

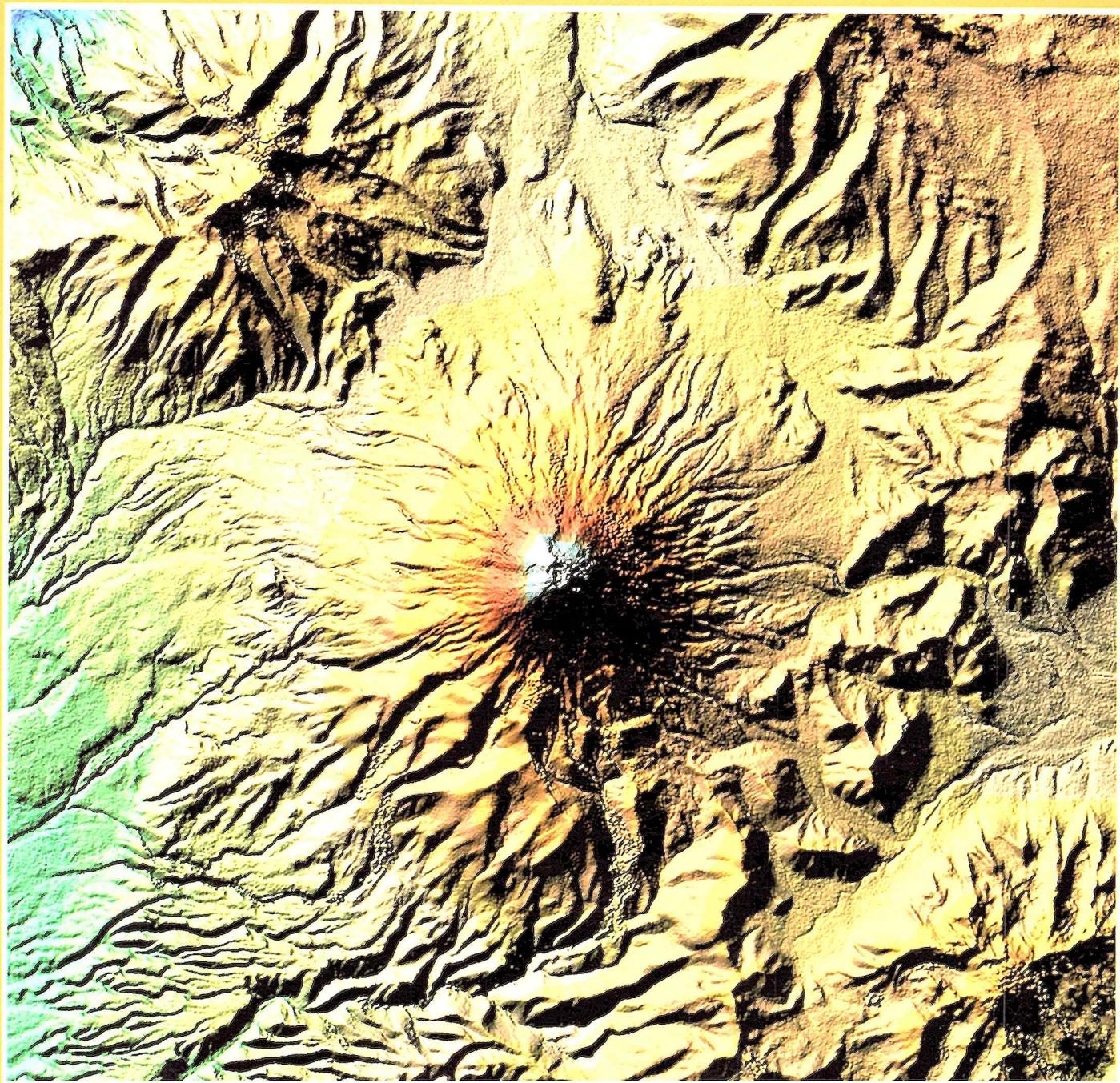
Rozhovory o planetárniach dňoch
KRONOVKA HVIEZDÁKY NA PREDMESTÍ
Výročné číslo 100. ročníku

KOSMOS

2000
ROČNÍK XXXI.
Sk 30,-

2

**Endeavour
snímkoval Zem**



Oortov oblak

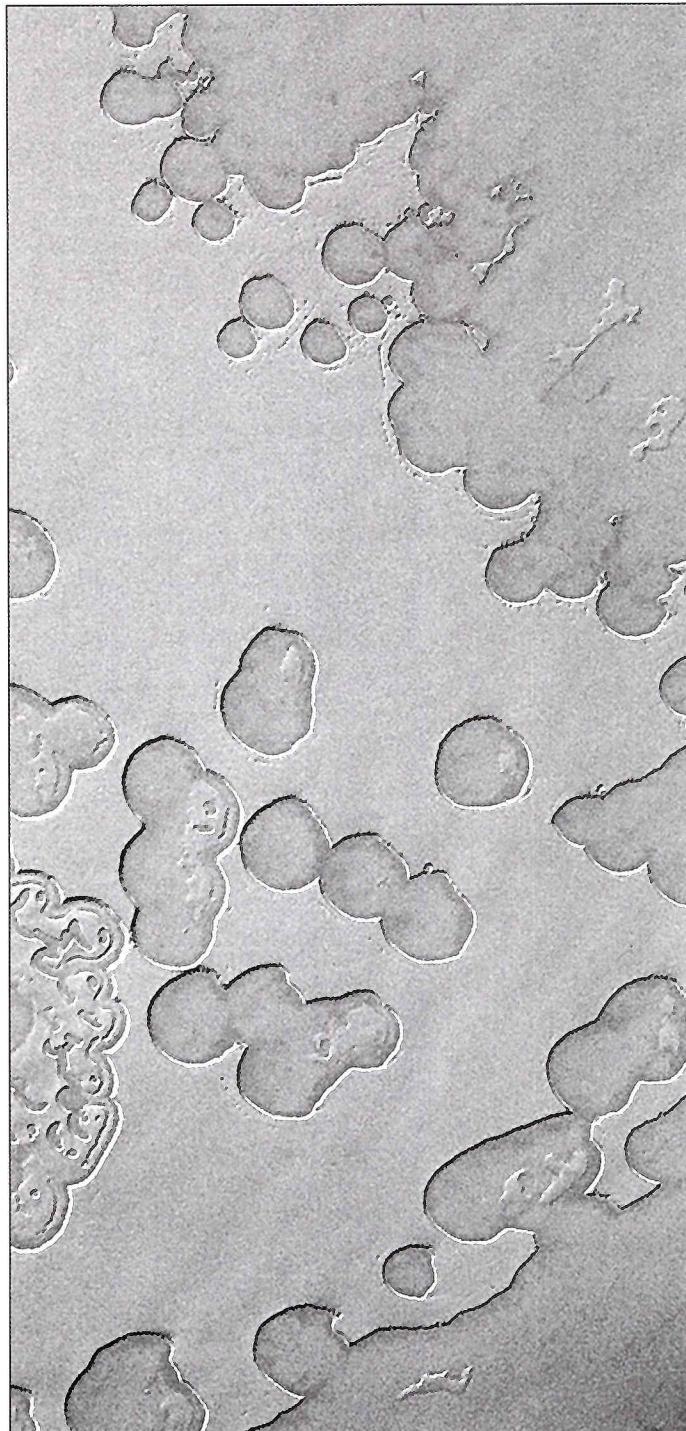
Najextrémnejšie hviezdy

Balóny pre červenú planétu

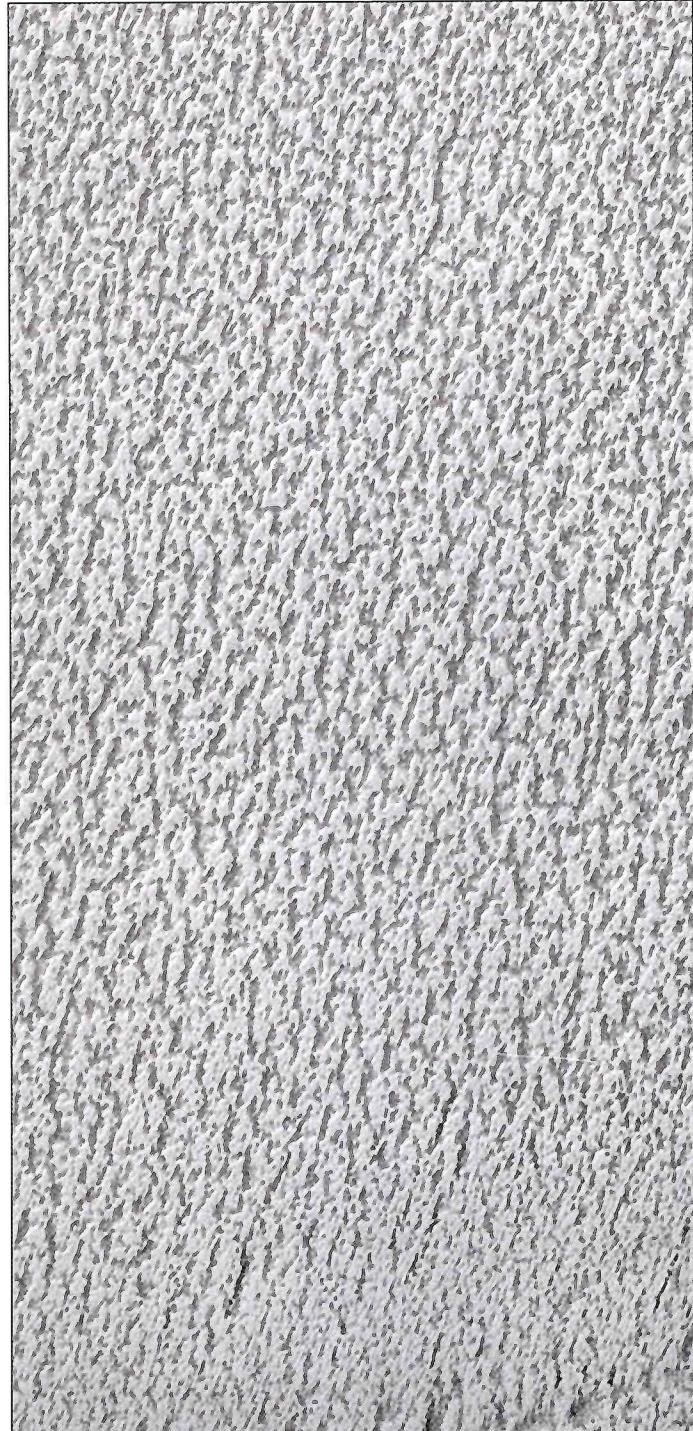
Rozdielne marťanské póly – ementál a cottage syr

Začiatkom marca Mars Global Surveyor (MGS) priniesol nové a fascinujúce snímky polárnych oblastí Marsu, ktoré nasnímala Mars Orbiter Camera (MOC). Povrchy oboch „zvyškov“ marťanských polárnych čiapok sú navzájom veľmi odlišné. Severná polárna čiapka má pomerne plochý, jamkovitý povrch, ktorý sa podobá na tvaroh alebo niekomu pripomína aj

obyčajnú špongiu. Južná, naopak, má pomerne rozsiahle zníženiny, údolia a ploché stolové hory, ktoré pripomínajú kúsky ementálu. Peter Thomas, vedúci výskumného tímu, ktorý analyzuje snímky z MOC, vysvetľuje tieto odlišnosti tým, že polárne oblasti na Marse mali po dlhé tisíce a pravdepodobne i počas niekoľkých miliónov rokov odlišné klimatické podmienky.



Tento „ementál“ predstavuje stav južnej polárnej čiapočky na samom začiatku jari na južnej pologuli. Je to zamrznutý povrch, ktorý má viditeľne dve vrstvy: vyššie položená je svetlejšia, a sú v nej vyhlbené diery ako v ementáli, nižšie položená vrstva je tmavšia, a javí sa ako dno ementálových diier. Niečo podobné sa nevyskytuje okrem južnej polárnej čiapky už nikde inde na Marse. (Snímka je z 2. 9. 1999; 84,8° j. š., 71,2° z. d.; oblasť má rozmery 3x6,1 km.)



Leto blízko severného pólu Marsu: Povrch severnej čiapočky je posiaty množstvom dier, štrbín, prasklín, prepadlín a nerovností. Povrch čiapočky sa na obrázku javí svetlejší, diery a prepadliny sú tmavšie. Snímku vtipne prirovnávame ku cottage syru. Už pozorovania v sedemdesiatych rokoch sondami Mariner 9 a Viking zistili, že čiapka obsahuje veľké množstvá vody, pretože v letnom období, keď teploty dosahujú teplotu topenia vody, boli pozorované vodné výpariny. Južná polárna čiapka je naopak v lete na južnej pologuli oveľa chladnejšia, keď teplota je taká nízka, že dochádza k zamíraniu CO₂. Pomocou dĺžky tieňa bola odhadnutá aj hĺbka puklín, ktorá je menšia ako 2 metre. (Snímka je z 5. 4. 1999; 82,1° s. š., 329,6° z. d.; oblasť má rozmer 1,5x 3 km s rozlíšením 3 metre.)

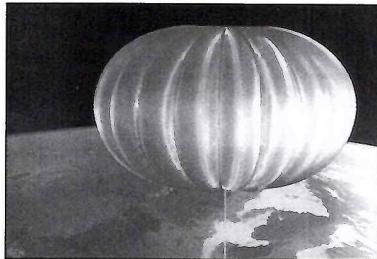
TÉMY ČÍSLA

2 Astronómia sa nedá privatizovať / Peter Poliak

4 Najextrémnejšie hviezdy / Robert Irion

7 Balóny pre červenú planétu /

I. Steve Smith jr., James A. Cutts



11 Oortov oblak / Paul R. Weisman

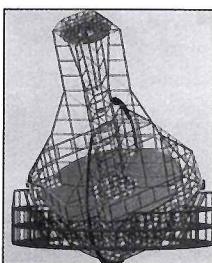
Stavba sústavy kométy / Ján Svoreň

Chemické zloženie kométy / Ján Svoreň (str. 13)

ĎALEKOHLADY

14 Boom superďalekohľadov

(geniálna invencie v rámci fyzikálnych zákonov) / Tomáš Mikovíny



17 Žen objevů 1998 (XXXIII.) / Jiří Grygar

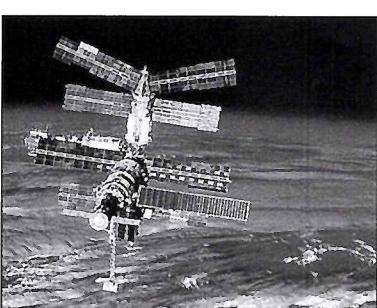
22 Modré Slnko

(Optické efekty prachových častic v planetárnych atmosférach) / Miroslav Kocifaj

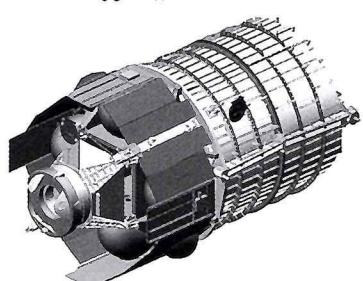
24 Veľký tŕesk a Malý tŕesk aneb existence kvark-gluonového plazmatu prokázána? / Vladimír Wagner

KOZMONAUTIKA

26 Miru se nechce do duchodu / Tomáš Přibyl



27 Kdy konečně vyjde „Zvezda“? / Tomáš Přibyl



RUBRIKY

28 POZORUJTE S NAMI

Obloha v kalendári (apríl – máj 2000) / Pavol Rapavý, Jiří Dušek
Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj 2000) (str. 31)

32 NIELEN PRE ZAČIATOCNÍKOV

Stránka pre začínajúcich astronómov (7) / Milan Rybanský

33 SLNEČNÁ AKTIVITA

December 1999 – január 2000 / Milan Rybanský

34 ĎALEKOHLADY

Ďalekohľad – základný prístroj astronóma amatéra (III.) / Milan Kamenický

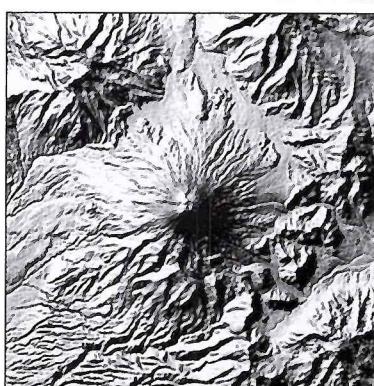
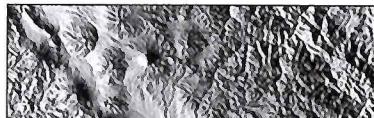
35 Základy astrofotografie (2) / Milan Kamenický

36 ALBUM POZOROVATEĽA

Jeden áno, ďalšie nie / Pavol Rapavý

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Tomáš Mikovíny – redaktor, Lídia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk. • Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • Tlač: Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. • Vychádzza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevracíame. Cena jedného čísla 30,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 150,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedičia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. Predplatiteľia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 22. 3. 2000

Obálka



Snímka ekvadorskej sopky Cotopaxi vznikla spracovaním radarových údajov získaných prístrojmi na palube raketoplánu Endeavour v rámci misie SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), ktorého cieľom bolo, (okrem iného) vytvoriť najdokonalejší trojdimesionálny (3D) atlas zemskeho povrchu. Andský vulkán Cotopaxi (5897 m) vybuchol od roku 1738 vyše 50-krát. Na svahoch sopky viditeľné údolia, ktoré vytvorili mohutné Lahary, prúdy tekutého bahna a popola, ktoré rozriedila voda z topiaceho sa snehu a ľadu počas jednotlivých erupcií. Veľkosť vnútorného krátera: 120×250 m, veľkosť vonkajšieho krátera: 800×650 m. Rozlíšenie: 25×25m. Na hornej snímke sa na Cotopaxi vyníma snehom a ľadom pokrytý vrchol (vľavo od stredu snímky).

AKTUALITY

1. a 4. ob. Endeavour snímkoval Zem

2. ob. Tozdielne marťanske pôly – ementál a cottage syr

3. ob. Io naposledy: tentoraz z výšky 200 km

Simultánka dvoch tímov: Galileo – Cassini

3 Na prahu zlatého veku gamaastronómie

Ako určiť vzdialenosť zdroja vzplanutia gama

16 Mikroživot na Európe

Rekordný kvazar

RÔZNE

15 Život na planétach v medzihviezdnom priestore?

ASTRONÓMIA sa nedá privatizovať

Nový rok 2000 sa nezačal pre astronomické pracoviská spadajúce pod rezort kultúry veľmi prijemne a povzbudivo. Hned v prvých januárových dňoch bolo totiž počut silnejúce hlasy, ktoré volali po privatizácii hvezdárni Slovenskej republiky.

