupu** s centrální radiogalaxií J1338-1942 (Hya) s červeným posuvem $z = 4,1$. Kupa má oválný tvar o rozměrech $2,7 \times 1,8 \text{ Mpc}$, skládá se z alespoň 20 členů a její hmotnost dosahuje 100 TM_\odot . To ukázalo, že hledání vzdálených kup galaxií pomocí svítivých radiogalaxií je velmi efektivní.

S. Arnouts aj. se věnovali porovnání četnosti červených posuvů vzdálených galaxií v severním a jižním hlubokém Hubblově poli (**HDF**). Zjistili, že nejslabší spektroskopicky měřitelné galaxie 27,5 mag mají v obou polích rekordní červené posuvy $z = \text{cca } 4,5$, kdežto nejvíce galaxií má $z = \text{cca } 0,8$. Vysoká četnost se udržuje až do $z = \text{cca } 3$; teprve pak začne galaxií s rostoucím z rychle ubývat. K. Lanzetta aj. usoudili z téhož pozorovacího materiálu, že *k největšímu vzepětí překotné tvorby hvězd v galaxiích došlo již 700 milionů let po velkém třesku*. S. Oliverovi aj. a R. Mannovi aj. uspěli při ztotožnění 32 objektů z přehlídky HDF-S s infračervenými protějšky, které zaznamenala družice ISO. Ve 22 případech jde o spirální galaxie a galaxie s překotnou tvorbou hvězd; v 8 případech jde o hvězdy naší Galaxie a další objekty jsou pravděpodobně aktivní jádra galaxií (AGN).

Podle S. van den Bergha svědčí snímky HDF o tom, že převážná většina bližších galaxií pro $z < 1$ mají diskový tvar, zatímco vzdálenější ($z > 2$) mají chaotický vzhled, popřípadě jde o chuchvalce s výrazným zhuštěním ke středu. Zhruba třetina takto vzdálených galaxií splývá doslova před očima. Přechodné pásmo ($1 < z < 2$) vskutku odpovídá přechodu od splývajících galaxií k diskovým jako je naše Galaxie. Z pozorování též plyne, že proslulá *Hubblová klasifikace galaxií se dobrě hodí jen pro galaxie se $z < 0,5$.* Nad touto hodnotou z jsou zejména spirální galaxie s příčkou naprostou vzácností. V místním okolí Galaxie patří jen 12 % galaxií mezi pekulární, kdežto pro $z = \text{cca } 0,7$ jejich zastoupení roste na plných 46%. S rostoucím z se spirály stávají chaotičtějšími. Autor navrhuje roztomilou klasifikaci tvaru galaxií pro $z > 2$: *kvazihvězdné, rozmařané, čárkovité, pulcovité a řetízkovité galaxie.*

P. Rosatimu aj. se podařilo díky 10denní expozici jižního hlubokého pole observatoře Chandra (CDF-S) rozlišit **rentgenové difúzní pozadí** na 346 diskrétních zdrojů, podobně jako se to předtím již podařilo v poli CDF-N. R. Griffiths aj. uvádějí, že jde převážně o rentgenové dvojhvězdy v běžných galaxiích, kterých je zejména v mladých spirálních galaxiích hodně, protože tam tehdy probíhala překotná tvorba hvězd. „Bouřlivé mládí“ galaxií a kulových hvězdokup vedlo k rychlému vzniku hvězdných černých dér z nejhmotnějších a nejrychleji se vyvíjejících hvězd. Ty pak postupně splývaly na střední a supermasivní černé díry v jádřech hvězdných soustav. A. Koekemoer aj. vybrali z jižní přehlídky 40 nejjasnějších rentgenových zdrojů a díky snímků HST se 37 z nich podařilo opticky identifikovat. Většinou jde o opticky slabé modré polní galaxie se z v rozmezí 1 – 3, a dále pak o různé tvarově zajímavé soustavy.

V r. 2001 publikovaly R. Nosková a V. Archipovová nejnovější **katalog interagujících galaxií**, navazující na proslulé katalogy B. A. Voroncova-Veljaminova, uveřejňované počínaje r. 1959. Současný katalog obsahuje celkem 852 položek a k tomu dále 1162 objektů z morfologických katalogů galaxií, publikovaných v letech 1962 – 74.

5.5. Kvasary a aktivní jádra galaxií

D. Farrah aj. zkoumali 9 nadsvítivých infračervených „zaprášených“ galaxií s červenými posuvy z v rozmezí 0,45 – 1,34 pomocí HST. Jejich integrální zářivý výkon vesměs přesahují 10 TLO a 6 z nich se podařilo zařadit mezi klasické kvasary, zatím zbyvající 3 patří mezi interagující galaxie. Dosud známe 50 **nadvládových infračervených galaxií**, pro něž se používá zkratka ULIG, ULIRG resp. HLIRG. L. Tacconi aj. se dokonce domnívají, že tyto objekty jsou přímými předchůdci kvasarů. M. Elvis aj. ukázali, že *kvasary jsou dobrým zdrojem kosmického prachu*, který jinak vzniká pouze v atmosférách a hvězdném větru pozdních obrů a v leteckých při teplotách nižších než 2 kK. Prachová zrnka z okolí kvasarů mají vysokou prostorovou rychlosť, takže snadno opouštějí mateřskou galaxii a přispívají posléze jako konzenzační jádra k tvorbě nového pokolení hvězd.

G. der Bruyn a J. Denettová-Thorpeová přišli s překvapivými názorem, že *rychlá časová proměnnost rádiové emise kvasarů řádu hodin nesouvisí s jejich malými rozmezery, ale s interstelární scintilací* – tak jak to před 40 lety předpokládal A. Hewish, když začal stavět radio-interferometr právě na měření této scintilace – a tak nečekaně objevil pulsary. R. Manchanda odvodil rozborem archivních údajů o měřených gama a rentgenové jasnosti prototypu kvasaru **3C-273** (Vir; $z = 0,16$), že data vykazují proměnnost v periodě 13,5 roků, která patrně souvisí s precesí akrečního disku kolem supermasivní černé díry.

J. Silverman aj. objevili pomocí družice Chandra dosud **nejvzdálenější rentgenový kvasar** 2139-2346 (Cap) s červeným posudem $z = 4,93$, jenž vzápětí se W. Brandtovi aj. a S. Mathurové aj. podařilo díky téži družici pozorovat rentgenové záření všech tří dosud nejvzdálenějších kvarasů, nalezených pomocí optické přehlídky SDSS – jejich z činí po řadě 5,8; 6,0 a 6,3. Tak se ukázalo, že poměr rentgenového a optického vyzařování blízkých i vzdálených kvarasů je týž; žádný vývojový efekt neexistuje. Dále to znamená, že supermasivní černé díry o hmotnostech řádu GMO se stihly utvořit splýváním nejdříveji 1 mld. let po velkém třesku. L. Pentericciiová aj. studovali pomocí VLT ESO optické a blízké infračervené spektrum kvarasu **SDSS J1030+0524** (Sex; $z = 6,28$). Ukázali, že ve spektru jsou vidět čáry kovů, zastoupených dokonce vydatněji než ve Slunci. To znamená, že pro z v rozmezí hodnot 2 – 6 žádný vývoj v zastoupení kovů neproběhl. O jejich výskytu se totiž především zasloužily velmi hmotné hvězdy se $z = \text{cca } 8$, které prožily své termonukleární období blesky rychle během několika málo milionů let a přispěly tak rozhodující měrou k výskytu kovů již v prvních stovkách milionů let po velkém třesku. Z. Haiman a R. Cen zjistili, že supermasivní černá díra v tomto kvarasu má hmotnost nanejvýš 400 MMO. Koncem r. 2002 ohlásili X. Fan aj., že díky pokračující přehlídky SDSS se podařilo objevit další tři kvarasy se $z > 6,0$; mezi nimi je i **rekordně vzdálený QSO 1148+52** (UMa; $z = 6,42$). Podle A. Dobrzyckého aj. družice Chandra doslova „prokoukla“ Velké Magellanovo mračno a daleko za ním odhalila 4 kvarasy se z v rozmezí 0,26 – 1,63. Kvarasy se již podařilo identifikovat i opticky, což dává báječné možnosti k velmi přesnému změření **vlastního pohybu VMM** a hodnot interstelární a intergalaktické absorpcie.

Prakticky současně se během r. 2002 podařilo oslabit dvě „podezřelé“ **domněnky o povaze červených posuvů kvarasů**. Po řadu desiletí H. Arp, G. Burbidge a další snášejí argumenty proti kosmologickému výkladu červeného posudu ve spektrech kvarasů, když tvrdí, že existují páry či dokonce větší skupiny kvarasů v téže vzdálenosti a směru, které mají naprostě rozdílně – tudíž nekosmologické – červené posudy. Jako příklad uváděli galaxii NGC 4319 ($z = 0,006$) a blazar Mkn 205 ($z = 0,07$) úhlově vzdálené pouhých 43°, mezi nimiž Arp objevil svítící „most“ jako důkaz prostorové souvislosti. Nejnovější snímky HST však existenci mostu nepotvrdily – jde tedy o pouhou „vizuální dvojhvězdu“. Druhou podivnou domněnkou o „**kvantování červených posuvů**“ pro kvarasy už řadu let obhajuje americký astronom W. Tifft, jenž tvrdí, že posudy z se kupí kolem celistvých násobků „kvantového“ čísla 0,061. Tuto domněnkou nyní přesvědčivě vyvrátil E. Hawkins, když využil dat o červených posuvech 1647 páru galaxie-kvaras z rozsáhlé přehlídky 2dF a žádné kvantování nenašel.

C. Impey aj. ohlásili objev čtvrtého a zatím nejvzdálenějšího **reálného páru kvarasů** LBQS 0015+0239 (Cet) se separací složek 2,2", což při $z = 2,45$ odpovídá jejich minimální vzájemné lineární vzdálenosti 18 kpc. O tom, že nejde o gravitační čočku, rozhodla měření z pro každou složku páru zvlášť – jejich rychlosť vzdalování od nás se liší o 660 km/s. Přehlídka zahrnuje celkem 1067 objektů s jasností 16,0 – 18,85 mag a posudy v rozmezí 0,2 – 3,4. Už z této malé statistiky se zdá, že **reálné páry kvarasů jsou četnější než gravitační čočky**, tj. že jeden pář připadá na 500 kvarasů. To znamená, že splývání galaxií se supermasivními černými děrami je běžnější, než jsme dosud soudili. Pátý **pář Q2345+007** (Psc; $z = 2,15$; 3,4 Gpc) rozpoznali P. Green aj. díky pozorování družicí Chandra, která nenalezla žádnou mezilehlou kupu galaxií, aby se objekt se separací složek 7,3" podařilo objasnit jako gravitační čočku. Autoři proto usuzují, že ve skutečnosti pozorujeme zatím nejvzdálenější případ počáteční fáze splývání dvou aktivních galaktických jader, obsahujících supermasivní černé díry.

F. Aharonian aj. oznámili, že v polovině května 2002 pozorovali pomocí aparatury HEGRA vzplanutí vysokoenergetického ($> 1 \text{ TeV}$) záření gama **blazaru 1ES 1959+650** (Dra; $z = 0,047$), kdy během necelé hodiny stoupil pozorovaný tok v daném pásmu na dvojnásobek a dosáhl hodnoty 2,2 Krabu. D. Horan aj. nalezli pomocí 10 m Whippleova teleskopu časově proměnné záření gama v pásmu nad 280 GeV od **blazaru H1426+428** (Boo; $z = 0,13$) během jeho soustavného sledování od r. 1995, přičemž nejvyšší toky zaznamenali v letech 2000 a 2001. F. Aharonian aj. pozorovali tento zdroj i nad hranicí energie 1 TeV – jde zatím o vůbec nejvzdálenější detekci tak vysokoenergetického záření gama z vesmíru. Titíž autoři se rovněž domnívají, že vysoké energie záření gama z **AGN Mkn 501** (Her; $z = 0,034$) lze objasnit jednak Lorentzovým faktorem řádu 107 a jednak neuvěřitelně slabým intergalaktickým magnetickým polem řádu 10^{-22} T . Měřitelné signály jsou ovšem téměř utopeny ve vzdáleném difúzním pozadí gama, jehož původ je nejasný. F. Krennrich aj. ohlásili objev silné proměnnosti záření gama u **blazaru Mkn 421** (UMa; $z = 0,031$) v letech 2000–2001 na základě měření 10 m Whipplovým teleskopem v pásmu 0,38 – 8,2 TeV. Toky záření kolísaly od 0,4 do 13 Krabů, přičemž během zjasnění se maximum energie posouvá k vyšším hodnotám.

F. Liu a X. Wu se zabývali rozborem světelné křivky **blazaru OJ 287** (Cnc; $z = 0,306$) od r. 1890. Ukázali, že v periodě 11,9 r dochází k dvojitým vzplanutím, odděleným intervalem 416 d. To lze podle jejich názoru vysvětlit oběhem sekundární supermasivní černé díry kolem primární o hmotnosti 400 MM_\odot po eliptické dráze s výstředností 0,87 – v pericentru dochází i interakci obou černých dér s akrečním diskem kolem primární složky. V té chvíli se totiž obě černé díry k sobě přiblíží na vzdálenost pouhých 410 Schwarzschildových poloměrů. Jak uvádějí F. de Paolis aj., výskyt binárních supermasivních černých dér v blazarech je vcelku běžný.

5.6. Gravitační mikročočky a čočky

Podle odhadu N. Evanse a V. Bělokurova je v naší Galaxii neustále měřitelných asi **tisíc gravitačních mikročoček** zjasněných pod 20 mag. Pokud bychom je dokázali pozorovat všechny, bylo by tak možné přímo určovat rozložení veškeré hmoty v naší Galaxii, která se zřejmě koncentruje jednak v galaktické výduti a jednak ve spirálních ramenech. To by měla v podstatě dokázat astrometrická družice ESA GAIA, která bude vypuštěna během příštího desiletí.

Počátkem r. 2002 oznámil S. Mao aj., že se jim podařilo pozorovat zatím nejdéle trvající **gravitační mikročočku OGLE-1999-BUL-32**, nezávisle pozorovanou též v projektu MACHO pod označením **MACHO-99-BLG-22**. Zjasnění hvězdy 1805-2834 (Sgr) totiž trvalo plných 640 d, tj. 1,75 roku. To lze vysvětlit jedině tak, že čočkující objekt měl hmotnost několikanásobku M_\odot a pohyboval se vůči hvězdě příčnou rychlosťí 79 km/s, což dobře odpovídá představě o hvězdné černé díře ve výduti Galaxie v galaktické šířce $-3,5^\circ$. Neméně pozoruhodný dlouhý úkaz **OGLE-1999-BUL-19** popsali M. Smith aj. Zjasnění díky gravitační mikročočce trvalo celý rok a jelikož její transverzální rychlosť vůči centru Galaxie činila jen 12,5 km/s, Země ji střídavě předbíhala a zase se opožďovala, což vyvolala přídavná maxima na světelné křivce. Od tut lze nakonec určovat trigonometrickou parallaxu mikročočky.

Jak uvedli J. An aj., mezinárodní spolupráce optických observatoří na jižní polokouli (Tasmánie, Austrálie, JAR, Chile) umožnila poprvé

přesně změřit hmotnost gravitační mikročočky v úkazu **EROS BLG-2000-5**, jenž započal 5. května 2000 v poloze 1753-3055 (Sgr), tj. na $-2,4^{\circ}$ gal. šířky. Podvojnost čočky se projevila přídavným zjasněním (zubem na světelné křivce) o 0,5 mag dne 8. června téhož roku. Rozborem všech měření se zjistilo, že mikročočkou byl červený trpaslík třídy M o hmotnosti $0,6 M_{\odot}$ v disku Galaxie ve vzdálenosti 2,6 kpc od Slunce, doprovázený trpasličím průvodcem. Pozorovaná hvězda byla patrně pozdním obrem K3 ve výduti Galaxie, jejíž jasnost zesílil efekt binární gravitační mikročočky.

A. Udalski aj. popsali **III. verzi projektu OGLE**, v němž od r. 2001 sledují centrum Galaxie dalekohledem o průměru zrcadla 1,3 m a dokázal v průběhu 45 dnů r. 2001 monitorovat jasnosti 5 mil. hvězd s přesností 1,5%. Tak se podařilo najít 46 hvězd slunečního typu (z 52 tis. sledovaných), jejichž jasnosti během té doby souměrně nakrátko poklesly. U 43 hvězd byly přechody pozorovány opakovaně v intervalech od 1 do 6 d, což se dá nejsnáze interpretovat jako přechody trpasličích průvodců (slabých červených trpaslíků, hnědých trpaslíků či exoplanet).

T. Mizerski a M. Bejger uvedli, že v projektu **OGLE II**, jenž se týkal hvězd ve výduti Galaxie, bylo jako vedlejší produkt objeveno bezmála 4 tis. proměnných hvězd, z toho 760 periodických. Nejvíce (110) bylo těsných zákrytových dvojhvězd typu W UMa, po nichž následovaly proměnné typu RR Lyr (71). Hlavním výsledkem podrobné analýzy bylo ovšem dodatečné odhalení dalších 12 gravitačních mikročoček. M. Jaroszynski nalezl v materiálu OGLE II za léta 1997 – 99 celkem 215 izolovaných mikročoček, ale kromě toho 18 dvojitých mikročoček, z nichž ve 12 případech se podařilo sledovat průchody kaustiky. Většinou šlo o těsné dvojhvězdy, ale ve dvou případech byl průvodcem hnědý trpaslík nebo exoplaneta.

D. Reimers aj. zobrazili pomocí STIS HST nový jasný ($V = 15,3$) **kompaktní gravitační čtyřlístek v podobě kvasaru HS 0810+2554** (Cnc; $z = 1,50$) se separací složek pouze $0,25''$. Na snímku je slabě patrná i čočkující mezilehlá galaxie. Nový objekt se podobá klasickému čtyřlístku PG 1115+08, ale je jasnější a kompaktnější. Další čtyřlístek našli L. Wisotzki aj. jako kvasar **HE 0435-1233** (Eri; $z = 1,7$) se separacemi složek až $2,6''$ a jasnosti 17,8 mag. Čočkující eliptická galaxie má $z = \text{cca } 0,35$ a zpoždění signálů činí méně než 10 d. V. Cardone aj. ukázali, že gravitační čtyřlístky dávají přesnější možnost odvození hodnoty Hubblovovy konstanty než běžné gravitační čočky, kde obvykle vidíme jen dva obrazy téhož kvasaru. T. Treu a V. Koopmans tak pro zmíněný prototyp **PG 1115+080** (Leo; $z = 1,72$), jehož čočkující galaxie má $z = 0,31$, odvodili ze zpoždění změny jasnosti složek hodnotu $H_0 = (59 \pm 10) \text{ km/s/Mpc}$. J. Hjorth aj. podobně zkoumali zpoždění variací jasnosti mezi složkami čtyřlístku **RX J0911+05** (Hya; $z = 2,8$) pomocí 2,6 m dalekohledu NOT v letech 1997 – 2001. Dostali tak zpoždění (146 ± 8) d, přičemž čočkující galaxie má $z = 0,8$. Odtud pak vychází $H_0 = (71 \pm 10) \text{ km/s/Mpc}$. Podobnou hodnotu $H_0 = (66 \pm 8) \text{ km/s/Mpc}$ obdrželi též I. Burud aj. pro kvasar **HE 2149-27** (PsA; $z = 2,03$) se separací složek $1,7''$ a zpožděním (103 ± 12) d, kde čočkující galaxie má $z = 0,5$.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné úvahy o stavbě i vývoji vesmíru

Veřejnou pozornost v r. 2002 upoutala snad nejvíce podivuhodná informace, že K. Glazebrook a I. Baldry měřením barev 200 tis. galaxií určili **průměrnou barvu vesmíru**. Údajně měl být vesmír nazelenalý, ale pak autoři odhalili chybu v barevné kalibraci a tak se opravili, že vesmír je bledě krémově žlutý. Takové tvrzení má asi stejnou informační cenu, jako kdyby si někdo umanul spočítat průměrné telefonní číslo abonentů v Praze...

Opravdová kosmologie však předloni nasadila fantastické tempo. Dosavadní představy o **tempu vznikání hvězd** ve vesmíru ovlivnily hluboké snímky z HST. Podle nich se vesmír rozbíhal k překotné tvorbě hvězd docela pomalu a nejvíce hvězd mělo vznikat až v polovině jeho dosavadního stáří. Nyní však K. Lanzetta a B. Margon aj. ukázali, že jsme byli jako již tolíkrát obětí výběrového efektu, protože HST nezaznamenával dostatečně krátkovlnné záření vysílané žhavými oblastmi vesmíru. Když se tento efekt započte, dostáváme naprostě odlišný obraz: nejvíce hvězd vznikalo již pár set milionů let po velkém třesku. Navíc šlo o hvězdy s vysokými hmotnostmi, takže jejich životní cykly byly krátké a prakticky okamžitě se tak vesmír zaplnil zplodinami termonukleárních reakcí, tj. astrofyzikálními „kovy“ – chemickými prvky počínaje uhlíkem a konče uranem. *Od té doby se tempo tvorby hvězd neustále snižuje a dnes činí jen desetinu původní hodnoty.* Podle M. Dietricha aj. vznikaly hvězdy hojně již ve stáří vesmíru pod 0,5 mld. let, což odpovídá červenému posuvu $z = 10$. Ještě ranější začátek pro $z = 20$ (300 milionů let po velkém třesku) předpokládají R. Hutchings aj., kteří tvrdí, že *hracení zárodků I. generace hvězd uspíšilo ochlazování plynu molekulárním vodíkem a že hvězdy II. generace (obohacené o kovy) začaly vznikat jen o 10 milionů let později*, neboť první supernovy začaly vybuchovat už 3 miliony let po vzniku hvězd I. generace.

Celou **situaci v raném vesmíru** přehledně shrnul M. Rees. Během prvního půl milionu let po velkém třesku byl vesmír čím dál tím temnější – nejprve měly převahu fotony záření gama, ale ty se s rozpínáním vesmíru postupně rozmlňovaly nejprve na rentgenové a ultrafialové záření a posléze na viditelné světlo a záření infráčervené. Nastal tzv. **šerověk vesmíru**, který trval až do chvíle, kdy jej začaly ozářovat hvězdy I. generace. K tomu bylo potřebí, aby se *prvotní téměř homogenně rozložený vodíkový plyn stlačil do zárodků o plných 25 rádů hustších!* Právě kvůli tomu bylo zapotřebí onoho chlazení molekulárním vodíkem. Na konci první stovky mil. let po velkém třesku vzniká složitá vláknová struktura vesmíru s chomáči o hmotnostech řádu 100 kM_{\odot} . Ty se poměrně rychle rozpadají na tisíce menších chuchvalců o hmotnostech desítek M_{\odot} a z nich během 2 mil. let může vzniknout funkční hvězda o hmotnosti přes $100 M_{\odot}$, jež vzápětí vybuchuje jako supernova. Mocné ultrafialové záření masivních hvězd začíná díky reionizaci plynu na jedné straně poněkud rozsvěcovat vesmír, ale na druhé straně vlastní výbuchu supernov na určitou dobu zabrání dalším kondenzacím plynu na další hvězdy. Teprve po delší přestávce se tvorba hvězd (II. generace) rozběhne naplno, prostor mezi hvězdami se ionizací rozzaří – začíná **kosmické osvícenství** v čase 0,5 mld. let po velkém třesku.

Podle F. Bertoly jsou myslitelné **dva scénáře vzniku a vývoje hvězdných soustav** – galaxií:

1. Rozsáhlá mračna prvotního plynu se hroutí a ochlazují, čímž se vytváří zárodek výdutě galaxie, z níž se posléze oddělí plochý disk, jenž vytváří v galaxii spirální ramena.

2. Nezávislé drobnější fluktuace hustoty se smrštují na disky a jejich splýváním vzniká galaktická výduš. Kolem výdutě vzniká disk a dvě spirální ramena.

Splýváním spirálních galaxií vznikají obří eliptické galaxie. Galaxie jsou obklopeny rozsáhlým halem, jenž obsahuje daleko největší část jejich hmoty. Tak např. naše Galaxie má ve výduti a disku asi 200 MM_\odot , ale v halu 2 TM_\odot hmoty. Ze zploštění hala lze dokonce usuzovat na rozložení skryté látky (dark matter) v okolí galaxie. Výdutě galaxií mají vždy asi o 3 řády více hmoty než je hmotnost supermasivní černé díry v jejich centru.

Pro výzkum velkorozměrové struktury vesmíru do vzdálenosti 300 Mpc ($z = 0,3$) má klíčový význam dokončení **přehlídky 2dF**, vykonané pomocí 3,9 m AAT v Siding Spring. Podle M. Collesse byla během 5 let za 272 jasných nocí pořízena spektra více než 220 tis. galaxií, rozložených na 5% plochy oblohy; díky vláknové optice se dalo naráz pořídit 400 spekter galaxií do 19,5 mag. Projekt se rozběhl v říjnu 1997 a byl dokončen v dubnu 2002. Jeho zpracováním se podařilo získat důkaz, že velkorozměrové struktury vznikají z gravitačních nestabilit, a že celková látka vesmíru tvoří asi 1/3 kritické hmoty vesmíru. Místní hodnota Hubblových konstant pak činí $(72 \pm 7) \text{ km/s/Mpc}$. Horní hranice kladové hmotnosti neutrín je $1,8 \text{ eV/c}^2$. Naše Galaxie se pohybuje směrem k souhvězdí Hydry rychlostí 600 km/s díky přitažlivosti kupy galaxií v Panně (200 km/s) a Velkého poutače o hmotnosti 10^{17} M_\odot a vzdálenosti 65 Mpc od nás (400 km/s).

Zrychlující se rozpínání vesmíru je podle A. Clocchiattih a j. potvrzeno studiem světelných křivek pěti supernov třídy Ia, jež byly pozorovány v první třetině r. 1999 a jejichž z se pohybují v rozmezí $0,46 - 0,54$. *Ukázalo se, že tyto supernovy jsou asi o 0,25 mag slabší, než by měly být, kdyby se dodnes rozpínání vesmíru zpomalovalo.* To je dle N. Bebíteze a j. v souladu s pozorováním rekordně vzdálené **supernovy 1999ff** třídy Ia ($z = 1,7$), která je naopak o 1,25 mag jasnější než by měla být podle standardní kosmologie, což lze souhrnně nejsnadněji vysvětlit právě novou akcelerací vesmíru, jež podle A. Riesse začala asi před 7 mld. let ($z = 1,0$).

Další novinkou, která souvisí s potvrzeným zrychlujícím se tempem rozpínání vesmíru v posledních 7 miliardách let, je podle A. Loeba a M. Tegmarka omezení kauzálních kontaktů ve vesmíru **kosmickou cenzurou**. Cenzura znemožňuje, abychom v současné době poslali signály do vzdálenosti větší než odpovídá $z = 1,7$. Podobně se nikdy nic nedozvíme o galaxii či kvasaru, jehož $z = 5$ (tj. které vidíme, jak vypadali 2 mld. let po velkém třesku), jak zestárnuli na více než 6 mld. let! Podle E. Guðmundssona a G. Björnssona *všechny objekty ve vzdálenostech, odpovídajících $> 1,7$ jsou už teď pro nás za hranicí tzv. obzoru událostí (kauzálního kontaktu) a absolutní vzdálenost tohoto obzoru činí 5,1 Gpc*.