Informácie vyplývali z iniciatívneho materiálu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR – „Návrh urýchleného postupu privatizácie majetku štátu alebo Fondu národného majetku SR“, ktorý bol spracovaný v decembri 1999 a následne ho v závere minulého kalendárneho roka schválila Vláda Slovenskej republiky. Tretia časť uvedeného dokumentu obsahuje zoznam organizácií, pri ktorých treba zhodnotiť možnosti ich zaradenia do privatizácie. Medzi mnohými inštitúciami z rôznych rezortov sú tu navrhované ako predmet privatizácie aj hvezdárne SR, ktorých zriaďovateľmi sú jednotlivé krajské úrady.

Ak by k niečomu takému naozaj prišlo, pre astronomické zariadenia by to určite znamenovalo katastrofu.

V súčasnom období, keď sa snažíme presvediť predstaviteľov vyspelých európskych krajín o našom odhadlaní vstúpiť medzi štáty Európskej únie, musíme okrem ekonomických ukazovateľov, faktov sociálnej politiky a prvkov demokracie dbať aj o všestranný vzdelanostný a kultúrny rast obyvateľov Slovenska.

Medzi organizácie miestnej a regionálnej kultúry, ktoré podstatou mierou zvyšujú všeobecné, odborné a kultúrne vzdelanie občanov, patria i ľudové hvezdárne. Sú to špecializované kultúrno-výchovné zariadenia, ktorých hlavným poslaním je:

- šírenie vedeckých poznatkov z oblastí astronómie, kozmonautiky a príbuzných prírodných vied,

- zabezpečovanie mimoškolskej výchovy a vzdelávania pre záujemcov o astronómiu a kozmonautiku,

- vytváranie podmienok pre účelné využívanie voľného času detí, mládeže a dospelých občanov rôzneho veku,

- plnenie vedeckých programov pri výskume vesmírnych objektov.

Môžeme povedať, že v činnosti hvezdární ide okrem získavania a šírenia vedeckých poznatkov hlavne o proces cieľavedomého výchovného a vzdelávacieho pôsobenia v záujme všestranného rozvoja osobnosti človeka.

Astronómia čoraz viac púta a prítahuje ľudí, hvezdárne a planetáriá navštěvuje množstvo záujemcov všetkých vekových skupín, ktorí sa vzdelávajú systematicky cestou klubovej, kurzovej a krúžkovej záujmovej činnosti, alebo len sporadickej účasťou na niektorom z bohatej ponuky podujatí – prednášky, besedy, kvízy, súťaže, výstavy, premietania populárno-vedeckých filmov, praktické pozorovania objektov na oblohe, prezentácie programov v planetáriu atď.

Prácu a možnosti hvezdární vo veľkom množstve využívajú školy všetkých stupňov, ktorých žiaci a študenti s obľubou prichádzajú na exkurzie jednak v denných hodinách, keď môžu pozorovať Slnko, a ďalej radšej vo večerných hodinách, keď sú pozorovacie možnosti väčšie a môžu vidieť množstvo zaujímavých

objektov a úkazov na večernej a nočnej oblohe.

Žiaci základných škôl majú dokonca v učebných osnovách predpísanú návštevu niektorého astronomického zariadenia, kde si majú utvrdiť učivo z prírodovedy, zemepisu, biológie, chémie a fyziky. Takéto možnosti nemôžu poskytnúť školám a iným záujemcom žiadne iné organizácie, len špecializované pracoviská, akými sú hvezdárne, planetáriá, astronomické kabiny a astronomické pozorovateľne.

Doslova hromadne prichádzajú do hvezdární návštevníci všetkých vekových skupín a rôzneho sociálneho zloženia vtedy, ak je možné prakticky pozorovať zaujímavé vesmírne úkazy a javy. Medzi najatraktívnejšie patria zatmenia Slnka, zatmenia Mesiaca, pozorovanie preletov krátkoperiodických a dlhoperiodických komét, sledovanie vzácných a veľmi málo sa opakujúcich prechodov vnútorných planét popred slnečný disk, pozorovanie zaujímavých konjunkcií, zákrytov a konfigurácií planét a nebeských telies.

Vo všetkých aktivitách hvezdární sa popri odborných faktoch a argumentoch prelínajú i prvky ekologickej a environmentálnej výchovy, kladie sa dôraz na etiku a estetiku (samotné vesmírne objekty pôsobia estetickým dojmom) a v konečnom dôsledku jednotlivé podujatia a z nich vyplývajúce záujmy odpútavajú hlavne mládež od užívania alkoholu, nikotínu a drog.

Skoro denne sa objavujú v tlači, rozhlase a televízii nové a nové informácie z výskumov kozmického priestoru, resp. inštrukcie k možnostiam pozorovania zaujímavých vesmírnych objektov. Takáto propagácia je dobrá a konštruktívna hlavne vtedy, ak ide o overené správy. V niektorých prípadoch sa však vyskytujú skreslené, skomolené a neodborne upravené texty. Pracovníci hvezdární majú potom mnoho práce uviesť problematiku na správnu miere, oboznámiť ľudí s pravou verziou a vysvetliť im postupu toho-koľvek javu.

Ludové hvezdárne plnia i dôležité vedecké úlohy. Aktívne sa zapájajú hlavne do progra-

mov výskumu Slnka, slnečnej fotosfery a slnečných škvŕn, participujú na úlohách v oblasti zákrytov hviezd Mesiacom a zúčastňujú sa na projektoch pozorovania meteorov. Získané údaje potom zasielajú do jednotlivých centier doma i v zahraničí, kde sa spracovávajú a vyhodnocujú. Globálne výsledky potom slúžia ako podkladový materiál pre čo najpresnejšie a najprecíznejšie vyhodnotenie zadaných úloh. Niektoré naše pracoviská dosahujú v počte a kvalite pozorovaní svetovú úroveň.

Cinnosť siete ľudových hvezdárni na území Slovenska má bohaté tradície a je dokonale rozpracovaná. Jednotlivé pracoviská medzi sebou úzko spolupracujú, vymieňajú si skúsenosti a poznatky, vzájomne si zapožičiavajú pozorovaci techniku, astronomické pomôcky a odbornú literatúru, organizujú rôzne postupové súťaže a kvízy (cez miestne, okresné a krajské kolá až po celoslovenské kolo) a pripravujú spoločné expedície. Bolo by chybou narúšať a ničiť niečo, čo veľmi dobre funguje a poskytuje obyvateľom možnosti vzdelávania, zábavy a kultúrneho vyžitia.

Práca hvezdárni a planetárií je nezastupiteľná, žiadna iná organizácia ju nenahradí. Ak by sa táto činnosť narušila, určite by sa to v budúnosti prejavilo na kultúrnej a vzdelanostnej úrovni národa.

Prečo vlastne uvádzame všetky tieto argumenty? Preto, že z privatizácie hvezdárni máme opodstatnené obavy a nesúhlasíme s ňou.

Hvezdárne nemôžu byť pre privatizázu zaujímateľné, nakoľko nie sú lukratívne a nemožno prostredníctvom nich zarábať peniaze a zbohatnúť, skôr naopak. Pokiaľ niekto bude chcieť privatizovať hvezdáreň, nepôjde mu o jej činnosť, ale len o priestory, v ktorých bude potom vykonávať iné, zárobkovo zaujímavé aktivity. Týmto spôsobom sa prakticky postaráme o likvidáciu jedného z dôležitých článkov miestnej a regionálnej kultúry – hvezdárni a planetárií.

Astronómia patrí medzi najstaršie vedy. Pomocou tej sa postupne dozvedáme, kto vlastne sme, odkiaľ sme prišli a kam smerujeme. Čím viac vedeckých poznatkov si osvojíme, tým dokonalejšie a presnejšie odpovede budeme dostávať. Čím viac všeobecne vzdelaných ľudí budeme mať, tým vyspelejšia bude celá spoločnosť. Bývalý prezident USA John Quincy Adams už v minulosti vyhlásil, že kultúra národa sa dá posúdiť aj podľa stavu jeho astronomických observatórií. U nás sme sa rozhodli ísť presne opačným smerom. Tých páč hvezdárni (16), ktoré máme, vystavujeme navrhovanou privatizáciu reálnemu nebezpečenstvu zániku.

Ministerstvo kultúry Slovenskej republiky, Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove i samotné krajské úrady sa rozhodne vyjadrieli proti uvedenému návrhu. Snaženie všetkých zainteresovaných, ktorým ide o zachovanie činorodej práce hvezdárni, smeruje k tomu, aby predložený iniciatívny materiál MSPNM SR bol pod tarchou pádnych argumentov prehodený, prepracovaný a upravený v záujme existencie a ďalšieho aktívneho pôsobenia astronomických zariadení.

Mgr. PETER POLIAK

Na prahu zlatého veku gamaastronómie

Na sympóziu Fifth Huntsville Gamma-Ray Burst, ktoré sa už po piaty raz konalo v Alabame, zhronili špecialisti v tomto odbore astronómie poznatky o týchto, doneďdávna ešte takých záhadných úkazoch. Zdá sa, že čoraz viac odborníkov sa prikláňa k názoru, že tieto vzplanutia generujú gigantické explózie, ktoré nemajú vo vesmíre páru. Viacerým tímom sa totiž podarilo objaviť na mieste vzplanutia dosviat po viditeľnom svetle a v niektorých prípadoch identifikovať aj hostiteľskú galaxiu, v ktorej sa táto kataklizma odohrala.

Stan Woosley a Andrew McFayden (University of California v Santa Cruz) navrhli scenár, podľa ktorého je vzplanutie príznakom implózie rýchlo rotujúceho jadra masívnej hviezdy, ktoré sa v dôsledku kolapsu premení na čiernu dieru. Gama žiarenie sa z týchto objektov šíri z rotačných pôlov kolabujúcej hviezdy; ak jeden z lúčov gama žiarenia smeruje k nám, môžeme ho naznačiť ako vzplanutie gama. Odborníci sa zhodli na dvoch rovnocenných názvoch pre tieto objekty: „hypernova“ (Paczyńskiho návrh) a „collapsar“. Zároveň sa dohodli, že takýto model najlepšie vysvetluje vzplanutia, ktoré trvajú viac ako 5 sekúnd.

Pozorovania satelitu Compton Gamma Ray Observatory jasne naznačujú, že krátke a dlhé vzplanutia sú produkтом dvoch odlišných populácií objektov; generuje ich odlišný mechanizmus. Ukazuje sa, že následné pozorovania dosvitu v röntgenovej, vizuálnej i rádiovej oblasti sa objavujú iba po dlhom vzplanutí. – Ako na potvoru sme doteraz neobjavili ani jediné krátke vzplanutie, – povedal Luigi Piro, člen tímu, vyhodnocujúceho údaje zo satelitu BeppoSAX. Pri pomeňme si, že vďaka tomuto satelitu sa podarilo určiť polohu vzplanutia tak skoro, že usmernení pozemskí pozorovatelia stihli identifikovať pohasínajúci dosvit na viacerých vlnových dĺžkach.

To všetko už zajtra nemusí byť pravda: HETE 2 (High Energy Transient Explorer 2), vypustený koncom januára 2000, dodá pozemským hvezdárom každý týždeň prinajhoršom jednu polohu vzplanutia gama, čo BeppoSAX dokáže iba raz za mesiac. HETE 2 dokáže určiť polohu už niekoľko

sekúnd po vzplanutí, čo neobyčajne zvýši účinnosť pozorovania.

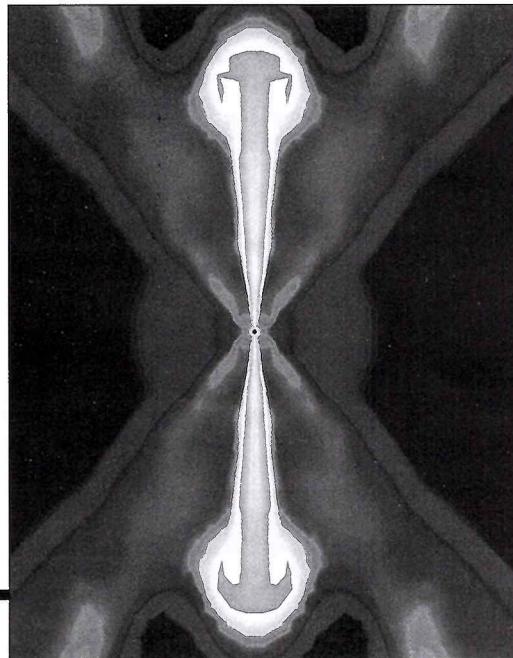
Shrivinas Kulkarni z Caltechu vyrukoval z domácniekou, že krátke vzplanutia generuje celkom iný mechanizmus. Zo štúdií Davida Cline (University of California, LA) vyplýva, že ultrakrátke vzplanutia (kratšie ako 0,1 sekundy, takže je vhodnejšie hovoriť o zábleskoch), produkujú neznáme zdroje v našej Galaxii.

Objavili sa aj nové záhady: John Heise (Space Research Organisation Netherlands) oznamil objav čohosi, čo nazval zábleskami röntgenového žiarenia. Tie sú na nerozoznanie podobné zábleskom röntgenového žiarenia, ktoré sprevádzajú vzplanutia gama, ibaže: v tomto prípade niet po gama žiareni ani stopy. Až prípadný objav dosviatu tohto vzplanutia pomôže astronómom rozhodnúť, či tento záblesk súvisí so vzplanutím gama, alebo ide o prejav objektu s doteraz neznámymi vlastnosťami. (Aj tento objav má „na svedom“ satelit BeppoSAX.)

Gama astronómia vstupuje teda do zlatého veku, ktorý však neotvorí iba korisť satelitu HETE 2. Už vlane v októbri schválila NASA projekt Swiftovho gama-observatória, jedného z prvých satelitov série misií Medium Explorer. Vypustia ho roku 2003; na jeho palube umiestnia supercitlivý detektor žiarenia gama, röntgenový, optický a ultrafialový teleskop. Satelit dokáže určiť polohu gama vzplanutia bezprostredne po výbuchu a už v priebehu niekoľkých sekúnd zamierať na toto miesto všetky palubné teleskopy. Predpokladá sa, že Swift zaznamená až 300 dosvitov ročne.

Podľa S&T spracoval –eg–

Supernova 1998bw (so šípkou)
vzplanula v galaxii vzdialenej 140 miliónov svetelných rokov.
Produkuje žiarenie gama i intenzívne rádiové žiarenie, pričom hmota z odvrhnutej obálky sa šíri na všetky strany 90 % rýchlosťi svetla.



Ako určiť vzdialenosť zdroja vzplanutia gama?

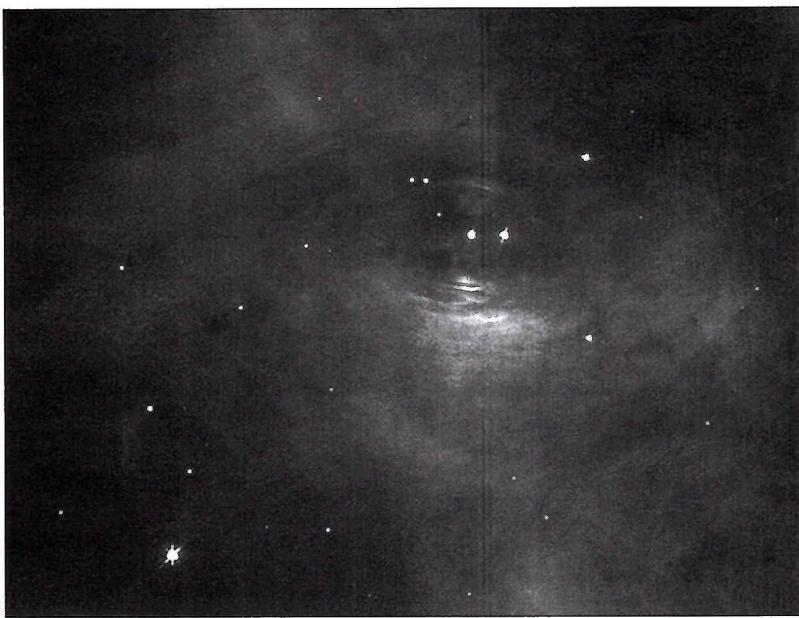
Hvezdári zatiaľ zaznamenali vyše 2500 vzplanutí žiarenia gama, ale iba v šiestich prípadoch sa im podarilo určiť vzdialenosť úkazu (vďaka zmeraniu červeného posuvu) a následne objaviť aj niekoľko optických dosvitov a hostiteľských galaxií. Bez presného určenia, alebo aspoň odhadu vzdialnosti, kde k explózii došlo, nie je možné určiť ani energiu výbuchu, ani iné potrebné údaje.

Enrico Ramirez-Ruiz a Ed Fenimore z Los Alamos National Laboratory však našli spôsob, ako určiť vzdialnosť ktoréhoľvek vzplanutia. Na základe analýzy 6 známych vzdialostí (a teda aj svietivosti) objavili koreláciu medzi vrcholom svietivosti a blikaním žiarenia gama počas explózie. Čím mohutnejšie je vzplanutie, tým silnejšie je blikanie. Ak sa táto korelácia potvrdí, ľahko sa vypočíta energia i vzdialenosť. – Ide o senzačný objav, – vraví Don Lamb z University of Chicago. – Ak určíme vzdialosti vzplanutí, potom sa tieto úkazy stanú veľmi citlivými a spoľahlivými kozmologickými majákmami aj v najvzdialenejšom, veľmi mladom vesmire.

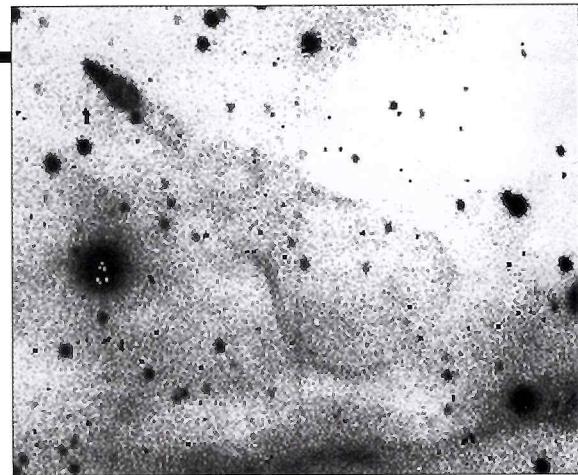
Extrémne vysokú hodnotu červeného posudu čohokolvek (v rozmedzí od $z = 5$ až po 20 a viac) môžeme objaviť iba v mladom vesmíre, v období, keď sa niekoľko miliárd rokov po big bangu, začali formovať prvé hviezdy a galaxie. Dlhodobé pozorovania objektov v takom hlbokom vesmíre by nám mohlo napomôcť pri objasnení bizarrej geometrie rozpínajúceho sa kozmu.

Jay Norris (NASA/Goddard Space Flight Center) objavil nedávno aj inú koreláciu: medzi svietivosťou vzplanutia a časovým intervalom, ktorý oddeluje vrcholky najvyššej a najnižšej energie emisií žiarenia gama. Táto metóda spresní odhady svietivosti a vzdialnosti tisícov vzplanutí s extrémnymi červenými posuvmi.

Prierez modelom hypernovy: proces, ktorý vidieť, sa odohráva hlboko vo vnútri bývalej (už rozmetanej) masívnej hviezdy, vo sfére, ktorej priemer sa rovná Zemi. Jadro hviezdy skolabovalo do čiernej diery (čierny bod uprostred). Kolmo na rovinu neviditeľného (horizontálneho) akrečného, ktorého hmota prispeala k vytvoreniu čiernej diery, tryskajú džety široké 10 oblúkových stupňov, ktoré zvyšok hviezdy rozptylujú do okolitého priestoru. Džety vytryskli pred 0,8 sekundy s takou energiou, ktorú Slnko nevyprodukuje počas celého života. Výtrysky dosiahnu hodnotu 0,99995 rýchlosťi svetla a emitujú gama žiarenie, ktoré vniká do medzihviezdnnej hmoty. Široké pásy tvorí plyn, ktorý tesne pred kolapsom doslova vrel na „platni“ rýchlosť rotáciou rozhorúченého akrečného disku.



Pulzar v Krabej hmlovine (ľavá z oboch centrálnych hviezd), ktorý rotuje rýchlosťou 30 otociek za sekundu, je zvyškom po hviezde, ktorá vybuchla pred 1000 rokmi.



Útvar pripomínajúci gitaru (Guitar Nebula) vytvorila neutrónová hvieza (skrytá vľavo hore v ladičke gitary), ktorá uniká zo svojej kolísky medzihviezdnym priestorom rýchlosťou 1600 kilometrov za sekundu. Jej pohyb (na obrázku sprava doľava so štartom v bruchu gitary), premodeloval pôvodne okrúhlou obálku po výbuchu supernovy do podoby hudobného nástroja.

Najextrémnejšie HVIEZDY

Ked' astronómovia začnú diskutovať o pulzarochoch, používajú, aby vyjadrili bizarné vlastnosti týchto „tancujúcich dervišov“ vesmíru, čoraz viac prídavných mien s predponou „naj“: najrýchlejšie rotujúce hviezdy, najsilnejšie magnetické polia, najväčšie doteraz pozorované gravitačné zrýchlenie na povrchu; najrýchlejšie sa pohybujúce stelárne objekty v Galaxii; najhustejšie objekty vo vesmíre s výnimkou čiernych dier.

Pulzary sú rotujúce neutrónové hviezdy, nevelké zvyšky kedysi masívnych hviezd, ktoré zanikli po výbuchu supernovy. Pulzary rotujú rýchlosťou v rozpätí od niekoľko desiatok otočiek až po niekoľko stoviek otočiek za sekundu (najrýchlejšie rotujúci z doteraz objavených pulzarov sa otočí 641-krát za sekundu) a zametajú Galaxiu úzkskimi lúčmi žiarenia. Je teda pochopiteľné, že vedci musia použiť poznatky zo všetkých oblastí fyziky, aby týchto vesmírnych exotov pochopili. – Pulzary produkujú extrémy, ktoré by sme v laboratóriu nikdy nedokázali nasimulovať, – vraví fyzik Roger Romani zo Stanford University. – Dúfame, že štúdium pulzarov nám umožní hlbšie pochopiť vesmír i povahu hmoty ako takej.

Počas 31 rokov, ktoré uplynuli odo dňa, ked' britskí astronómovia objavili prvý pulzar, hvezdári tieto energetickej majáky pozorne študovali. Objav pulzaru, krúžaceho v špirálovitej gravitačnej pasci okolo neutrónovej hviezdy, sa stal významným testom platnosti Einsteinovej teórie relativity. Roku 1982 vysvetlilo všeobecné vzrušenie objav pulzaru, ktorý rotuje rýchlosťou 641 otáčok za sekundu: rotácia jeho povrchu dosahuje teda jednu sedminu rýchlosťi sveta! Prvé planéty, ktoré sa objavili mimo našej Slnčnej sústavy roku 1992, krúžia okolo pulzaru; z hľadiska všeobecne platných teórií o vzniku a evolúcii planét bolo

okolie pulzaru tým najmenej vhodným miestom, kde by sa extrasolárne planéty dali predpokladať. (Ide o planéty, ktoré prežili výbuch supernovy a následný kolaps starej hviezdy, alebo ide o planéty, ktoré sa vytvorili z materiálu explóziou odvrhnutej obálky?) A napokon: v minulom roku objavili hvezdári neutrónovú hviezdu, ktorá má podľa všetkého najsilnejšie magnetické pole, aké sa kedy zistilo: tento bizarný objekt (ide o starú neutrónovú hviezdu, ktorej rotácia sa v priebehu „krátkeho času“ (10 000 rokov) extrémne spomaliuje) nazvali magnetar. Predpokladá sa, že tieto degenerované hviezdy tvoria dnes najpočetnejšiu populáciu hviezdných objektov vo vesmíre.

Pulzary, popri svojich „naj“ sú však aj veľmi užitočnými objektmi: astronómovia ich využívajú na vyznačenie magnetických polí a obrovských ostrovov plynu, ktorých je v medzihviezdnom priestore našej Galaxie bezpočet. Pulzary by mohli byť na dobrej pomoci aj pri detegovaní gravitačných vln, týchto fascinujúcich záhybov v tkanine časopriestoru, vytvorených najenergetičkejšími udalosťami v univerze. Tento dôvtipný výskum sa spolieha na klúčovú vlastnosť pulzarov: je ňou periódna rotácie, ktorú možno určiť s presnosťou niekoľkých triliónov sekundy. Presnosť na 15 desatiných miest sa vyrovňá najlepším atómovým hodinám na Zemi.

Malý zelený mužíček?

Príbeh pulzaru sa začal roku 1934, keď astronómovia Walter Baade a Fritz Zwicky teoretizovali o tom, že výbuch supernovy by mohol z popola obyčajnej hviezdy vykovať neutrónovú hviezdu. – Táto myšlienka musela v tom čase pôsobiť celkom bláznivo, ale ukázalo sa, že bola v podstate správna, – vraví astrofyzička Vicky Kaspi z Massachusetts Institute of Technology. A tak ako sa stalo aj v prípade iných objavov, i pulzary boli objavené až vtedy, keď ich hvezdári začali naozaj hľadať.

Astrónom Antony Hewish z Cambridge University v Anglicku skonštruoval v roku 1967 veľkú anténu, aby študoval blikanie nebeských telies v rádiovnej oblasti. V auguste, mesiac potom, ako sa rádioprehliadka začala, ohlásila službou konajúca študentka Jocelyn Bellová isté fluktuácie signálov každý deň v rovnakom čase. Hewish ich spočiatku pokladal za lokálnu poruchu, ale Bellová si všimla, že zdroj nie je fixovaný na Zem, ale na hviezdy. V novembri, vďaka rýchlejšiemu prístroju, zaznamenávajúcemu údaje rádioteleskopu, všimli si hvezdári šokujúcu skutočnosť: pulzy sa opakovali s neuveriteľnou pravidelnosťou každých 1,33731109 sekundy. Pôvodné meno zdroja, LGM-1 (Little Green Man) prezrádza, že pravidelnosť vedcov pomýlila: predpokladali, že zachytili signál mimozemšťanov. Ale už vo februári 1968 Hewish oznamil, že záhadné bliky sú pravdepodobne produktom „stabilných oscilácií bieleho trpaslíka alebo neutrónovej hviezdy“.

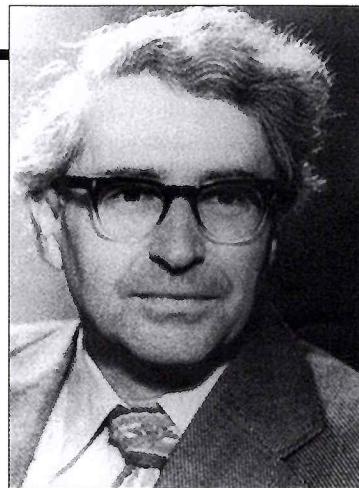
O rok neskôr objavili astronómovia chýrne pulzary v Krabej hmlovine a v súhvezdí Vela; ukázalo sa, že oba pulzary sa nachádzajú uprostred kruhovito sa rozpínajúcich pozostatkov po výbuchoch supernov. Astrofyzikom bolo okamžite jasné, že zdrojom takýchto rýchlych, priam guľometných pulzov môžu byť iba mimoriadne kompaktné objekty, napríklad neutrónové hviezdy. Pritom pulzar v Krabej hmlovine je so svojimi 30 otočkami 21-krát pomalší ako najrýchlejší z doteraz objavených pulzarov. Baade a Zwicky mali pravdu: Hewishovi roku 1974 udelili Nobelovu cenu za fyziku. Toto ocenenie by si podľa názoru mnohých astronómov bola zaslúžila aj Bellová.

Iba pred niekoľkými mesiacmi bol objavený už tisíci pulzar. Väčšinu z tejto množiny objavili v našej Galaxii alebo v jej blízkom okolí, teda v okruhu niekoľkých tisícok svetelných rokov. V novom prehľade južnej hemisféry, ktorú zmapovali tímy okolo 64-metrového Parkesovho rádioteleskopu v Novom Južnom Walese (Austrália), nájdeme niekoľko stoviek pulzarov, ktoré objavil práve tento prístroj. Podľa riaditeľa pracoviska Australia Telescope Facility Richarda Manchestera pracoval tento rádioteleskop neobvyčajne efektívne: v priemere na každú hodinu pozorovacieho času, prideleného lovcom pulzarov, pripadá jeden nový objav! Medzinárodný tím vyvinul nové metódy rozlišovania slabých pulzov pulzarov od rádiových porúch, spôsobovaných satelitmi, počítačmi a zvyškom civilizácie.

Urýchlovače častíc vo vesmíre

Vedci dnes rozlišujú dva základné typy pulzarov. Prvý vznikne po búrlivej smrti obrích hviezd, ktorá sa manifestuje výbuchom supernovy. Zvyšok hviezdy, ktorá sa pri výbuchu zbavila svojej obálky, má hmotnosť jedného až dvoch Slnk. Ten paralelne s výbuchom prudko skolabuje do superhustého telesa, ktorého rozmery nepresahujú v priemere 10 kilometrov. Počas kolapsu sa pomalá rotácia prudko zrýchluje, až kým rotácia superhuste „guľky“ nedosiahne hodnotu aspoň 60 otočiek za sekundu, pričom intenzita magnetického a gravitačného pola dosiahne miliónkrát väčšie hodnoty, než aké má Zem.

V rotácii mladého pulzaru je uskladnené orovské množstvo energie. Rýchlosť otáčania sa však postupne znížuje, pretože naakumulovanú energiu postupne pulzar vyžiari do okolitého priestoru. Pulzary usmerňujú nabité čiastočky pozdĺž siločiar svojich magnetických polí takou silou, popri ktorej blednú aj výkony najvýkonnejších pozemských urýchlovačov. Nad povrchom pulzaru dosahujú tieto akcelerované čiastočky rýchlosť blízkú rýchlosťi svetla a unikajú z dvoch naklonených (oproti osi rotácie) magnetických polí úzkymi kužeľmi do medzihviezdeného prostredia. – Je to zvláštne, komplikované, relativistické prostredie, – vraví fyzik Fred Rasio z MIT. – Najťažšie pochopiteľný je mechanizmus pulzarov, ktorý dokáže vygenerovať také veľké množstvo energie. Väčšina žiarenia uniká do priestoru v podobe žiarenia gama, röntgenového



Antony Hewish
a Jocelyn Bell
objavili
prvý pulzar
v roku 1967.

žiarenia a vo viditeľnom svetle. Iba niekoľko milióntín vyžiarennej energie sa prejaví aj na rádiových vlnových dĺžkach, pričom zvláštny, laserom podobný proces zhustuje tieto fotóny do koherentných pulzov; tie dokáže pozemský teleskop zaznamenať.

Do druhej, menej početnej skupiny pulzarov patria objekty, ktoré prežívajú „druhý život“ ako recyklované objekty. Obyčajné pulzary „vyhasnú“ po niekoľkých desiatkach miliónov rokov, keď sa ich rotácia spomalí na úroveň jednej otočky za 2 až 3 sekundy. Ibaže: v prípade, ak má starý, unavený pulzar hviezdu – súpútnika, môže sa opäť revitalizovať v období, keď súpútnik začne vo finálnej fáze svojho života „puchnúť“, rýchle zväčšuje svoj viditeľný objem a mení sa na orovskú plynnú guľu. Časť tejto pomaly sa rozpínajúcej hmoty pritahne neutrónová hviezdza na svoj povrch, v dôsledku čoho sa začne opäť zbešilo otáčať, pričom rotácia môže dosiahnuť najmenej 100 otočiek za sekundu. Vedľajším produkтом je intenzívne röntgenové žiarenie, ktoré ho lúčce „zametajú“ galaktický priestor.

Milisekundové pulzary sú chladnejšie a stabilnejšie ako ich čerstvo uhnietení bratanci, deti supernovy. – Vďaka tejto vlastnosti sú práve tie-to telesá najpresnejšimi hodinami vo vesmíre, – vraví fyzik Stephen Thorsett z Princetonovej univerzity. – Predstava, že je možné zabaliť hmotu Slnka do balíka s priemerom 20 kilometrov a roztočiť ho ako vŕčka rýchlosťou 600 otočiek za sekundu je veľmi inšpirujúca. Sú to priam ideálne hodinky, čo do dizajnu presne také, aké by ste našli v jednom z Einsteinových Gedanken (myšlienkových) experimentov.

Populáciu pulzarov rozširujú aj najnovšie objavy: Astrofyzička Chryssa Kouveliotou z NASA Marshall Space Flight Center oznámila včera objav „magnetarov“. (Pozri Kozmos 1999/2–3). Analýzy röntgenového žiarenia preukázali v prípade neutrónovej hviezdy vo vzdialenosťi 40 000 svetelných rokov existenciu intenzívneho magnetického poľa, 100-krát silnejšieho ako polia, ktoré generujú obyčajné pulzary. Magnetické pole vyvoláva enormné pnutie na povrchu magnetaru, takže postupne rotáciu neutrónovej hviezdy spomalí na hodnotu 7,5 otočky za sekundu. Magnetické stresy môžu homogénny povrch chladnejcej neutrónovej hviezdy rozrušiť, čoho dôsledkom sú rázové vlny, šíriace sa do okolitého priestoru. Tieto čudesné objekty po uplynutí 1000 rokov takmer znehybnejú. Hvezdári odhadujú, že vo vesmíre je týchto degenerovaných hviezd bezpočet. Vo finálnom štadiu sú takmer neobjaviteľné, pretože sú príliš malé a ich energia, prejavujúca sa v mladosti na všetkých vlnových dĺžkach, sa už celkom vypotrebovala.

Najbizarejším pulzaram, ak sa, pravda, jeho existencia potvrdí, bude istotne pulzar, ktorého existenciu predpokladá astronóm John Middle-ditch z Los Alamos National Laboratory. Nachádza sa uprostred malebných zvyškov po explózii supernovy 1987A vo Veľkom Magellanovom Oblaku. Rýchlosť rotácie: 467 otočiek za sekundu. Po detekcii roku 1992 sa však tento záhadný pulzar „vyparil“. Vzhľadom na veľkú vzdialenosť – 170 000 svetelných rokov – sú jeho prejavys veľmi slabé. Pulzy môžu blokovať aj výbuchom supernovy rozptýlená hmota. Možnosť, že by sa opäť objavil, astronómov doslova vzrušuje. Po prvýkrát by mohli pozorovať pulzar „bezprostredne“ po jeho kataklizmatickom zrade.

Superrýchle objekty

Pulzar, hned potom, ako vznikne v srdci mohutnej explózie supernovy, odštartuje z miesta zrodu ako skutočný vesmírny šprintér. Priemerný pulzar sa pohybuje po Galaxii rýchlosťou 400 kilometrov za sekundu, čo stačí na to, aby sa bez problémov vymanal z gravitačnej pasce materskej galaxie. Najrýchlejší z doteraz objavených pulzarov, ktorý križuje hornú časť hmloviny Gitara, brázdi vesmírny priestor štvornásobne vyššou rýchlosťou. – To je najrýchlejšia hviezda zo všetkých, ktoré v našej Galaxii poznáme, – vraví astronóm James Cordes z Cornell University.

Cordes dúfa, že prepočítavajúc diapazón rýchlosťí pulzarov a hľadajúc tie najrýchlejšie, podarí

Prvý svetlo izolovanej neutrónovej hviezdy expo-
noval Hubblov vesmírny teleskop. Hvies-
da má priemer 17 kilo-
metrov, jej povrchová
teplota dosahuje 1,2 milio-
nov stupňov Fahren-
heita. (Celzia).



sa mu raz uzrieť „zahmelenú fyziku“, jedno z kolabujúcich jadier starej hviezy vo chvíli výbuchu supernovy. Isté nepravidelnosti kolapsu, spôsobené podľa všetkého turbulenciami vo vnútri umierajúcej hviezdy, musia sa rozptyliť z jadra ako jadierka z kozmickej dyne. Prídaje subatomických neutrín zo supernovy sú také výdatné, že stačí, ak čo len nepatrňá časť tejto sférickej explózie je v istom smere silnejšia a pulzar už aj odštartuje, pravda, opačným smerom, na svoju nekonečnú cestu.

Vysoká teplota pulzarov je popri extrémne rýchlej rotácii a rýchlosťom pohybe v medzihviezdom priestore ďalšou typickou vlastnosťou pulzarov: obrovská hmota, skomprimovaná do telesa s relatívne malým povrchom, vyvoláva extrémne tepelné vyžarование. Teplota povrchu na viačerých blízkych pulzarch sa odhaduje na 100 000 až milión Kelvinov.

Ďalšou pozoruhodnou vlastnosťou pulzarov je mimoriadne silné magnetické pole: priemerný pulzar má biliónkrát(!) silnejšie magnetické pole ako Zem.

Takéto pole (10^{12} G) dokáže (podľa teoretikov) preformovať atómy železa v kôre neutrónovej hviezdy z ich normálneho tvaru do podoby dlhých, tenkých ihiel. Silné magnetické pole sa však prejavuje aj ďalšími efektami, ktoré sa dajú ľahšie overiť.