M. Jacob a j. shrnuli výsledky pozoruhodného **sympozia o astronomii, kosmologii a základní fyzice**, které v březnu 2002 uspořádaly v německém Garchingu tři prestižní evropské vědecké instituce (ESO – CERN – ESA). Díky družicím ROSAT, Chandra a Newton se podařilo objasnit pravou podstatu difúzního rentgenového pozadí. Jde jednak o akreci látky na supermasivní černé díry v jádru vzdálených galaxií a dále o aktivní galaktické jádra. Data z mikrovlnné družice WMAP potvrzují závěr, odvozený nejprve ze sledování jasnosti vzdálených supernov třídy Ia, že v druhé polovině své dosavadní existence se vesmír rozpíná čím dál tím rychleji. Kombinací údajů z WMAP a přehlídky 2dF a SDSS se podařilo zpřesnit základní kosmologické parametry: vesmír je geometricky plochý, obsahuje 5% baryonů, 25% skryté látky a 70% skryté energie.

Díky pokroku částicové fyziky se daří popsat **vývoj velmi raného vesmíru** v čase pod 1 pikosekundu a pomocí optických, radiových a rentgenových měření vývoj vesmíru v čase od 100 mil. let po velkém třesku. Standardní model částic, z nichž se skládá hmotna, je ověřen s vysokou přesností. Konstanta jemné struktury α nezávisí zřejmě na době trvání vesmíru, což nezávisle potvrdili S. Landau a H. Vucetich z pozorování rozpadových produktů v přírodním atomovém reaktoru v Oklo v Gabunu, jenž fungoval před 1,8 mld. roků.

Od budovaného urychlovače **LHC** v CERN pro energie srážek až 14 TeV lze očekávat objev Higgsova bosonu a možná i prvních supersymetrických částic. Pro studium částic a fotonů velmi vysokých energií se chystají nové družice SWIFT, GLAST a EUSO; na zemi pak observatoř Pierra Augera. Velké naděje se vkládají do vyplývání detektorů gravitačního záření LIGO, VIRGO a j. Pro nízké energie mikrovlnných fotonů se buduje v Chile obří soustava mikrovlnných radioteleskopů ALMA a po r. 2011 odstartuje astrometrická družice nové generace GAIA, která patrně najde asi 20 – 30 tis. exoplanet.

Kosmologie se zkrátka dává do svěžného pohybu na jedné straně díky přesnějším a dříve neuskutečnitelným měřením velmi vzdálených objektů včetně zábleskových zdrojů záření gama, fluktuací v reliktovém záření a prvním odhadům prostorového rozložení zářící i skryté látky a na druhé straně proto, že teoretici přicházejí se stále novými resp. staronovými nápady, které dovádějí často ad absurdum, protože je nikdo nedokáže ověřit či vyvrátit pozorováním nebo laboratorním experimentem. Tak se např. P. Steinhardt a N. Turok, ale třeba i A. Aguirre a S. Gratton, snaží oprášit **dávné koncepce** cyklicky se opakujícího časově nekonečného vesmíru, anebo myšlenku ustáleného stavu vesmíru. Nechci tím však čtenářům plést hlavu, protože mám pocit, že jde spíše o krátkodobé výkřiky do tmy než o začátek lepšího pochopení stavby a vývoje vesmíru. Ostatně mají tito odvážlivci i své přísné kritiky, zejména pak proslulého ruského kosmologa A. Lindeho. Vždy si při této hrátkách opakuji výstižný výrok J. Wheelera: „*Nikdy nespěchej za tramvají, krásnou ženou nebo kosmologickou domenkou. Za pět minut se objeví další.*“

A tak nakonec na mne v úvahách o kosmologii r. 2002 udělalo největší dojem bezmála filosofické zamýšlení C. Impeyeho, který se sám sebe otázal, zda má vesmír **estetické kvality**. Jeho odpověď zní, že ano, a to by podle mého soudu měly respektovat budoucí kosmologické domněnky či dokonce teorie. Vesmír zřetelně využívá kooperativních jevů, jimiž se z chaosu tvoří řád, ale současně se řídí zákonem růstu entropie, čili neuspořádanosti. Rovněž tak je překvapující, jak skvěle se hodí tak umělý a abstraktní lidský výtvar jako matematika k popisu reálných situací a dějů ve vesmíru. Vesmír často sází na náhodu, ale současně dává přednost souměrnostem... Nakonec se však i Imprey utíká o pomoc k J. Wheelerovi, když cituje jeho další kouzelné tvrzení: „*První otázka, kterou bychom si měli položit, zní 'Proč existuje něco spíše než nic?' Neboť nic není jednodušší než něco.*“

6.2. Problém skryté hmoty

Nedávné dokončení již zmínované přehlídky galaxií 2dF přispělo k potvrzení shodného prostorového rozložení zářící a skryté látky (dark matter) ve vesmíru, přičemž skryté látky je přibližně $7 \times$ více než látky zářící. Právě z toho důvodu jeví velmi svítivé galaxie vyšší

zhuštění a shlukují se více než běžné polní galaxie. Podle R. Mendéze lze získat dobré údaje o skryté látce v Galaxii z rozložení vlastních pohybů slabě zářících hvězd, což je nyní možné zjistit díky měřením z HST. Autor se domnívá, že na základě rozložení populace starých bílých trpaslíků v tlustém galaktickém disku a halu lze prokázat, že právě tato populace představuje veškerou skrytu látku uvnitř naší Galaxie. Obecně však zůstává povaha skryté látky ve vesmíru stále nejasná. Neutrina nemohou představovat více než 1/5 skryté látky vesmíru, protože horní mez hmotnosti neutrín klesla zásluhou nových pozorování na $1 \text{ eV}/c^2$.

Podle M. Tegmarka vyplývá z přehlídky červených posuvů více než 250 tis. galaxií (2dFGRS), že i **skrytá energie** (dark energy) opravdu existuje a tvoří asi 70% celkové hmoty-energie vesmíru. Skrytá energie je v prostoru rozložena naprostě rovnoměrně a je zdrojem odpudivé síly, jejíž velikost roste se vzdáleností a stářím vesmíru! Naproti tomu si A. Linde myslí, že toto kosmické zrychlování jednou skončí a přejde naopak v globální gravitační zhroucení, možná již za nějakých 10 miliard let. V každém případě má zajisté pravdu M. Turner, že *existence skryté energie ve vesmíru má klíčový význam jak pro pochopení výsledků soudobé kosmologie tak pro jednotnou teorii chování částic v extrémních fyzikálních podmínkách.*

6.3. Základní kosmologické parametry

F. Teerikorpi a G. Paturel upozornili na soustavné **přečerpávání hodnoty Hubblovovy konstanty H_0** , odvozované z pozorování cefeid ve vzdálenějších galaxiích. V takovém případě vidíme totiž jenom nejsvítivější cefeydy, které podle příslušného vztahu perioda-svítivost mají nejdélší periody. To má za následek, že vzdálenosti těchto galaxií jsou podceněny tím více, čím je galaxie vzdálenější a v důsledku toho je H_0 přečerpávána. Pokud opravíme odvozenou hodnotu H_0 o tento výběrový efekt, dostáváme pak z pozorování cefeid $H_0 = \text{cca } 55 \text{ km/s/Mpc}$. Naproti tomu I. Karečencev odvodili z měření červených posuvů 36 blízkých galaxií, kde se zmíněný efekt téměř neuplatňuje, že lokální hodnota $H_0 = (73 \pm 15)$.

V. Cardone aj. využili **gravitačních čoček** – čtyřlístků k nezávislému odhadu Hubblovovy konstanty měřením relativního zpoždění signálů v jednotlivých bodech čtyřlístků a obdrželi tak $H_0 = (58 \pm 17)$. Podobně C. Fassnacht aj. určovali zpoždění signálů pro čtyřlístek B1608+656 (Dra) a odtud dostali $H_0 = (63 \pm 2)$. C. Kochanek však soudí, že tato metoda je zatím velmi nejistá, neboť rozličné čočky dávají H_0 v rozmezí 48 – 71 v obvyklých jednotkách.

C. Pryke aj. určovali pomocí **interferometru DASI** v Antarktidě v nadmořské výšce 2,8 km kosmologické parametry $H_0 = 72$; $\Omega_0 = (1,00 \pm 0,04)$ – úhrnná hustota vesmíru se tedy rovná hustotě kritické, což svědčí o kosmologické inflaci; $\Omega_m = (0,40 \pm 0,15)$ – to je součet zářící a skryté látky; $\Omega_{\text{LAMBDA}} = (0,60 \pm 0,15)$ – což je skrytá energie. V Antarktidě také startoval koncem r. 1998 stratosférický balón nesoucí radiometr BOOMERAnG, jenž měřil flktuace reliktního záření ve výšce 39 km nad zemí po dobu 257 h na frekvenci 150 GHz s úhlovým rozlišením 10 arcmin – 2,4°. C. Netterfield aj. uveřejnili v r. 2002 komplexní zpracování tohoto jedinečného experimentu, který umožnil zkoumat akustické spektrum fluktuačí do vysokých stupňů polynomu. I těmto autorům vyšla hustota vesmíru prakticky rovná hustotě kritické, podíl skryté látky 0,3 a skryté energie 0,7 jakož i $H_0 = (67 \pm 9)$.

G. Efsathiovi aj. odvodili z přehlídky 2dF a rovněž z anizotropie reliktního záření, že **kosmologická konstanta LAMBDA** se pohybuje v rozmezí 0,65 – 0,85, což je v dobré shodě s nezávislými určeními poměru skryté energie ku kritické hmotnosti vesmíru cca 0,7. K. Z téhož materiálu určili J. Percival aj. $H_0 = 66$ a $\Omega_m = 0,31$. K. Grainge aj. využili k určení kosmologických parametrů Sunjajevova-Zeldovičova efektu (SZ) poklesu teploty reliktního záření v kupách galaxií. Vybrali si kupu galaxií Abell 1413 (Com; $z = 0,14$) a obdrželi tak $H_0 = (57 \pm 20)$; $\Omega_0 = 1,0$; ale kupodivu $\Omega_{\text{LAMBDA}} = 0$! Podobně E. Reese aj. měřili efekt SZ v 18 kupách galaxií v rozmezí červených posuvů $z = 0,14 - 0,78$ a obdrželi tak $H_0 = (60 \pm 15)$. Srovnáním dosavadních nejlepších určení kosmologických parametrů se zabýval M. Turner a dospěl tak ke kritické hustotě vesmíru $1 \cdot 10^{26} \text{ kg/m}^3$, přičemž $\Omega_m = (0,33 \pm 0,04)$ a $\Omega_{\text{baryony}} = (0,039 \pm 0,008)$.

6.4. Reliktní záření

Ačkoliv bylo reliktní záření objeveno víceméně bezděčně až v r. 1965 A. Penziasem a R. Wilsonem (kteří se za tento epochální objev stali r. 1978 nositeli Nobelovy ceny za fyziku), ještě více bezděčně a ovšem nepřímo bylo fakticky pozorováno již v r. 1937 americkými astronomy T. Dunhamem a W. Adamsem ve spektru mezihvězdného dubletu čar excitovaného stavu **molekuly CN** o vlnové délce 387,46 a 387,58 nm. Toto pozorování vysvětlil v r. 1941 v článku v časopise PASP 53, č. 314, str. 233 další Američan A. McKellar jako důsledek excitační teploty kosmického prostoru 2,3 K – tj. jen o 16% nižší než je pozorovaná teplota reliktního záření, které tuto molekulu vskutku excituje.

Nyní se P. Molarovi aj. podařilo poprvé změřit teplotu reliktního záření v dávné minulosti vesmíru tím, že studovali jeho teplotu pomocí absorpčních čar molekulárního vodíku v okolí kvasaru **QSO 0347-3819** (Coe), jehož $z = 3,0$. Teorie rozpínajícího se vesmíru dává pro tu vzdálenost (a tedy minulost cca 11 miliard let) teplotu 10,97 K, zatímco z pozorování vyšlo $(12,1 \pm 2,4)$ K, což je zajisté velmi uspokojivý souhlas.

C. Blake a J. Wall hledali **dipólovou anizotropii** reliktního záření pomocí rozložení vzdálených radiogalaxií s červeným posuvem $z = \text{cca } 1,0$ po 82% oblohy v galaktických šířkách nad $\pm 15^\circ$. Efekt anizotropie totiž zesílí záření radiogalaxií jednak usměrněním díky efektu speciální teorie relativity a jednak vlivem Dopplerova principu. Dostali tak rychlosť pohybu Země vůči poli reliktního záření 370 km/s a polohu apexu dráhy Země velmi blízkou hodnotě odvozené přímo z anizotropie reliktního záření. Amplituda souhrnného efektu činí asi 2% střední hodnoty rovněž ve shodě s očekáváním.

Aparatura DASI v Antarktidě přinesla v r. 2002 epochální objev **polarizace reliktního záření**, což dává v principu novou nezávislou možnost studovat flktuace v rozložení zárodečné látky vesmíru s větší přesností než to umožňuje rozložení teplotních fluktuačí. Podle J. Calstroma aj. první přes 200 dnů trvající měření ve dvou úsecích oblohy o průměru $3,5^\circ$ potvrzuje teorii velkého třesku, jejímž důsledkem je mimo jiné rozptyl světla na volných elektronech v raném vesmíru, kterým se polarizují fotony reliktního záření. E. Leitch aj. a J. Kovac aj. zpracovali obsáhlý pozorovací materiál o fluktuačních teplotách a polarizaci reliktního záření s úhlovým rozlišením 1° , získaný pomocí DASI během dvou let, a dostali tak obraz o vzhledu vesmíru ve stáří 400 tis. let po velkém třesku.

chytiť špeciálna helikoptéra vo výške niekoľkých kilometrov nad americkým štátom Utah. Potom sa mal kanister dostať priamo do laboratória Johnsonovo strediska kozmických letov v Texase. V tamnejšej výbave je totiž ultračistá miestnosť, kde v kubickom metri nenájdete viac ako 10 častíc väčších ako mikrometer. Počíta sa s tým, že sa tam budú študovať i neskôr získané vzorky z iných kozmických telies.

Sonda Genesis sa v roku 2001 vydala na lov slnečného vetra, začiatkom septembra toho roku sa vrátila späť na Zem a v špeciálnom „kanistri“ priniesla niekoľko miliónov gramu častic.

Lenže človek mieni, NASA plánuje a návratový modul sondy sa 8. septembra naprieck všetkým predpokladom zapichol rýchlosťou vyše 300 kilometrov za hodinu do zeme v oblasti vojenského výcvikového strediska v americkom štáte Utah. Presne v plánovanej dopadovej eliptice (obr. 2).

Tak či onak, už uplynulo čosi viac ako štvrtstoročie, odkedy sa skončili výpravy Apollo a Luna, a my sme sa opäť dočkali ďalšieho mimozemského materiálu.

Itinerár sondy Genesis

8. 8. 2001 Štart a navedenie sondy na dráhu

August 2001 Otvorené puzdro zberača častic, odklopené krytky monitorov elektrónov a iónov. Odvetrávanie zvyškových plynov z monitorov. Aktivovácia a testy systému pre automatickú detekciu režimu slnečného vetra.

Október 2001 Začiatok zberu slnečného vetra.

15. 11. 2001 Ukončenie všetkých vedeckých pozorovaní.

16. 11. 2001 Začiatok manévrov na navedenie sondy na dráhu okolo libračného bodu L1.

3. 12. 2001 Vyklopenie panelov na zber slnečného vetra a opäťovné začiatie zberu častic slnečného vetra.

1. 4. 2001 Definitívne ukončenie zberu slnečného vetra a začiatok návratu z oblasti libračného bodu L1 cez L2 K Zemi.

1. 5. 2004 Prelet okolo Zeme vo vzdialosti 392 300 km.

8. 9. 2004

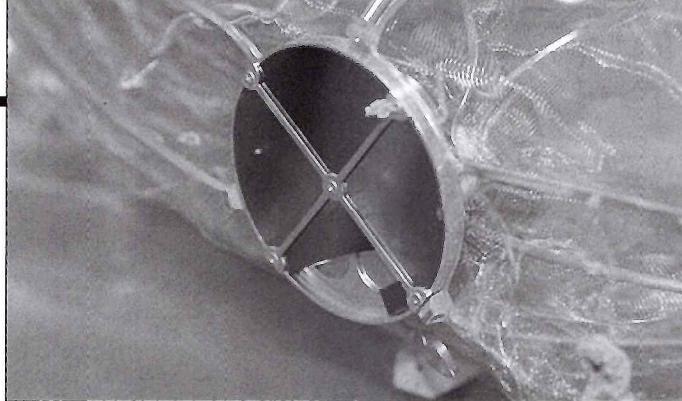
11:52:47 UT Návratové puzdro sa oddelilo od sondy vo vzdialosti 66 000 km od Zeme.

12:15 UT Sonda uskutočnila úhybný manéver a okolo 15:00 UT zanikla v atmosfére nad Tichým oceánom.

15:55 UT Návratový modul vstúpil do atmosféry rýchlosťou 11 km/s pod uhlov 8,25 stupňa k horizontu. Vo výške 33 km mal byť vypustený stabilizačný padák, vzhľadom na poruchu sa tak nestalo.

15:58 UT Nebrzený modul dopadol rýchlosťou 86 m/s na strelnicu Dugway Proving Ground vojenského priestoru Utah Test and Training Range v americkom štáte Utah. Modul bol pri dopade značne poškodený. Podľ výpočtov S. Grahna vzniklo pri náraze preťaženie 504 g.

10. 9. 2004 Bola vymenaná komisia, ktorá by mala vyšetriť príčiny nepodareného pristátia sondy.



Obr. 3: Terč koncentrátoru mal pri obnovovaní vzoriek prioritu číslo jedna. Jeho analýzou možno zistiť rozloženie izotopov kyslíka v slnečnom vetre.



Obr. 4: Prakticky nepoškodená ostala zlatá fólia, jej úlohou bolo zaznamenať izotopy dusíka. Bola v poradí druhým najdôležitejším experimentom na palube návratového modulu.

Čo ďalej?

Okamžite po dopade návratového modulu sondy Genesis bolo vyvinuté enormné úsilie na záchranu čo možno najväčšieho množstva slnečného čiastočiek „zlate“. To samozrejme ostalo zachytené v lačiach ukrytých v návratovom module, lenže po náraze sa niektoré polámali a ich úlomky sa pomiešali v jeho vnútri. Naviac hrozila kontaminácia vzoriek, čím by sa stali prakticky nepoužiteľné.

Pôvodne sa mali vzorky z návratového kontajnera sondy skúmať v ultračistých priestoroch Johnsonovo vesmírneho centra v Hus-

tone. Tam však nie sú vhodné podmienky na rozobratie modulu za účelom znovužískania čo najväčšieho množstva použiteľných vzoriek. Preto boli v priestoroch toho istého vojenského výcvikového priestoru, kde modul dopadol, zriadené laboratóriá s veľmi čistými priestormi, kde bolo možné pomaľičky rozobrať zničený návratový modul a roztriediť polámané kúsky detektorov.

Už od začiatku prác prekypoval tím zaoberajúci sa obnovou vzoriek optimizmom a entuziazmom. Zdá sa, že nie bezdôvodne...

Hlavným cieľom sondy bolo zmerať zastúpenie izotopov kyslíka a dusíka v slnečnom vatre. To pomôže vedcom určiť, ktorá zo súčasne uznaných teórií je správna, vzhľadom na úlohu kyslíka pri vzniku Slnečnej sústavy. Vedci dúfajú, že sa im to podarí určiť z izotopov zachytených v štyroch teroch koncentrátoru slnečného vetra. Už teraz je známe, že tri zo štyroch segmentov terča sú nedotknuté. Štvrtý z nich sa rozobil na niekoľko kusov, naprieck tomu sa ho podarilo obnoviť na 85% (obr. 3).

„Znovužískanie terčov z koncentrátoru bolo našou prioritou číslo jedna,“ konštatuje Eileen Stansbery z Johnsonovo Vesmírneho centra, oddelenia výskumu astromateriálov. „Keď som videla, že tri zo štyroch terčov sú nedotknuté a štvrtý je v celom dobrom stave, srdce mi poskočilo od radosti. V týchto segmentoch je uložená trojročná história slnečného vetra. Pre vedeckú komunitu je v nej však ukrytá veľká časť história vzniku Slnečnej sústavy. Pri pohrade na veľmi dobrý stav týchto terčov bolo hned jasné, že najväčšia prekážka je už za nami.“

Ďalším miľníkom pri „dobývaní“ vzoriek zo zničeného modulu bol objav lapača zo zlatej fólie, ktorý vôbec nebolo poškodený a je vo vynika-



Obr. 5: Tento lapač mal zachytávať hlavne vzácné plyny a ich izotopy. Naďalej tomu, že je poohýbaný, podarilo sa ho úplne obnoviť.



Obr. 6: Toto sú kúsky zo sústavy lapačov (kolektorov) získané z návratového modulu. Napriek tomu je výskumný tím stále optimistický a tvrdí, že bude schopný obnoviť takmer všetky vzorky so zachytenými čiastočkami slnečného vetra.

júcom stave. Predpokladá sa, že táto zlatá fólia obsahuje takmer milión miliárd (10^{12}) častic slnečného vetra. Je považovaná za cieľ číslo dva, z hľadiska vedeckého prínosu aj dôležitosti pri obnove vzoriek (obr. 4).

Lapač z lešteného hliníka bol pri náraze poškodený, napriek tomu vedci očakávajú, že odkryje niektoré tajomstvá o Slnku. Jeho úlohou bolo zachytávanie izotopov vzácnych plynov v slnečnom vetre. (obr. 5)

Po rozoberatí zásobníka s detektormi (lapačmi) v ultračistých priesitoroch vedci objavili veľké množstvo použiteľného materiálu, napríklad niekoľko takmer nedotknutých zařivových kolektorov či kolektorov z pokovovaného skla.

Napriek všetkým snahám budú mať výsledky analýzy niektorých vzoriek pomerne velkú chybu. To je spôsobené bezprostredným kontaktom niektorých vzoriek s povrchom i atmosférou Zeme.

Po dôkladnom roztriedení všetkých celých častí a použiteľných úlomkov detektorov ich vedci poslali všetky do centra v Hustone. Vzorky tam mali smerovať okamžite, samozrejme, v prípade úspešného pristátia... Skutočnosti tam dorazili až mesiac po „pristátí“ návratového modulu. Pričom počet detektorov bol niekoľkonásobne väčší ako pri štarte sondy, nanešťastie. Bolo ich vyše troch tisíc (obr. 6).

Časť z nich bude k dispozícii vedcom z celého sveta zapojeným do

projektu Genesis. Tí ju podľa plánu budú skúmať až do roku 2007. Zvyšok sa uloží do trezoru pre budúce generácie, a predovšetkým pre budúce, ešte nevyrobene veľmi citlivé detektory. Zbierka iónov a elektrónov sa tak stane súčasťou amerického „národného pokladu“. Ak vezmeme do úvahy cenu kilogramu tejto hmoty, určite je to najdrahšia látka na svete. Niekolko desiatok mikrogramov látky získanej za 220 miliónov dolárov je rádovo niekoľko desiatok biliónov dolárov za kilogram (bez uváženia ceny za „dobývanie“ poškodených detektorov z modulu). Mimochodom, poznáte niečo drahšie?

Čo bolo príčinou zlyhania?

Podľa prvých správ zlyhanie padákov spôsobila batéria, ktorá mala odpaliť nálože v padákoch. Už počas

práce sondy sa odborníci v riadiacom stredisku obávali o jej stav. Kvôli problémom z jej chladením pracovala takmer po celý čas v málo vyššej teplote, ako sa pôvodne plánovalo. Avšak počas testov funkčnosti na Zemi fungovali batérie rovnakého typu bezechybne, nepotvrdil sa negatívny vplyv zvýšenej teploty na systém napájania. Podľa slov Boba Corvina z firmy Lockheed Martin, ktorá skladala sondu, bola pracovná teplota batérie len o necelých päť stupňov Celzia vyššia oproti pôvodne plánovanej.

Komisia vymenaná krátko po dopade sondy sa podrobnej analyzovala všetkých dostupných materiálov a záznamov komunikácie so sondou dopracovala k názoru, že príčinou neotvorenia oboch padákov bola triviálna chyba. Senzory na palube, ktoré mali merať spomalenie návratu-

tového modulu po vstupe do hustejších vrstiev atmosféry a mali iniciovať časovú sekvenciu, ktorá najskôr mala otvoriť brzdiaci padák a krátko na to, po dosťatočnom spomalení, i hlavný padák, bol zostavené správne, teda presne podľa plánu, ale namontovali ich obrátené (obr. 7). Následky tejto chybičky sú vám už dobre známe. Celkom prirodzené sa teraz natísa otázka, prečo nemohla byť táto zdanivo malá technická chyba odhalená, keby sa uvoľnilo viac peňazí na rutinné kontroly technických výkresov, je veľmi pravdepodobné, že by sa pri kontrole podarilo chybu v plánoch odhaliť ešte pred montážou senzorov. V tomto prípade išlo „len“ o návratový modul sondy. Ale čo, keď sa podobnej chyby dopustia konštruktéri pri návratovom module so živou posádkou?

Preto malo zistenie príčin neocákávaného zlyhania návratového modulu sondy klúčový význam pre budúce vesmírne programy. V januári roku 2006 má sonda Stardust takisto vypustiť svoj návratový modul so vzorkami plynu z kométy Wild 2. NASA naozaj nechce, aby sa projekt za niekoľko sto miliónov dolárov skončil opäť fiaskom. V budúcnosti sa počíta i s prvými vzorkami horní z Marsu. Rovnako ako pri oboch už spomínaných projektoch, návrat vzoriek je opäť spojený so záhytom návratového modulu vo vzduchu.

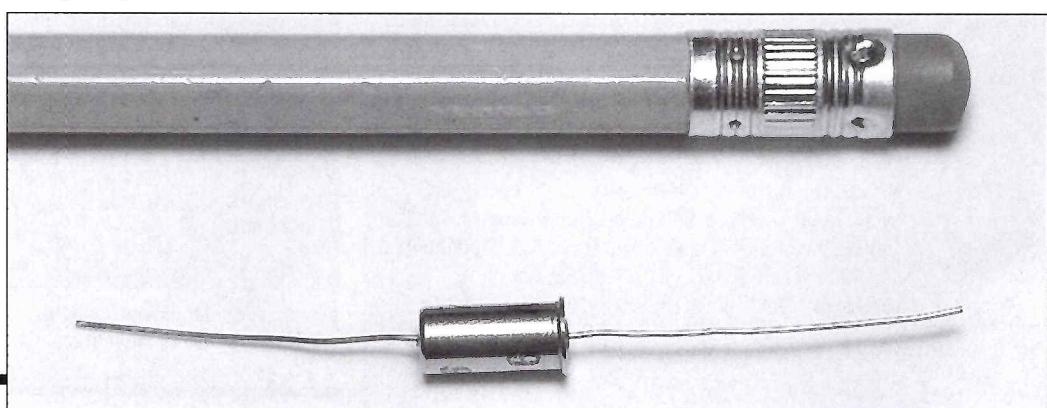
Neúspech sondy Genesis určite nemal pozitívny vplyv na financovanie amerického vesmírneho programu. Senátori a kongresmani čoraz menej dôverujú Národnej agentúre pre letectvo a vesmír. NASA sa po katastrofe raketoplánu Kolumbia neteší najlepšej povesti ani v očiach laickej verejnosti.

PETER MAJCHRÁK

Podľa www.ian.cz,
<http://news.astronet.pl>

NASA press release
(http://www.nasa.gov/mission_pages/genesis/main)

Kameň úrazu. Taktô vyzerá snímač spomalenia návratového modulu. Avionika modulu ich obsahuje niekoľko. Ak by boli namontované opačne, oboj padáky by sa s najväčšou pravdepodobnosťou otvorili a zachytenie sondy by prebehlo podľa plánu. Lenže neboli...