Jeden z nich objavil už roku 1831 Michael Faraday, ktorý dokázal, že pohybujúci sa magnet generuje napätie. Pulzar je obrovský rotujúci magnet, ktorý generuje nepredstaviteľné napätie na celom povrchu. Toto napätie uvoľňuje z povrchu elektróny, pozitrony a ióny a vystreluje ich pozdĺž voľných siločiar magnetického poľa do kozmickeho priestoru. Tento efekt nazvali astrofyzici „pulzarový vietor“.

Pulzarový vietor je neviditeľný. Ak sa však prúd nabitéch častic dostane do oblakov medzihvieznej hmoty či do prachovo-plynových zvyškov po výbuchu supernovy, časticie odvzdajú časť svojej energie hmoty, s ktorou interagujú; dôsledkom sú slabo svietiaci oblaky: hmloviny pulzarového vetra. Tieto hmloviny umožňujú astronómom študovať mechanizmus vzniku vetra a zloženie okolitej hmoty.

Lúče, ktoré vyžaruje pulzar z oboch „levíkov“ magnetického poľa, však predstavuje sotva tisícinu celkovej výžiarenej energie. Zvyšných 99,9 % energie sa premení na iné, nedetegovateľné formy žiarenia. Napríklad pulzar v srdci Krabej hmloviny bliká každých 0,033 sekundy, lenže jeho períoda sa každým dňom predĺžuje o 0,0000000364 sekundy. Stratená rotačná energia smeruje do hmloviny, ktorá v dôsledku toho žiarí.

Hviezdotrasenie

Rýchlosť rotácie väčšiny pulzarov sa kontinuálne spomaľuje; občas sa však stáva, že sa objaví nepatrňá akcelerácia: jeho rotácia sa dočasne zrýchli o jednu miliardtinu sekundy! Astronóm-

via sa nazdávajú, že túto výstrednosť možno vysvetliť „hviezdotrasením“. Otrasy na povrchu pulzaru môžu vzniknúť napríklad tak, že táto degenerovaná hvieza, trochu sploštená divokou rotáciou, sa po istom spomalení rýchlosťi nepatrne zaguľatí (ide o predĺženie vertikálneho polomeru o stotinu milimetra), čo môže spôsobiť rozsiahle ruptúry na jej povrchu, sprevádzané silným hviezdotrasením.

Hviezdotrasenie zároveň rotáciu spomaľuje, keď sa hviezdy opäť urýchli, ale už po niekoľkých dňoch až mesiacoch sa rotácia zasa spomalí na pôvodnú hodnotu. – Je to vlastne fyzika surového vajca, – vraví Andrew Lyne. – Ak rozkrútime vajce na rovnom povrchu a potom ho náhle zastavíme, a po chvíli tlak palca opäť uvoľníme, vajce začne znova rotovať, pretože žltok pod škrupinou ešte zo zotrvačnosti rotuje. Ak dokážeme získať údaje o zmenách rýchlos-

ti hmotnosti Slnka, – vratí fyzik Ralph Wijers zo State University v New Yorku. Tvrdej vnútro, zložené z neutrónov, by umožňovalo vznik neutrónovej hviezdy s až 2,5-násobkou hmotnosťou Slnka. A tak, vychádzajúc zo štúdia pulzarov v dvojhviezdných systémoch, zdá sa, že hmotnosť väčšiny z nich kolíske okolo 1,35 hmotnosti Slnka. – Je pravdepodobné, že najväčšie Slnká kolabujú do podoby čiernych dier. Ale prečo, to sme zatiaľ nepochopili, – dodáva Wijers.

Čierne diery a gravitačné vlny

– Mnohí astronómovia sa domnievajú, že najväčšie zvláštnosti pulzarov ešte len objavíme, – vraví Donald Backer z Kalifornskej univerzity v Berkeley. – Ak o niečom premýšľame, tak to pravdepodobne aj objavíme.

Napríklad: všetci hvezdári očakávajú objav pulzaru, obiehajúceho čiernu dieru.

Theoretici vypočítali, že v takomto páre by mal koexistovať aspoň jeden z 1000 pulzarov. Ak hvezdári objavia tandem čiernej diera/pulzaru, pričom pulzar bude mať vzhľadom k pozemskému pozorovateľovi priaznivý sklon, potom môžeme objaviť veci, o ktorých sa nám dnes ani nesníva, – predpovedá Rasio. Navyše: presne časované signály pulzarov môžu až do detailov preskúmať proces pokrčenia časopriestoru

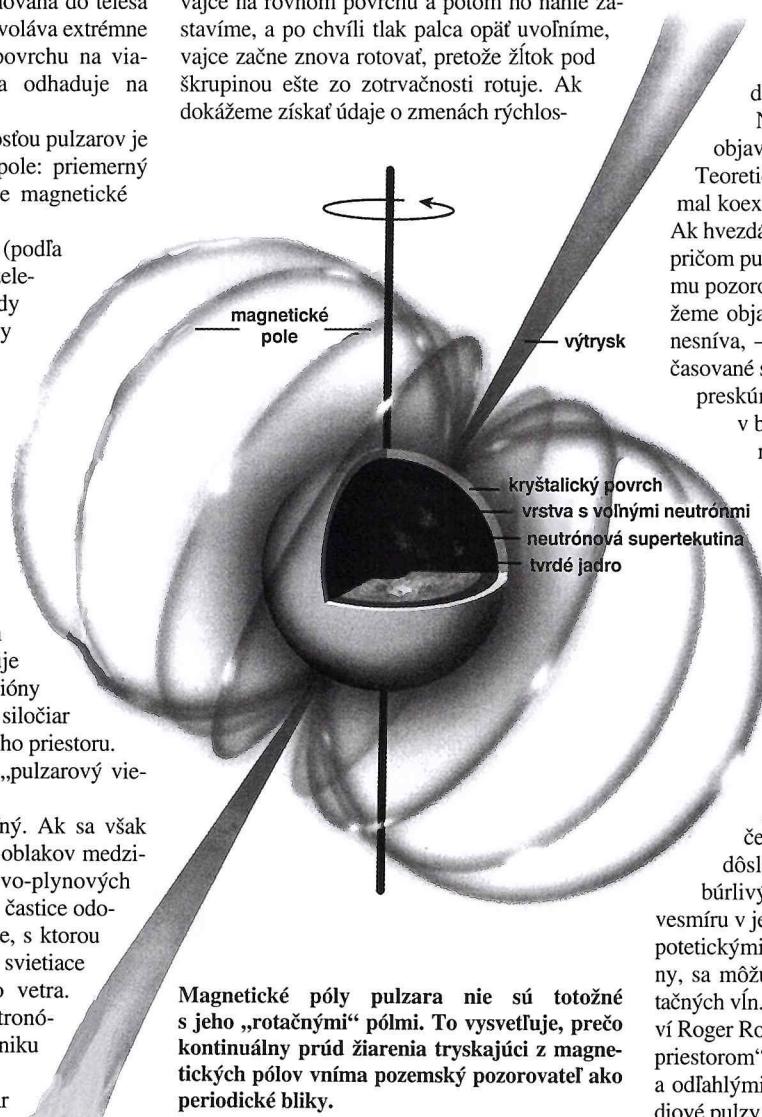
v bezprostrednom susedstve čiernej die-
ry. Na to, aby astronómovia mohli pá-
ri čiernej diera/pulzaru zastihnuť v takej
priaznivej polohe, aby ho mohli
dôkladne preštudovať, budú si
musieť nejaký ten rok počkať. Na
základe našich doterajších po-
znatkov o dvojhviezdných sys-
ténoch vieme, že v priaznivej
polohe k pozemskému pozorov-
ateľovi sa nachádza tak jeden
pár z desiatich.

Dalej: milisekundové pulzary nám môžu poslúžiť i ako detektory gravitačných vln, obrovských pokrčení časopriestoru, ktoré vznikajú ako dôsledok kolízii čiernych dier a iných burlivých udalostí. – Aj defekty v štruktúre vesmíru v jeho najranejšom štadiu, vyvolané hypotetickými entitami, nazvanými kozmické struny, sa môžu stať zdrojom dlhotrvajúcich gravitačných vln. Ak takéto vlny čeria minulosť, – vraví Roger Romani, – potom museli občas „pohnúť priestorom“ a zmeniť vzdialenosť medzi nami a odľahlými pulzarmi. To by znamenalo, že rádiiové pulzy by k nám prichádzali buď skôr, alebo neskôr, ako by sme očakávali, a to v neuveriteľne krátkych intervaloch. Takto môžeme využiť pulzary aj na určovanie vzdialenosťí.

Keby bolo Einsteinovi dožičené, aby uzrel pulzary v kozmickej manéži, možno by mu napadli ďalšie geniálne myšlienky. Spomedzi všetkých extrémnych vesmírnych objektov sú tieto dokonalé hodinky vari tým najvhodnejším prírodným laboratóriom, v ktorom by sa dali jeho teórie preveriť tým najprísnejším testom.

ROBERT IRION

Autor je popularizátor vedy a autor bestselleru *Explodujúce hviezdy nám povedia všetko*. Spracoval – eg – (Pokračovanie v budúcom čísle)



Magnetické póly pulzara nie sú totožné s jeho „rotačnými“ póly. To vysvetluje, prečo kontinuálny prúd žiarenia tryskajúci z magnetických pôlov vníma pozemský pozorovateľ ako periodické bliky.

ti dodatočne rotujúceho vajca, získame pomerne spoľahlivé údaje aj o viskozite tekutiny v jeho vnútre a jej previazanosti so škrupinou. V prípade pulzarov chcú fyzici práve takto získať informácie o neutrónovom morí pod tvrdou škrupinou kolabovanej hviezdy. Toto husté neutrónové more je pravdepodobne „supertekuté“, čo znamená, že neustále, bez akýchkoľvek brzdiacich účinkov trenia, rotuje.

Ešte hlbšie, v temnom srdci pulzarov, môže intenzívny tlak stlačiť neutróny do kvarkovej polievky. – V prípade, že by bolo takéto superhusté jadro „mäkké“, limitovalo by maximálnu hmotnosť neutrónovej hviezdy po hranicu 1,5-násobku

BALÓNY

pre červenú planétu

NASA poverila špeciálnu skupinu vedcov a inžinierov zaujímavou úlohou: už niekoľko rokov sa úspešne pokúšajú revolucionizovať rozmytery, tvar a odolnosť balónov. Balóny opatrené závesným košom umožnili človeku vzniesť sa do stratosféry. Balóny, najrozličnejších veľkostí a tvarov, lietajú už vyše 200 rokov; vedci ich dodnes využívajú na rozličné vedecké ciele. V posledných rokoch, vďaka najnovším počítačovým technológiám, novým materiálom a revolučnému dizajnu podarilo sa vyvinúť balóny novej generácie a otvoriť nové možnosti nielen pre výskum najvrchnejších vrstiev zemskej atmosféry, ale aj kozmického priestoru a atmosfér planét a mesiacov našej Slnečnej sústavy. Vychádzajú z imperatívu „lepšie, rýchlejšie, lacnejšie“; v desaťročí neustále okliešťovaných prostriedkov sa podarilo balon-tímu NASA vedecký „ballooning“ doslova zrevolucionizovať.

Vedci sa dnes sústredujú najmä na výskum najvrchnejších vrstiev zemskej atmosféry a preto vyvíjajú balóny, ktoré by dokázali v drsných podmienkach vydržať prinajmenšom 100 dní. V decembri 2001 sa vzniesie tekvici podobný balón (z dielne Goddard Space Flight Centra pri NASA v Marylunde) zo zatial neurčeného miesta v Austrálii alebo na Novom Zélande a vystúpi štyrikrát vyššie ako lietajú lietadlá transkontinentálnych liniek. Tam by mali zotrvať niekoľko mesiacov. Spojenie zo Zemou bude zabezpečovať satelit, pričom získané údaje budú k dispozícii v internete. Záujemci budú mať prístup do konca k údajom prístroja TIGER (Trans-Iron Galactic Element Recorder), ktorý bude merať zastúpenie jednotlivých prvkov v galaktických kozmických časticach.

Veľké nádeje sa spájajú aj s projektom ULDB (Ultra Long Duration Balloon), ktorý umožní mimoriadne lacné skúmanie najvrchnejších vrstiev atmosféry a kozmického priestoru okolo Zeme. Náklady na vedecký balón predstavujú zlomok nákladov na raketu; prístroje možno v prípade potreby opraviť, vylepšiť a znova použiť. Najnovšie vedecké balóny dokážu vystúpiť s nákladom 3600 kilogramov do výšky 52 kilometrov. Na prahu stratosféry, kde sa interferencia atmosféry rovná prakticky nule, vynesie UDLB jedného dňa teleskop, ktorý prekoná aj HST.

V budúcnosti dopravia rakety balóny novej generácie aj na iné planéty. Ešte predtým ich však vedci využijú na prieskum zemskej atmosféry: budú skúmať jej chemické zloženie a dynamiku. Tako získané údaje revolucionizujú geologický prieskum a dodajú potrebné snímky s mimoriadne vysokým rozlíšením aj geografom a kartografiom.

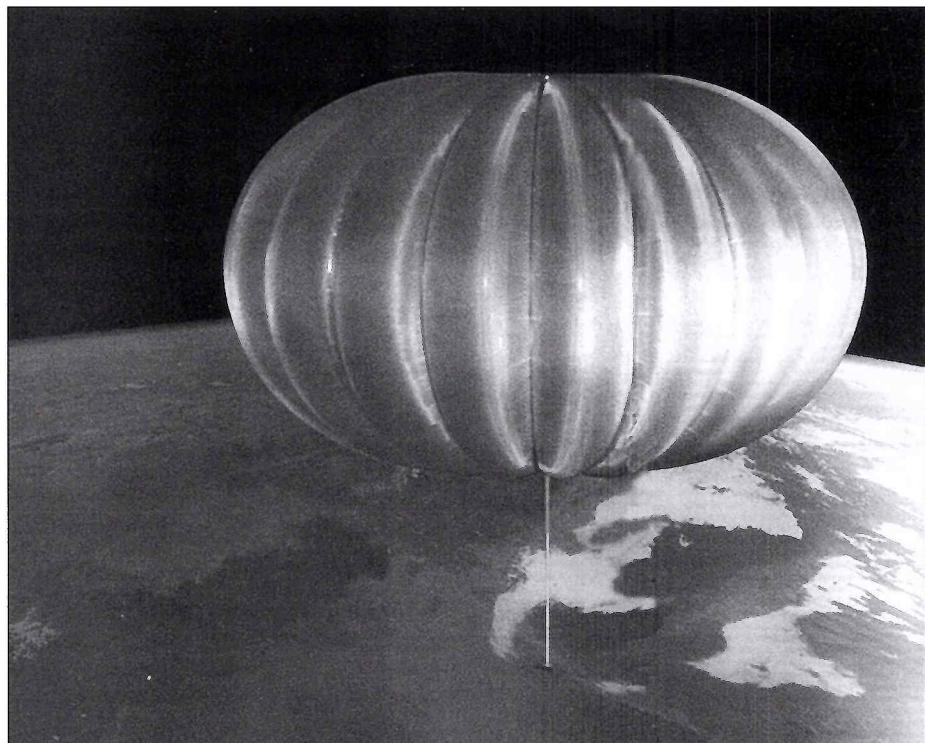
Potulky na Zemou

Už Archimedes, 240 rokov pred našim letopočtom, objavil princíp nadnášania, ktorý umožňuje balónom pohyb vo vzduchu. Kým sa však prvý balón (koncom 17. storočia) vzniesol nad povrch Zeme, uplynulo 2000 rokov. Na vedecký

raz dlhšiu dobu. O niečo neskôr vyniesli balóny do stratosféry aj špecialistov, ktorí testovali skafandre pre budúcich kozmonautov, pričom na prahu kozmického procesu skúmali aj vplyv extrémnych podmienok na ľudskú psychiku a metabolismus. Roku 1960 vypustila NASA prvy „balónový“ experimentálny komunikačný satelit – Echo 1, ktorý vo výške 1600 km obiehal okolo Zeme vyše osem rokov. O dvadsať päť rokov neskôr medzinárodný tím pod vedením Sovietov (za spolupráce Francúzska a USA), pripravil úspešný let dvoch balónov v atmosfére Venuše – 54 kilometrov nad jej povrchom.

Súčasné kozmické lode, s výnimkou raketalánov, majú, čo do nákladu, oveľa menšiu kapacitu ako veľké balóny; ich výraznou nevýhodou je i mimoriadne dlhý čas potrebný na prípravu a vypustenie prístrojov. V roku 1987 pozorovali hvezdári výbuch supernovy 1987A (čo je úkaz, ktorý sa vyskytne raz za 400 rokov) pomocou senzorov vyvinutých pre balón, už tri mesiace po objave tohto dramatického úkazu. Väčšinu prístrojov, vyvinutých pre špecializované vesmírne sondy, testujú dnes pomocou balónov.

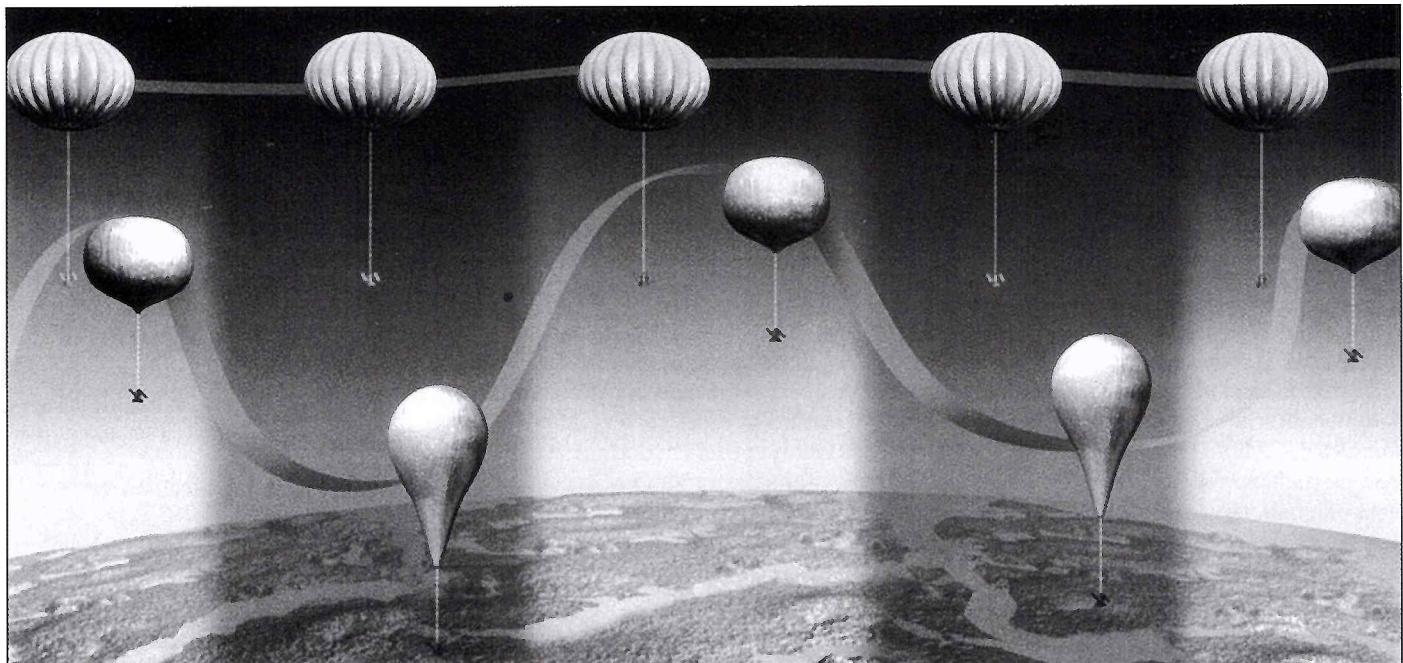
Dnes poznáme dva druhy vedeckých balónov:



Ultra Long Duration Balloon, ktorý sa dokáže udržať v stratosfére viac ako 100 dní, umožní vedcom získať potrebné údaje oveľa lacnejšie ako sondy vynesené raketami.

výskum sa balóny začali používať až koncom 19. storočia; v tom čase už bola naporúdzí technológia, umožňujúca merať teplotu a vlhkosť vzduchu a vedci už mali isté predstavy o atmosférických procesoch. Pre vojenské účely sa balóny po prvý raz využili počas americkej občianskej vojny; pozorovatelia Severu z nich sledovali pohyby južanských jednotiek. Éru moderného „ballooningu“ otvorilo až vyvinutie polyetylénu koncom 40. a začiatkom 50. rokov 20. storočia. Tento produkt z laboratórií U.S. Navy umožnil balónom vystúpiť až do stratosféry, do výšky 15 až 50 kilometrov, vynášať tam čoraz ľahšie náklady a zotrvať v nehostinných podmienkach čo-

s nulovým tlakom a so supertlakom. Balóny s nulovým tlakom sa vzniesú z povrchu Zeme vtedy, keď sa do nich napumpuje také množstvo hélia, ktoré „vynuluje“ ich totálnu hmotnosť, vrátane nákladu a posádky. Ak sa má balón vzniesť, jeho „vztlak“, (či presnejšie sila zdvihu) musí byť väčší ako kombinovaná hmotnosť balónu a nákladu. (Vztlak je odvodený z Archimedovho zákona, podľa ktorého teleso ponorené do kvapaliny je nadnášané silou, ktorá sa rovná hmotnosti kvapaliny ním vytlačenej.) Keď balón začne stúpať, hustota okolitej atmosféry sa zmenšuje, jej tlak klesá, takže plyn vo vnútri (sférického) balóna sa začne rozpiňať, až kým obálku celkom nezagula-



Vysokotlaký balón (hore) je vyrobený z pevnej tkaniny, ktorá dokáže odolať diferenciálnemu tlaku zvnútra obálky i z vonkajšieho prostredia. Jeho objem sa nemení, a preto sa na základe Archimedovho zákona dokáže udržať dlhý čas v rovnakej výške. Staršie balóny s nulovým tlakom (dole) v priebehu dňa (pod vplyvom slnečných lúčov) zväčšujú svoj objem a stúpajú; v noci sa plyn ochladzuje, obálka zmenšuje svoj objem, balón klesá. V dôsledku toho sa neustále mení výška. Vyrovnať tieto výkyvy možno iba zmenšovaním záťaže, čo životnosť balónov podstatne skracuje.

tí. V tej chvíli sa vnútorný a vonkajší tlak vyrovnaná (nulový tlak), ale balón sa vznáša, pretože jeho hmotnosť je nižšia ako hmotnosť balónom vytiesneného vzduchu. V prípade, že balón stúpa do výšky 36 až 40 kilometrov (čo obvykle trvá dve či tri hodiny), špeciálne ventily priebežne a automaticky vypúšťajú malé množstvá plynu, aby narastajúci vnútorný tlak neroztrhol polyetylénovú obálku. Vzhľadom na to, že balón vypúšťa časť svojho plynu do atmosféry, nulový tlak znamená, že je voči atmosfére „otvorený“.

Počas dňa, keď balón ožaruje Slnko, plyn sa rozpína; v noci sa Slnkom naakumulovaná teplota stráca, plyn sa ochladzuje, objem sa zmenšuje a balón začína klesať. V riedkej, nehybnnej atmosfére takýto balón priporúma spomalené jo-jo. Ak ho unáša vzdušný prúd, jeho pohyb priporúma vlnovku, pričom hmotnosť plynu (v priemere 7 až 10 % celkovej hmotnosti) sa postupne zmenšuje. Na druhý deň sa všetko zopakuje, takže počet dní, počas ktorých sa otvorený balón môže v zvolenej výške vznášať, je limitovaný objemom plynu v jeho obálke.

Obyčajný „vedecký balón“ sa udrží v zvolenej výške iba jeden až dva dni, preto je potrebný veľký počet opakovanych letov. Vyhnutí sa tomu možno iba v polárnych končinách, v podmienkach úplnej polárnej noci či polárneho dňa, keď je žiarenie nezapadajúceho Slnka konštantné. Američania preto istý počet pokusných letov s otvorenými balónmi robia vo Fairbankse na Aljaške a na McMurdojovej základni v Antarktíde, kde konštantné denné svetlo umožňuje udržať balón v zvolenej výške dva až tri týždne.

Vo chvíli, keď sa experiment skončí, povel z rádia odpúta náklad od balóna, pričom sa vzápäť otvorí padák. Tento systém umožňuje použiť prístroje viackrát. Po istom čase sa vráti na Zem aj balón.

Zatvorené balóny

Pre podstatne dlhšie lety v pozemskej či exotickej atmosfére museli vedci vybaviť balóny podstatne odlišnými vlastnosťami. Cieľom projektu Ultra Long Duration Balloon, ktorý finančne NASA a riadi ho Goddard Space Flight Center Wallops Flight Facility je taký balón, ktorý by sa dokázal vznášať viac ako 100 dní nad 99 percentami zemskej atmosféry. ULDB je super-tlakový, teda „zatvorený“ balón, ktorý sa v atmosfére pohybuje ináč ako konvenčné balóny. Vyrábajú ho z odolnejších materiálov, najčastejšie z polyesteru. V prvej etape misie sa správajú rovnako ako balóny s nulovým tlakom. Keď však dosiahnu zvolenú výšku, teplota generovaná Slnkom zvýši vnútorný tlak do tej miery, že prevýši tlak vonkajší; rozdiel medzi vnútorným a vonkajším tlakom preto neustále narastá. V noci, keď plyn chladne, diferenciálny tlak klesá, ale množstvo plynu v obálke nedovoluje tlaku klesať pod nulu. Takto sa balón udrží v stabilnej výške bez toho, aby strácal plyn. Ak je obálka bez kazov a neprepúšťa molekuly hélia a vodíka, balón sa môže vznášať dovtedy, kým ho vonkajšie vplyvy „neznehodnotia“.

Dlhé lety predpokladajú, že balón poletí v extrémnych podmienkach – nad oceánmi, púštami či polárnymi čiapočkami. To kladie veľké nároky na materiál: musí byť pevný a adaptabilný. Ne-smie praskať, krčiť sa, musí byť odolný voči ultrafialovému žiareniu, pričom jeho výroba nesmie byť pridrahá. Malé, guľaté supertlakové balóny, vyrobené z polyesterovej vrstvy, sa vznášali v nízkych výškach niekoľko stoviek dní. Roku 1970 vyskúšali vedci aj väčšie balóny tejto triedy, schopné vyniesť do veľkých výšok aj veľké náklady. Ukázalo sa, že polyester sa pre tieto ciele nehodí, pretože pod vyšším tlakom praská. A tak vedci navrhli koncepciu supertlakového balóna.

V rámci projektu ULDB sa inžinieri rozhodli, že pre balóny, ktoré sa majú vznášať vo veľkých výškach celé mesiace, musia vyuvinúť „sendvič“, v ktorom sa spoja vlastnosti rozličných materiálov. Rozlične prevrstvené látky, tkané i netkané textílie, plátna, polyester, polyetylén, nylón, polypropylén či polyuretán sa najrozličnejším spôsobom kombinovali. Nakoniec sa ukázalo, že požiadavkám najlepšie vyhovuje sedvič z troch vrstiev: vysokoodolného a mimoriadne príľahivého polyesteru, vyrobeného v Japonsku; z tenkej polyesterovej blánky; a z tenkej vrstvičky polyetylénu. Polyesterová blánka tvorí nepriestupnú bariéru pre hélium; polyesterová textília zaručuje pevnosť; vrstvička polyetylénu je v priamom kontakte s plynom, pričom zvyšuje odolnosť celej obálky. Prvé dve vrstvy polyesteru dokážu do istej miery odolávať ultrafialovému žiareniu. Všetky tri vrstvy sú adhezívne spojené, pričom si uchovávajú flexibilitu, potrebnú na „vyhodenie“ prípadných defektov v tkanive strednej vrstvy a dokážu „spolupracovať“ aj v meniacich sa podmienkach. Tento materiál má hustotu 55 000 kilogramov na štvorcový meter, pričom odolá tlaku 2600 newtonov na štvorcový meter.

Napriek doteraz neslýchanej odolnosti materiálu dospeli inžinieri k názoru, že iba táto vlastnosť dlhodobé lety v extrémnych a premenlivých podmienkach nezarúčuje. Dizajnéri museli vyuvinúť aj vhodnejší tvar. Na základe vývoja balónov novej generácie v USA, Francúzsku a Japonsku sa šéfi ULDB rozhodli pre tvar priporúmajúci tekvicu; tento tvar sa pre supertlakové balóny ukázal byť vhodnejší ako „guľatý“ dizajn sférických balónov. Guľaté balóny sú po obvode i po „poludníkoch“ oveľa viac namáhané, pretože obálka „nesie“ väčšinu hmotnosti nákladu. Balóny-tekvíce zatažujú viac poludníkové „šlachy“, spájajúce klinovité segmenty obálky. Tekvicovitý, sploštený tvar znižuje namáhanie materiálu na

hodnotu 600 newtonov na štvorcový meter, pričom odnosť „sendviča“, z ktorého je obálka vyrobenná, je podstatne vyššia. To je dôležité, pretože namáhanie materiálu po obvode je závislé od lokálneho tlaku a lokálneho polomeru sploštenej obálky. Pri takejto konštrukcii veľkosť balóna nemá vplyv na namáhanie obálky. Na základe tohto poznatku sa inžinieri rozhodli vyrobiť nový, ľahší materiál na obálku, čo by umožnilo zvýšiť užitočný náklad.

Ak balón v decembri 2001 odštartuje, prístroje systému TIGER na jeho palube budú merať výskyt prvkov v kozmickom žiareni galaxie: zameria sa na prvky s atómovými číslami 26 (železo) a 40 (zirkón) s energiami do 300 miliónov elektrónvoltov na nukleón. Nepôjde pritom o prvý balón, ktorý bude skúmať kozmické žiarenie. Hodno pripomenúť, že aj kozmické žiarenie a astrofyzikálne (tvrdé) žiarenie gama boli objavené vďaka prístrojom, ktoré sa testovali pomocou balónov. Toto žiarenie vedcov mimoriadne zaujíma, pretože môžu skúmať (galaktickú) hmotu v tejto podobe aj ako produkt supernov, aj ako produkt zatiaľ neveľmi objasnených procesov v medzihviesnej hmote.

Misia TIGER je zatiaľ v plienkach. Hvezdári navrhli projekt, v rámci ktorého vynesú balóny na najvrchnejšie poschodie planéty optické a in-

fračervené teleskopy, zamerané na hľadanie extrasolárnych planét a fotografovanie Slnka či iných hviezd; rentgenové teleskopy, detektory žiarenia gama, kozmického žiarenia, senzory, mapujúce žiarenie kozmického pozadia v oblasti mikrovln. Veľké nádeje sa vkladajú aj do chemických experimentov v stratosfére.

Ballooning na planétag

Všetko, čo sa vedci naučia v podmienkach zemskej atmosféry a stratosféry, zúročia pri prieskume iných svetov. Šesť planét – Mars, Venuša, Jupiter, Saturn a jeden z jeho mesiacov – Titán, Urán a Neptún majú atmosféry, v ktorých bude prieskum pomocou balónov veľmi produktívny. Každá planetárska atmosféra má však svoje zvláštnosti, čo konštruktéri balónov musia zohľadniť. Prvé balóny sa preto zamerajú najmä na zloženie exotických atmosfér, na globálnu cirkuláciu v rozličných výškach; špeciálne senzory budú paralelne skúmať ich povrch. Vyvýjajú sa aj také balóny, ktoré budú celé mesiace putovať nad monitorovanou planétou. Ked' sa ocitnú nad zaujímavou oblasťou vypustia minisondu, ktorá vyšle nazbierané údaje na materskú loď, alebo sa na ňu, aj so získanými vzorkami hornín vráti.

Planetárny ballooning sa určite najskôr využije na Marse. Nakoľko hustota martánskej atmo-

sféry pripomína stratosférę Zeme, balón operujúci vo výške niekoľkých kilometrov musí mať vlastnosti balónu ULDB. Inými slovami: musí to byť stratosféricky, supertlakový balón, ktorý sa udrží v atmosfére niekoľko mesiacov.

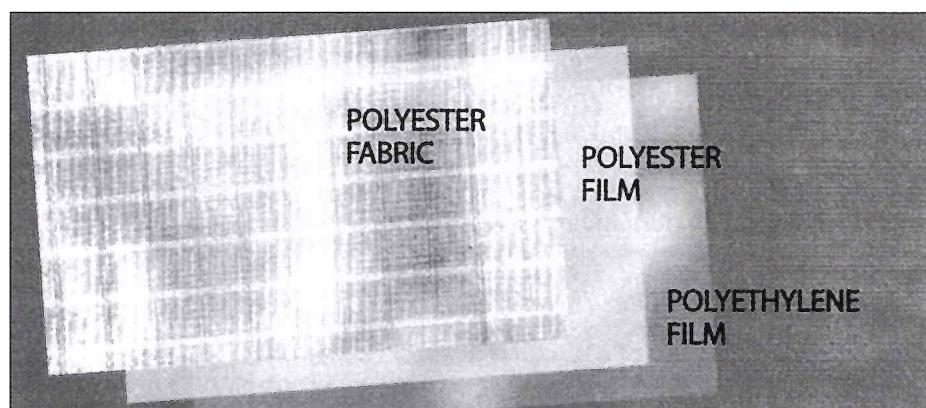
Môže balón, túlajúci sa marťanskou atmosférou, získať cennejsiu korist ako satelity na obežnej dráhe či sondy – landery a rovery (napríklad Mars Pathfinder vybavený pohyblivým robotom Sojourner)? Rover môže preskúmať iba malú časť povrchu, zato balón môže získať údaje z plochy desaťtisícov štvorcových kilometrov. Prístroje na palube balónov súce nedokážu monitorovať planétu globálne, tak ako senzory satelitov z obežnej dráhy, dokážu však získať snímky s oveľa vyšším rozlíšením. Navyše: nijaký satelit nedokáže získať také spoloahlivé údaje o zvyškovom magnetizme či podpovrchových rezervoároch vody ako balón.

Koncom 80. rokov, v rámci sovietsko-francúzskej spolupráce, vyvinuli balón, ktorý mal všeestranné snímať povrch Marsu a v noci (ked' pod vplyvom nízkej teploty klesne) vliecť po povrchu špeciálne, senzormi vybavené lano, ktoré by zaznamenávalo chemické a fyzikálne vlastnosti hornín. Roku 1995 sa projekt kvôli finančným problémom Ruska zrušil. O dva roky neskôr začali v NASA pracovať na prevratných technológiách, ktoré by umožnili vyvinúť oveľa menší balón či aerorobot (počasné robotický aerostat), a nadviazat tak na priekopnícky vývoj francúzskej vesmírnej agentúry CNES. V rámci tohto projektu sa vyvinul inflačný systém (systém plnenia obálky plynom) s neobyčajne nízkou hmotnosťou, ktorý sa počas vlaňajších testov v zemskej stratosfére osvedčil.