Matka príroda medzi ekomanmi a egomanmi

Pôvodne na všetkých kontinentoch, čoraz častejšie a čoraz ničivejšie; hurikány, tornáda, tajfúny a cyklóny devastujúce veľké oblasti obývanej súše; dlhotrvajúce suchá, postihujúce obrovské teritóriá; záľaha snehu v Dillí; ľadové krúpy, veľké ako pomaranč, bombardujúce Tokio; varovania klimatológov i bohorovný fatalizmus mocenských elít arogantne spochybňujúcich vedecké prognózy

o dôsledkoch meniacich sa klímy v najsledovanejších médiách; nečakaná (a do istej miery záhadná) správa Pentagónu ohlasujúca brutálne rýchlu zmenu klímy v najbližšom desaťročí; katastrofické filmy, ktoré akoby pripravovali svetovú verejnosť na drastické dôsledky očakávaných zmien klímy, pričom strach divákov premieňajú na zisk; čoraz častejšie konferencie klimatológov i čoraz nejednoznačnejšie interpretácie modelov klímy vyplývajúcej z rastúcej záplavy údajov o oteplovaní našej planéty, to všetko svedčí o tom, že oteplovanie našej planéty (či už prirodzené, v rámci doteraz neobjasnených cyklov, alebo generované aj aktivitami ľudskej civilizácie) sa stáva hrozou, na ktorú môžu doplatiť už v najbližších desaťročiach stovky miliónov ľudí.

Správa National Research Council (NRC), čo je americká organizácia štátom dotovaných akadémii, varuje, že oteplovanie a ďalšie vplyvy ľudskej civilizácie na globálnu klímu môžu vyvolať rýchle, rozsiahle a neželané klimatické zmeny nielen v niektorých oblastiach kontinentov, ale aj v globálnej mierke. Minuloročná správa NRC – *Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises (Náhla zmena klímy: neželané prekvapenia)* upozorňuje na dôsledky hrozivej diagnózy pre vedcov i politikov. Varovanie je vecné: „Počas posledného tisícročia sa náhle klimatické zmeny vyskytovali, ale v porovnaní so zmenami v dávnejšej minulosti, o ktorých už vieme, boli oveľa miernejšie a postihovali iba regióny. Nie je však dôvod nazdávať sa, že sa podobné veľké zmeny nebudú opakovať.“

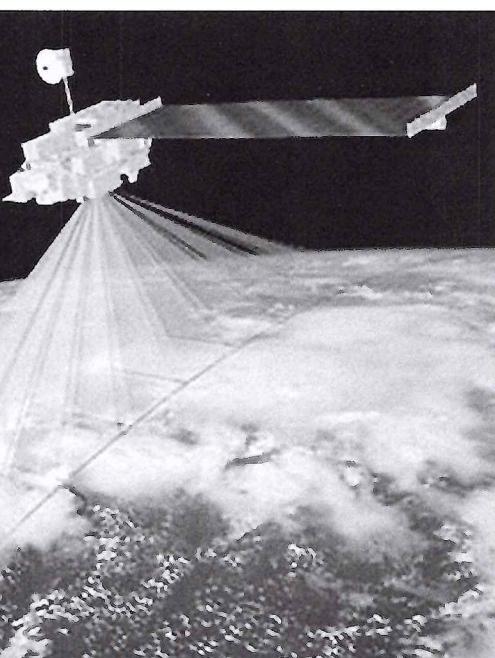
V minulosti, v paleolite i v neolite, nepočetné ľudstvo vzdrovalo zmenám klímy migráciou do pohostinnejších oblastí, prispôsobovaním príbytkov či zdokonalovaním zavlažovania. Zmeny klímy do istej miery urýchliili rozvoj civilizácie. Kam by sa však uchýlilo 100 miliónov Bangla-

déšanov, keby sa ich nízinatá krajina, ktorú pravidelne sužujú obrovské povodne i zátopy búrkami vzdutých vín mora, stala neobývatelnou? Kam sa podejú miliónové národy z nízkych ostrov roztrúsených po svetových oceánoch?

Tón správy NRC nie je apokalyptický, ale varuje pred fatalizmom: „Zmeny klímy, ktoré pozorujeme, sú postupné, ale môžu sa už v najbližšom čase zrýchliť. Nie je vylúčená ani náhla zmena klímy, tak ako sa to stalo veľakrát v minulosti.“

O globálnom oteplovaní sa čoraz viac hovorí, nikto však nič proti tomu nerobí. Geoinžinierstvo, cieľavedomé využívanie technológií, ktoré by mohli zmenami atmosférickej chémie tento trend spomaliť alebo ho využívať, je iba v plienkach. Terraforming, ovplyvňovanie ekosystémov Zeme, nazývajú podaktori environmentalisti terrorformingom: násilným prispôsobovaním životného prostredia momentálnym potrebám jednotlivých štátov bez ohľadu na ďalšie generácie. Naše prostredie však môžeme manipulovať aj pozitívne, ozdravujúco.

Na obrázku, ktorý vznikol pomocou počítača, vidíte satelit Terra. Najdôležitejším prístrojom na jeho palube je MISR. Povrch Zeme sníma 9 kamier, každá so 4-farebnými pásmi.



Americká skadémia vied (NAS) vydala ešte v roku 1992 štúdiu *Policy Implications of Greenhouse Warming: Mitigation, Adaptation and the Science Base*. (Politické dôsledky skleníkového efektu: zniernenie, prispôsobovanie sa a vedecká základňa.) Na správe sa podieľalo vyše 50 vedcov, a to nielen z NAS, ale aj z National Academy of Engineering, z Institute of Medicine, ale aj z vlády, súkromného priemyslu a mimovládnych organizácií. Jedna kapitola tejto správy (*Mitigation Panel*) navrhuje, ako zmierniť, či dokonca zvratiť globálne oteplovanie planéty.

Prachové delá, rakety a vesmírne zrakadlá

Jedným z návrhov je masívne zalesňovanie ako jedna z najperspektívnejších metód znižovania obsahu oxidu uhličitého v atmosfére. Ďalší návrh počíta s kontrolou bilancie žiarenia, najmä tepelného, ktorým nás zaplavuje Slnko. Uvažuje aj o spôsoboch, ako zvýšiť albedo Zeme. Vedci vypočítali, že zvýšenie albeda len o 0,5 percenta by znižilo skleníkový vplyv oxidu uhličitého o polovicu.

Niekteré projekty skúmali možnosť zvýšenia objemu prachu v najnižších vrstvách stratosféry. Dopraviť by ho tam mohli špeciálne delá alebo rakety. Iné projekty navrhujú rozmiestniť na obežnej dráhe okolo Zeme ozrnuté zrakadlá, alebo vypustiť milióny vrstvou hliníka potiahnutých a vodíkom naplnených balónov do stratosféry. Vedecký tím NAS uprednostňuje projekt gigantických zariadení generujúcich laserové pulzy na vrcholkoch hôr, ktoré by infračervené žiarenie vracali do stratosféry. Pomocou laserových lúčov by bolo možné selektívne ničiť molekuly chlóru, fluoru a uhlíka (CMC) v atmosfére procesom multifotonovej disociácie.

Nebezpečné vedľajšie efekty

Odborníci posudzujúci tieto projekty však upozorňujú, že spomenuté geoinžinierske projekty predstavujú veľké riziko: „Bez dôkladného a zodpovedného preskúmania všetkých priamych a možných vedľajších efektov, bez zohľadnenia synergického pôsobenia všetkých známych i neznámych premenných pôsobiacich v atmosfére by použitie ktoréhokoľvek z navrhovaných projektov predstavovalo neúnosné riziko. Všetky navrhované prostriedky sú navyše neprakticke a neúnosne drahé. Zavrhnuť ich však netreba. V budúnosti, keď budeme mûdrejší, ich možno použijeme.“

Nezastupiteľná úloha špecializovaných satelitov

Flotilu špecializovaných meteorologických a klimatických satelitov dopĺňa ďalšie družice na skúmanie zemskej biosféry, ktoré budú vypustené v najbližších rokoch. „Údaje o Zemi získané pomocou satelitov nám pomôžu pochopiť varovné signály náhlej klimatickej zmeny, spresniť rozhodovanie o tom, ako im čeliť a čo najpodrobnejšie monitorovať zmeny, ktoré sa už manifestujú,“ vráví Ray Williamson, profesor z George Washington University's Space Policy Institute pri Elliotovej škole medzinárodných vzťahov vo Washingtone.

Milutin Milanković a astronomická (insolačná) teória klimatických zmien

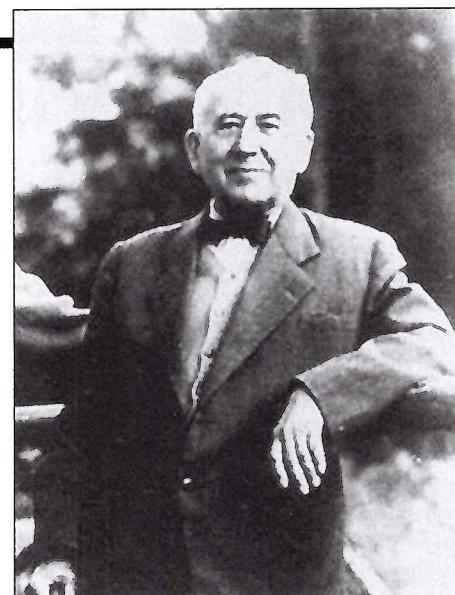
„...moja práca, založená na exaktej vede, prenikla do sféry popisných prírodných vied, a tak vytvorila most medzi exaktnými a popisnými prírodnými vedami. Je doposiaľ chýbajúcim prepojením medzi nebeskou mechanikou a geologiou....“

Milutin Milanković

Milutin Milanković (obr. 1) sa narodil v roku 1879 v dedine Dalj, ktorá v tom období patrila Rakúsko-Uhorskej monarchii, neskôr Juhoslávii a v súčasnosti Chorvátsku. Členovia jeho rodiny boli vospolok kreatívni ľudia – knazi, obchodníci, štátne úradníci. Jeho pradeda Uroš Milanković sa začiatkom 19. storočia preslávil filozofickými štúdiami z oblasti prírodných vied. V roku 1896, po skončení vyšej strednej školy v Skopje, začal Milutin Milanković študovať na Technickej škole vo Viedni civilné inžinierstvo, v roku 1904 obhájil doktorskú prácu. Zazrátko si vo Viedni získal povest jedného z najlepších inžinierov. Do praxe zaviedol a publikoval 6 patentov. Ako zamestnanec konštrukčnej firmy A. B. Pittela sa podieľal na realizácii viac ako 30 stavebných objektov v bývalom Rakúsko-Uhorsku. Vzťah k riešeniu technických problémov ho neopustil po celý život – v práci *Babylonská veža modernej techniky* publikovanej na sklonku života sa zaoberá riešením problému, aká môže byť maximálna výška budovy na Zemi, a s akými vtedajšími technickými prostriedkami možno zostrojiť budovu, ktorej výška by prekonala všetky doteď existujúce... V roku 1909 ponúkol Milankovičovi minister školstva Srbského kráľovstva miesto profesora na Fakulte filozofických vied v Belehrade. Napriek výrazne nižšiemu platu nášiel Milanković na univerzite podmienky na riešenie teoretických problémov, ktoré ho vždy zaujímali. Už okolo roku 1912 publikoval prvé práce vymedzujúce oblasť jeho záujmu – matematické riešenie problému insolácie (insolation – incoming solar radiation) a teploty planét. V štúdiu tejto problematiky mu nezabránil ani dlhší pobyt vo väzení počas prvej svetovej vojny. To, že počas pôsobenia na univerzite Milankoviča považovali viac za astronóma než za inžiniera, dokumentuje jeho účasť na Kongrese ortodoxných východných cirkví v Konstantinopole, kde ako zástupca Srbského kráľovstva a astronomický expert pomáhal pri zavedení reformy juliánskeho kalendára, ktorý tieto cirkvi dovtedy používali.

V roku 1920, keď bola publikovaná jeho práca *Matematická teória tepelných javov vyvolaných slnečným žiareniom*, ho oslovil známy klimatológ W. Köppen a jeho zaf geofyzik A. Wegener, ktorí mu ponúkli spoluprácu pri výskume variácií klímy Zeme v dávnej minulosti.

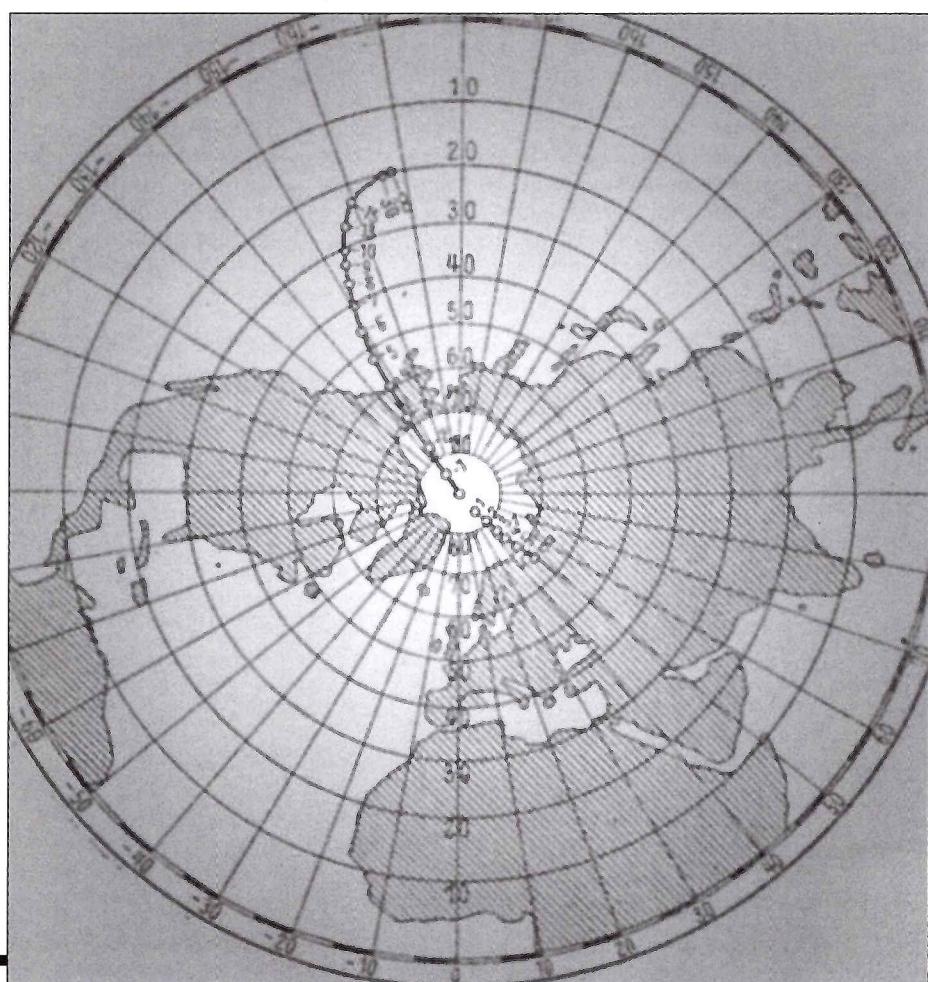
Už začiatkom 20. storočia geofyzici vedeli o tom, že rotačné póly Zeme vykazujú výrazný pohyb vzhľadom k povrchu Zeme počas geologickej dób, avšak príčiny tohto pohybu neboli jasné. Wegener vysvetlil Milankovičovi všetky dostupné poznatky geofyzikov o tomto probléme. V roku 1933 bola v Berlíne vydaná Milankovičova práca *Sekulárne pohyby pólu*. Autor pri riešení problému vychádzal z toho, že Zem je tekuté telo, ktoré sa správa ako pevné, vzhľadom na pôsobenie krátkodobých síl, a ako kvapalné pri dlhodobom pôsobení síl. Zem si predstavil ako elipsoid s nerovnomerne rozloženou pevnou vrstvou na povrchu, čiastočne ponorenou v tekutine. Vypočítal pohyb osi zemskej rotácie,

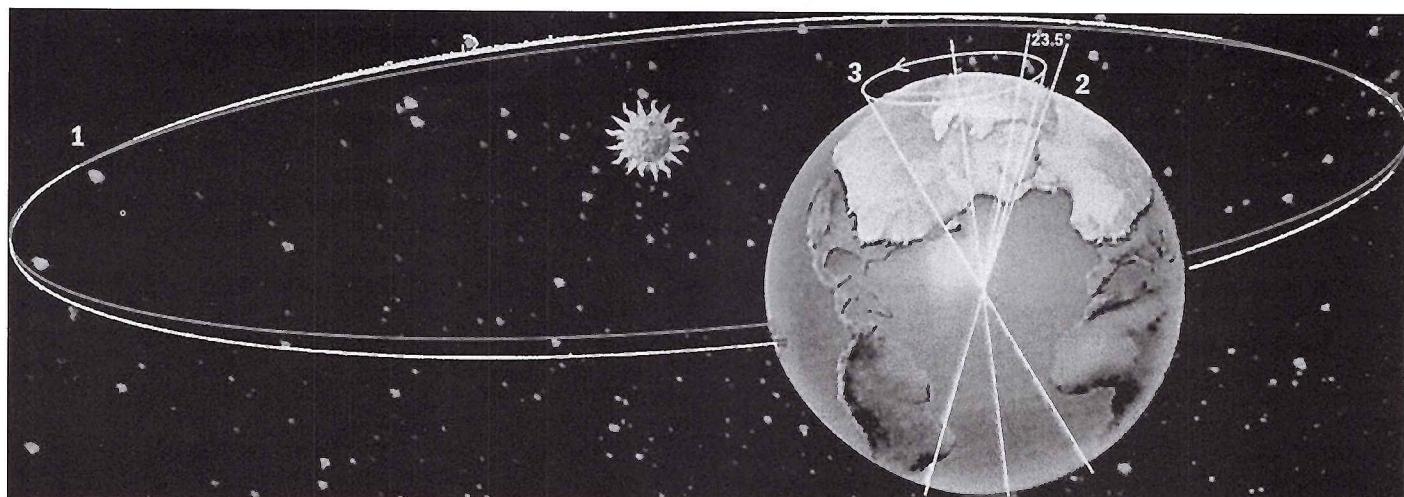


Obr. 1: Milutin Milanković. Fotografia z roku 1952.

vzhľadom na povrch Zeme v minulosti a v budúcnosti (obr. 2), zistil že tento pohyb je neperiodický a nevratný. Ako príčinu takéhoto pohybu uvádza nerovnomerné rozdelenie pevniny a oceánu Zeme, pričom predpokladá pohyb pevniny po tekutom podklade vyvolaný pôsobením odstredivých síl, tzv. „kontinentálny drift“. Hoci Milankovičova teória pohybu tektonických platní nedáva odpovede na nové objavy paleoklimatológov, nemožno mu upriet objav kľúčových

Obr. 2: Sekulárny pohyb severného rotačného pólu Zeme, vzhľadom na zemský povrch (publikované v diele Kánon insolácie).





Obr. 3: Schématické zobrazenie troch Milankovičových parametrov, ktoré majú vplyv na globálne klimatické zmeny: 1. zmena excentricity obežnej dráhy Zeme 2. zmena sklonu rotačnej osi Zeme 3. precesia.

pričin pohybu zemských rotačných pôlov v súvislosti s rozložením pevnín a oceánu na Zemi a jeho vplyvu na možné zmeny klímy.

Na vydanie jeho najdôležitejšieho diela *Kánon (súborné dielo) insolácie a problémy ľadových dôb nebola* v roku 1941 najpríhodnejšia doba – prvý vydanie tohto diela skončilo pochované v zombardovaných troskách tlačiarní. Druhú svetovú vojnou prečkal v Belehrade. Univerzita aj Srbská Akadémia vied boli zatvorené, a tak viedol samotársky život a venoval sa písaniu diel, ktoré zároveň hraničia s beletriou, ako napr. *Vzdialenosťmi svetla a časmi a Kráľovstvom vedy*. Neprijal ponuky nemeckých kolegov na vydanie jeho diela v Nemecku. Po vojne sa opäť vrátil na Univerzitu v Belehrade. Okrem funkcií na univerzite a v Srbskej Akadémii vied bol Milanković aj riaditeľom Astronomického observatória v Belehrade, ktoré v súčasnosti nesie jeho meno. Zomrel v roku 1958, práve v tom období, keď sa jeho astronomická teória klimatických zmien netešila najväčšejmu prijatiu. Mnohí klimatológovia sa v 50. a 60. rokoch domnievali, že nepatrne zmeny insolácie, aké predpokladala Milankovičova teória, nemôžu vyvolat výraznejšie zmeny klímy. Až rozvoj modernej techniky, ktorá umožnila lepší prístup k dnám oceánov a zlepšenie metód datovania sedimentov v 70. a 80. rokoch, potvrdili správnosť mnohých aspektov Milankovičovej teórie.

Milanković sa pokladá za zakladateľa kozmickej klimatológie. Už v roku 1914 vypočítal použitím svojej insolačnej teórie základné klimatologické údaje o Marse. O štyri roky neskôr sa sústredil na Mesiac, Venušu a Merkúr. Teploty Mesiaca a Marsa vypočítané Milankovičom takmer presne potvrdili merania amerických vedcov ešte v 20. rokoch minulého storočia a pomerne dobre súhlasia so súčasnými údajmi. Teploty Venuše a Merkúra neboli Milankovičom určené práve najpresnejšie a to hlavne kôli vtedajším nedostatočným vedomostiam o týchto planétach (sklon osi rotácie k ekliptike, hrúbka a zloženie atmosféry).

„Come-back“ a potvrdenie astronomickej teórie zmien klímy v 70. rokoch autor, ako to už býva vo vede či umení zvykom, nezažil. Uznanie Milankovičovi prejavil svet až 100 rokov po jeho narodení, či už organizáciou sympózium veno-

vanych jeho teórii, alebo rozhodnutím IAU pomenovať krátery na Marse, Mesiaci a tiež planétku 1936GA jeho menom. Škoda, že sa mu takého uznania nedostalo ešte počas jeho života. To by ho možno podnietilo k podrobnejšiemu rozpracovaniu svojej teórie, na ktorej už posledných 10 rokov svojho života nepracoval...

Astronomická teória zmeny klímy

Milankovič prvý matematicky opísal a zdôvodnil evolúciu teplotných zmien na povrchu planét. Vychádzal zo sférickej astronómie a nubeskej mechaniky. Analyzoval zmeny a dopad zmien slnečného žiarenia na klímu planét Slnečnej sústavy. Prvý poukázal na dopad zmien astronomických parametrov planét na kolísanie teploty planét, a teda aj na zmeny klímy na Zemi.

Aby sme neboli nespravidliví, aj francúzsky matematik A. Adhemar (1842) a škótsky fyzik J. Croll (1876) uvažovali o astronomických príčinách kolísania klímy Zeme v minulosti, ich výpočty však neboli zdáleka také presné ako Milankovičove. Milankovič sa nesnažil o vysvetlenie výskytu ľadových období na Zemi, ale snažil sa nájsť všeobecnú teóriu, ktorá by vysvetlovala prítomnosť takej alebo inakej klímy na všetkých planétach Slnečnej sústavy. Potrebu vytvorenia takejto všeobecnej teórie zmien klímy si autor uvedomil, keď získal údaje od svojich priateľov klimatológov a geofyzikov. Zistil, že vtedajšie meteorologicke výskumy sú orientované na získavanie experimentálnych údajov, vzťahy medzi jednotlivými prvkami sú vyjadrované jednoduchými empirickými závislosťami, ktoré nedokážu dostatočne vysvetliť prerozdelenie slnečnej energie na povrchu Zeme. Milankovič si uvedomil, že tak údaje klimatológov, ako aj geofyzikov predstavujú iba opis situácie, nie jej príčiny.

Práve v tom období (1913) sa podarilo určiť hodnotu, tzv. slnečnej konštanty, teda množstva slnečnej energie dopadajúcej za jednotku času na jednotku plochy umiestnenou nad atmosférou Zeme. To bol tiež dôležitý predpoklad toho, aby astronomická teória zmien klímy uzrela svetlo sveta.

Milankovič vychádzal z toho, že hlavným zdrojom energie pre všetky planéty Slnečnej sústavy je Slnko a že množstvo energie dopada-

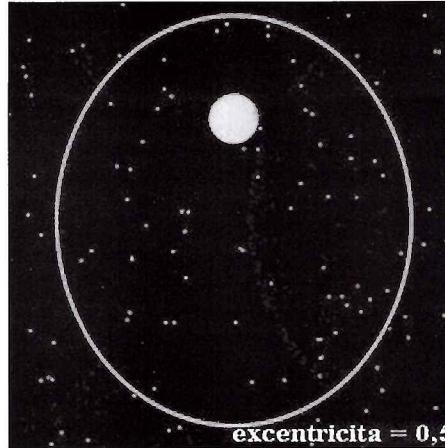
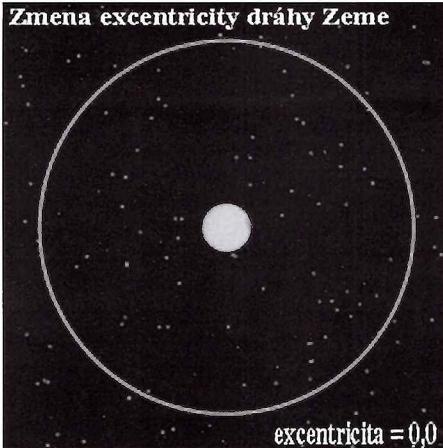
júceho žiarenia na ťubovoľnú planétu závisí od jej polohy voči nemu. Množstvo slnečnej energie dopadajúcej na hornú hranicu atmosféry danej planéty závisí v prvom rade od jej vzdialenosť od Slnka, od tvaru a polohy jej obežnej dráhy, ale aj od uhla, pod ktorým slnečné lúče na sledovanú plochu dopadajú, teda od sklonu osi rotácie planéty a zemepisnej šírky. Pomalou zmenou všetkých týchto parametrov sa mení aj insolácia a následne ohrev sledovanej planéty. Zmeny excentricity dráhy planét, zmeny sklonu osi rotácie a precesný pohyb osi rotácie (Milankovičove periodické parametre) boli hlavnými prvkami, ktoré majú vplyv na dlhodobé zmeny teploty planét (obr. 3).

Ako sa tieto parametre menia v prípade našej Zeme

Ako zistil už Kepler (1609), **excentricita dráhy Zeme** (obr. 4) sa mení od 0 (kruhová dráha) po hodnotu 0,06, s periódou približne 100 000 rokov. V súčasnosti je Zem v období, keď je excentricita blízka 0 (0,0167). Hodnota slnečnej konštanty preto počas roka kolíše v rozsahu $\pm 3,5\%$ okolo strednej hodnoty. V extrémnom prípade najväčšej excentricity by mala jej hodnota kolísaf v rozsahu $\pm 10\%$. Okrem toho sa v prípade extrémnej excentricity mení aj dĺžka trvania ročných období, keďže sa mení doba medzi jarnou a jesennou rovnodenosťou. Obdobie, keď je Zem najbližšie k Slnku, sa na tzv. letnej pologuli prejaví teplejším letom a na zimnej pologuli miernejšou zimou, v prípade najvzdialenejšej polohy od Slnka je to opačne. V zimnom období na severnej pologuli sa teraz nachádzame najbližšie k Slnku, v lete najďalej, čo má za následok relatívne mierne zimy a chladnejšie letá.

Zmena sklonu osi rotácie Zeme, vzhľadom na rovinu ekliptiky (Pilgrim, 1904) nastáva v dôsledku planetárnej precesie. Sklon osi rotácie Zeme sa mení od $21^{\circ}55'$ po $24^{\circ}18'$, s periódou asi 41-tisíc rokov. Väčší sklon osi rotácie sa prejavuje zväčšením sezónnosti, teda rozdielov medzi zimou a letom vo vyšších zemepisných šírkach. Sklon osi zemskej rotácie neovplyvňuje rovníkové oblasti. V súčasnosti je sklon roviny rovníka voči ekliptike $23,5^{\circ}$. 1 % nárast sklonu osi zemskej rotácie súvisí s náras-

Zmena excentricity dráhy Zeme



Obr. 4: Excentricita dráhy Zeme rovná 0 (kruhová dráha) a 0,5.

tom množstva slnečnej energie na tzv. letnej pologuli o 1 %.

Precesný pohyb (obr. 5) osi rotácie Zeme (Hipparchos, 125 p. n. l.) súvisí s pôsobením gravitácie Slnka, Mesiaca a ostatných planét na rotujúcu Zem (analógiou je rotačný pohyb zotvaračníka, na ktorý začne pôsobiť vonkajšia sila, kolmá na tiažovú silu). Pri tomto pohybe opíše os zemskej rotácie približne raz za 26 000 rokov kužeľ (periódna zmien tzv. Precesnej konštanty je asi 23 000 rokov a periódna lunisolárnej precesie 25 800 rokov, tzv. Platónsky rok). Precesiu sa mení smer, nie sklon zemskej osi rotácie. Následkom tohto javu naši potomkovia o 12 000 rokov nebudú hľadať sever podľa Polárky, ale podľa Vety. Tento pohyb spôsobuje to, že sa mení dátum, keď nastane perihélium (najmenšia vzdialenosť Zeme od Slnka – v súčasnosti 3. január) a afélium (najväčšia vzdialenosť Zeme od Slnka – v súčasnosti 4. júl), preto sa tento jav niekedy nazýva aj precesia eqinoxia. Následne tento pohyb ovplyvňuje relatívnu dĺžku ročných období – kým v súčasnosti máme na severnej pologuli pomerne dlhé a chladnejšie leto a krátku, miernu zimu, pred 12 000 rokmi to bolo naopak.

Milankovič vzal do úvahy zmeny všetkých týchto parametrov a pokúsil sa zistiť, ako sa ich vplyv prejaví na zmeny teploty Zeme (a iných planét). Keďže množstvo slnečnej energie dopadajúcej na povrch Zeme sa mení so zemepisnou šírkou a ročnou dobou, rozdelil Milankovič Zem na 8 šírkových pásiem severnej a južnej pologule a pre každé pásmo vypočítal strednú hodnotu insolácie. Na základe týchto údajov potom pre všetky pásmá vypočítal priemernú ročnú teplotu. Pre jednotlivé pásmá určil trvanie tzv. kalorických polrokov a kalorických ročných období. Určil polohu kalorického rovniska, teda takéj zemepisnej šírky (3°N), kde je dĺžka kalorických polrokov rovnaká. Čo však nebral do úvahy, bol prenos tepla na Zemi prostredníctvom atmosférického a oceánického prúdenia. Preto klímu, ktorú pre jednotlivé zonálne oblasti takto určil, nazývame **solárnu klímu**. V ďalšom štúdiu sa sústredil na výpočty vertikálnych zmien teploty atmosféry a na určenie tzv. radiačnej rovnováhy v atmosféri. Uvedomil si význam povrchu ako rezervoára dopadajúcej slnečnej energie a vypočítal priemernú ročnú radiačnú bilanciu atmosféry.

V spolupráci s klimatológom Köppenom (odnes sa v klimatológii používa jeho klasifikácia klimatických oblastí Zeme) sa pokúsil určiť klímu Zeme za posledných 650-tisíc rokov (článok *Klímy geologickej minulosti*). Spolu prišli na to, že klúčovú úlohu pri posune zaľadnenia

smerom do nízkych zemepisných šírok hrajú dlhodobé zmeny insolácie v oblasti zemepisnej šírky 60°, obzvlášť na severnej pologuli, kde prevládajúci podiel pevniny môže podporiť akumuláciu ľadu a jeho rozšírenie smerom na juh. Pre zemepisné šírky 60°, 55°, 50° vypočítal amplitúdy insolácie, ktoré potom, kvôli zrozumejtejšiemu vyjadreniu, pretransformoval do fiktívnych oscilácií zemepisnej šírky za obdobie 650 tisíc rokov dozadu. Grafická prezentácia týchto zmien je známa pod názvom čiary insolácie. Použitie insolácej teórie spôsobilo prevrat vo vtedajšom pohľade na výskyt glaciálov (období zaľadnenia) na Zemi.

Milankovič matematicky vyjadril vzťah medzi zväčšovaním ľadových polárnych čiapok Zeme a ich spätným pôsobením na ochladzovanie Zeme ako celku. Z jeho výpočtu mu vyšlo, že aj relativne malé zväčšenie zaľadnenej plochy na Zemi (vyvolané sekulárnom zmenou astronomických parametrov) môže zýsením celkovej schopnosti planéty odražať dopadajúce slnečné žiarenie, znížiť prísun energie zo Slnka, a tak rozprátať rozsahom veľký a dlhodobý rozvoj zaľadnenia na Zemi.

Zaoberal sa aj polohou tzv. snežnej čiary (nadmorské výšky, nad ktorou sa počas celého roka môže vyskytovať snehová pokrývka) v jednotlivých zemepisných šírkach. Zistil tesnú koreláciu medzi polohou tejto čiary a množstvom slnečnej energie, ktorá dopadne na povrch danej lokality v tzv. teplom kalorickom polroku.

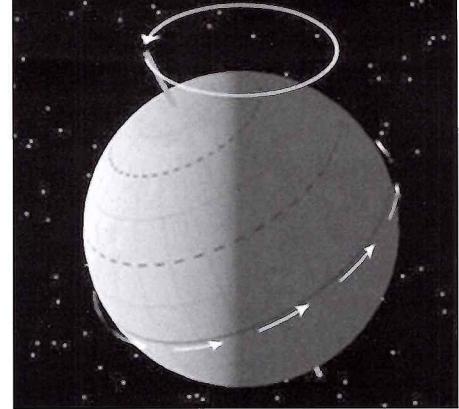
Vypočítaná insolácia pre všetky zemepisné šírky a pre zimné a letné obdobie pri povrchu Zeme, ako aj na hornej hranici atmosféry ukázali, že kým periodické zmeny sklonu osi zemskej rotácie sú dominantné pre vysoké zemepisné šírky, v nízkych zemepisných šírkach sa výrazne prejavuje vplyv precesného cyklu. Rekalkulácia výskytu ľadových dôb v minulosti, použitím Milankovičovej teórie, ale spresnených astronomických údajov v súčasnosti nenašla takmer žiadne rozdiely v porovnaní s výpočtami Milankoviča.

Astronomická teória klimatických zmien a súčasnosť

Ako sme už spomenuli, Milankovičova teória klimatických zmien na Zemi sa v čase svojej publikácie stretla so skeptickým priatím vedeckej verejnosti. Vedci argumentovali tým, že také malé zmeny insolácie, aké spôsobujú zmeny astronomických parametrov, nemôžu vyviesť z rovnováhy nás pružný klimatický systém.

Až analýza sedimentov z morského dna, pri ktorej sa podiel izotopov rôznych prvkov v geo-

Precesia



Obr. 5: Precesia.

logických vrstvách považoval za indikátor klimatických zmien v minulosti, publikovaná v roku 1976 v časopise Science, priniesla prvé potvrdenie Milankovičovej teórie. Períody zmien klímy 100 000, 41 000 a 21 000 rokov, určené z morských sedimentov, sa až príliš zhodovali s periódami astronomických parametrov Milankoviča. To bol dôvod na opäťovnú analýzu jeho astronomickej teórie. Ďalšie výskumy sedimentov z dna morí ukázali, že cyklické zmeny excentricity (spôsobujúce variácie priemernej ročnej insolácie iba na úrovni 0,1 %) majú dominantný podiel na zmenách klímy za posledných 800-tisíc rokov, hoci dovtedy sa ich význam podceňoval. Všetky tri Milankovičove parametre sa na zmenách klímy v časovej škále 20- a 100-tisíc rokov podielajú 80 %. Analýzy antarktického ľadu na stanici Vostok na základe obsahu oxidu uhličitého a metánu v ľadových vrstvach tiež potvrdili 100 000-ročný signál v dátach. Rozbory sedimentov na dne jazera Bajkal ukázali, že prejavy Milankovičových parametrov sa v čase menia – variácie klímy vplyvom zmen sklonu rotácej osi Zeme boli najväčšie pred 1,8 – 0,8 milióna rokov, variácie vplyvom zmen excentricity dráhy Zeme narastajú za posledných 0,8 miliónov rokov. Z meraným vyplynulo, že odozva klímy na zmeny astronomických parametrov je nelineárna. 100 000-ročný signál potvrdila aj analýza koralových fosílií z oblasti Tichomoria (2001), ako aj analýza sedimentov z oceánu v oblasti Južnej Afriky (2001), kde bol okrem 100 000- a 41 000-ročného signálu detegovaný aj precesný signál, ktorý sa vo vysokých zemepisných šírkach prejavuje nevýrazne.

V súčasnosti je už potvrdené, že zmeny insolácie sú prirodzeným spôsobiacim mechanizmom globálnej klimatickej zmeny. Ale mechanizmus, ktorý „spôsňa“ začiatok zaľadnenia, nie je doteraz presne jasné. Tiež nie je jasné, prečo sa v rôznych obdobiah prejavoval prevládajúci vplyv iného Milankovičovho parametra (teraz je to excentricita dráhy Zeme, pred 40 000 rokmi to bol sklon osi zemskej rotácie...). V spektri klimatických zmien Zeme je oveľa viac signálov, než sú dlhoperiodické zmeny astronomických parametrov. S niektorými krátkoperiodickými zmenami klímy jeho astronomická teória „nehrá“. Samotná insolácia teória nepočíta s variáciami interakcií nesmierne dôležitých súčastí klímy – atmosféry, oceánu a pevniny. No na druhej strane nás Milankovičova teória varuje, že bez zahrnutia vonkajších vplyvov na možné zmeny klímy sa nemôžeme dopracovať k rozlúšknutiu záhady klimatických zmien na našej Modrej planete.

ANNA PRIBULLOVÁ

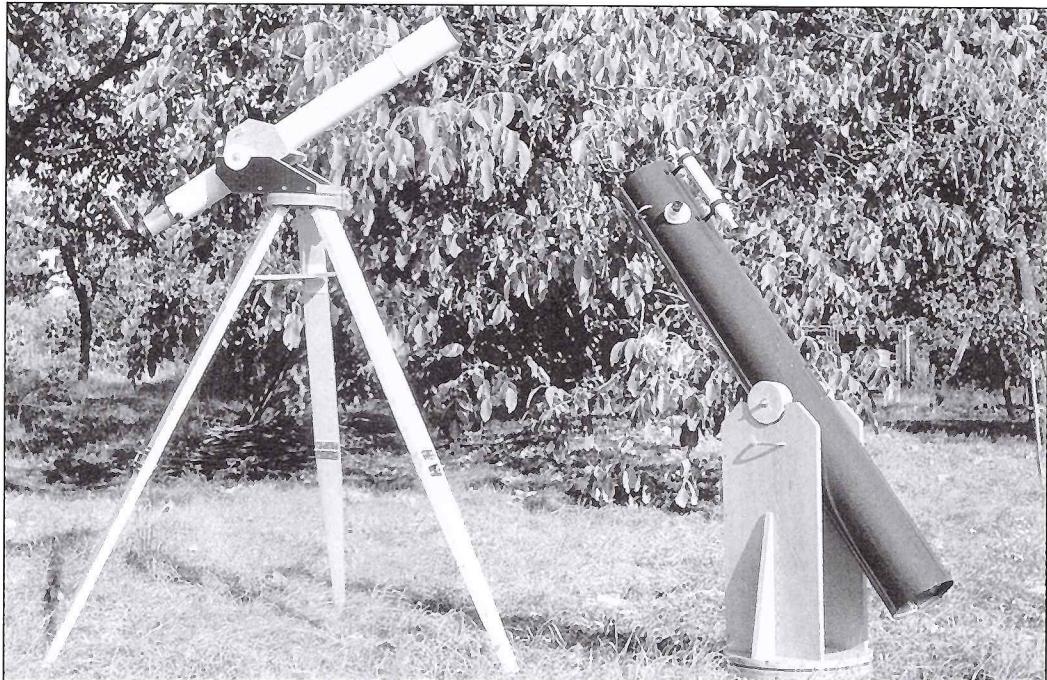
Kepler proti Newtonovi

Tento príbeh sa začal pred viacerými rokmi. V Sky & Telescope v júni 1997 vyšiel článok Optimalizovaný reflektor typu newton⁽¹⁾. Gary Seronik v ňom písal o svojom vlastnoručne zhotovenom dalekohľade s priemerom primárneho zrkadla 6 palcov (152,4 mm) a svetelnosťou 1:9. Prirovnával kvalitu jeho obrazu ku kvalite, ktorú poskytujú refraktory (šošovkové dalekohľady). Odvtedy som bol v pokušení pozrieť sa cez podobný prístroj na nočnú oblohu.

V druhej polovici roku 2002 sa veci dali – pod nezanedbatelným vplyvom blížiacej sa opozície Marsu v auguste 2003 – konečne do pohybu.

Dlhé roky vlastním refraktor 80/1200 mm, ktorý som zhotobil s otcovou pomocou ešte v gymnaziálnych časoch. Neskôr som ho zrekonštruoval a vylepšil za výdatnej podpory kamarátka Františka Michálka, ktorý vysústružil podstatnú časť mechanických dielov. Základom refraktora je výborný poloapochromát Zeiss AS 80/1200, dvojšošovkový objektív so vzduchovou medzerou. Kvalita obrazu, ktorý tento refraktor poskytuje, je vynikajúca, hlavne v spojení s ortoskopickým okulárom Zeiss O-10 mm. Difrákčné krúžky okolo jasnejších hviezd sú uzavreté, zreteľné a trvalo viditeľné. Obraz Slnka, Mesiacu, planét i dvojhviezd je perfektný. Nie je vidno žiadne falosné sfarbenie okolo jasných objektov. Hlavným nedostatkom je malý priemer objektívū.

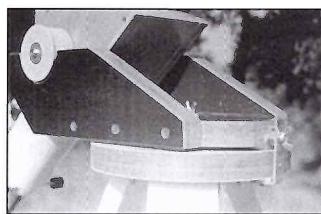
Pôvodne bol tento dalekohľad mojím hlavným prístrojom na pozorovanie vesmíru. Po tom, čo ho nahradil iný dalekohľad, pomaly zapadal práchom – chýbala mu vhodná montáž. Keďže jeho obstarávacia cena je porovnatelná s cenou „newtona“ s priemerom 150 mm, naskytla sa mi výborná príležitosť usporiať fiktívny súboj dvoch velikánov astronómie – Keplera proti Newtonovi. (Kepler skonštruoval šošovkový dalekohľad, kde objektív aj okulár tvorili spojná šošovka a obraz vznikal lomom – refrakciou – v objektíve. Newton je vynálezca zrkadlového astronomického dalekohľadu. Obráz je vytváraný odrazom – reflexiou.)



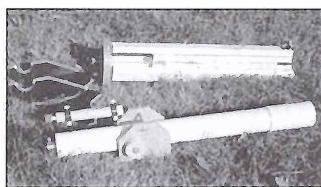
Obr. 1: Celkový pohľad na refraktor 80/1200 mm a newton 150/1350 mm na dobsonovej montáži.

Kto bude víťazom? Keplerov refraktor alebo Newtonov reflektor?

Kepler



Obr. 1: Dobsonová montáž upravená pre refraktor – detail.



Obr. 2: Refraktor 80/1200 mm s montážou pripravenou na prevoz.

Najskôr som musel postaviť refraktor na nohy, a to doslovne. Inšpiráciou mi bol článok v časopise Astronomy z januára 1997⁽²⁾. V ňom David Trott opisuje, ako urobiť z „department-store“ dalekohľadu (v preklade: dobrý objektív v slušnom tubuse s podpriemerným okulárom a žalostnou montážou) slušný prístroj na pozorovanie. Súčasťou článku je opis veľmi jednoduchej dobsonovej montáže upravenej pre potreby refraktora. Hlavnou pred-

nosťou tejto montáže je možnosť jej výroby so základným domácim náradím. Takáto montáž nie je veľmi rozšírená, preto ju opíšem podrobnejšie.

Základ montáže tvorí kruhová doska z 30 mm preglejky. Na jej spodnej strane sú pántami upevnené nohy z drevených hranolov 30x60 mm. Na vrchnej strane základovej dosky je nalepený prstenec linolea. Po ňom sa klú teflonové plôšky priskrutkované na spodok vidlice, ktorá je tiež vyrobená z preglejky hrúbky 30 mm. Vo vidlici sa otáča nosič dalekohľadu z 18 mm preglejky. Na nosiči sú pripevnené novodurové zátky s priemerom 70 mm (pôvodne určené na ukončenie potrubia), ktoré dosadajú na teflonové trecie kotúčiky vo výrezoch vidlice (obr. č. 1). Osou montáže prechádza tyč s priemerom 6 mm, na ktorej je po celej dĺžke narezaný závit. Táto tyč slúži ako vertikálna os vidlice a zároveň na spodnom konci nesie trojčípu výstuhu z preglejky, ktorá upevňuje nohy montáže v stabilnej polohe. Tiež zvyšuje tuhosť montáže. Po vollení kridlovej matice sa výstuba pootočí, nohy sa sklopia do stredu a montáž nezaberá veľa miesta.

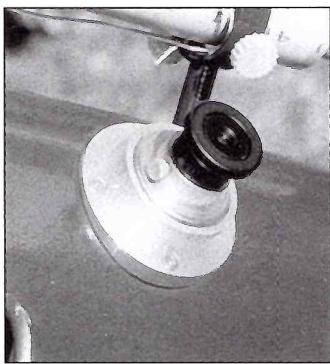
Oproti pôvodnému návrhu som urobil na montáži dve zmeny. Nohy sú takmer v polovici dĺžky predelené, aby sa mohli sklopiť jednoduchým otočením okolo pántov. Vystretné sú upevnené pomocou dvoch oceľových profilov tvaru L a skrutky s kridlovou maticou. Takýmto riešením sa výraz-

ne skráti najdlhšia časť montáže, čo uľahčuje jej prepravu – na obrázku číslo 2 je montáž poskladaná a pripravená na transport. Ďalej som vypustil protizávažie. Jeho funkciu som nahradil pomocným kleným ložiskom⁽³⁾, ktoré zachytáva silu vznikajúcu v dôsledku umiestnenia dalekohľadu do vidlice mimo jej vertikálnej osi. Ložisko je tvorené dvoma časťami. Teflonovým kotúčikom pripevneným na vidlicu prostredníctvom oceľového držiaka v tvare L a prstencom linolea nalepeným na spodnej strane základovej dosky. Teflonový kotúčik klé po prstenci a zabraňuje nadvhovaniu vidlice hmotnosťou dalekohľadu (vid. obr. č. 1). Na hornom obrázku vľavo je celkový pohľad na montáž spolu s refraktorom.

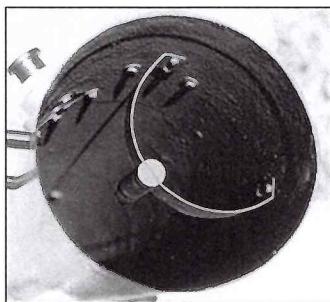
Nočné pozorovania potvrdili dobré vlastnosti tejto jednoduchej montáže. Lahký a plynulý chod, stabilita a doстатčná tuhosť patria k jej prednostiam. Chvenie dalekohľadu aj po prudšom náraze zaniklo do 1 až 1,5 sekundy. Pozorovanie bez potreby aretovania dalekohľadu je veľmi pohodlné. Naopak, nevýhodou je, že pri veľkom zväčšení (200×) je potrebné častejšie posúvať dalekohľad za sledovaným objektom.

Newton

Dostávame sa k druhému aktérovi súboja, ktorým sa stal reflektor newton 150/1350 mm. Nižšia svetelnosť 1:9 bola zvolená zámerne z viacerých



Obr 3: Newton 150/1350 mm – detail nízkoprofilového okulárového výťahu.



Obr 4: Pohľad do tubusu newtona 150/1350 mm pri osvetlení priamym intenzívnym slnečným svetlom.

dôvodov. Ďalekohľad je optimalizovaný z hľadiska kvality zobrazovania. Preto som sa snažil použiť čo najmenšie sekundárne zrkadlo. S vhodne zvoleným nízkoprofilovým okulárovým výťahom (obr. č. 3) sa malá poloos sekundáru dostala na hodnotu 20 mm. Nielenže sa tak dosiahlo zanedbateľné tienenie plochy primárneho zrkadla (2 %), ale hlavne sa potlačili ohybové javy a rozptyl svetla. K tomu prispieva aj oblúkový nosič sekundárneho zrkadla (obr. č. 4).

Pri danej svetelnosti a parabolizovanom primárnom zrkadle sa neprejavuje optická chyba – kóma, obvyklá pre svetelné sústavy typu newton. Výhodou je aj relatívne dlhší tubus, ktorý umožňuje pohodlné pozorovanie, aj keď je ďalekohľad s dobsonovou montážou postavený priamo na zemi. Naopak, čiastočnou nevýhodou je pri preprave.

Optiku pre tento ďalekohľad zhovobil, ako sa ukázalo neskôr, veľmi kvalitne, pán Milan Kamenický. Zrkadlo je tromi hliníkovými držákmi upevnené na jednoduchej miske z preglejky $h = 18$ mm. Miska je k tubusu pripojená tromi pármami justážnych skrutiek. Tubus je z oceľového plechu hrúbky 0,5 mm. S jeho zdrobovaním a zvarením mi vypomohol Ing. Marián Mičuch.

Sekundárne zrkadielko je cez pružné podložky prilepené na dvojdielnom drevenom valčeku. Skosená časť valčeka je prostredníctvom oce-

ľového trína otočne spojená s druhým dielom, ktorý je opäť otočne pripojený na plechovom nosiči. Nízkoprofilový okulárový výťah vysústrelil p. Michálek.

Vnútrajšok tubusu som vybavil hrboľatým náterom. Na základnú farbu som natrel vrstvu matnej čiernej farby Alcyton, ktorú som hned za mokra posypal polohrubou mûkou. Po zaschnutí som to celé pretrel dvojma ďalšími vrstvami Aleyton-u. Hrboľatky fungujú ako miniatúrne clony. Vznikol tak povrch, ktorý je trnavý a matný bez odleskov, vzhľadom pripomínajúci hrubý brúsny papier.

Tubus je uložený na klasickej dobsonovej montáži. Vyrobil som ju z 18 mm hrubej preglejky, iba základová doska je z preglejky 30 mm. Aby bola montáž stabilná aj na hrboľatom teréne, pripievnil som na základovú dosku montáž tri nožičky opäť z 30 mm preglejky.

Ďalekohľad som doplnil hľadáčikom 6×30. Celkový vzhľad prístroja je na titulnom obrázku upravo na predchádzajúcej strane.

Pozorovanie

Výbornú kvalitu refraktora 80/1200 som už spomíнал vyšie a pred týmto projektom som sa stretol len s reflektormi newtonovho typu, ktoré mali vyššiu svetelnosť (1:6 až 1:4). Preto bol prvý pohľad do môjho nového newtona veľký a príjemný prekvapením. Obraz jasných hviezd bol veľmi kontrastný so zreteľne vykreslenými uzatvorenými difrakčnými krúžkami. Iba pri striedavom pohľade cez oba ďalekohľady som pobaadal malé rozdiely vo vzhľade difrakčných krúžkov v prospech refraktora.

Vzájomné testovanie ďalekohľadov som začal v lete. Preto medzi prvé pokusné objekty patrila štvorhviedza ε Lyrae. V refraktore boli tesné páry na hranici rozlíšiteľnosti aj pri najlepších podmienkach. Zato v newtone boli tieto páry jasne oddelené medzera rovnajúca sa zdanlivému priemeru hviezd.

Farby zložiek dvojhviezdy β Cygni – Albireo – krajšie žiarili v newtone. Tiež obraz ďalších dvojhviezdom γ Andromedae – Almak a γ Leonis – Algieba hovorili v jeho prospech. Newton si poradil aj s ε Bootes – Izarom, ktorý predstavoval pre refraktor príliš tvrdý oriešok.

Nečakaným bonusom sa stala guľová hviezdkopa M13 v Herkulovi – v refraktore viditeľná ako viac či menej rozmazená škvarka hviezd, získaťa pri pohľade cez newton nielen pekne rozlíšené hviezdy v stredných a okrajových častiach hviezdkopy, ale aj dojem priestoru. Hviezdkopa akoby vystupovala z pozadia.

Nemôžem vynechať Mars, kvôli ktorému to všetko vzniklo. Pri dobrých podmienkach bol newton jasne lepší. Zobrazil viac detailov s väčším kontrastom. Keď boli podmienky horšie, výkon oboch ďalekohľadov sa vyrovnal. Nemôžem ale potvrdiť tradičný mýtus, že pri zlých pozorovacích podmienkach refraktor ukáže viac ako newton. Newton bol bud porovnatelný, alebo lepší ako refraktor.

Neskôr som oba prístroje namieril aj na Jupiter, kde som okrem iného pozoroval prechod tieňa mesiaca Io. Aby som sa príliš neopakoval, väčší priemer newtonovho zrkadla opäť zvíťazil.

Neobišiel som ani Slnko a Mesiac. A s Mesiacom je spojený ďalší veľký zážitok. S kamarátom Ferom Michálkom sme sa dohodli na spoľočnom testovaní Dávida (môj newton 150 mm, 1:9) s Goliášom (Ferov newton 350 mm, 1:4.7 – určený na fotografovanie). Menší z ďalekohľadov ukázať viac detailov na Marse i Saturne. Na Saturne bolo napríklad vidno nielen Cassiniho delenie prstencov, ale aj tieň, ktorý vrhal planéta na prstence. Zato Goliáš ukázal svoju silu pri slabých plošných objektoch (napr. NGC 3227 pri γ Leonis), kde Dávid hanebne zlyhal. Okrem iného bol totiž spln. A s ním súvisí spomínaný zážitok. Nakoniec som nameril svoj ďalekohľad s ortoskopickým okulárom Zeiss O 40 na Mesiac. Obraz pri zväčšení 34-krát bol úchvatný a zároveň neopisateľný. Kto neviel...

Do podobného súdku patrí zimné pozorovanie hmloviny M42 v Orióne. Jasná, tmavá, iskrivá noc. Hviezdy až po obzor. Newton 150/1350 mm a ja. Fotóny vykresľujú na sietniči oka nádherné oblúky hmloviny so žiarivým diamantom Trapézu v strede. O čo je obraz ochudobnený v slabých oblastiach hmloviny, o to je obohatený kontrastným vykreslením jasnejších častí. Prosto, nádhera.

Kto vyhral?

Predovšetkým ja. Obohatený skúsenosťami a zážitkami. Z ďaleko-

hľadov bol jasne lepší newton. Dvojnásobný priemer objektívu – pri vhodne zvolenej svetelnosti a optimalizácii celého prístroja – jednoducho nedal pri vizuálnom pozorovaní refraktoru šancu.