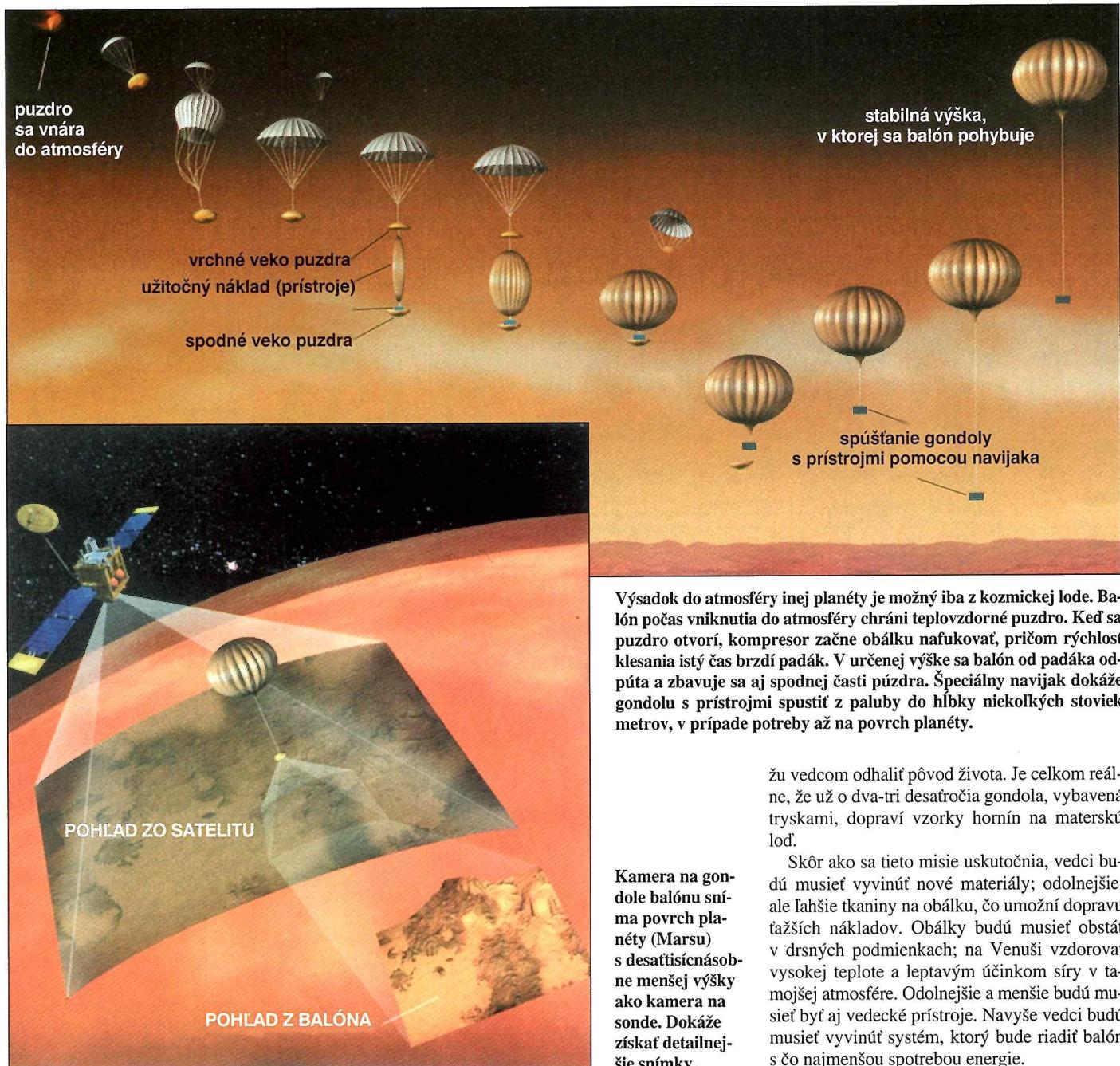
Venušu, ktorá má oveľa hustejšiu, horúcejšiu a mohutnejšiu atmosféru ako Zem, už balóny pozemšťanov navštívili. Roku 1985 Sovietsky zväz (spolu s Francúzskom a USA) vypustili sondy VEGA 1 a VEGA 2 (Venera-Galej), z ktorých každá vo výške 54 kilometrov nad povrchom Venuše vypustila jeden balón: oba zbierali údaje asi 48 hodín, pričom absolvovali dráhu rovnajúcu sa polovicu dĺžky venušianskeho rovnia. Vďaka prístrojom na palube oboch balónov získali vedci senzačné údaje o sile vetrov vo vysokých vrstvach venušianskej atmosféry, o jej teplote i tlaku.

Povrch Venuše, kvôli hustej a nepriehľadnej atmosfére, možno študovať iba v rádiovej oblasti a niekoľkých infračervených vlnových dĺžkach. Vysadenie sond – landerov či roverov na povrch, kde panujú teploty, pri ktorých sa topí cín, je neproduktívne. V takýchto podmienkach ani najodolnejšie pozemské mechanizmy a prístroje nedokáže pracovať dlhšie ako niekoľko hodín. Východiskom z nádze je aj tu balón. V rámci projektu Venus Aerobot Multisonde sa vyvíja balón, ktorý v zatiaľ neurčenej výške obletí niekoľkokrát planétu, pričom na jej povrch vyšle niekoľko malých sond; ich úlohou bude získať snímky s vysokým rozlíšením a nazbierať spektroskopické údaje, z ktorých sa bude dať odčítať evolúciu Venuše.

Dnešné technológie takúto misiu umožňujú. Odvážnejší projekt predpokladá vyslanie aerobodu, ktorý sa bude periodicky, na krátke čas, vnárať do najspodnejších vrstiev atmosféry, ba spusťiť sa až na povrch Venuše, kde vtedy konštat-



Obálku ULDB balónov tvorí sendvič troch komponentov: tkanina z polyestera zabezbečuje pevnosť; blana z polyestera neprepustí ani molekulu hélia; blana z polyetylénu je v príamom kontakte s plynom a navyše zvyšuje pevnosť obálky. Na spodnej snímke vidíte malý model ULDB balóna, ktorý vyskúšali koncom minulého roku. So štartom veľkého ULDB sa počíta v roku 2001.



Výsadok do atmosféry inej planéty je možný iba z kozmickej lode. Balón počas vniknutia do atmosféry chráni teplovzdorné puzdro. Keď sa puzdro otvorí, kompresor začne obálku nafukovať, pričom rýchlosť klesania istý čas brzdí padák. V určenej výške sa balón od padáka odpúta a zbavuje sa aj spodnej časti púzdra. Špeciálny navijak dokáže gondolu s prístrojmi spustiť z paluby do hlbky niekoľkých stoviek metrov, v prípade potreby až na povrch planéty.

zu vedcom odhalíť pôvod života. Je celkom reálne, že už o dva-tri desaťročia gondola, vybavená tryskami, dopraví vzorky hornín na materskú lodi.

Skôr ako sa tieto misie uskutočnia, vedci budú musieť vyvinúť nové materiály; odolnejšie, ale ľahšie tkaniny na obálku, čo umožní dopravu ľahších nákladov. Obálky budú musieť obstáť v drsných podmienkach; na Venuši vzdorovať vysokej teplote a leptavým účinkom síry v tamnej atmosfére. Odolnejšie a menšie budú musieť byť aj vedecké prístroje. Navyše vedci budú musieť vyvinúť systém, ktorý bude riadiť balón s čo najmenšou spotrebou energie.

Dômyselnnejšie budú i materské lode, ktoré dopravia balóny na iné planéty. Na Zemi balóny štartujú z povrchu a stúpajú; vo vesmíre sa budú musieť odpútať od sondy a klesať smerom dole. Púzdro, v ktorom bude balón uložený, bude musieť eliminovať tepelné dôsledky vstupu do atmosféry.

Návratnosť investícii do balónov je predbežne oveľa vyššia ako v prípade všetkých alternatívnych systémov využitelných v planetárnom prieskume. Balóny teda majú zelenú.

I. Steve Smith a James A. Cutts vyvíjajú extraterestriálne balónové technológie už niekoľko rokov. Smith je manažérom projektu ULDB v Goddard Space Flight Center pri NASA a už vyše štvrtstoročia navrhuje dizajn vedeckých balónov. Cutts bol členom tímu, ktorý pripravoval misie Mariner 6, 7 a 9 i misie oboch Vikingov. Dnes pracuje v Centre pre výskum Marsu.

I. STEVE SMITH JR., JAMES A. CUTTS
Podla Scientific American 11/1999 –eg-

ntná teplota okolo 460 stupňov Celzia. Po získa-
ní vzoriek aerobot vystúpi do chladnejších vrs-
tiev atmosféry, kde sa jeho elektronika a prístro-
je ochladia. Konštruktéri už dnes vyvíjajú minia-
túrnu gondolu, ktorá by dokázala vzdorovať vy-
sokej teplote na povrchu a nerozlepčali by ju ani
oblaky kyseliny sírovej.

Dva tímy, jeden z NASA, druhý z Európskej
vesmírnej agentúry, pripravujú misiu, ktorej cie-
lom by bolo získať vzorky z povrchu Venuše
a dopraviť ich na Zem. Klúčovú úlohu v tomto
vedeckom dobrodružstve zohrá balón, ktorý odolá aj extrémnej teplote. Balón, či presnejšie
robot, vstavaný do jeho gondoly, nazbiera vzor-
ky kameňov a pôdy a vynesie ich do výšky 60
kilometrov, kde je už venušianska atmosféra
dostatočne riedka na to, aby sa mohli pod gon-
dolou zapáliť raketové motory, ktoré by náklad
dopravili na materskú lodi, obiehajúcu okolo ho-
rúcej planéty.

Dlhodobým cieľom planetológov bude nepo-
chybne Titan. Vedci predpokladajú, že práve
v jeho atmosfére (ba i na jeho povrchu), sa môžu
nájsť prebiotické organické zlúčeniny, ktoré na
iných telesách našej Slnečnej sústavy nenájde-
me. Fotochemické reakcie v atmosfére Titanu ge-
nerujú oranžové sadze organických materiálov,
ktoré „zacláňajú“ povrch mesiaca. To sa zistilo
už roku 1980 počas obletu sondy Voyager. Je
skoro isté, že na povrchu Titanu sú moria, alebo
prinajmenšom veľké jazerá tekutých uhlovodí-
kov, ktoré obmývajú pevniny. V atmosfére, ktorá je štyrikrát hustejšia ako atmosféra Zeme, do-
minuje dusík. Je to oveľa chladnejšia atmosféra
ako naša, ale nie až natolko, aby sa plynný dusík
zmenil na kvapalný. Balóny sa v tejto atmosfére
naplnia uplatnia. Aeroboty niekoľkokrát zostúpia
nad samý povrch a získajú množstvo detailných
fotografií, ba pristanú aj na povrchu, kde priamo,
in situ, zmerajú prebiotické zlúčeniny, ktoré mô-

Oortov oblak



Takto vyzerá zo vzdialenosťí 2,5 svetelného roka naša Slnečná sústava: Slnko v púzdro priehľadného Oortovho oblaku. Zdá sa, že v podobné puzdro, ktorý tvoria bilióny komét, majú aj iné, Slnku podobné hviezdy, prinajmenšom tie, ktoré majú planetárne systémy a v nich aj obrie planéty.

Na samom okraji Slnečnej sústavy krúžia okolo Slnka miliardy komét; ich pohyb ovplyvňuje gravitácia niektorých blízkych hviezd i príťažlivosť Slnka. Pochopenie dynamiky tohto kometárneho oblaku nám môže objasniť cykly masového vymierania pozemských organizmov.

Naša Slnečná sústava sa nekončí na obežnej dráhe Pluta. Gravitácia Slnka pôsobí aj v 3000-krát väčšej vzdialnosti, jej vplyv ustáva až na polceste k najbližšej hviezde, vo vzdialosti dvoch svetelných rokov. Tento priestor nie je prázdný: vypĺňa ho gigantický rezervoár komét, ktoré sú po zostatkom primordiálnej hmoty po sformovaní Slnečnej sústavy. Tento rezervoár sa nazýva Oortov oblak.

Oortov oblak je Sibírou Slnečnej sústavy; tieto nehostinné končiny sú plne vyhnancov z vnútorného impéria Slnka, ktorí sa vás iba častočne podriadiú jeho autorite. Teplota na periférii Slnečnej sústavy sa drží na hodnote 4 stupne nad absolútou nulou; susedné komety delí vzdialenosť niekoľko miliónov kilometrov. Slnko, najjasnejšia hvieza na oblohe, vyzerá z tejto diaľky ako Venuša na večernom nebi Zeme.

Stavba sústavy komét

Postupne s aplikáciou modernej výpočtovej techniky umožňujúcej okrem iného aj podrobnejšiu a presnejšiu štatistiku kometárnych dráh sa menia aj naše názory na stavbu Oortovho oblaku komét. Pre porovnanie uvádzam pôvodný a súčasný pohľad:

– **Oortov model (1950):**
štruktúra: homogénny oblak bez vnútorných zhlukov
počet: 1.8×10^{11} komét
vzdialenosť: 50 000–150 000 AU
hmotnosť: 0,01–0,1 hmotnosť Zeme
tvar: sférický

– Oortov oblak (dnes):

štruktúra: vnútorný oblak a vonkajší oblak
počet: 10^{13} – 10^{14} komét
vzdialenosť: 30–20 000 AU
hmotnosť: 10–30 hmotnosť Zeme
tvar: plochý disk expandujúci do sféry a sférický

Z obrovského počtu telies nachádzajúcich sa v Oortovom oblaku máme zážnamy približne o 900 kometach, z ktorých menej ako 200 má obežnú dobu kratšiu ako 200 rokov (krátkoperiodické komety). Je evidentné, že komety, ktoré môžeme pozorovať predstavujú len malý zlomok dokonca i z telies, ktoré sa pohybujú vo vnútornej Slnečnej sústave a nie len v celom Oortovom oblaku.

RNDr. JÁN SVOREŇ, DrSc.,
Astronomický ústav SAV

PAUL R. WEISMAN /

tomu vyslovil názor, že sa komety pohybujú okolo Slnka po elipsových dráhach. Napísal: – Komét nie je veľa. Priestor medzi Slnkom a hviezdam je však obrovský, takže sa môžu pohybovať po mimoriadne výstredných dráhach. Napriek spomínaným nedostatkom poslúžili Halleyove výpočty obežných dráh komét a ich afelií hvezdárom, ktorí o 250 rokoch neskôr predpovedali existenciu Oortovho oblaku. Halley postrehol, že komety 1531, 1607 a 1682 majú veľmi podobné obežné dráhy, takže sa budú vracať v príbližne 76-ročnom intervale. Vyšlo preto názor, že ide o tú istú kométu, ktorá sa pravidelne vracia. Toto teleso – Halleyova kométa – sa stalo najsledovanejšou kométou v dejinách ľudstva. Naposledy sa vrátila roku 1986.

Hvezdári neskôr rozdelili komety do dvoch skupín podľa periód návratov, z ktorých vypočítali ich priemernú vzdialenosť od Slnka. Dlhoperiodické komety, napríklad Hyakutake a Hale-Bopp, majú dlhšie periody ako 200 rokov; krátkoperiodické komety sa stihnu obehnúť Slnko za meno ako 200 rokov. Ešte donedávna sa aj krátkoperiodické komety delili do dvoch skupín. Do prvej patrili komety Jupiterovej rodiny, napríklad Encke a Tempel-2, ktoré majú kratšiu periódou ako 20 rokov. Do druhej skupiny (komety typu Halley) sa zaradovali vlasatice so strednou periódou – medzi 20 až 200 rokmi.

Tieto definície sú trochu školometiske, ale reflektujú reálne rozdiely. Komety so strednou a dlhou periódou vstupujú do planetárnej sústavy zo všetkých smerov, zatiaľ čo komety Jupiterovej skupiny krúžia po dráhach, ktoré voči rovine ekliptiky nemajú sklon väčší ako 40 stupňov. Zdá sa, že komety so strednou a dlhou periódou prichádzajú z Oortovho oblaku, krátkoperiodické komety (aspôr podľa najnovších pozorovaní) majú svoj pôvod v Kuiperovom páse, za obežnou dráhou Neptúna.

Kometárne hniezda za Plutom

Začiatkom 20. storočia sa začalo študovať rozdelenie dlhoperiodických komet v priestore. Hvezdári zistili, že najmenej tretina komet sa pohybuje po hyperbolických dráhach. To znamenalo, že sa (na rozdiel od periodických komet) nenávratne strácajú v medzihviezdnom priestore. To viedlo k hypoteze, že z medzihviezdného priestoru ich smerom do vnútra Slnečnej sústavy stahuje gravitácia planét.

Táto hypoteza primäla hvezdárov k tomu, aby extrapolovali obežné dráhy komet do minulosť. Tak zistili, že dráhy komet sa pod vplyvom gravitačných vplyvov (najmä veľkých planét) menia. Na základe analýzy istej množiny týchto údajov a po zohľadení spoločného ťažiska hmoty celej

sústavy (teda hmotnosti Slnka a všetkých planét) sa zistilo, že bezmála všetky dráhy sú eliptické. Ergo komety nie sú vesmírnymi tulákmi, ale patria do našej Slnečnej sústavy.

Vzápäť sa ukázalo, že viac ako treťina komet sa pohybuje po dráhach, ktorých afeliá sú vo veľkých vzdialenosťach – až 20 000 a viac astronomických jednotiek. Takéto obežné dráhy majú periódy dlhšie ako milión rokov.

Prečo toľko komét prichádza až z tejakej diaľky? Roku 1940 holandský astronom Adrianus F. van Woerckom dokázal, že rovnoradá distribúcia komet môže byť dielom porúch, ktoré spôsobujú najmä obrie planéty. Inými slovami: planéty, či presnejšie ich gravitácia, postupne „upravili“ obežné dráhy komét na dlhé a krátke. Čo však s kométami, ktoré majú periódum milión rokov?

Roku 1950 sa na tento problém zameril holandský astronom Jan H. Oort (ktorý sa roku 1920 preslávil tým, že vypočítal rotáciu našej Galaxie). Dospel k názoru, že združkom s najdlhšou periódou sa musí nachádzať na periferii Slnečnej sústavy. Týmto zdrojom mal byť obrovský sférický oblak komét, akési puzdro Slnečnej sústavy, ktoré sa nachádza na polceste k najbližším hviezdom.

Oort dokázal, že komety sú v tomto oblaku gravitačne tak slabo viazané, že príťažlivosť Slnka i gravitácia blízkych hviezd môžu ich obežné dráhy zmeniť. V priebehu jediného milióna rokov sa k Slnku na vzdialenosť 206 000 AU (1 parsek) priblíži asi dvanásť hviezd. Každá z týchto hviezd dokáže počas priblíženia zmeniť dráhy množstva komet a „vykopnúť“ ich buď smerom k Slnku po veľmi dlhej elliptickej dráhe, alebo opačným smerom – do medzihviezdného priestoru. Komety nasmerované do vnútra Slnečnej sústavy vniknú časom medzi veľké planéty, ktorých gravitácia ich pohyb urýchli alebo spomalí. Vlasatice, ktorých orbitálna energia po „gravitačnom bozku“ vzrástie, neraz našu Slnečnú sústavu navždy opustia. Ostatné komety sa postupne rovnomerne rozptýlia a usadia na viazaných, ale nie definitívnych dráhach. Oort opísal „svoj oblak“ ako „záhradu, ktorú hviezdy nežne obrábjajú“.

Dľho sa zdalo, že niektoré komety prichádzajú z medzihviezdného priestoru. Podľa všetkého však išlo iba o dojem, ktorý bol vyvolaný nepresným výpočtom ich dráh. Dráhu komety totiž nemení iba gravitačný biarid planét. Keď sa kométa blíži k perihéliu, slnečné žiarenie premení zlepence exotických ladiov a prachu na jej povrchu na gigantické fontány vodnej pary a plynu, ktoré môžu dráhu komety meniť podobne ako raketové motory. Na hyperbolickú dráhu môže teda kometu usmeriť aj „vlastný pohon“.