Na druhej strane výhodou refraktora je jeho väčšia mobilita a univerzalnosť – dá sa použiť napr. na fotografovanie v primárnom ohnisku.

Ak teda máme určité množstvo peňazí na ďalekohľad a chceme pozorovať vizuálne, myslím si, že je lepšie ich investovať do prístroja typu newton ako do refraktora. Za rovnakú cenu získame viac, a to aj pri pozorovaní v oblastiach, v ktorých boli tradične preferované refraktory. Musíme, pravda, zváliť správne parametre prístroja.

Na záver ešte jedna poznámka. Často sa stretávam s popisom ďalekohľadov v dobsonovej usporiadanií, t. j. newton na dobsonovej montáži, kde konštruktéri jednoznačne preferujú priemer primárneho zrkadla. Veľký priemer zrkadla ich ale nútí do vysokej svetelnosti prístroja. Inak by bol ďalekohľad príliš mohutný.

Taktiež drívá väčšina výrobcov ďalekohľadov s narastajúcim priemerom primárneho zrkadla smeruje stále k väčšej svetelnosti prístrojov. Z pochopiteľných dôvodov. Väčšinou ponúkajú svoje ďalekohľady ako „prenosné“.

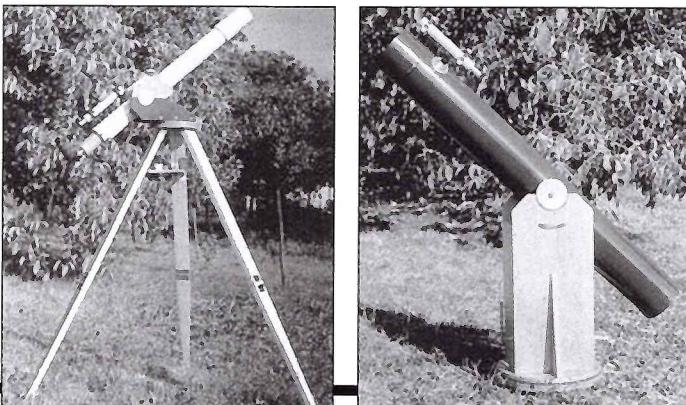
Myslim si, že tieto trendy sú do značnej miery na škodu vizuálneho pozorovania. Pri vysokej svetelnosti klesá kvalita obrazu, pozorovateľ sice vidí slabšie objekty, ale ochudobňuje sa o ich detaily, o kontrast obrazu a aj o estetický zážitok.

Ing. ZDENO VELIČ

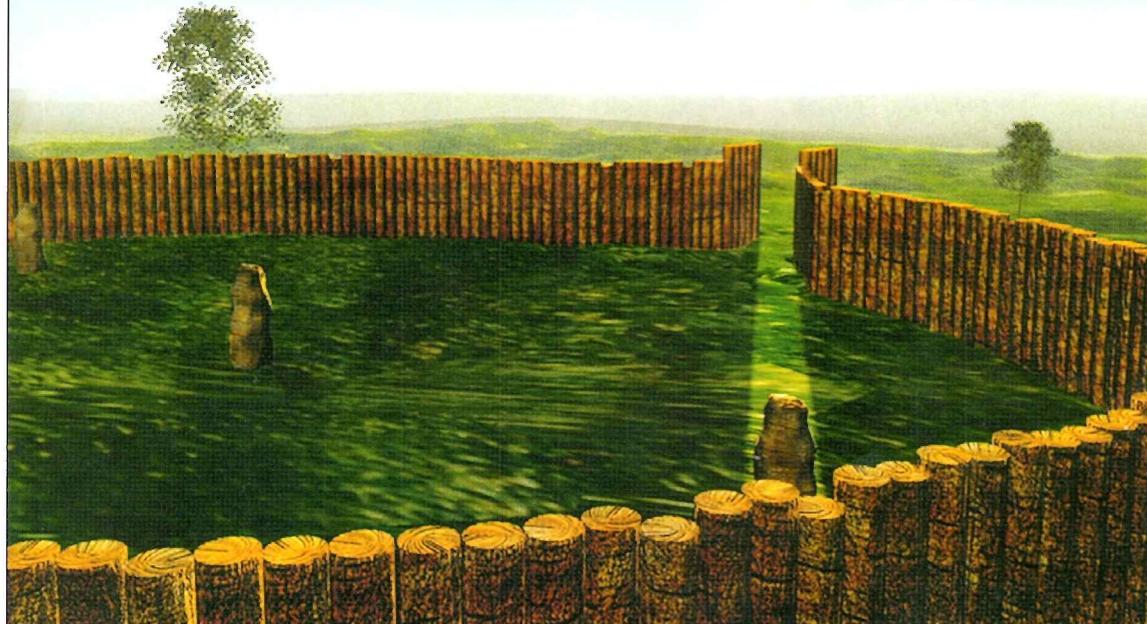
Literatúra:

1. Gary Seronik: An Optimized Newtonian Reflector, Sky and Telescope June 1997, str. 83–86
2. David Trott: How to Redeem a Department-Store Telescope, Astronomy January 1997, str. 86–89
3. Chuck Hards: A Weightless Woodshop Refractor, Sky and Telescope October 2000, str. 138–141

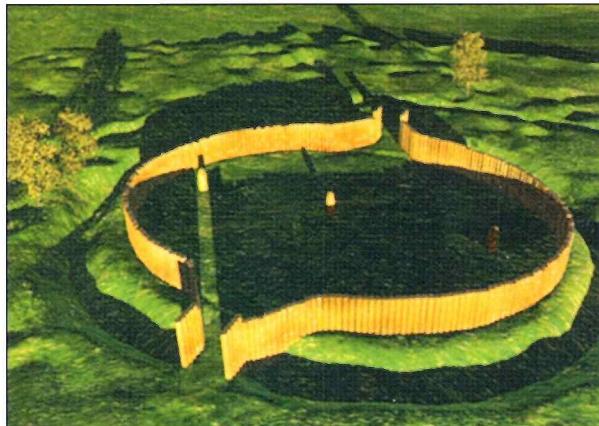
Súboj bez víťaza: Keplerov refraktor a Newtonov reflektor.



Páni rondelov



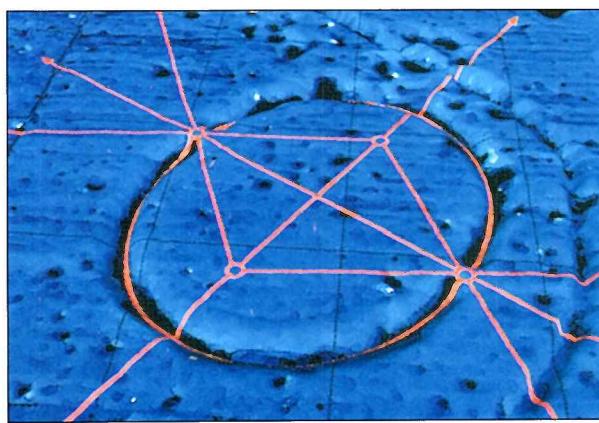
Rondel z doby kamennej pri bavorskej dedine Meisterthal postavili ako dokonalú elipsu, ktorá slúžila ako kalendár. Mimoriadne dôležitou funkciou rondelu bolo určovanie letného slnovratu.



Ten istý rondel (tentoraz z nadhľadu) v deň zimného slnovratu.



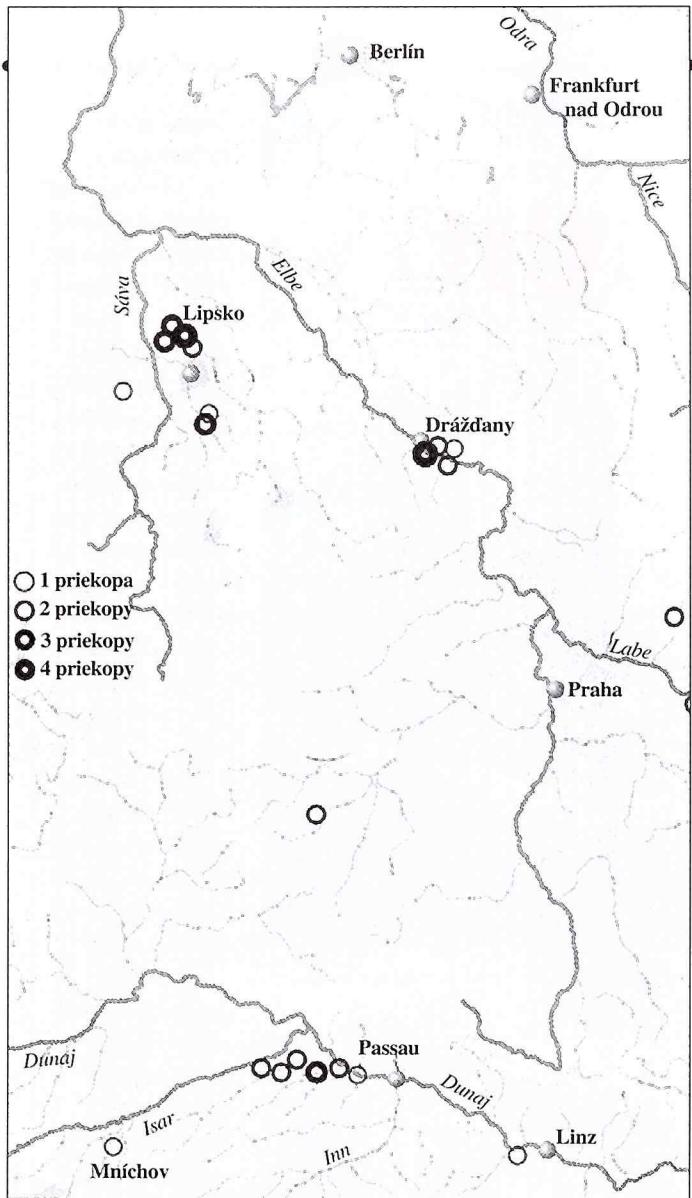
Práce v Gosecku: celkom jasne vidieť bránu v pôvodne okrúhlom vale.



Na tejto snímke vidíme elipsu z Meisterthalu, doplnenú o čiary zviditeľňujúce slnovraty i rovnodenosti na modeli vyhotovenom podľa údajov magnetogramu.



Zopakujme si:
aj Nemecko
(ba zdá sa, že aj
západné oblasti
strednej Európy)
mali svoj Stone-
hange, či pres-
nejšie rituálne
centrá z mladšej
doby kamennej,
ktorých projek-
tanti zohľadnili
viaceré astro-
nomické poznatky,
najmä cyklické
pohyby Slnka.
Ide napospol
o kruhové štruk-
túry, priekopy,
zemné valy a zvyš-
ky masívnych
ohrád z hrubej
gulatiny s rozlič-
nými priezormi.
Všetky postavili
zhruba pred
7000 rokmi,
(sú teda o 3000
rokov staršie
ako anglický
Stonehange).
Archeologický
prieskum v ich
okolí sa iba začína,
ale už dnes sa
väčšina vedcov
prikláňa k názoru,
že rondely v Ba-
vorsku, Sasku
a Sasku/Anhaltsku
slúžili slnečnému
kultu.



rielo: dráždanské okrúhle valy sa zaradili medzi najväčšie stavby svojho druhu sveta v období mladšej doby kamenej.

Postup prác bol nasledovný: staviteľia najskôr postavili dva okrúhle ploty z hrubej gufatiny. Až potom sa pustili do hĺbenia najvnútorenejšej priekopy, okolo ktorej neskôr vykopali tri ďalšie. Vonkajší kruh má priemer 123 metrov, najvnútorenejší 68 metrov. Objem prác bol však pri každej z okrúhlych priekop rovnaký: vnútorné priekopy sú hlbšie ako vonkajšie. Jednotkou bol čas potrebný na výkop, nie hĺbka priekop. Zadanie znelo takto: je vás desať a za tri mesiace musíte vykopáť jednu priekopu.

Ak si uvedomíme, že muselo ísť o výkonné kopáčov, pre polnohospodársku pospolitosť znamenalo ich vyčlenenie pre stavbu rituálneho centra veľkú obet.

Archeológ Harald Stäuble: „Kruhy na prvý pohľad vyzerajú veľmi pravidelné, ale zdanie klame. Naplánovali ich perfektne, ale prevedenie bolo lajdácke. Nejde vlastne o kruhy, ale o štvorce so zábleným rohmi.“

Stavebné práce trvali celé roky. Vodná erózia vykopanú zeminu z valov zmývala, takže priekopy bolo treba stále znova prehľbovať. Údržba priekop vyžadovala veľa práce a času, o to záhadnejšie je zistenie, že ich po krátkom čase zámerne zahádzali a zarovnali s okolitým terénom. Prečo? To nikto predbežne nevie.

Centrom kruhového kultu sa stalo najmä Sasko. Svätynia so štyrmi kruhmi pri Dráždanoch je iba jednou z mnohých. V bezprostrednom okolí objavili štyri ďalšie okrúhle priekopy. Pri dedine Zwenkau nedaleko Lipska boli pri skrývke zeminy nad ložiskami hnedého uhlia

objavené tri ďalšie svätyne. A po leteckom prieskume chotára nedalekého mestečka Kyhna objavili vedci rondely aj na rozsiahlych tablách zrejúceho obilia.

Podobné starobylé pamiatky boli objavené aj v Bavorsku, ale najmä v Rakúsku, Česku, Slovensku a severnom Maďarsku. Archeologické mapy severne od Krkonôš a Krušných hôr boli prázdne. Letecký prieskum bol nad územím bývalej NDR povolený až po zjednotení, pritom je známe, že v Anglicku i Francúzsku boli prehistorické sídla objavené najmä vďaka fotografiám z lietadla.

V Bavorsku objavili prvé kruhové štruktúry už v roku 1977, krátko po vyhodnotení snímkov prvého leteckého prieskumu. Začiatkom 80. rokov uskutočnil dr. Helmut Becker v objavených lokalitách geomagnetický prieskum. Iba v Dolnom Bavorsku preveril osem kruhových štruktúr vzdialenosť od seba najviac 1000 metrov. Ukázalo sa, že kruhové svätyne, podobne ako kostoly vo väčšine dedín, tvorili stred väčšieho osídlenia, ktoré od vonkajšieho sveta oddelovala mohutná ohrada z hrubej gufatiny.

Najväčšou bavorskou svätyňou je Unternberg/Künzing. Už počas prvých vykopávok sa tu našli ľudské kosti a drevené uhlie. Pomocou uhlíkovej analýzy sa zistilo, že sídlisko vzniklo pred 4800 až 4600 rokmi pred našim letopočtom. Rondel má priemer 100 metrov; tvoria ho dve drevené ohrady a dve priekopy. Vedci vypočítali, že na stavbu priekop a palisád (každá z 2000 stôpov opracovanej gufatiny) by jeden zdatný pracovník potreboval 3300 pracovných dní. Desiati chlapí v saskom Nickerne museli pracovať najmenej tri a pol roka.

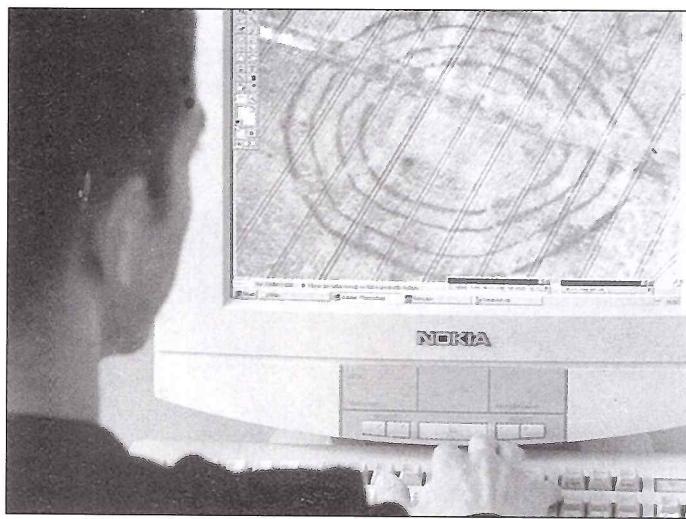
Aj priekopy v Nickerne stavali celé roky a celé desaťročia ich stárostlivo udržiavalí. Až po dvoch generáciach bola údržba náhle, uprostred rekonštrukcie prerušená. Namiesto obnovy pôvodného zariadenia postavili potomkovia prvých staviteľov iba jediný kruh – drevenú ohradu. Chýbali im vari pracovné sily?

Archeológovia pri vykopávkach objavili objavili utešenú keramiku z Moravy (Těšetice-Kyjovice, naposledy Kroměříž). Nález potvrdil nielen obchodnú, ale aj duchovnú prepojenosť vzdialenosť centier Bavorska, Saska, Česka, ba dokonca aj Slovenska. Na Slovensku po leteckom prieskume boli objavené rondely v Svidíne, Bučanoch, Ružindole, Žlkovičiach a ešte najmenej na ďalších desiatich miest-

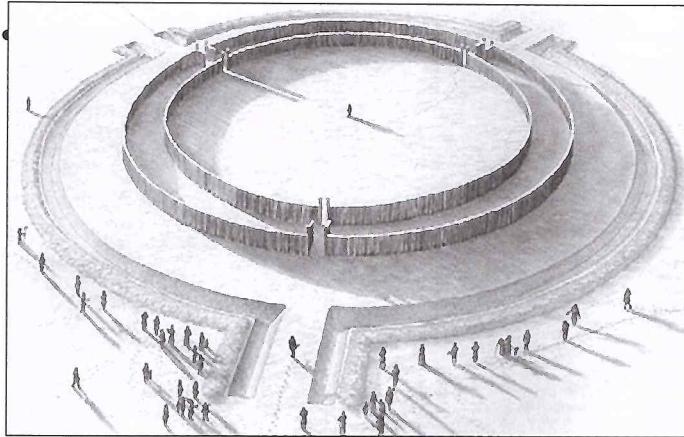
Letecké snímkovanie územia bývalej NDR umožnilo až zjednotenie Nemecka. Letecké snímky zviditeľnili v Sasku a Sasku/Anhalte celé hniezda kruhových svätyň z doby kamenej. Niektoré z nich tvoria až štyri kruhové priekopy, sú teda monumentálnejšie než podobné stavby v Bavorsku. Stavba nových diaľnic i skrývky zeminy nad ložiskami hnedého uhlia umožnili archeológom objavene svätyne preskúmať. Predbežné výsledky výskumu: postavili ich zhruba pred 7000 rokmi, sú o 3500 rokov staršie ako Stonehenge. Využívali ich iba krátky čas. Po niekoľkých de-safročiach okrúhle priekopy zahádzali.

Okolo svätyne vyhľobili priekopu 2 metre hlbokú a 3 metre širokú. Vybraní kopáči potrebovali na vykopanie priekopy s obvodom 200 metrov sto pracovných dní. V nasledujúcich rokoch vykopali tri ďalšie kruhové priekopy, koncentricky okolo tej prvej. Vedci vypočítali, že počas stavby premiestnili 400 000 desaťlitrových nádob plných hliny a kamenia. Tak vzniklo 4500 rokov pred našim letopočtom jedno z najstarších kultových stredísk Európy.

Stavbu objavili počas zemných prác pod trasou novej diaľnice v dráždanskom predmestí Nickern. Vďaka tomu mohli archeológovia celé dva roky skúmať záhadné priekopy v dosiaľ nebývalom plošnom rozsahu. To, čo vykopali, ich ohú-



Leteckú snímku svätyne z Kyhny spracúvajú na počítači.



Slnečný chrám: rondel v Gosecku (Sasko/Anhaltsko) má byť do roku 2007 celkom odkrytý. Už dnes ho považujú za najstaršie slnečné observatórium v Európe.

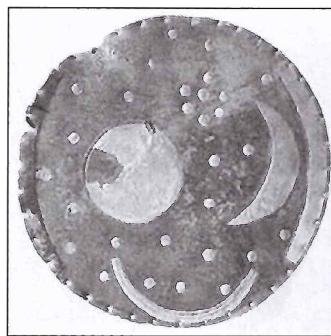
tach. Pred 6500 rokmi stavali obyvatelia týchto oblastí podobné kultové stavby. V tom čase o Stonehange ešte nikto ani len nechyroval. Monolity v Stonehange boli vztyčené 1500 rokov pred našim letopočtom. V tom čase kultúra „pánov rondelov“ už dávno zanikla. Kruhové priekopy zarovnala s terénom erózia a zahalila ich vegetáciu.

Archeológovia nazývajú kultúru mladšej doby kamennej, ktorá dokázala budovať tieto obrovské svätyne, kultúrou vypichovanej keramiky. Svoju keramiku zdobili starí hrnčiarí pásmi z plynkých vpichov do ešte mäkkých, nevypálených nádob. Tak naši bezmenní predkovia nadobudli vedeckú identitu.

Kruhové svätyne v Rakúsku, Česku a na Slovensku však postavili iné skupiny z mladšej doby kamennej. Príslušníci lengyelskej kultúry svoju keramiku pomaľovali. To, čo ich spájalo so súčasníkmi z rieku Labe, bolo náboženstvo.

Okrúhle priekopy a valy, ktoré vznikli pred a po kultúre jamkovanej keramiky, slúžili na vymedzenie sídliska. V období vrcholnej jamkovanej keramiky však okolo svätýň nevykopali ani jediný základ domu, ani jedinú jamu na odpadky. Areály rondelov sú úplne prázdne! Ich poloha v krajine vylučuje obrannú funkciu, ako ohrady pre dobytok by boli príliš nákladné. Čomu mohli slúžiť?

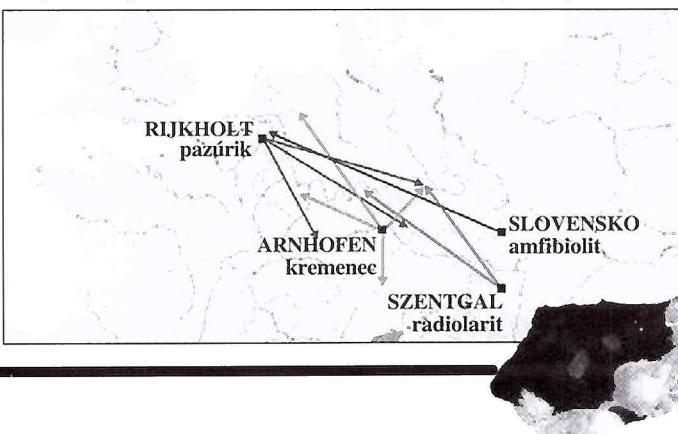
Odpovedí na túto otázku je veľa: väčšina vedcov sa nazdáva, že išlo o kultové stavby. Najobjektnejším rondelom Bavorčana Beckera, ktorý tieto stavby starostlivo zmeral a výsledky meraní analyzoval, je rondel pri dolnobavorskej dedine Meisterthal. Je to malá stavba (45x35,5 m) s jedinou priekopou, ktorej tvar pripomína elipsu. Dokonalú elipsu, v žiadnom prípade nepodarený kruh. Ide teda o vedomú konštrukciu. Brány vo valoch určili projektanti na priesč-



Bronzový disk z Nebry: túto astronomickú pomôcku zhovobili o 3500 rokoch neskôr (asi 1500 rokov pred našim letopočtom) ako bola postavená svätyňa v Gosecku. Návaznosť na dávny kult nemožno ani potvrdiť, ani vyvrátiť.

níkoch priamok, ktoré spájali stred svätyne s bodmi na horizonte, kde v deň letnej a zimnej rovnodenosti vychádzalo Slnko. Presnosť polohy brán vylučuje náhodu. Becker je presvedčený, že v tomto rondeli boli označené aj dni slnvoratov a ďalšie dni kalendárneho roku: „Staviteľ dostal od zadávateľa presnú objednávku, ktorú bravúrne uskutočnil. Rondel v Meisterthal je majstrovským dielom.“ Mimočodom: elipsa z tejto lokality je najstaršou vedomé skonštruovanou elipsou na svete!

Nielen rituálne rondely (s astronomickou funkciou), ale aj nálezy materiálov, z ktorých sa vyrábali zbrane a pracovné nástroje neolitu svedčia o tom, že išlo o kultúru, ktorej strediská boli roztrúsené od dnešných holandských hraníc až po dnešné Slovensko a Maďarsko. Ako z mapky vyplýva, z našich sa vyvážal najmä amfibolit a radiolarit. Z Arden sa vyvážal pazúrik.



Letecká archeológia

Prístroje geofyzikov dokážu zviditeľniť aj štruktúry, ktoré sú hlboko pod povrchom zeme. Geofyzici využívajú vlastnosti povrchu, ktoré sa po zásahu človeka, zmenia:

Geoelektrika meria elektrický odpor povrchu. Starobyly kamenný mûr sa prezrádza vyššou hodnotou odporu, ako okolitá orná pôda. Pri rímskych stavbách možno z leteckých snímok odčítať aj funkciu jednotlivých miestností v zaviatej stavbe.

Geomagnetika meria koncentráciu oxidov železa v povrchových vrstvach. Erodovaným materiálom zanesené priekopy, spáleništia, diery v dlažbe, ale aj mury z nevypálených tehál sa prezrádzajú poruchami v magnetickom poli Zeme. Digitálne spracovanie snímok ich zviditeľní.

Radarové merania prenikajú hlboko pod povrch a na rozdiel od predchádzajúcich metód, dokážu vyhotoviť trojdimenzionálne fotografie. Radar sa však dá využívať iba pri kamenných stavbách. Priekopy nedokáže detegovať.



Elipsa z Meisterthalu: leží v rohu oveľa väčšieho, rovnako ohradeného prehistorického sídliska.

Becker upozorňuje, že majstri z mladšej doby kamennej sa pokúsili fixovať plynutie času: „4500 rokov pred našim letopočtom to bol významný krok v kultúrnych dejinách ľudstva.“

V prípade ostatných rondelov nie je funkcia kalendára taká jednoznačná. Iné kruhy v Dolnom Bavorsku zaznamenávajú iba slnvoraty. Tak alebo onak: aj najväčší skeptici sú presvedčení, že bavarské svätyne, ktoré postavili ľudia vyrábajúci jamkovanú keramiku, boli postavené na základe astronomických poznatkov.

Letecký prieskum objavil prehistorické rondely aj Sasku-Anhaltsku. Pri Gosecku (pozri Kozmos 2004/1) skúma profesor François Beremes už od roku 2002 záhadný rondel z obdobia vypichovanej kultúry. Do roku 2007

má byť odkrytá celá svätyňa. Už dnes však archeológovia z Universität Halle-Wirtenberg hovoria o najstaršom slnečnom observatóriu Európy. Dve brány v okrúhlom vale s udivujúcim presnosťou označujú východ a západ Slnka v deň zimného slnovratu. Dnes už málokto pochybuje, že takzvaný „disk z Nebry“ je akousi astronomickou mapou z neskôr obdobia, počas ktorého iná kultúra nadviazala na astronomický kult ak nie svojich predkov, tak predchodcov. Bronzový disk z Nebry vyrobili o 3500 rokoch neskôr.

Rondel z Gosecku je skromnejší ako štvorkruhová svätyňa z Nickerunu. Práve v Gosecku však archeológovia objavili dva hroby, ktorých obsah pomohol rozlúčiť rituály z doby kamennej. Na kostiach nebožtov rozlíšili vedecky stopy po odstraňovaní svalov. Beremes sa nazdáva, že ide o krvavé obete slnečnému božstvu.

Ci aj ďalšie rondely z tejto oblasti slúžili ako slnečné chrámy, ukáže až čas a ďalšie vykopávky. Archeológ Stäuble, ktorý preskúmal všetky svätyne vypichovanej kultúry, tvrdí, že by bolo chybou pripísat rondelom jedinú, astronomickú funkciu. Kruhové strediská mali aj významnú zhromažďovaciu funkciu, vykonávali sa tam najrozličnejšie aktivity. Rovnako ako na stredovekých námestiacach, kde sa konali trhy, kde vystupovali kaukliari, kde sa verejne stíiali odsúdenci. **ALMUT BICKOVÁ**

Rimavská Sobota



Zatmenie Mesiaca a potvorská hmla

Postupka zatmenia Mesiaca
3:07–5:40 SEČ
Foto: P. Rapavý,
Olympus 740 UZ.

Pavol Rapavý

Bratislava

Úplné zatmenie Mesiaca 28. 12. 2004 (1:55 až 5:36 SEČ). Konica Minolta Dimage Z3, exp. 1/500 – 4 s.

Foto: Miroslav Grnja



Partizánske

Na zatmenie Mesiaca v tomto roku sme sa pripravovali s nádejou, že jesenné počasie nám neprekaží tento zaujímavý úkaz. Predpovede počasia súce neboli optimistické, ale počasie nás nakoniec príjemne prekvapilo. Na bezoblačnej oblohe dominoval nádherný Mesiac v splne, a tak sme mohli okrem plánovaných programov priblížiť tento úkaz aj návštěvníkom Hornonitrianskej hvezdárne. Prví návštěvníci dorazili do hvezdárne už pred druhou hodinou ráno, aj keď vlastný úkaz, teda vstup Mesiaca do tieňa Zeme, nastal až o štvrt na štyri. Nikto však nelutoval, že do hvezdárne prišiel, pretože zatmenie bolo naozaj veľmi pekné.

Z predchádzajúcich zatmení sme sa snažili urobiť kvalitný videozáZNAM úkazu. Pri tomto zatmení Mesiaca sme sa zamerali na fotografovanie úkazu. Fotili sme aj na film, ale hlavným



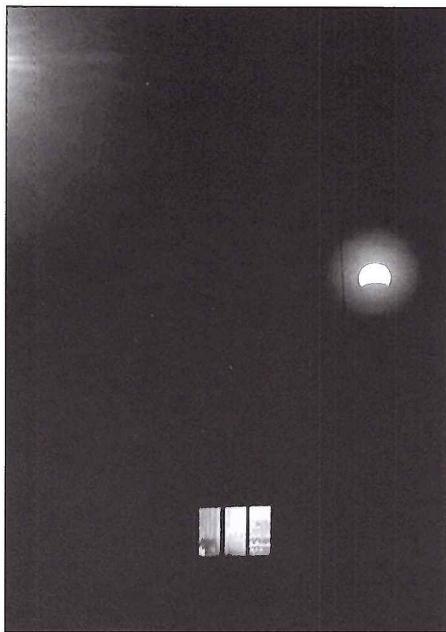


Spln
Mesiaca
krátko
pred
zatmením.
CCD
kamera
SHT s ob-
jektívom
4/600.

Foto:
P. Rapavý

Rimavská Sobota

Liptovský Mikuláš



Som stály čitateľ časopisu Kozmos, a preto mi nedalo, aby som Vám neposlal túto kurióznu digitálnu snímkú zatmenia Mesiaca, ktorú som len tak narýchlo spravil cestou do práce 28. 10. 2004 o 06.22 hod. Je z Liptovského Mikuláša. Počítačová úprava spočívala len v orezani snímky, bez fotomontáže a iných úprav. Ak ju uverejníte, možno sa nájdú aj ďalší ľudia, ktorých to bude nabudúce inšpirovať. F 4.6, ISO 100, EXPOSURE +2.00, automatické vyváženie bielej, 3x optický zoom, 2.0 Mp. Svetlo vo vrchnej časti fotografie je pouličné osvetlenie, a na porovnanie veľkosti – mesiac nad panelovým domom – okno. (Fotografiu z technických príčin uverejňujeme čiernobielu.)

Foto: Ján Trnovský, Liptovský Mikuláš

zámerom bolo naťaťať priebeh úkazu digitálnym fotoaparátom Canon EOS 300D s dalekohľadom Newton 200/900. Priebeh čiastočného zatmenia sa fotografoval s krokom jednej minúty a pri úplnom zatmení bol rozdiel medzi snímkami päť minút. Pri fotografovaní bola vyradená automatika vyváženia bielej farby a manuálne bola nastavená tak, aby Mesiac vysoko na oblohe mal správne farebné podanie. Pri tomto nastavení sa potom fotili všetky snímky, iba pri úplnej fáze bol predĺžený čas expozície na 5 sekúnd. Celé naše snaženie je približne na 150-tich snímkach priebehu úkazu, ktoré sa dajú spracovať do podoby animácie. Po jej upravení bude umiestnená aj na našej stránke www.hvezdaren.sk.

Na fotomontáži je veľmi pekne vidieť, ako sa menila farba Mesiaca, keď sa blížil k obzoru.

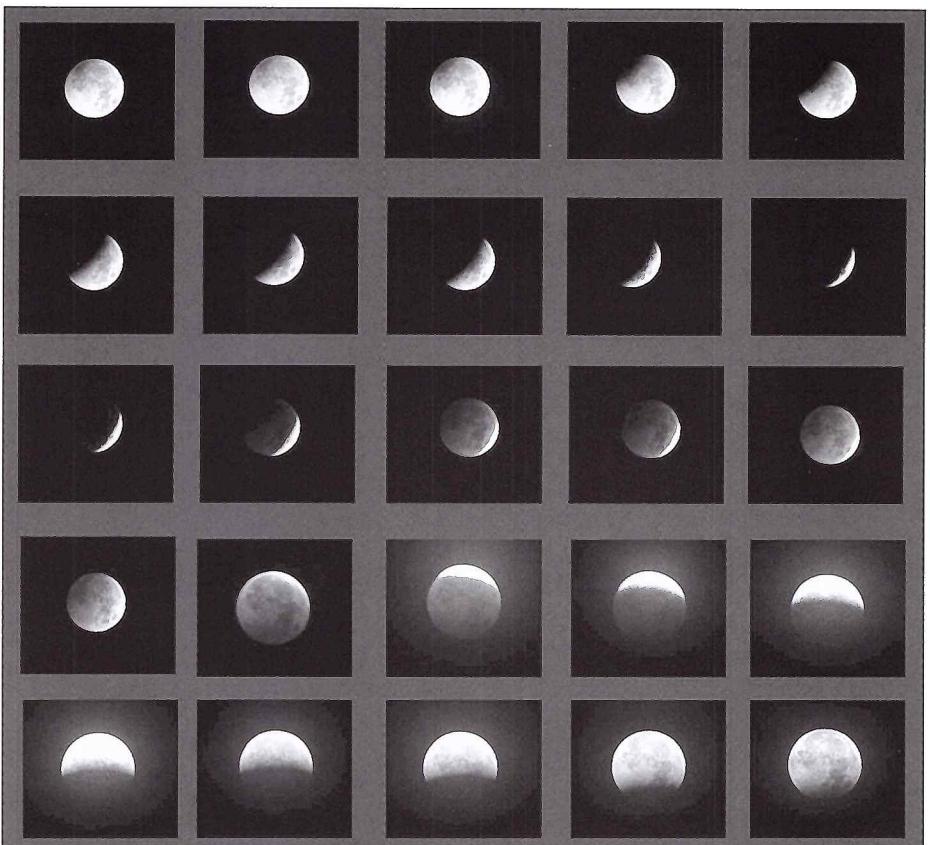
Ján Horňák



Náladovka
zo zatmenia
(5:46 SEČ).
Olympus
740 UZ.

Foto:
P. Rapavý

Hvezdáreň Jaroslava Cimrmanna



Postup celého zatmenia, fotografované Fuji S2 Pro, zoom Nikkor 70-300 od 2:04 do 6:05 SEČ.

Kedže zatmenie Mesiaca bolo v „optickom tieni“ mojej hvezdárne a nedalo sa pozorovať prístrojmi v nej pripravenými, rozhodli sme sa s priateľom Petrom Delinčákom vybehnúť na nejaký väčší kopec.

Výber lokality dopadol nad naše očakávania, jasno, pozorovateľný takmer celý priebeh úkazu. Mesiac nás nesklamal, úžasné farby meniaceho sa kotúčika sme pozorovali hlavne voľným okom, občas sme použili triéder.

Samozrejme, snažili sme sa celé predstavenie zachytiť fotoaparátom, použili sme dlhé expozície na jedno políčko a postupku sme získali digitálne fotoaparátom Fuji S2 Pro. Žiaľ, príliš veľké ohnisko bez paralaktickej montáže v spojení s dlhšími ex-

pozíciami spôsobilo mierne zneostrenie fotografií, k tomu sa občas pridal aj silnejší nárazový vietor.

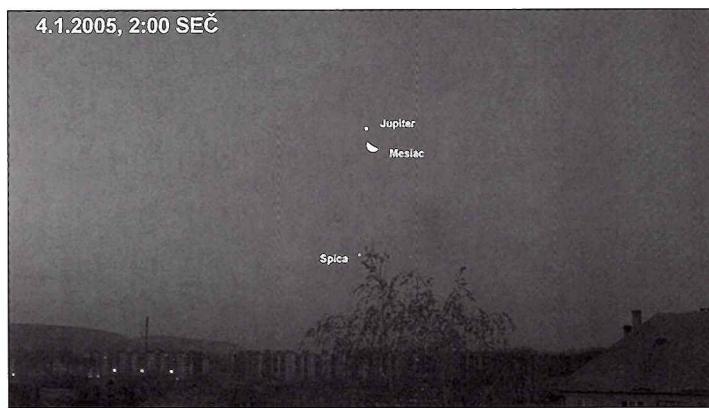
Ale mne sa aj tak páčia, pretože to bolo moje prvé zatmenie po veľmi dlhom čase, ktoré som videl od začiatku až do konca. Zaujímavosťou bol dosť veľký výskyt meteorov, asi polovica podľa mňa patrila k Tauridám.

Návrat z pozorovacieho stanoviska dolu do civilizácie bol spríjemnený nádherným pohľadom na krajinu kúpajúcu sa v bielom mlieku jesennej inverzie, celá scéna sa podobala na spomalený morský príboj, kde biele spenené vlny dorážajú na brehy ostrovov vyčnievajúcich z hmlí.

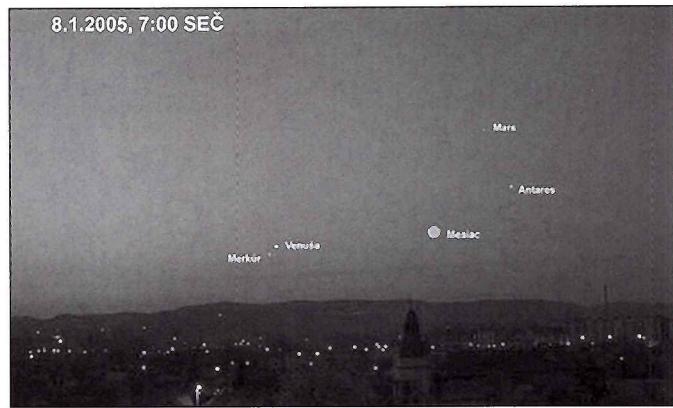
Marián Urbaník,
Hvezdáreň Jaroslava Cimrmanna



4.1.2005, 2:00 SEČ



8.1.2005, 7:00 SEČ



Obloha v kalendári

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

december
– január

Aj keď teplotoy v noci často klesajú hlboko pod bod mrazu, zanietencom to nevadí, odmenou sú im dlhé noci a krásna tmavá obloha. Na oblohe budú od polovice decembra do polovice januára súčasne všetky planéty viditeľné voľným okom, niektoré konjunkcie iste nenechajú záhľafat fotografov. Počas maxima Geminíd je Mesiac v nove a tak tento skvelý roj s množstvom jasných meteorov spestrí nočnú oblohu nielen meteorárom. Nastane niekoľko pekných zoskupení planétiek s objektmi nočnej oblohy a skutočnou perličkou bude jasná kométa Machholz, ktorú za dobrých pozorovacích podmienok uvidíme aj voľným okom, no až v tričri si ľahko skutočne pokocháme.

Planéty

Od polovice decembra do polovice januára máme možnosť súčasne na oblohe vidieť všetky planéty viditeľné voľným okom.

Merkúr zapadá začiatkom decembra (1. 12.: 0,5 mag) hodinu po Slnku, jeho viditeľnosť sa však rýchlo zhoršuje, nakoľko sa blíži do dolnej konjunkcie so Slnkom 10. 12. Už tri dni po dolnej konjunkcii však vychádza ráno na začiatku občianskeho súmraku. Začiatkom decembra bude v jej blízkosti slabý (1,6 mag) červenkastý Mars (najbližšie 6. 12.) a od Vianoc takmer na celý mesiac bude v jej blízkosti Merkúr. Na prelome rokov budú obe planéty vo vzdialosti 1° a 13. 1. bude skutočne skvelá konjunkcia, nakoľko uhlová vzdialenosť oboch planét bude len $0,3^{\circ}$, a tak farebná fotografia planét na rannej oblohe bude určite zaujímavá. 8. 1. ráno bude zaujímavá konštelácia oboch planét s Mesiacom. 10. 12. bude Venuše v konjunkcii s Mesiacom za asistenciu Marsu a podobná situácia sa zopakuje 8. 1. s Merkúrom a za asistenciu Mesiaca. 10. 1. bude Venuše prechádzať cez hmlovinu Trifid (M 20).

Mars (1,7 – 1,4 mag) má stabilné pozorovacie podmienky na rannej oblohe počas oboch mesiacov. Na začiatku občianskeho súmraku je vo výške 13° , no je pomerne slabý, nakoľko jeho vzdialenosť od Zeme je veľká a zmenší sa z 2,43 na 2,04 AU. 28. 12. sa presunie z Váh do Škorpióna, 5. 1. do Hadonosa. 6. 12. bude v konjunkcii s Venušou a 9. 12. a 7. 1. s Mesiacom. Fotogenickejšie zoskupenie môžeme nasnímať 10. 12. ráno, keď Mars, Mesiac a Venuše budú v peknom trojuholníku. Prvý decembrový týždeň môžeme veľmi dobre sledovať vlastný pohyb Marsu (a Venuše) voči hviezde α Lib., s ktorou bude v konjunkcii 3. 12. ($6'$). Ďalšia konjunkcia ($3'$) nastane 31. 12., tentokrát s ω Sco.

Jupiter (-1,8 až -2,2 mag) vychádza začiatkom decembra 2 hod. po polnoci, do konca januára sa jeho nočná viditeľnosť predĺži a vychádza bude už polodruha hodiny pred polnocou. Nájdeme ho v Panne, pohybuje sa v priamom smere, no jeho denný pohyb sa spomaľuje, nakoľko 2. 2. je v zastávke. V polovici januára bude prechádzať necelý polstupeň južne od ν Vir (4,4 mag). 7. 12. nastane mimo našu územiu zákryt Jupitera Mesiacom, od nás budú na nočnej oblohe obe telesá najbližšie pred východom Slnka a počas dňa (konjunkcia 12,3) bude Jupiter 22' severne od rohu Mesiaca. Podobná situácia sa zopakuje 4. 1., tentokrát budú obe telesá najbližšie ($25'$) hned po ich východe. Tretia, naj-

menej fotogenická konjunkcia nastane 31. 1. pred východom Slnka.

Saturn (-0,1 až -0,3 mag) v Blížencoch vychádza začiatkom decembra po 19. hodine a koncom januára je na oblohe už po západe Slnka. 14. 1. je v opozícii, a tak jeho viditeľnosť je počas celej noci. Deň pred opozíciou bude k Zemi najbližšie (8,08 AU), jeho uhlový rozmer bude $21''$ a rozmer prstenecov $45''$. Kvalitným ďalekohľadom uvidíme jeho široké prstence z ich južnej strany. 1. 12., 28. 12. a 24. 1. nastanú jeho konjunkcie s Mesiacom, no vo všetkých troch prípadoch je Mesiac vo veľkej fáze a vzájomná vzdialenosť neklesne pod 4° . 26. 1. bude Saturn prechádzať slabou (8,2 mag) otvorenou hviezdomkopou NGC 2420.

Urán (5,9 mag) začiatkom decembra kulminuje po západe Slnka vo Vodnárovi, jeho viditeľnosť sa však skracuje a koncom januára zapadá už dve hodiny po Slnku. Na jeho pozorovanie nám postačí už trieder. Koncom mesiaca bude v blízkosti ($0,5'$) hviezdy σ Aqr (4,8 mag). Jeho uhlový rozmer je malý ($3,4''$), a tak ako malý kotúčik ho uvidíme len kvalitným prístrojom s dostatočne veľkým zväčšením. 17. 12. nastane jeho málo výrazná konjunkcia s Mesiacom.

Neptún (8,0 mag) v Kozoročovi zapadá po 20. hodine a jeho viditeľnosť sa zhoršuje, nakoľko začiatkom februára bude v konjunkcii so Slnkom. V druhej polovici januára začne definitívne strácať vo večernom súmraku. Konjunkcia s Mesiacom 15. 12. je len málo výrazná, vzdialenosť telies bude vo výške $5'$.

Pluto (14,2 mag) v Hadovi je prakticky nepozorovateľné, 13. 12. je v konjunkcii so Slnkom. 14. 12. bude od Zeme najďalej 31,86 AU. Koncom januára na začiatku nautického súmraku bude vo výške len $15'$.

Dotyčnicový zákryt 23. 12. okolo 21. hodiny je lepším z dvoch posledných v tomto roku. Relativne jasná hvieza 32 Tau (5,6 mag) sa „uchne“ o južný okraj Mesiaca, ktorý je krátko pred splnom. Zákryt nastáva $16'$ na neosvetlenej strane Mesiaca a profil je veľmi zaujímavý. Hranica tieňa prechádza v okolí Komárnika, Rimavskej Soboty, Medzeva, Košíc a Humenného.

Hranica zákrytu 31. 12. po polnoci prechádza okolo Skalice, Topoľčian, Novej Bane a Modrého

Venuše a Merkúr, 7:00 SEČ



Konjunkcia Venuše s Merkúrom.

Dotyčnicové zákryty



Zákryty hviezd Mesiacom (december – január)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
2. 12.	20 43 14	R	14257	6,7	+48S	244	-26	132
7. 12.	1 14 27	R	18620	7,0	+88S	292	18	49
15. 12.	15 41 28	D	29441	6,9	+63S	104	112	-62
15. 12.	16 23 1	D	29464	7,2	+63N	50	46	-7
18. 12.	19 40 48	D	32144	5,1	+76N	52	48	-2
18. 12.	21 38 8	D	32205	5,2	+75N	51	16	-16
20. 12.	17 1 31	D	2049	6,4	+75N	53	72	92
22. 12.	15 32 20	D	3966	6,9	+67N	52	18	123
22. 12.	20 52 52	D	4106	6,5	+46S	120	148	-182
22. 12.	22 13 35	D	4127	7,0	+25N	11	64	195
23. 12.	16 8 52	D	4982	5,9	-6N	345	-197	365
23. 12.	16 20 23	D	5022	6,8	+79S	92	48	89
23. 12.	20 3 37	D	5136	5,8	+22S	150	551	-1168
23. 12.	22 41 9	D	5229	6,9	+52N	45	88	55
28. 12.	4 21 16	D	11604	5,4	-81S	95	31	-96
28. 12.	5 22 31	R	11604	5,4	+54N	302	-8	-115
28. 12.	19 41 0	R	12596	5,9	+12S	196	-172	772
30. 12.	5 5 31	R	14257	6,7	+12N	1	-52	-211
31. 12.	1 0 6	R	15199	6,3	+27S	224	283	527
6. 1.	2 59 17	R	20696	6,8	+12N	4	-53	-145
7. 1.	4 50 11	D	21795	5,4	-48S	140	27	2
7. 1.	5 52 10	R	21795	5,4	+83S	271	89	43
16. 1.	18 13 33	D	1716	6,2	+13N	351	-16	261
17. 1.	16 15 38	D	2769	6,1	+10N	350	-44	261
17. 1.	18 4 41	D	2827	7,5	+43N	23	53	117
18. 1.	16 45 17	D	3744	7,4	+18N	1	-8	236
18. 1.	16 54 51	D	3761	5,4	+63N	46	69	108
18. 1.	21 37 30	D	3879	5,6	+42N	26	59	74
18. 1.	21 41 13	D	3891	5,6	+53S	111	45	-157
19. 1.	23 45 40	D	4971	6,9	+65N	54	35	-27
19. 1.	23 55 14	D	4982	5,9	+40S	129	-13	-186
20. 1.	18 37 40	D	5838	7,3	+33N	27	58	196
20. 1.	22 46 48	D	5970	6,3	+67S	108	50	-127
21. 1.	22 49 25	D	7076	7,1	+64S	118	60	-143
22. 1.	1 21 26	D	7216	5,7	+58S	124	-6	-139
23. 1.	1 20 30	D	9216	6,5	+79N	91	36	-91
23. 1.	17 23 2	D	10614	5,6	+85S	115	56	44
23. 1.	21 4 8	D	10798	6,4	+49S	153	100	-225
29. 1.	0 40 52	R	17112	7,0	+72S	272	122	25
30. 1.	0 54 49	R	18082	7,1	+52S	254	155	108
31. 1.	5 8 43	R	18973	7,2	+44N	339	40	-120

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

Zákryty hviezd planétami (december – január)

dátum	[UT]	planéta	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
17. 12.	23,8	405 Thia	21,5	TYC 1196 0084	9,2	4,7	14		
2. 1.	2,8	791 Ani	6,7	TYC 0736 0198	9,8	4,4	24	76	66-
7. 1.	2,6	589 Croatia	6,9	TYC 0175 1748	9,5	4,2	26		
10. 1.	16,8	560 Delila	4,3	TYC 1880 0858	10,9	2,7	25		
13. 1.	1,1	1001 Gaussia	6,4	TYC 1334 0488	10,9	3,2	40		
14. 1.	1,8	542 Susanna	3,4	TYC 0750 0228	10,8	2,9	27		
14. 1.	22,2	305 Gordonia	5,2	TYC 1346 0282	8,6	3,5	57		
22. 1.	21,7	690 Wratislavia	6,5	TYC 1205 1477	10,8	2,5	16	66	94+
3. 2.	4,1	131 Vala	4,0	TYC 1416 0788	10,3	2,8	30	96	40-
4. 2.	22,0	589 Croatia	9,5	TYC 0747 0880	10,6	3,5	47		

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

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

Kameňa. Južný okraj Mesiaca po splne zakryje hviezdu 6,4 mag (107 Leo, SAO 98944) 13° na tmavej strane.

Viac informácií o dot. zákrytoch nájdete na stránke www.szaa.sk.

Planétky

Najjasnejšou planétkou bude začiatkom decembra (4) Vesta (7,6 mag), ktorú by sme bez problémov mali nájsť už triédrom. Presúva sa z Vodného do Veľryby, jej jasnosť pomaly klesá a zmenšuje sa aj jej uhlová vzdialenosť od Slnka.

Z jasnejších planétek (do 11 mag) budú v opozícii: (106) Dione (5. 12., 10,9 mag), (230)

Athamantis (15. 12., 10,0 mag), (12) Victoria (18. 12., 10,8 mag), (354) Eleonora (19. 12., 10,1 mag), (192) Nausikaa (25. 12., 9,7 mag), (30) Urania (31. 12., 9,9 mag), (8) Flora (14. 1., 8,4 mag), (532) Herculina (16. 1., 8,8 mag), (115) Thyra (27. 1., 9,8 mag).

Majiteľov fotografickej techniky by mohlo inspirovať niekoľko pekných konjunkcií planétek s objektmi nočnej oblohy, z ktorých by si však nik nechal ujsť planétiku (115) Thyra, ktorá v okolí opozície bude v tesnej blízkosti otvorennej hviezdotoky Jasličky (M44) v Rakovi.

Pri zákrytoch hviezd planétkami sú v tabuľke tie, u ktorých je pozorovanie z nášho územia (v rámci

POZORUJTE S NAMI

neurčitosti nominálnej predpovede) nádejné. Najväčšie šance na úspech majú zákryty (405) Thia 18. 12. a potom až začiatkom februára (131) Vala a (589) Croatia.

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (4) Vesta			
1. 12.	23 ^h 28,0 ^m	-12°30,7'	7,6
6. 12.	23 ^h 31,8 ^m	-11°50,4'	7,7
11. 12.	23 ^h 36,1 ^m	-11°08,0'	7,8
16. 12.	23 ^h 40,7 ^m	-10°23,5'	7,9
21. 12.	23 ^h 45,7 ^m	-09°37,3'	7,9
26. 12.	23 ^h 51,2 ^m	-08°49,5'	8,0
31. 12.	23 ^h 56,6 ^m	-08°00,4'	8,0
5. 12.	00 ^h 02,4 ^m	-07°10,1'	8,1
10. 12.	00 ^h 08,5 ^m	-06°18,7'	8,1
15. 12.	00 ^h 14,9 ^m	-05°26,5'	8,2
20. 12.	00 ^h 21,4 ^m	-04°33,6'	8,2
25. 12.	00 ^h 28,1 ^m	-03°40,1'	8,2
30. 12.	00 ^h 35,0 ^m	-02°46,1'	8,3

Efemerida planétky (8) Flora

10. 1.	07 ^h 51,2 ^m	+21°21,5'	8,5
15. 1.	07 ^h 45,4 ^m	+21°56,0'	8,4
20. 1.	07 ^h 39,7 ^m	+22°29,0'	8,6
25. 1.	07 ^h 34,3 ^m	+22°59,5'	8,8
30. 1.	07 ^h 29,4 ^m	+23°27,1'	8,9

Efemerida planétky (115) Thyra

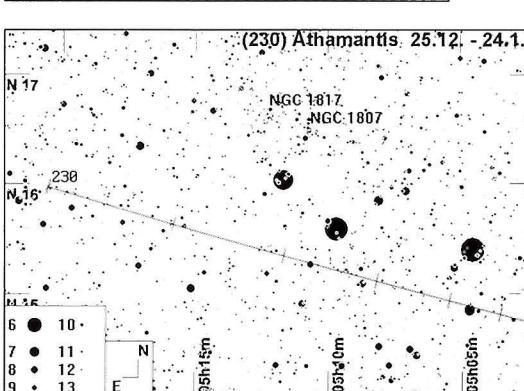
15. 1.	08 ^h 54,4 ^m	+19°30,4'	10,2
20. 1.	08 ^h 48,4 ^m	+19°21,3'	10,1
25. 1.	08 ^h 42,1 ^m	+19°11,8'	9,9
30. 1.	08 ^h 35,9 ^m	+19°01,5'	10,0
4. 2.	08 ^h 29,9 ^m	+18°50,3'	10,2

Efemerida planétky (230) Athamantis

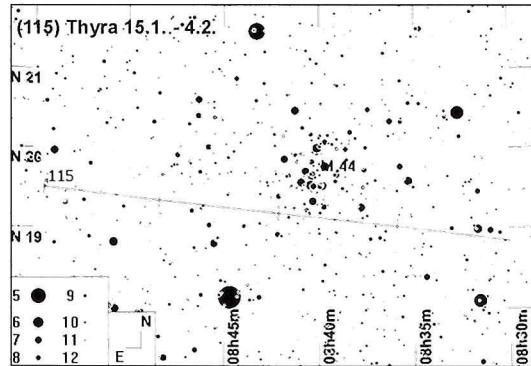
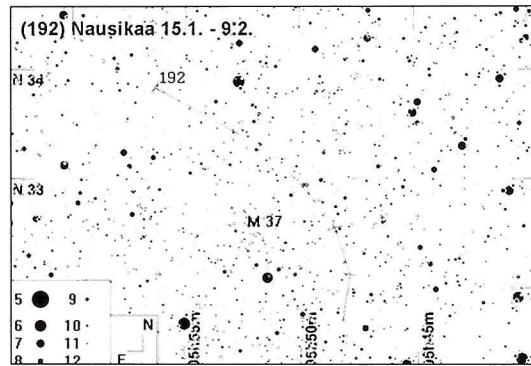
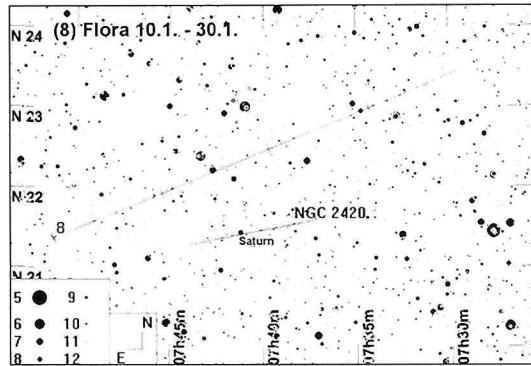
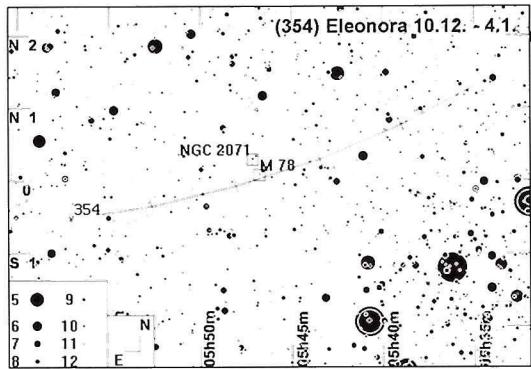
25. 12.	05 ^h 20,5 ^m	+15°58,4'	10,2
30. 12.	05 ^h 15,8 ^m	+15°38,4'	10,4
4. 1.	05 ^h 11,7 ^m	+15°21,3'	10,5
9. 1.	05 ^h 08,2 ^m	+15°07,3'	10,6
14. 1.	05 ^h 05,5 ^m	+14°56,6'	10,7
19. 1.	05 ^h 03,5 ^m	+14°49,0'	10,9
24. 1.	05 ^h 02,4 ^m	+14°44,4'	11,0

Efemerida planétky (354) Eleonora

10. 12.	05 ^h 57,1 ^m	-0°31,7'	10,2
15. 12.	05 ^h 52,7 ^m	-0°21,3'	10,1
20. 12.	05 ^h 48,1 ^m	-0°04,8'	10,1
25. 12.	05 ^h 43,5 ^m	+0°17,6'	10,1
30. 12.	05 ^h 39,0 ^m	+0°45,7'	10,1
4. 1.	05 ^h 34,8 ^m	+1°19,1'	10,2



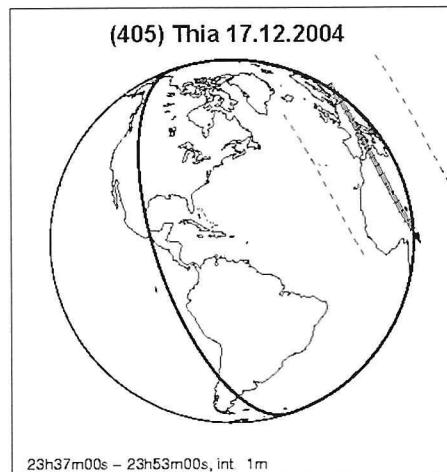
(354) Eleonora 10.12. - 4.1.