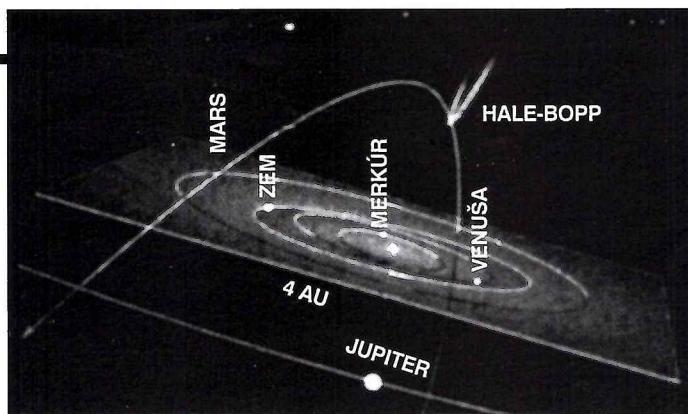
Blízke stretnutia hviezdného druhu

Ort objav je famózny; invenčný hvezdár mal na stole iba 19(!) presne zmeraných dráh dlhoperiodických komét, a to mu stačilo, aby svoj (v tom čase celkom virtuálny) oblak komét objavil, či presnejšie predpovedal. Dnešní astronómi majú naporúdzí údaje bezmála o 300 dlhoperiodických kométoch. Vedia, že každá dlhoperiodická kométa, ktorá po prvý raz vnikne do vnútornej Slnčnej sústavy, prichádza z priemernej vzdialenosťi 44 000 AU. Obežná dráha týchto komét má períodu 3,3 milióna rokov.

Astronómi medzičasom zistili, že poruchy spôsobované blízkymi hvezdami nie sú ani zdaleka „jemné“. V minulosti sa neraz stalo, že hviezda, dočasné (blízky) sused Slnka, vnikla tak hlboko do Oortovho oblaku, že zmenila či narušila obežné dráhy miliónov komét, ba časť jeho populácie priam rozmetala na všetky strany. Hvezdári vypočítali, že štatistiky možno s návštevou nejakej hviezdy vo vzdialnosti 10 000 AU rátať každých 36 miliónov rokov, vo vzdialosti 3000 AU každých 400 miliónov rokov! Milióny komét takéto stretnutie neprežije, vyparia sa. Milióny komét sa v blízkosti hviezdy zmenia. Obrovské množstvo komét gravitácia hviezdného hosta vykopne na rozličné dráhy.

Blízke stretnutia „hviezdného“ druhu na pohyby planét priamo nevplývajú. Hvezdári však vypočítali, že vo chvíli najväčšieho priblíženia (v ceľých dejinách slnčnej sústavy), keď hviezdu – interventu delilo od Slnka 900 iba AU, spôsobil tento prienik, hoci nepriamo, globálnu katastrofu aj na aj Zemi. Jack G. Hills z Los Alamos National Laboratory už v roku 1984 vyslovil domienku, že blízke stretnutia hviezdi môžu vyslať smerom do vnútra planetárnej sústavy celú eskatru komét, ktoré potom celé milióny rokov bombardujú povrch planét. Pri najmenšom časť impaktných kráterov na povrchu terestrických telies spôsobili kométy. (Podľa všetkého periodické globálne katastrofy, počas ktorých na vymrela na Zemi väčšina druhov, spôsobili nielen ozrnutné asteroidy, ale aj kométy). Autor týchto riadkov, spolu s Pietrom Hutom (Institute for Advanced Studies v Princeton) nasimuloval na počítači dôsledky „kometárneho dažda“ na Zemi. Vyšlo im, že počas inkriminovaných troch miliónov rokov sa počet impaktov zvýší až 300-krát!

Kenneth A. Farley nedávno dôkazy takého dažda objavil. Ako spoľahlivý indikátor mimozemského materiálu použil zriedkavý izotop hélia 3; ten mu umožnil odhadnúť akumuláciu medziplanetárneho prachu v usadeninách oceánu od ich vzniku až podnes. Vrstvy naakumulovaného prachu nepochádzajú priamo z impaktov. Každá kométa, najmä týždeň pred a po pe-



Príkladom dlhoperiodickej komety je Hale-Bopp, ktorá sa v marci 1997 priblížila k Zemi. Do našej Slnčnej sústavy zavítala naposledy pred 4200 rokmi; gravitácia Jupitera počas poslednej návštevy jej dráhu upravila, takže najbližšia návšteva sa uskutoční o 2600 rokoch. Jej afélium leží vo vzdialosti 370 AU od Slnka. Sklon dráhy komety Hale-Bopp je vzhľadom na rovinu ekliptiky extrémny (takmer kolmý), čo je pre dlhoperiodické kométy typické.

riehľiu, stráca milióny ton prachu v medziplanetárnom priestore. Časť z neho zachytí aj Zem. Prach klesá a usadzuje sa na jej povrchu. Najlahšie sa identifikuje v podmorských usadeninách. Medzi množstvom akumulovaného prachu v usadeninách a počtom komét, ktoré preleteli v blízkosti Zeme existuje priama závislosť. Farley zistil, že množstvo mimozemského materiálu v usadeninách oceánu prudko stúpolo na sklonku eocénu, asi pred 36 miliónmi rokov; neskôr hodnota vyjadréná množstvom hélia 3 postupne, celé 3 milióny rokov klesala, čo presne zapadalo do modelu vypočítaných kometárnych spršok po blízkom stretnutí „hviezdného druhu“. V neskorom eocéne došlo k udalosti, ktorá spôsobila masové vymieranie organizmov. S touto dobou koreluje aj datovanie niekolkých veľkých impaktných kráterov. Geológovia objavili v rovnakých sedimentoch aj irídium a mikrotektity, ktoré sú tiež priamym dôkazom invázie mimozemského materiálu.

Ohozí Zem v budúcnosti aj ďalšia invázia komét? Medzinárodný tím astronómov zmeral pomocou satelitu Hipparcos pozície a rýchlosť blízkych hviezd a odvodil z nich ich trajektórie v Galaxii. Zistili, že počas najbližších 1,4 milióna rokov vnikne do Oortovho oblaku iba jediná hviezd: bude to červený trpaslík Gliese 710, ktorý „štrajchne“ vonkajší Oortov oblak vo vzdialosti 70 000 AU od Slnka. Dôsledky tohto prieniku nebudú katastrofické: počet komét smerujúcich k Slnku sa zvýší sotva o 50 percent.

Oortov oblak však ruší aj iné efekty: jedným z nich je slapové pôsobenie disku našej Galaxie, druhým gravitačný vplyv jej jadra. Tieto slapové sily sa prejavujú preto, lebo Slnko

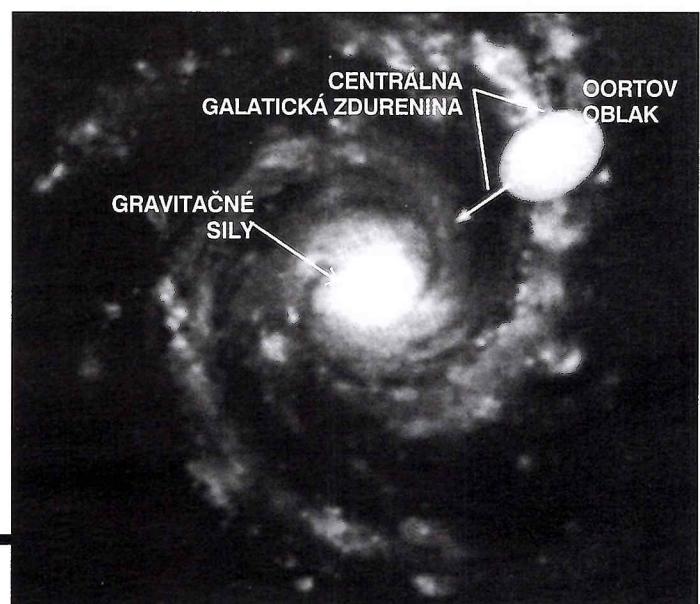
Slapové sily so vzdialenosťou slabnú. Napriek tomu centrálna zdurenina našej Galaxie pôsobí najmä na vonkajšiu stranu Oortovho oblaku (ilustrátor ho neúmerne zväčší). Podobný vplyv má naďajovina našej Galaxie.

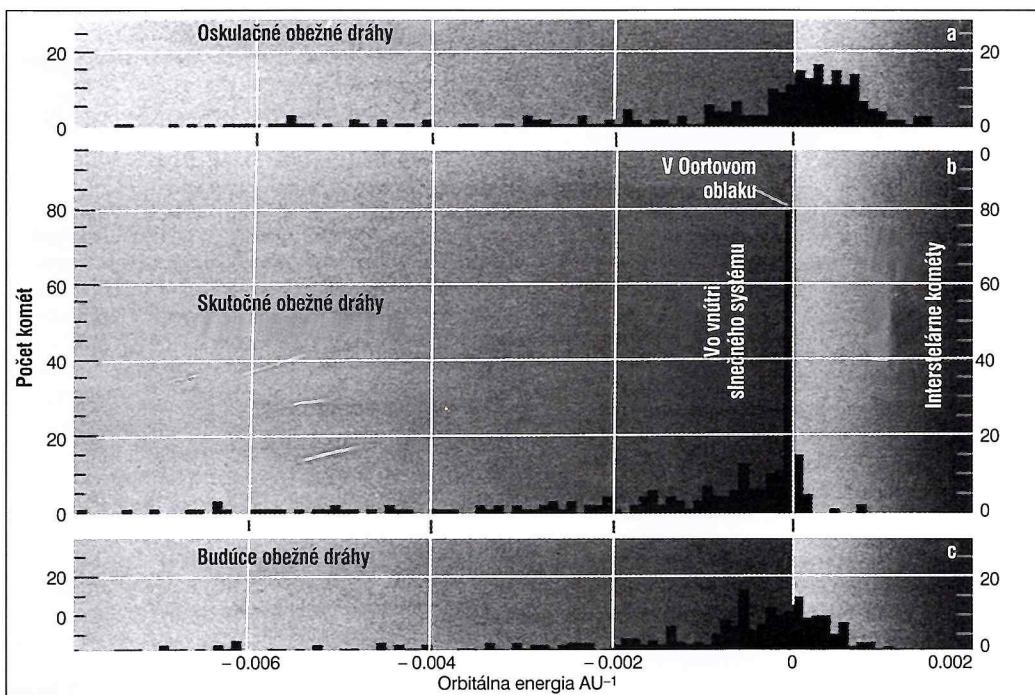
lémy. Prvý: aká je jeho štruktúra? Tremainov tím študuje, ako poruchy generované hviezdami a molekulárnymi oblakmi redistribuujú komety v Oortovom oblaku. Získali dôkazy, že tieto poruchy vymetajú komety najmä z vonkajších častí oblaku. Zistili však aj to, že vo vnútri oblaku existuje zhustenina, ktorá vyprázdnovaný priesitor pohotovo dopĺňa.

Tremainov tím dokázal, že ak komety štartujú z Oortovho oblaku, sklon ich orbitálnej trajektórie sa nemení. To vysvetluje, prečo si hvezdári myslia, že komety Jupiterovej rodiny, ktorých dráhy majú voči ekliptike malý sklon, štartujú skôr z Kuiperovho oblaku. Zdá sa, že Oortov oblak je skôr rezervoárom komét s vyšším sklonom dláhy, ku ktorým patria i kométy so strednou periódou, napríklad Haleyova kométa či Swift-Tuttle. Obe boli kedysi kométami s dlhou periódou, ale planéty postupom času ich dráhy podstatne skrátili.

Druhým problémom je, kolko komét sa v Oortovom oblaku nachádza? Odhad závisí od toho, ako rýchlo gravitáciu uvoľnené komety odstraňujú do medziplanetárneho priestoru. Na základe získaných poznatkov o dlhoperiodických kométoch astronómi odhadli, že oblak obsahuje šesť biliónov komét, takže Oortov oblak je jedným najhmotnejších útvarov v celej Slnčnej sústave. Iba šestina tohto počtu sa nachádza v jeho vonkajšej, dynamicky aktívnej časti, čo vypočítal už sám Oort; zvyšok sa nachádza v jeho centrálnej zhustenine. Ak je výpočet ich hmotnosti správny (40 miliárd ton), potom ich celková hmotnosť je 40-krát väčšia ako hmotnosť Zeme.

Tretí problém: ako vznikol Oortov oblak? Určite sa nesformoval tam, kde sa nachádza, pretože primordiálna hmota sa v takej veľkej vzdialnosti nemohla gravitačne nabalovať. Nemožno vzniknúť ani v medzihviezdom priestore, pretože ani gravitácia ovesa gravitačného Slnka nemohla vytvoriť takéto mohutné puzdro. Kolískou Oortovho oblaku bola teda Slnčná sústava. Oort špekuloval, že počas





Orbitálna energia známych dlhoperiodických komét, znázornená na tomto Weismannovom histograme, je nepriamy dôkazom existencie Oortovho oblaku. Astronómovia spočiatku vypočítavali obežné dráhy, po ktorých by sa kométy pohybovali, keby na ne vplývala iba gravitácia Slnka. Tretina týchto obežných dráh má pozitívnu energiu, čo sugeruje interstelárny pôvod. (a) Keď pri výpočtoch zohľadnili aj vplyv planét (počas minulých návratov), vyšla im negatívna energia, naznačujúca, že hniezdo komét je na periférii Slnčnej sústavy, v Oortovom oblaku. (b) Ak vplyv planét na ich obežné dráhy potrvá, niektoré kométy sa vrátia do Oortovho oblaku, iné uniknú zo Slnčnej sústavy, zvyšok ju však bude ďalej navštěvovať. (c) Orbitálna energia je priamo úmerná prevrátenej hodnote hlavnej poloosi; vyjadruje sa v jednotkách AU⁻¹.

formovania Slnčnej sústavy vznikli tieto kométy v pásme asteroidov a obrie planéty ich až neskôr vypudili na perifériu. Kométy sú zlepencami zamrznutej vody, exotických ľadov a prachu; pripomínajú gigantické, špinavé snehové gule. Teplota v pásme asteroidov však bola v čase formovania Slnčnej sústavy príliš vysoká na to, aby v takýchto podmienkach mohli ľadu kondenzovať.

Ešte roku 1950, krátko potom, ako Oort zverejnil svoj slávny článok, objavil sa na scéne Gerard P. Kuiper z Chicagskej univerzity. Vyhľašil: – Kométy mohli kondenzovať aj ďalej od Slnka, medzi obrími planétami. Nedávno objavený Kuiperov pás premenovali po ňom, lebo už vtedy tvrdil, že časť komét sa mohla sformovať aj za obežnou dráhou Pluta. (Prvý o tomto páshe hovoril však ešte predtým Edgeworth – pozn. recenzenta). Oponenti okamžite namietli, že pri najmenšom v dosahu Jupitera kométy vzniknú nemohli, pretože by ich dve najmasívnejšie planéty vymietli ďaleko za Oortov oblak. Pripustili však, že Urán a Neptún, obri s menšou hmotnosťou, mohli pôsobiť ako gravitačný prak, ktorý množstvo komét vytakal a pultoval práve na perifériu Slnčnej sústavy.

Najnovšie dynamické štúdie však aj tento scenár spochybňujú. Aj Jupiter (ale najmä Saturn) odstredil časť zvyškovej hmoty protoplanetárneho disku do Oortovho oblaku. Kométy v Oortovom oblaku vznikali teda v najrozličnejších vzdialenosťach od Slnka, v oblastiach s rozličnou teploto-

Paul R. Weisman / OORTOV OBLAK

tou. To je jedno z možných vysvetlení mimoriadnej rôznorodosti komét čo do ich zloženia.

Harold F. Levinson (Southwest Research Institute v Boulder) nedávno uverejnil štúdiu, podľa ktorej sa v Oortovom oblaku môžu nachádzať aj asteroidy z vnútra Slnčnej sústavy. Tieto skôr skalnaté ako ľadové objekty tvoria 2 až 3 percentá populácie v Oortovom oblaku.

Obrie planéty korigujú trajektórie komét pri každom návrate. Ak ajé hviezdy majú obrie planéty (čo po-sledné objavy potvrdzujú), mali by mať aj vlastné Oortove oblaky. Ak ho má každá hvieza, potom by sa Oortov oblak hviezd, ktorí sa občas priblížia k Slnku, mal premiešať s naším Oortovým oblakom; po veľkom gravitačnom mixovaní by časť „cuďzích“ malo zostať v našom Oortovom oblaku, mnohé by však zamierili, (po vypudení gravitačným prakom) aj do vnútra Slnčnej sústavy, k Slnku. Interstelárne kométy by sme identifikovali ľahko, pretože by vnikli do Slnčnej sústavy oveľa rýchlosťou ako kométy z Oortovho oblaku. Doteď sú však žiadnu interstelárnu kométu neobjavili. Tento fakt neprekva-puje: naša Slnčná sústava je príliš malým terčom v nekonečnom prie-store.

Oortov oblak fascinuje hvezdárov čoraz väčším. Príroda nám pomocou zákonov nebeskej mechaniky vytvorila depónium materiálu z najranejšieho štadia formovania sa našej Slnčnej sústavy. Keď sa lepšie oboznámime s ich kozmo-chemickými vlastnos-tami, možno nájdeme i klúč k jej vzniku a evolúciu. V tomto roku bude vypustený satelit Stardust, ktorý preletí kómom a chvostom kométy Wild 2, nazbiera vzorky kometárneho prachu a vráti sa s nimi na Zem. O niekoľko rokov vyletí sonda CONTOUR, ktorá obletí tri kométy a porovná ich zloženie. V rámci misie Deep Space4//Champollion poletia ku kométe Tempel 1 dve sondy: jedna ostane na obežnej dráhe, druhá pristane na jej povrchu. Ďalšia misia Rosetta zapokaje to isté na kométe Wirtanen.

Tretie tisícročie sa začína v zna-mení fascinujúceho výskumu komét.

PAUL R. WEISMAN

Autor pracuje v Jet Propulsion Laboratory v Pasadene, kde štu-duje fyziku a dynamiku komét. Je autorom projektu misie Deep Space4/Champollion, v rámci ktorej roku 2005 pristane na povrchu kométy Tempel 1. Autor je tiež autorom misie Rosetta, ktorá v roku 2004 pristane na kométe Churyumov-Gerasimenko.

RELATÍVNY HMOTNOSTNÝ OBSAH RÔZNYCH ATÓMOV V SLNČNEJ SÚSTAVE

	Plynny Materiál	Ľadový Materiál	Zemský Materiál
Prvky a atómové váhy	H (1) He (4) O (16)	C (12) N (14) O (56) atď.	Mg (24) Si (28) Fe (56) atď.
Slnko	0.9825	0.015	0.0025
Planéty typu Zeme a meteority	stopy	stopy	1.0 (s kyslíkom)
Jupiter	0.9	0.1	stopy
Saturn	0.7	0.3	stopy
Urán, Neptún a kométy	stopy	0.85	0.15

Z tabuľky je vidieť, že Slnko je zložené úplne z materiálu, z ktorého sme začínali. Jupiter má takmer rovnaké zloženie ako Slnko. To prirodzene znamená, že Jupiter sa musel utvoriť pomerne rýchlo z takmer pôvodného zloženia plynnoprachového oblaku. Možno predpokladať, že Saturn sa formoval takmer súčasne s Jupiterom. Vzhľadom na väčšiu vzdialenosť od Slnka zachytil väčšiu časť ľadového materiálu, ktorý tvorí až 30% jeho hmotnosti. Avšak planéty typu Zeme, tvoriace sa vo vnútri dráhy Jupitera, sa museli utvoriť z planetozimál rozlámaneho materiálu – zemský materiál. Vychádzajúc z rovnakého zloženia Uránu, Neptúna a komét možno predpokladať, že tieto telesá sa vytvorili rovnakým spôsobom ako planéty zemského typu, s tým rozdielom, že stavebné kocky vo vonkajšej časti sústavy, kde bolo nižšia teplota, neboli planetozimál, ale mohli by sme ich nazvať kometozimál.