Konjunkcia planétky Thyra s Jasličkami.

ALBUM POZOROVATEĽA

(405) Thia 17.12.2004



Zákryt planétkou Thia.

Kométy

Kométa Machholz (C/2004 Q2) zatiaľ ide podľa plánu, začiatkom decembra kulminuje o polnoci vo výške 15°, no jej podmienky sa rýchlo zlepšujú. 28. decembra sa dostane nad rovník a od polovice januára bude cirkumpolárna. Jej pohyb na oblohe je rýchly, z Eridanu sa presunie do Býka, Perzea a koncom januára bude v Kasiopeji. 7. januára prejde 2,5° od Plejád, čo pri jej predpovedanej jasnosti 4 mag robí skvelú príležitosť na získanie zaujímavej fotografie. 18. 1. bude necelých 6° od otvorennej hviezdominy M 34 a koncom januára ju nájdeme v blízkosti dvojitej otvorennej hviezdominy χ a h.

Dátum	SEČ	objekt	mag	vzd./°
Konjunkcia kométy Machholz (C/2004 Q2)				
12. 12.	3,0	54 Eri	4,3	1,2
19. 12.	17,0	NGC 1535	9,6	1,5 PH
23. 12.	9,8	ω1 Eri	4,0	0
7. 1.	23,0	M 45	1,6	2,6 OH
14. 1.	12,0	NGC 1342	6,7	2,2 OH
16. 1.	20,1	β Per	2,1	1,5
18. 1.	6,7	M 34	5,2	5,8 OH
18. 1.	22,6	κ Per	3,8	0,5
20. 1.	5,8	NGC 1245	8,4	0,8 OH
21. 1.	19,1	τ Per	4,0	0,3
24. 1.	11,5	γ Per	2,9	0,3
26. 1.	10,1	η Per	3,7	1,3
27. 1.	20,3	χ + h Per	6,1+5,3	5,1 OH
30. 1.	1,1	IC 1848	6,5	0,5 OH
31. 1.	3,9	NGC 1027	6,7	1,4 OH

(PH = planetárna hmlovina, OH = otvorená hviezdomina)

Cirkumpolárna kométa NEAT (C/2001 Q4) sice nevyniká jasnosťou, no vzhľadom na jej polohu bude vďačným objektom majiteľov silnejších binokulárov.

Kométa LINEAR (C/2003 K4) bude začiatkom decembra na hranici viditeľnosti voľným okom, no jej záporná deklinácia z nej robí dobre pozorovateľný objekt len na južnej pologuli.

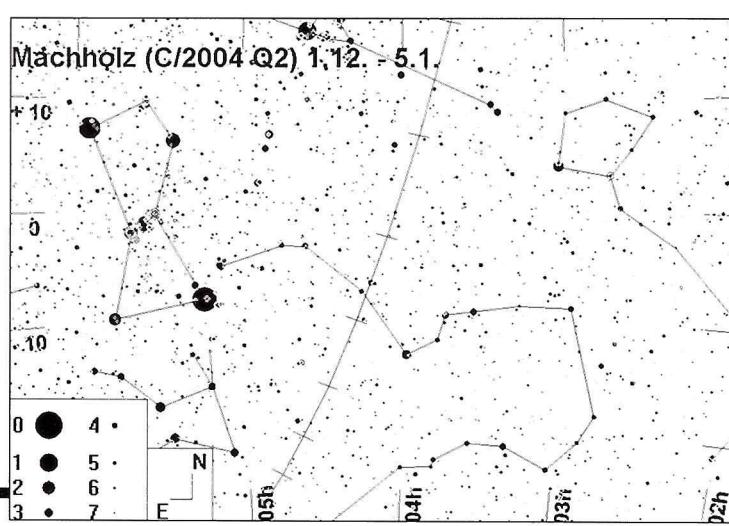
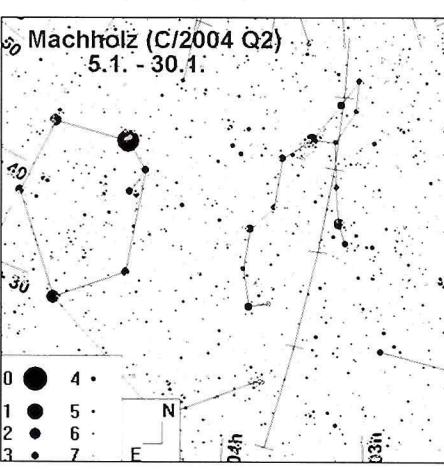
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy Machholz (C/2004 Q2)				
1. 12.	04 ^h 54,4 ^m	-26°55,2'	6,2	130,9
6. 12.	04 ^h 46,9 ^m	-24°31,7'	5,8	133,0
11. 12.	04 ^h 38,0 ^m	-21°08,2'	5,5	135,0
16. 12.	04 ^h 28,0 ^m	-16°29,4'	5,1	136,9
21. 12.	04 ^h 17,1 ^m	-10°20,2'	4,8	138,3
26. 12.	04 ^h 05,6 ^m	-02°31,4'	4,5	138,4
31. 12.	03 ^h 53,8 ^m	+06°51,1'	4,3	136,5
5. 1.	03 ^h 41,9 ^m	+17°17,6'	4,2	132,5
10. 1.	03 ^h 30,4 ^m	+27°57,2'	4,1	126,9
15. 1.	03 ^h 19,7 ^m	+37°57,8'	4,2	120,7
20. 1.	03 ^h 10,1 ^m	+46°46,5'	4,3	114,9
25. 1.	03 ^h 02,0 ^m	+54°14,4'	4,5	110,0
30. 1.	02 ^h 55,7 ^m	+60°28,2'	4,7	106,0

**Efemerida kométy
NEAT (C/2001 Q4)**

1. 12.	19 ^h 35,9 ^m	+66°45,0'	10,6	95,1
6. 12.	19 ^h 58,4 ^m	+65°50,8'	10,8	95,2
11. 12.	20 ^h 19,4 ^m	+64°54,0'	10,9	94,9
16. 12.	20 ^h 38,9 ^m	+63°55,8'	11,0	94,3
21. 12.	20 ^h 57,1 ^m	+62°57,7'	11,1	93,4
26. 12.	21 ^h 14,0 ^m	+62°00,6'	11,3	92,2
31. 12.	21 ^h 29,8 ^m	+61°05,3'	11,4	90,7
5. 1.	21 ^h 44,6 ^m	+60°12,6'	11,5	89,1
10. 1.	21 ^h 58,5 ^m	+59°22,9'	11,7	87,2
15. 1.	22 ^h 11,6 ^m	+58°36,7'	11,8	85,2
20. 1.	22 ^h 24,0 ^m	+57°54,3'	11,9	83,0
25. 1.	22 ^h 35,8 ^m	+57°15,7'	12,0	80,7
30. 1.	22 ^h 47,0 ^m	+56°40,9'	12,1	78,3

**Efemerida kométy
LINEAR (C/2003 T4)**

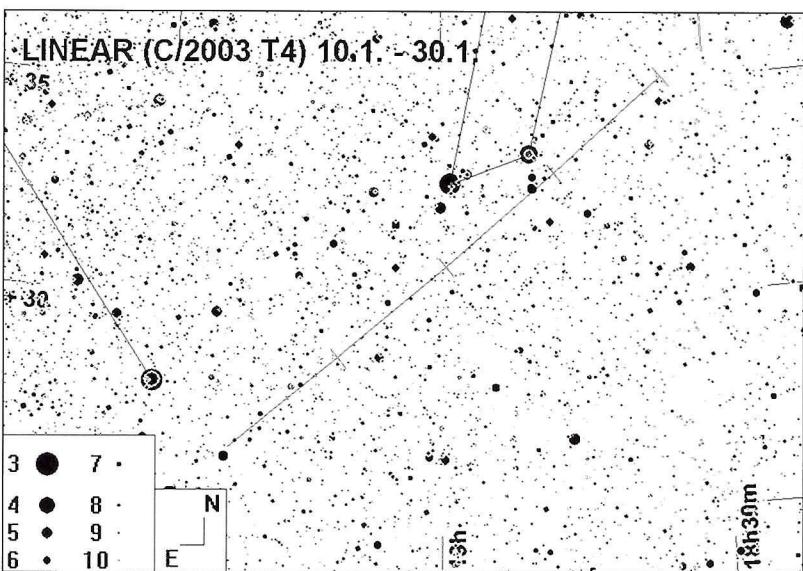
1. 12.	16 ^h 36,2 ^m	+51°34,7'	11,2	73,4
6. 12.	16 ^h 53,1 ^m	+49°38,4'	11,0	72,1
11. 12.	17 ^h 09,4 ^m	+47°38,4'	10,8	70,6
16. 12.	17 ^h 25,1 ^m	+45°35,7'	10,7	69,0
21. 12.	17 ^h 40,2 ^m	+43°30,8'	10,5	67,1
26. 12.	17 ^h 54,7 ^m	+41°24,4'	10,3	65,0
31. 12.	18 ^h 08,6 ^m	+39°17,1'	10,1	62,9
5. 1.	18 ^h 22,0 ^m	+37°09,3'	9,9	60,6
10. 1.	18 ^h 34,9 ^m	+35°01,5'	9,7	58,3
15. 1.	18 ^h 47,4 ^m	+32°53,6'	9,5	55,9
20. 1.	18 ^h 59,4 ^m	+30°45,7'	9,3	53,6
25. 1.	19 ^h 11,1 ^m	+28°37,3'	9,0	51,3
30. 1.	19 ^h 22,5 ^m	+26°27,9'	8,8	49,1



Ďalšia kométa z produkcie LINEARu C/2003 T4 utešene zjasňuje a koncom januára by mala byť jasnejšia ako 9 mag. Na konci astronomického súmraku bude vo výške 35°.

Kometá P/Gehrels (78P) klesne koncom prvej decembrovej dekády pod 12 mag, a tak je vhodná len pre majiteľov výkonnejších dalekohľadov, podobne ako ďalšie komety, ktoré budú ešte slabšie (Tabuľa C/2003 T3, P/Tempel, P/Tsuchinshan, LINEAR T7).

Podrobnejšie mapky nájdete na stránke www.szaa.sk.



Meteorické roje (december – január)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad.		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
XOR	26. 11.–31. 12.	1. 12.	05:28	+23	1,2	0,0	28	3	IMO
MON	27. 11.–17. 12.	8. 12.	06:40	+08	0,8	+0,2	42	3	IMO
HYD	3. 12.–15. 12.	11. 12.	08:28	+02	0,7	-0,2	58	2	IMO
GEM	7. 12.–17. 12.	13. 12.	07:29	+33	1,0	-0,1	35	120	IMO
COM	12. 12.–23. 1.	19. 12.	11:40	+25	0,8	-0,3	65	5	IMO
URS	17. 12.–26. 12.	22. 12.	14:28	+76	0,0	-0,4	33	10	IMO
QUA	1. 1.–5. 1.	3. 1.	15:20	+49	0,8	-0,2	41	120	IMO
DCA	1. 1.–24. 1.	17. 1.	08:40	+20	0,9	-0,2	28	4	IMO
AHY	5. 1.–14. 2.	19. 1.	08:52	-11	0,7	-0,3	44	2	DMS
VIR	25. 1.–15. 4.	(24. 3.)	13:00	-04	0,5	-0,3	30	5	IMO

XOR – χ Orionidy, MON – Monocerotidy, HYD – σ Hydrydy, GEM – Geminidy, COM – Koma Berenicidy, URS – Ursidy, QUA – Kvadrantidy, DCA – δ Kaneridy, AHY – Hydrydy, VIR – Virginidy

Zdroj: IMO – International Meteor Organization, DMS – Dutch Meteor Society

Meteority

Napriek nízkym nočným teplotám sa určite meteorári tešia na jedno z najlepších meteorárskych období v roku. Pozorovacie podmienky na Geminidy sú ideálne, Mesiac je v nove. Maximum nastane v noci z 13. na 14. 12. (vypočítané na $23,3 \pm 2,3$ hod). Geminidy sú charakteristické stabilnými frekvenciami a vysokým počtom jasných meteorov.

Maximum Kyadrantíd nastáva pri dĺžke Slnka 283,16, čo zodpovedá 3. 1. o 13,3 SEČ. Mesiac vychádza až po polnoci, no poloha maxima je tohto roku nevhodná, ostré maximá trvajú len niekoľko hodín, a tak tentoraz budeme môcť pravdepodobne pozorovať len nástup a pokles aktivity.

Z menej výrazných rojov majú najlepšie pozorovacie podmienky len Monocerotidy a Hydrydy, u ostatných bude pozorovanie rušené Mesiacom. U maxima χ Orioníd vychádza Mesiac len 3 hodiny po radiante, Koma Berenicidy a δ Kaneridy budú rušené Mesiacom v prvej polovici noci a σ Hydrydy sa budú dať pozorovať až nad rámom po západе Mesiaca.

PAVOL RAPAVÝ

Kalendár úkazov a výročí (december – január)

1. 12.	7,8 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,6° južne)	23. 12. 21,1 dotyčnicový zákryt 32 Tau (5,6 mag)	11. 1.	395. výročie (1610) objavu mesiaca Jupitera Ganymed (G. Galilei)
1. 12.	maximum meteorického roja χ Orionidy (ZHR 3)	24. 12. 25. výročie (1979) štart Ariane 1	12. 1.	18,6 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)
2. 12.	30. výr. (1974) sondy Pioneer 11 (oblet Jupitera)	25. 12. planétku (192) Nausikaa v opozícii (9,7 mag)	13. 1.	1,1 zákryt hviezdy TYC 1334 488 (10,9 mag) planétkou (1001) Gaussia
3. 12.	100. výročie (1904) objavu Jupiterovho mesiaca Himalia (Ch. Perrine)	26. 12. 16,1 Mesiac v splne	13. 1.	7,3 tesná konjunkcia Venuše s Merkúrom (Merkúr 19° južne)
5. 12.	1,9 Mesiac v poslednej štvrti	27. 12. 30. výročie (1974) štartu orbitál. stanice Safat 4	13. 1.	160. výročie (1845) narodenia F. Tisseranda
5. 12.	planétku (106) Dione v opozícii (10,9 mag)	27. 12. 20,3 Mesiac v odzemí (406 487 km)	14. 1.	0 Saturn v opozícii
6. 12.	0,3 konjunkcia Venuše s Marsom (Mars 1,2° južne)	27. 12. 20. výročie (1984) objavu meteoritu z Marsu ALH 84001	14. 1.	1,8 zákryt hviezdy TYC 750 228 (10,8 mag) planétkou (542) Susanna
7. 12.	12,3 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 0,6° severne, zákryt mimo nášho územia)	27. 12. 100. výročie (1904) objavu planétky (553) Kundry (M. Wolf)	14. 1.	planétku (8) Flora v opozícii (8,4 mag)
8. 12.	max. meteorického roja Monocerotidy (ZHR 3)	28. 12. 9,6 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,2° juž.)	14. 1.	100. výročie (1905) objavu planétky (555) Norma (M. Wolf)
9. 12.	23,4 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 2,3° sev.)	29. 12. 21,1 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (22,5°)	16. 1.	planétku (532) Herculina v opozícii (8,8 mag)
10. 12.	2,2 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 3,7° sev.)	31. 12. 1,8 dotyčnicový zákryt 107 Leo (6,4 mag)	17. 1.	7,9 Mesiac v prvej štvrti δ Kaneridy (ZHR 4)
10. 12.	9,4 Merkúr v dolnej konjunkcii	31. 12. 7,0 konjunkcia Venuše s Merkúrom (Merkúr 1,1° sev.)	17. 1.	maximum meteorického roja
11. 12.	maximum meteorického roja σ Hydrydy (ZHR 2)	31. 12. 140. výročie (1918) narodenia R. Aitkena a G. Ritcheya	19. 1.	40. výročie (1965) štartu Gemini 2
12. 12.	2,5 Mesiac v nove	31. 12. planétku (30) Urania v opozícii (9,9 mag)	22. 1.	21,7 zákryt hviezdy TYC 1205 1477 (10,8 mag) planétkou (690) Wratislavia
12. 12.	5,5 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	2. 1. 1,6 Zem v periheliu (147,1 milióna km)	22. 1.	100. výročie (1905) narodenia W. Hartnera
12. 12.	22,5 Mesiac v prízemí (357 985 km)	2. 1. 3,8 zákryt hviezdy TYC 736 198 (9,8 mag) planétkou 791 Ani	23. 1.	75. výročie (1930) narodenia I. Molnára
13. 12.	100. výročie (1904) narodenia sira W. H. McCrea	3. 1. max. meteorického roja Kvadrantidy (ZHR 120)	23. 1.	19,8 Mesiac v odzemí (406 444 km)
13. 12.	Pluto v konjunkcii so Slnkom	3. 1. 18,8 Mesiac v poslednej štvrti	24. 1.	10,1 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4° južne)
13. 12.	max. meteorického roja Geminidy (ZHR 120)	4. 1. 0 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 0,7° severne, zákryt mimo nášho územia)	25. 1.	11,5 Mesiac v splne
14. 12.	100. výr. objavu planétky (552) Sigeline (M. Wolf)	4. 1. 4,1 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	26. 1.	100. výročie (1905) objavu planétky (557) Violetta (M. Wolf)
15. 12.	2,4 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	5. 1. 100. výročie (1905) objavu Jupiterovho mesiaca Elara (Ch. Perrine)	27. 1.	2,7 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)
15. 12.	17,5 konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5,7° severne)	7. 1. 0,9 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	27. 1.	planétku (115) Thyra v opozícii (9,8 mag)
15. 12.	planétku (230) Athamantis v opozícii (10,0 mag)	7. 1. 2,6 zákryt hviezdy TYC 175 1748 (9,5 mag) planétkou (589) Croatia	27. 1.	140. výročie (1865) narodenia A. Číkina
15. 12.	170. výročie (1834) narodenia Ch. Younga	7. 1. 19,9 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 3,7° severne)	29. 1.	23,5 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)
17. 12.	1,4 konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 3,9° sev.)	7. 1. 395. výročie (1610) objavu mesiaca Jupitera Io, Europa a Calisto (G. Galilei)	31. 1.	11,6 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 1,7° severne, zákryt mimo nášho územia)
17. 12.	23,2 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	8. 1. 100. výročie (1905) objavu planétek (554) Peraga a (556) Phyllis (P. Gotz)	2. 2.	8,4 Mesiac v poslednej štvrti
18. 12.	0,8 zákryt hviezdy TYC 1196 84 (9,2 mag) planétkou (405) Thia	9. 1. 1,0 konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 5,2° sev.)	2. 2.	16,7 Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať spätné
18. 12.	planétku (12) Victoria v opozícii (10,8 mag)	9. 1. 1,9 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 5,2° sev.)	3. 2.	4,1 zákryt hviezdy TYC 1416 788 (10,3 mag) planétkou (131) Vala
19. 12.	planétku (354) Eleonora v opozícii (10,1 mag)	9. 1. 21,7 minimum (554) β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	3. 2.	20. Neptún v konjunkcii so Slnkom
18. 12.	17,6 Mesiac v prvej štvrti	10. 1. 11,1 Mesiac v prízemí (356 573 km)	4. 2.	5,5 zákryt Antaresa Mesiacom
19. 12.	max. meteorický roja Koma Berenicidy (ZHR 5)	10. 1. 13,0 Mesiac v nove	4. 2.	22,0 zákryt hviezdy TYC 747 880 (10,6 mag) planétkou (589) Croatia
20. 12.	8,1 Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať priamo	10. 1. 16,8 zákryt hviezdy TYC 1880 858 (10,9 mag) planétkou (560) Delila	5. 2.	15,9 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 4,9° severne)
20. 12.	100. výročie (1904) založenia Mt. Wilson Solar Observatory			
20. 12.	20,0 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)			
21. 12.	13,7 zimný slnrovat			
22. 12.	maximum meteorického roja Ursidy (ZHR 10)			
23. 12.	16,8 minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)			

Slnečná aktivita

august – september 2004

Slnečná aktivita je nadalej vo fáze poklesu jedenastročného cyklu. Dá sa povedať, že je na strednej úrovni.

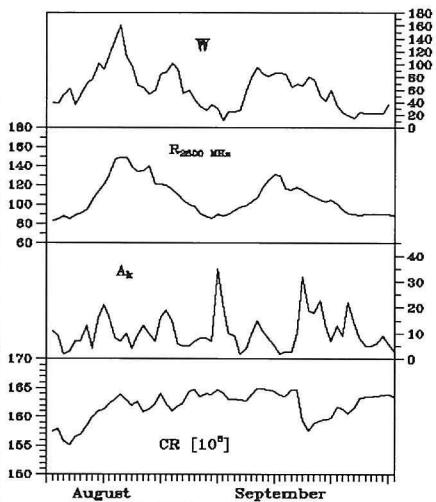
Dnes si povieme pári slov o kozmickom žiareni. Hlavne z hľadiska – čo nám môže poskytnúť pri sledovaní úrovne slnečnej aktivity.

Pri objave rádioaktivity koncom 19. storočia sa zároveň zistilo, že existuje permanentné časticové žiarenie, ktoré pôsobí na fotografické emulzie. Pôvodne sa predpokladalo, že ich zdrojom sú rádioaktívne horniny. Pomocou balónového výstupu však Hess v roku 1912 dokázal, že intenzita takého žiarenia s výškou rastie a teda ich zdroj je mimozemský. Paralelne s rozvojom jadrovej fyziky sa postupne odkryvali aj tajomstva pôvodu kozmického žiarenia.

Podľa dnešného pohľadu, podporeného aj výskumom z kozmických apparátov, zdroje kozmického žiarenia sa nachádzajú v Galaxii, teda aj mimo Slnečnej sústavy. V medzihviezdnom priestore je rozloženie kozmického žiarenia izotropné, t. j., intenzita (počet častic za časovú jednotku) nezávisí od smeru príchodu častic. Toto žiarenie nazývame *primárny kozmický žiareniom* a na zemskej povrch neprenikne. Tu môžeme registrovať *sekundárne kozmické žiarenie*, čo sú časticie, ktoré vznikli pri zrážkach častic primárneho žiarenia s atómmi zemskej atmosféry. Sú to rôzne krátkožijúce mezóny a hlavne neutróny. U nás ich na Lomnickom Štítu registruje neutrónový supermonitor Ústavu experimentálnej fyziky SAV a dátu sú dostupné na stránke <http://www.lsuefl.tat.sk>. Najstaršie pozemské merania, od roku 1953, pochádzajú zo stanice Climax (USA). Zároveň sú tam vykreslené aj priebehy Wolfého čísla a koronálneho indexu, ktoré charakterizujú slnečnú aktivitu. Vidíme, že ich priebeh je v protifáze, t. j. že medzi časovými radmi úrovne slnečnej aktivity a kozmického žiarenia platí antikorelačný vzťah. Tento fakt si vysvetľujeme tak, že v období maxima cyklu slnečnej aktivity je *héliosféra* – priestor, do ktorého sa rozpráva slnečná koróna – zaplnený pohlcujúcim hmotou viac, ako v minime.

Denné priemery dát z Lomnického štítu publikujeme v našom časopise graficky s označením CR a môžeme ich výhodne použiť vo funkciu indexu slnečnej aktivity pri štúdiu vztahov Slnko – Zem. Dokonca je to vhodnejšie, ako použiť indexov odvodnených z pozorovania Slnka, lebo nie všetky zmeny na Slnku sa prenesú na Zem a pri kozmickom žiareni máme už priamo pozemské odvodnené efekty.

Milan Rybanský



SLNEČNÁ AKTIVITA / ALBUM POZOROVATEĽA

Zatmenie Mesiaca – Kulpin



Zatmenie Mesiaca 28. 10. 2004,
4:13:50 SEČ. Expozícia: 12×2,17s,
objektív Helios 1,5/85 + Meade
LPI.

Foto: Jaroslav Grnja, Kulpin,
Srbsko a Čierna Hora

Zatmenie Mesiaca – Plevník



Zatmeniu Mesiaca 28. 10. 2004 v Plevníku počasie príliš neprialo. Hustá hmla umožnila nafotíť len niektoré okamihy úkazu vo fáze vstupu Mesiaca do zemského tieňa. Fáze úplného zatmenia a výstupu už kraľovala hmla a bola superhustá! Fotografia je urobená digitálnym fotoaparátom Olympus c-725, 8x optický + 3x digitálny zoom manuálnym režimom. Foto: Marián Mičík

Zatmenie Mesiaca – Hurbanovo



Obrázky robené cez refraktor Coudé 150.
Obr. č. 1:

28. 10. 2004, 03:17 LSEČ

Obr. č. 2:

28. 10. 2004, 04:11 LSEČ

Obr. č. 3:

28. 10. 2004, 04:23 LSEČ

Obr. č. 4:

28. 10. 2004, 05:02 LSEČ

Obr. č. 5:

28. 10. 2004, 05:48 LSEČ

Foto: Ladislav Pastorek,
Hurbanovo



AstroTech 2004

Kurz brúsenia astronomických zrkadiel pokračuje.
To je pozitívna správa pre nadšencov astronómie, ktorí chcú vlastníť astronomický dalekohľad zhotovený vlastnými rukami.

V roku 2004 mal kurz dve miesta svojej realizácie.

AstroTech 2004 – 1. kolo

Súradnice miesta a času prvého kurzu boli Oravská Lesná 30. 4. – 2. 5. 2004. Priestorové podmienky na kurz vytvoril páni Mojmir Murín, ktorí vo svojej firme zriadil vhodnú miestnosť na brúsenie, zabezpečil brúsiace prášky a množstvo ďalších detailov potrebných na brúsenie. Stojany na brúsenie zapožičala Hvezdáreň v Partizánskom, kde kurz brúsenia má už päťročnú tradíciu.

Kurzu sa zúčastnilo 5 brusíčov. Najmladší mal 10 a najstarší 31 rokov. Tvrď chlapskú prácu spojenú s brúsením si vyskúšala v rámci AstroTechu i mladá slečna, 17-ročná Martina Hrebíková. Tento kurz trval len 3 dni a od toho v Partizánskom sa líšil i tým, že brusíci si domov odniesli už aj pokoované zrkadlo.

Aby čitateľovi Kozmosu bolo jasné, ako sa podarilo k takému úžasnemu výkonu dopracovať či dobrúť sa k vlastnému zrkadlovému objektívu, je potrebné dodat, že pán Milan Kamenický pripravil kotúče Pyrexu s predfrezovaným polomerom zakrivenia. Preto potom mohli brusíci pokračovať už len v jemnom brúsení, leštení a parabolizácii.

A čo dodaf na záver? Z pohľadu účastníkov kurzu brúsenia sa treba podakovať p. Murínovi za pripravené podmienky na brúsenie a perfektnú atmosféru. Podakovanie patrí Slavomírovi Šmeckovi za odbornú pomoc pri naparovanie zrkadiel. Milan Kamenický má svoj podiel na tom, že kurz brúsenia sa priblížil záujemcom i z iných oblastí Slovenska.



Martina pri opracovaní svojho objektívu.

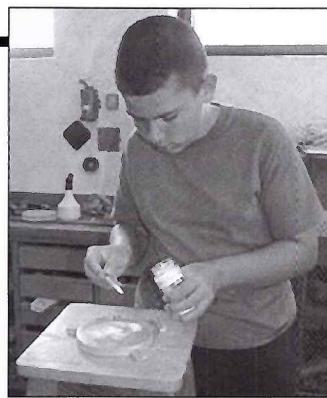
AstroTech 2004 – 2. kolo

Druhé stretnutie záujemcov o zhotovenie objektívu zrkadlového dalekohľadu sa uskutočnilo v dňoch 16. až 22. augusta 2004 v priestoroch Hornonitrianskej Hvezdárne v Partizánskom.

Ponuku na brúsenie využili piati astronómovia amatéri: Peter Sednička,



Peter Sednička



Lubo Urbančok



Marek Piga

Lubomír Urbančok, ing. Marek Piga, Peter Ďuriš a Martin Horváth. Tvarovali sa dve zrkadlá o priemere 150 milimetrov a tri o priemere stodvadsať päť milimetrov. Tento ročník kurzu brúsenia sa od ostatných odlišoval i tým, že traja účastníci brúšili zrkadlá na svoje dalekohľady a zostávajúce dve zrkadlá sa brúšili pre potreby organizácie. Hvezdáreň týmto spôsobom ponúkla a bude ponúkať možnosť odskúšať si brúsenie zrkadla pod dohľadom skúseného odborníka.

Pokúsime sa vytvoriť možnosti pre záujemcov, ktorí by chceli mať kvalitný astronomický dalekohľad za dobrú cenu, ktorý by však vybrúšil ďalší záujemca. Ako sa ukázalo v tomto ročníku sú záujemci, ktorí si chcú overiť nielen svoje schopnosti, ale i techniku brúsenia zrkadiel pre zrkadlový dalekohľad typu Newton. Bude však záležať len na záujme, či ponuka hvezdárne využijú aj ďalší potenciálne pozorovateľia hviezdnej oblohy.

Kurz brúsenia začal už v pondelok večer informáciami týkajúcimi sa dozrievania základných podmienok pre opracovanie zrkadlového kotúča.

Precíznosť práce a čistota prostredia je zárukou na dobrý výsledok, t. j. kvalitnú parabolizovanú plochu, ktorá v konečnom dôsledku sprostredkuje pohľady na zaujímavé vesmírne objekty. Najväčšie problémy počas brúsenia mali nepozorní brusíci, pretože i najmenšia nečistota zanechaná z predchádzajúceho hrubého brúsenia prinutila opakovať celý postup. Tempo brúsenia jednotlivých zrkadiel bolo rozdielne, preto tisikovnejší museli čakať na pomalejších či neopatnejších. I tak sa všetci snažili, pretože vo štvrtok už päť zrkadiel čakalo na posledné meranie v autokolimácii a vyhodnotenie presnosti pomocou Foucaultovej skúsky. Ani jedno zrkadlo nebolo horšie ako lambda/4, dokonca niektoré dosahovali až lambda/17 a viac.

Každý účastník kurzu môže byť spokojný. Kus skla, ktorý dostal na začiatku, dostať jeho príčinením tvar parabolizovanej plochy, ktorá naparením vrstvy hliníka bude sústredovať svetlo z hviezdnych objektov.

Poslednou operáciou, ktorú bolo potrebné vykonať, bol už tradičný krst každého zrkadla.

Ďalší ročník AstroTechu – kurzu brúsenia astronomických zrkadiel je už za nami. Piatí účastníci odchádzali bohatší nielen o nové priateľstvá a poznatky, ale čo je hádam najdôležitejšie o praktickej skúsenosti, ktoré im čo len na chvíľu mohli priblížiť strastiplnú cestu prvých konštruktérov zrkadlových dalekohľadov. Je už na nich aby pokračovali na kompletizácii svojich prístrojov. Môžeme dúfať, že s výsledkami ich prvých pozorovaní sa stretneme i na stránkach astronomického časopisu Kozmos, prípadne i na virtuálnej stránke hvezdárne v Partizánskom či na ich vlastných weboch.

Text a foto: VLADIMÍR MEŠTER

Hornonitrianska hvezdáreň



Účastníci kurzu brúsenia v Oravskej Lesnej so svojimi zrkadlami. Zľava Krištof Kamenický, František Brňák, Martina Hrebíková, Peter Voška.



Brusíci druhého kola kurzu v Partizánskom.



XI. ročník ESA 2004

Tento rok sme načali už druhú desiatku cyklistických putovania za astronómiou v dňoch od 3. do 7. augusta. Hlavným cieľom slovenského Ebicykla bola návšteva amatérskych astronómov a ich pozorovateľní. Trasa viedla cez Kysuce a Oravu a bola pomenovaná Kysucko-Oravská fajka.

Prvá etapa nás hned v úvode zaviedla na frekventovanú cestu smerom na Prievidzu. Ale už po niekoľkých kilometroch sme odbočili na Nitrianske Rudno, na pokojnejšiu vedľajšiu cestu. Pomalé stúpanie do Strážovských vrchov malo svoje vyvrcholenie v horskom sedle nad obcou Zliechov. Z nadmorskej výšky 740 metrov bol nádherný pohľad na okolitú prírodu. Neskoré odpoludnie sme si spríjemnili obedom v reštauračnom zariadení v Ladcoch, počas neho sa nad nami prehnala búrka.

Prvú návštevu sme absolvovali v obci Plevník-Drienové. Tam má svoju pozorovateľňu Marián Mičúch, jeho fotografie vesmíru sa objavujú aj v KOZMOSe. V záhradnom domčeku s odsúvacou kupolkou sú umiestnené ďalekohľady, ktoré okrem astrofotografie využívajú aj na prácu v astronomickom kružku. Hlavným prístrojom je Newtonov ďalekohľad s priemerom 20 centimetrov.

Návštevu v nedalekej Považskej Teplej sme zvládli ešte v ten istý večer. V areáli základnej školy je postavená hvezdáreň s kupolou s priemerom 4 metre. Tú postavil astronóm-amatér František Michálek. Najväčším ďalekohľadom je 35-centimetrový Newton.

Nasledujúci deň nás čakala etapa do Kysuckého Nového Mesta, kde sa nachádzala jediná profesionálna hvezdáreň tohtočného Ebicykla. Hned ráno sa nás cyklistický pelotón rozdelil na dve skupiny. Jedna skupina aj so sprievodným vozidlom išla kratšou trasou cez Bytču a Žilinu až do Kysuckého Nového Mesta, kde nás už očakával riaditeľ hvezdárne Ján Másiar.

Druhá skupina sa vybraťa cez Manínsku tiesňavu a Súľovské vrchy do Lietavy, s výstupom na Lietavský hrad. Keď dorazili obe skupiny, tak nás riaditeľ previedol po budeove a poinformoval o činnosti hvezdárne a plánoch do budúcnosti. Stihli sme aj nočné pozorovanie.

Tretia etapa bola náročná. Po krátkom úseku do Krásna nad Kysucou sme odbočili do Kysuckých kopcov smerom na Novú Bystricu. Pomalé stúpanie a príjemné počasie nás doviedlo až k Vodnej nádrži Nová Bystrica. Po lesnej ceste sme obišli priehradu až k osade Harvelka, tam sme sa napojili na cestu, ktorá kedy súčasťou Novú Bystricu s Oravskou Lesnou. Po nej sme na úseku 6 kilometrov „našlapali“ asi 300 výškových metrov a dosiahli najvyššie položenie miesto na trase v nadmorskej výške 846 metrov. Pod sebou sme už mali Oravskú Lesnú. Navštívili sme pána Mojmíra Murína, jeho firma sa zaobrába kamenárskymi prácam a od jari tohto roka sa venujú brúseniu zrkadiel. Na prelome mesiacov apríl – máj sa tu konal prvý „oravský“ kurz brúsenia zrkadiel pod vedením Milana Kamenického. Ten nepriamo nadväzuje na akciu usporiadanej Hvezdárnou v Partizánskom. Pán Murín je navyše nadšeným príaznivcom astronómie, a tak sme tu mohli vidieť nielen ďalekohľady, či už hotové alebo rozpracované, vakuovú naparovaciu komoru, ale aj hrubú stavbu astronomickej pozorovateľne a konštrukciu kupoly



Pozorovateľňa Mariána Mičúcha v Plevníku.



Návšteva u pána Murína v Oravskej Lesnej.

pre ňu. Potom sme spolu s Pavlom Dubovským, ktorý prišiel za nami, samozrejme, na bicykli, pokračovali plánovanou trasou do Námestova. Do Podbiela sme dorazili vo večerných hodinách, na noc sme zakotvili v telocvični pri Základnej škole. Neskorá večer sme ešte navštívili pozorovateľňu, kde Pavol Dubovský pomocou 30-centimetrového Newtona na Dobsonovej montáži pozoruje premenné hviezdy. Patrí medzi najaktívnejších pozorovateľov premenných hviezd nielen u nás, ale aj vo svete.

Ráno sme navštívili múzeum v Podbieli a vyzrazili do ďalšieho etapového mesta Martin. Začiatko sme prišli do Oravského podzámkmu, nad ktorým sa na vysokom brale vypína Oravský hrad. V Dolnom Kubíne som sa s ďalším ebicyklistom nalodil na sprievodné vozidlo, ktoré nás cez Chočské vrchy sa previezlo do Liptovskej Teplej. Tam sme absolvovali neplánovanú návštevu výrobca ďalekohľadov Milana Kamenického. V jeho dielni vznikajú kvalitné ďalekohľady nielen pre astronómov-amatérov. Potešilo nás, že bol ochotný podeliť sa o svoje skúsenosti s výrobou optiky a konštrukčnými problémami pri výrobe ďalekohľadov.

Ostatní pokračovali po trase Kraľovany – Martin s krátkymi zastávkami, poniektoľ si spríjemnili cestu pri Šútove, kde sa vďaka dobrému počasiu mohli okúpať. V pozorovateľni Martinskeho gymnázia nás očakával Ivan Šabo. Tento profesor je v súčasnosti správcom astronomickej pozorovateľnej gymnasium. Okrem astronómie sa venuje experimentálnym programom z oblasti optiky a fyziky. Načerpali sme veľa zaujímavých informácií, ale na to, aby sme mohli naplniť využiť jeho dlhorocné pedagogické skúsenosti, by sme museli stráviť vo hvezdárni oveľa dlhší čas. My sme však mali len jeden krátky večer. Pod kupolou hvezdárne je ukrytý ďalekohľad Maksutov-Cassegrain 180/1800, na pozorovania sa využívajú aj ďalšie prenosné ďalekohľady.

Posledný deň nás čakal návrat do Partizánskeho. Cestou cez Kláštor pod Znievom. Budiš a Vyšehradske sedlo v nadmorskej výške 579 metrov, sme prešli posledné kopce na trase. V ten deň nás za Prievidzou chytila búrka, tak som na záver ebicykla zmokol. Rozumnejší ebicyklisti si počkali na lepšie počasie v reštaurácii. Do Hvezdárne v Partizánskom sme sa napriek tomu vrátili plní zážitkov zo tohtočného ebicykla, počas ktorého najlepšie cyklisti najazdili po slovenských cestách aspoň 420 kilometrov.

JÁN HORŇÁK

Letný astronomický tábor

Liptovská Porúbka, 16. – 23. 7. 2004

Krajská hvezdáreň Banská Bystrica v spolupráci s Miestnou organizáciou Slovenského zväzu astronómov amatérov, Kysuckou hvezdárnou v Kyšuckom Novom Meste, Hvezdárnou a planetáriom M. Hella v Žiari nad Hronom, za podpory Nadácie pre deti Slovenska – Hodina deťom, zorganizovala ďalší, už 14. ročník Letného astronomického tábora. Z organizačných dôvodov bola tradičná základňa v areáli rimavskosobotskej hvezdárne nahradená malebným prostredím Školy v prírode v Liptovskej Porúbke. Pod Kriváňom mladí hvezdári z Gemera, Novohradu, Zvolena, Banskej Bystrice, Turca, Kysúc, Oravy a Liptova strávili týždeň nezabudnuteľných zážitkov.

Program tábora je vždy silne závislý od počasia a preto nás veľmi potešila jeho tohtočná príprava. Štyri pozorovacie noci umožnili mladším účastníkom spoznať nočnú oblohu. Ukázalo sa, že aj keď mnohí z nich poznajú mapy i súhvezdia v nich, orientácia pod šírym nebom im robí problémy. Najzaujímavejšou perličkou cez deň bolo sledovanie Venuše ako i obrovskej škvŕny na Slnku voľným okom a samozrejme aj v ďalekohľade. Astronomickou láhkodkou bola návšteva observatória SAV na Skalnatom plese. Žiadnen z mladých účastníkov dovedy vžäč ďalekohľad neviel.

Cez deň tábor ožíval športovými zápoleniami, brannými hrami, ale aj kvízmi a súťažami.

Mnohí z účastníkov sa v tábore pripravovali na Meteorickú expedíciu 2004, kde sa zapojili do „profesionálnej“ práce.

J. Gerboš

O mojich októbrových pozorovaniach

O svojich pozorovaniach meteorov v noci zo 7. na 8. októbra nám píše Lubomír Urbančok. Z jeho príspevku vyberáme:

„Na pozorovanie som si pripravil niekoľko experimentov ktoré som hlásil na magnetofón: určovanie rojovej príslušnosti, jasnosti, času, stopy, výšky, rýchlosť a odhad jasnosti. Zaujímavé bolo aj to, čo som predtým ešte nerobil: určovanie rýchlosť v stupňach za sekundu. Jaroslav Gerboš mi povedal, že tento experiment bude mať zmysel len vtedy keď budem meterov zakreslovať do gnomonických mapiek. Pozoroval som od 19:20 do 23:02 UT. Počas tohto času som spozoroval 20 meteorov z ktorých najjasnejší mal 0 mag a stopu 2 sek. Z 20 meteorov bolo 7 Drakoníd. Ich jasnosť sa v priemere pohybovala okolo 3 mag. A najjasnejšia Drakonida mala už spomínaných 0 mag. Ich priemerná rýchlosť bola okolo 10–15/sek. Zakreslil som 15 meteorov.“

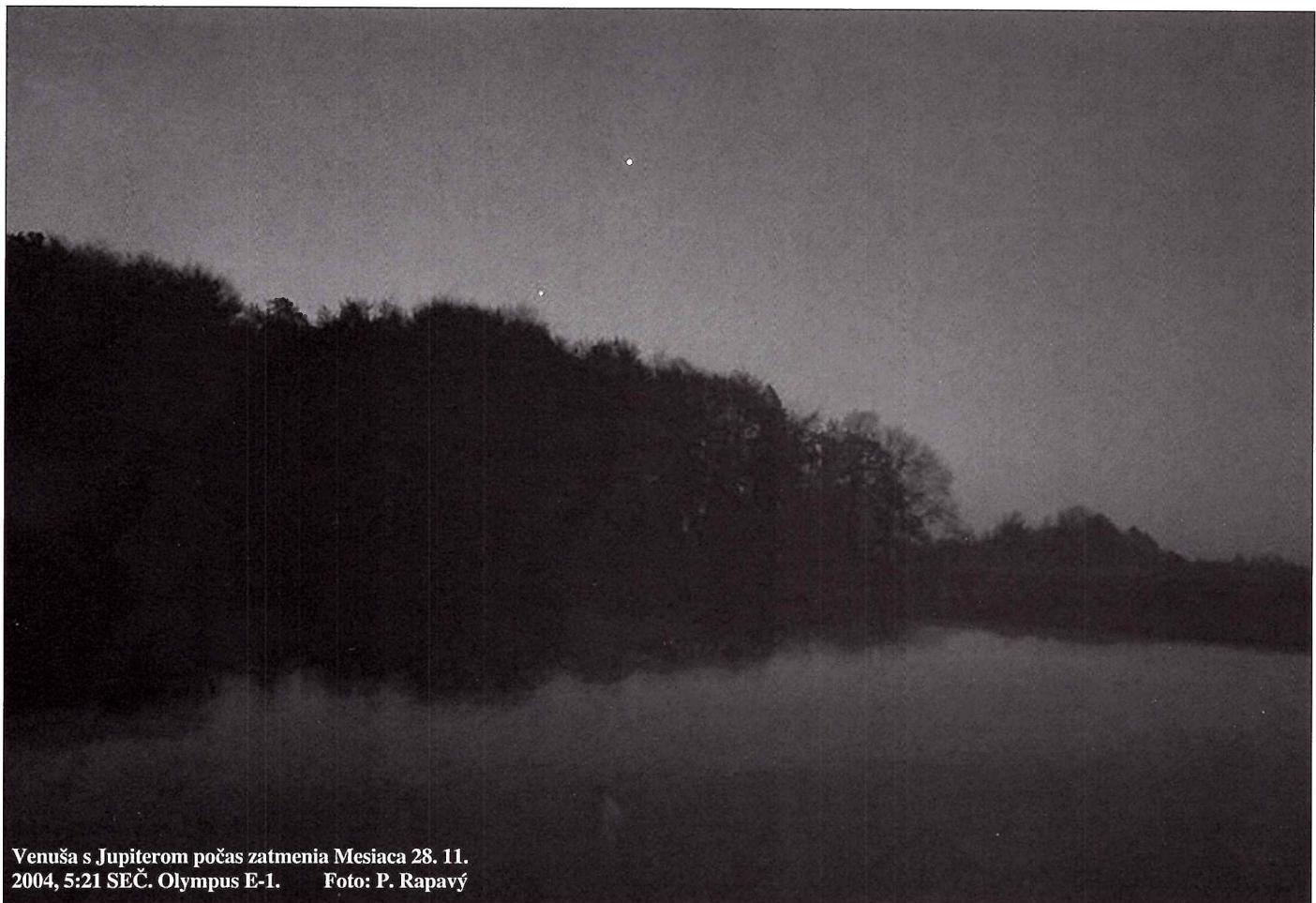
Všetky svoje pozorovania som poslal na spracovanie Jaroslavovi Gerbošovi do krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici.“

Lubomír Urbančok

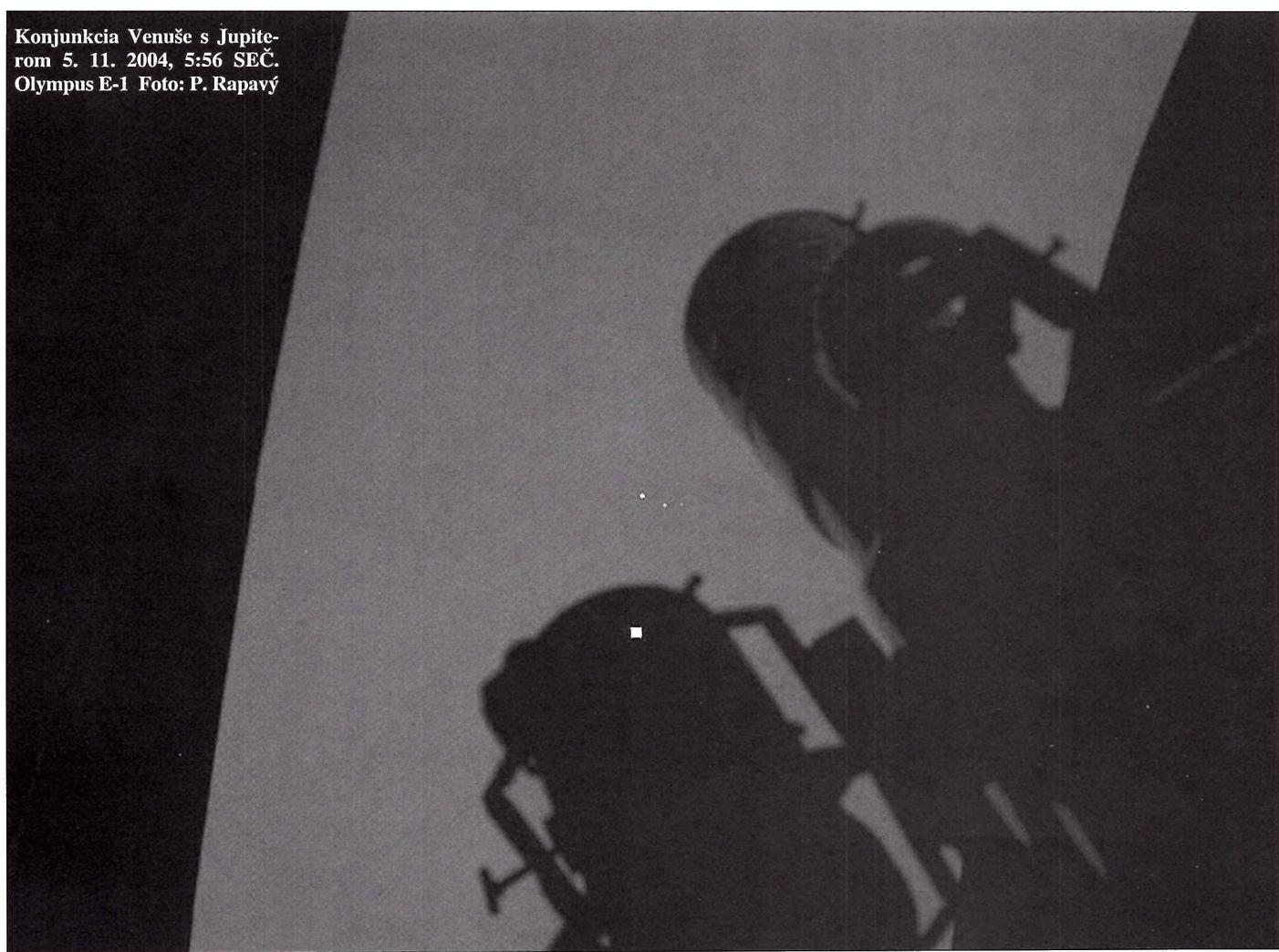
Predám hľadáčik Sky Watcher 9×50 s úchytom (2000 Sk), hľadáčik Celestron 6×30 s úchytom (600 korún), zenitový hranol Celestron 1,25" (1000 Sk), okulár Celestron Ultima 5 mm (3400 Sk). Tel.: 0903 224328.

Predám nový, nepožívaný CASSEGRAIN 150/2250 s montážou. Potrebné vidieť. Dohoda istá. Tel.: 052/4498168, 0908 654 251, e-mail: danieloleksak@zoznam.sk.

Predám okuláre Plossl 4,6,9 mm. Roman Vaňúr, Čajkovského, 949 11, Nitra, 0908467753, mail: achilles01@pobox.sk.



Venuša s Jupiterom počas zatmenia Mesiaca 28. 11.
2004, 5:21 SEČ. Olympus E-1. Foto: P. Rapavý



sa blížia závratnou rýchlosťou

 **CELESTRON**



20.800,-Sk



28.400,-Sk



28.900,-Sk

Advanced Series

Newton 150/750
svetelnosť f/5
paralaktická montáž CG-4
jemné pohyby v oboch osiach
hľadáčik 6x30
okulár Plossl 20 mm (38x)
CDROM The Sky Level 1
závit M42x1 na okulárovom výťahu
redukcia na 2" okuláre
skrutka na uchytenie fotoaparátu

NexStar 4GT

Maksutov - Cassegrain 102/1325
svetelnosť f/13
Go-To systém s databázou 4000 objektov
hľadáčik s červeným bodom
CDROM The Sky Level 1
prijpojiteľný k PC pomocou RS-232
altazimutálna montáž
okuláre 25 mm (53x) a 10 mm (133x)
(statív je možné dokúpiť osobitne)

Advanced Series

Newton 200/1000
svetelnosť f/5
paralaktická montáž CG-5
jemné pohyby v oboch osiach
hľadáčik 8x50
okulár Plossl 20 mm (50x)
CDROM The Sky Level 1
závit M42x1 na okulárovom výťahu
redukcia na 2" okuláre
skrutka na uchytenie fotoaparátu

**vianočný darček pre vás: BARLOWOVA ŠOŠOVKA
V HODNOTE 2000,-SK**



17.600,-Sk



5.600,-Sk



6.700,-Sk

Advanced Series

refraktor 102/1000
svetelnosť f/10
paralaktická montáž CG-4
jemné pohyby v oboch osiach
hľadáčik 6x30
okulár Plossl 20 mm (38x)
CDROM The Sky Level 1
závit M42x1 na okulárovom výťahu
redukcia na 2" okuláre
skrutka na uchytenie fotoaparátu

PowerSeeker

Newton 76/700
svetelnosť f/9
hľadáčik 5x24
azimutálna montáž
okuláre 20 mm a 4 mm
barlowova šošovka 3x

PowerSeeker

refraktor 60/900
svetelnosť f/15
paralaktická montáž C3-5
jemné pohyby v oboch osiach
hľadáčik 5x24
okulár Plossl 20 mm a 4 mm

TROMF