RNDr. JÁN SVOŘEŇ, DrSc., Astronomický ústav SAV

Boom superdalekohľadov

(geniálna invencia v rámci fyzikálnych zákonov)

Teleskopy budú veľké ako futbalové ihrisko, pričom ich konštrukcia sa vyrovňá Cheopsovej pyramíde. Galileov dalekohľad mal priemer 4 centimetre. Dnes sú v pre-vádzke aj desaťmetroví obri. Konštruktéri však chcú prekonať aj túto hranicu; za uskutočniteľné pokladajú aj dalekohľady s priemermi zrkadiel 25, 50 až 100 metrov! Predvlni sa konal Madisone (Wisconsin) workshop na tému „Maximálne priemery teleskopov“, kde sa tieto koncepcie odobrili ako reálne. Nadšenci sa vrátili k tejto myšlienke na dvojdňovom stretnutí v Bäckaskogu (Švédsko), kde približne 70 astronómov, optikov a šéfov observatórií predložilo množstvo nápadov, ako postaviť obrie teleskopy: – Všetky riešenia, ktoré sme prediskutovali sú uskutočnitelné, – vyhlásil Rag Wilson, renomovaný návrhár dalekohľadov pre ESO.

Najnovšie dalekohľady pre snímky s vysokým rozlíšením fungujú ako optické interferometre (napríklad Very Large Telescope (VLT) na Cerro Paranal patriaci ESO), ale gigantické zrkadlo by bolo schopné aj zozbierať o mnoho viac svetla. To by umožnilo snímať a spektroskopicky analyzovať aj extrémne slabé objekty. Napríklad svetlo odrazené od extrasolárnych planét, ktoré možno nesie posolstvo o existencii života. Čoraz lákavejším cieľom sú aj vzdialené galaxie, ktoré vznikli v najrannejšom období vesmíru.

Technologický pokrok umožňuje uskutočniť tieto vízie celkom lacno. V minulosti každé zdvojenie priemeru zrkadla dalekohľadu vyvolalo šesťnásobné zvýšenie nákladov na jeho výstavbu: – Podľa tohto pravidla by náklady na 100-metrový teleskop dosiahli 20–30 miliárd amerických dolárov, – hovorí Roberto Gilmozzi z ESO. Tento muž i jeho kolegovia z ESO však veria, že takýto teleskop dokážu postaviť aj menej ako miliardu dolárov, čo je sotva násobok nákladov na VLT. – Stometrový dalekohľad však nemôžeme postaviť len tak, – vraví Jerry Nelson, šéf Keckovho observatória na Mauna Kea. – Najprv si musíme všeličo overiť na niekoľkých menších (25-metrových) prototypoch.

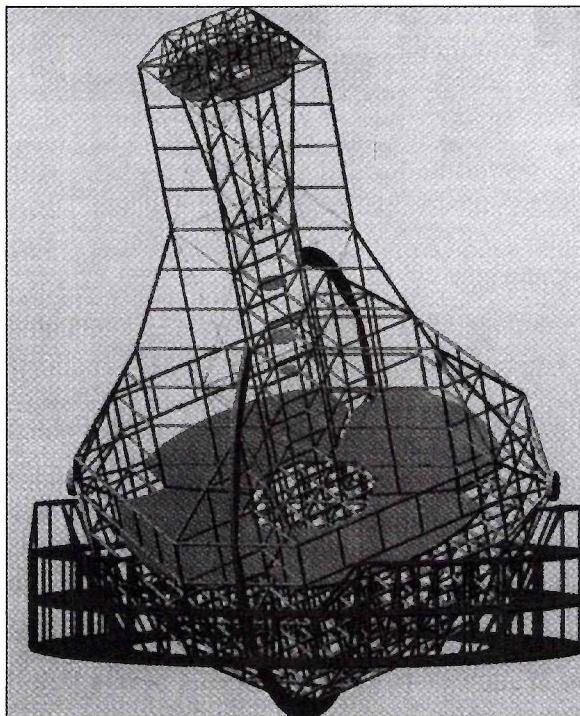
Na spomínanom stretnutí v Bäckaskogu predstrel konštruktéri niekoľko možností vytvorenia 100-metrového dalekohľadu. Mnohí navrhli segmentové zrkadlá zložené zo stoviek alebo až tisíciek samostatných kusov, niekoľkí odvážlivci si však trúfajú vyrobiť aj 50-metrové zrkadlo – monolit. Takéto zrkadlo by poskytlo kvalitnejší obraz, ale doteraz sa nenašiel spôsob, ako ho udržať v správnom tvaru.

Odlievanie, leštenie a nanášanie reflexnej vrstvy na dalekohľade s rozmermi futbalového ihriska by sa dalo uskutočniť priamo na mieste stavby teleskopu, prípadne by sa tam mohlo dopraviť vzdušnou cestou: – Veľké monolitické zrkadlá nám nedajú spávať, – vraví Mary Edwardsová z firmy Corning (New York), ktorá vyrabila doteraz najväčšie, 8,3-metrové monolitické zrkadlo pre japonský teleskop Subaru.

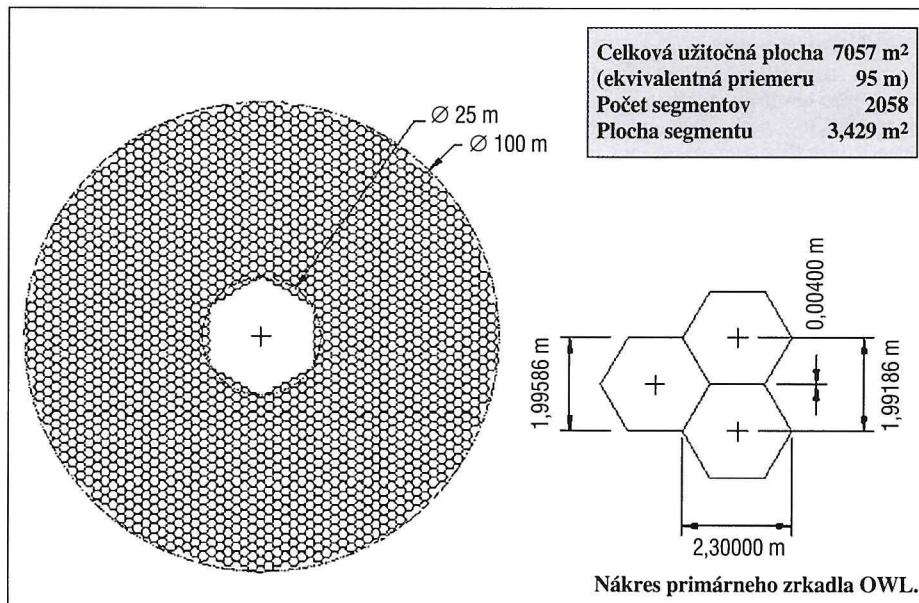
Astronómovia Torben Andersen a Arne Ardeberg súhlasia s tým, že 50-metrové zrkadlo by malo skutočne veľa výhod, ale svoj Extremely Large Telescope (ELT) chcú skonštruovať inakšie. Navrhujú „Mega-Keck“ – obrovské zrkadlo zložené z presne takých segmentov, aké tvoria Keckov dalekohľad. 50-metrové zrkadlo poskladali z 585

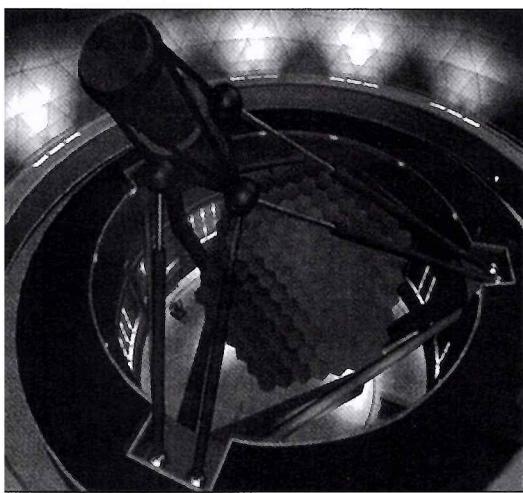
šesťuholníkových zrkadiel 63 rôznych typov. 2-metrové segmenty by vytvorili parabolické zrkadlo, ktoré by odrážalo svetlo na 4-metrové sekundárne zrkadlo, umiestnené 70–80 metrov nad primárny. Bol by to vlastne obrovský cassegrain; sekundár by odrážal svetlo späť k primáru, kde by za stredovým otvorom boli umiestnené detektory a analyzátori. Veľkosť a počet samostatných segmentov nie je fixný. – Prediskutovali sme aj dizajn dalekohľadu, poskladaného zo 104 000 15-centimetrových segmentov, – vysvetluje Andersen. Pri takom veľkom počte zrkadiel by bola problémom automatika udržiavajúca správne nastavenia zrkadiel. Nelson však tvrdí, že sa to dá zvládnuť: – Menšie segmenty sú dajú vyrobíť oveľa jednoduchšie. Netuším, kde je limit, ktorý nás už ďalej nepustí. Ved' centimetrový segment by mohol byť už plochý (rovinný)!“

Nahradenie parabolického zrkadla sférickým (guľovým) by mohlo náklady znížiť. Ibaže: takéto zrkadlo neodráža všetky svetelné zväzky do jedného ohniska. (Nedostatok, ktorý by sa podľa optikov dal vykorigovať.) Výhodou by však bolo, že všetky segmenty by mali ten istý tvar, ktorý by sa ďal ľahko vybrúsiť. S návrhom sférických segmentov prišiel Thomas Sebring z National Optical Astronomy Observatories (NOAO) v Tuscone. Spolu s tímom Texaskej Univerzity navrhujú 30-metrový teleskop (tiež ELT), ktorý by mal horizontálnu otočnú podstavu a bol by zafixovaný na výšku 55° nad horizontom, čím by cena projektu klesla na 250 miliónov amerických dolárov. Takýto teleskop by však mal isté limity: dala by sa ním pozorovať iba časť oblohy, pričom úprava sférickosti primárneho zrkadla by si vyžiadala ďalšie tri korekčné zrkadlá. Neželaný dôsledok: veľa svetla by sa stratilo. Práve kvôli tomu má tento projekt veľa kritikov. Nelson: – Účelom dalekohľadu je zhromažďovať svetlo. Ak



OWL v plnej kráse.





Asi takto by mal vyzerať 30-metrový ELT teleskop.

strácate svetlo, strácate aj peniaze, – desiatky miliónov dolárov.

Ani všetko toto neodradilo tím z ESO od projektu 100-metrového sférického zrkadla, známeho pod názvom „OverWhelmingly Large Telescope – OWL (owl v angličtine znamená sova). S primárnym zrkadlom veľkým ako futbalové ihrisko a montážou, ktorá by sa vyrovnala Cheopsovej pyramíde, možno OWL ovešať už „na papieri“ samými superlatívami. – OWL by mal desaťnásobne väčšiu plochu primárneho zrkadla ako všetky doteraz vyrobené profesionálne teleskopy dohromady, – vraví manažér projektu Gilmozzi.

ESO pre projekt OWL zabezpečilo špeciálnu kanceláriu. Hlavné zrkadlo by sa podľa optického inžiniera Philippa Dierickxa malo skladat z 2000 identických 2,3-metrových zrkadiel. Továreň vyrábajúca jednotlivé segmenty by mala produkovať každý deň jeden segment (zrkadlo) a dokončiť prácu o 8 rokov. Inžinieri Enzo Brunetto a Franz Koch kompletnie projektovali stavebnicovú štruktúru montáže, ktorá sa dosť podobá na štruktúru Eiffelovej veže. Bude sa skladať z 4100 identických trubiek a 850 uzlov, ktoré posúpajame stavebnicovým spôsobom.

OWL si vyžiada kryt podobný hangáru, ktorý sa zasunie, keď bude teleskop v horizontálnej polohe; nevyhnutné budú aj vzduchom chladené obaly, ktoré zabezpečia, že sa zrakdlá ani počas dňa nezohrejú. Hmotnosť pohyblivej časti teleskopu sa odhaduje na 17 000 ton, čo je 35-násobok hmotnosti (pohyblivej časti) 5-metrového teleskopu Hale na Mount Palomare. Gilmozzi dúfa, že kompletnej štúdia bude dokončená do roku 2002; náklady odhaduje na 900 miliónov dolárov. – Zatiaľ používame iba súčasné technológie, – hovorí Gilmozzi. – Teleskop však bude plne funkčný až o 20 rokoch, akurát keď pôjdem do penzie. Kto vie, čo všetko optici a technici dovtedy vymyslia.

Cena takýchto „monštier“ si vyžaduje medzinárodnú spoluprácu. Navyše: bude treba zdokonaliť adaptívnu optiku (AO), kompenzujúcu nestability zemskej atmosféry. Súčasná AO používa malé deformovateľné zrkadlá; korigovať „rozmazávanie obrazu“ pri 50 a 100-metrových ďalekohľadoch bude oveľa ťažšie, pretože deformácie sa môžu meniť na širokom priestore. – V priestore nad zrkadlom teleskopu bude musieť vytvoriť trojrozmerný model atmosférických porúch, – vysvetľuje špecialista na AO Roberto Ragazzoni z Talianska.

Napriek týmto problémom sa vždy budú rodiť ľudia ako Nelson, ktorí, pokiaľ ide o rozmary teleskopov, nijaké limity neuznávajú: – Tieto veci neodporújú zákonom fyziky.

Podľa Science spracoval TOMÁŠ MIKOVÍNY

Život na planétach v medzhviezdnom priestore?

Počas formovania Slnečnej sústavy vznikajú aj objekty, ktoré majú hmotnosť našej Zeme; nazvime ich pracovne planéta X. Gravitačný biliard vznikajúcich proto-gigantov (zárodkov veľkých planét) môže planétu X zo Slnečnej sústavy vypudit. X si však môže udržať atmosféru bohatú na molekulárny vodík, ktorý môže mať pri povrchu X základný tlak 10^2 až 10^4 atmosfér. Pod týmto tlakom sa vodíková atmosféra stane v ďalekej infácervej oblasti nepriepustnou; skleník zadrží teplo, ktoré produkuju rádioaktívne horniny vo vnútri planéty. Dôsledok: napriek tomu, že má X efektívnu teplotu (jej výpočet uvedieme neskôr) iba 30 K, teplota na povrchu môže dosiahnuť teplotu, pri ktorej sa vodný ľad začína topiť. Planéta X môže mať teda na povrchu oceánu rovnaký tlak a teplotu, aké dnes panujú na dne pozemských oceánov. Takéto potenciálne kolísky života sa budú dať detegovať iba ľažko.

Formovanie planét sme doposiaľ úplne nepochopili (niečo nové prinesú možno najnovšie objavy „polystyrénových“ asteroidov); existujú však aj iné modely, ktoré simulujú vznik a evolúciu aj oveľa hmotnejších telies ako Zem v štádiu evolúcie, keď je zdrojom „stavebného materiálu“ slnečná hmlovina bohatá na vodík. Keď tieto veľké telesá nabalia na seba plyny z hmloviny, vznikne obálka. Vo vonkajšej časti sústavy bude toto gravitačné nabaľovanie pokračovať ďalej, vzniknú obrie planéty; silné ultrafialové žiarenie vychádzajúce z materskej hviezdy však spôsobí, že vnútorné planéty svoje obálky stratia. Proces vzniku planét je však dosť neefektívny proces, pretože poruchy (spôsobujú ich protooborie planéty, ktoré sa pri svojom usadzovaní na trajektórii okolo materskej hviezdy správajú podobne ako mláda kukučky – to, čo nepohltia, jednoducho vyhodia z hniezda) a vyvrhujú zo sústavy veľké množstvo hmoty. Medzi výdedencami sa s veľkou pravdepodobnosťou ocitne aj objekt X, pretože rôznorodosť procesov a možnosti je skutočne široká.

Množstvo plynu z prvotnej hmloviny, ktorá ostane viazaná v sústave, závisí na hmotnosti planét, od teploty hmloviny, opacity a časového vývoja nabaľovania sa planét. Telesá s hmotnosťami Zeme stratia energiu naakumulovanú počas miliónov rokov za predpokladu, že platí tlakom generovaná opacita atmosférického H_2 v atmosfére, ktorá má približne jednu stotinu hmotnosti planéty, čiže ak $M_{atm} / M_{plan} = 0,01$. Pri nepriepustnejších atmosférach nám postačí hodnota 0,001.

Na obežnej dráhe Zeme si planéta takúto atmosféru iba ťažko udrží; keď sa sústava zbaľuje hmloviny a materiál ubúda, problémy narastajú. Čím je planéta ďalej od Slnka, tým ľahšie si atmosféru udrží, najmä ak je časť at-

mosféry zamrznutá. Čas, za ktorý planéta stráti atmosféru, môže byť naozaj krátky: milión rokov vo vzdialostiach astronomickej jednotky v mladej sústave. Ak sa však planéta nachádza v medzhviezdnom priestore, môže si atmosféru zachovať aj vtedy, keď už materiálská sústava zanikne. Kolízie s medzhviezdnym vodíkom a inými molekulami s rýchlosťami 10–100 km/s môžu atmosféru očesať iba v prípade zrážky s hustejším oblakom. Pri daných pomeroch $M_{atm} / M_{plan} = 0,001$ až $0,01$ by hustota oblaku musela byť väčšia, ako je hustota hmoty v Oortovom oblaku.

V súčasnosti (priблиžne 4,6 milárd rokov po vzniku Slnečnej sústavy), môže mať medzhviezdnu planétu (pochádzajúcu z našej Slnečnej sústavy) luminiscenciu L pochádzajúcu z rozkladu rádionuklidov s dlhým polčasom premeny približne $L \approx 4 \times 10^{13} (M_{planéty} / M_{Zeme}) J \text{ s}^{-1}$ ak sa pobabá na Zem (čo sa týta zastúpenia rádionuklidov), pričom polymer $M_{planéty} / M_{Zeme}$ označíme χ a vyjadruje hmotnosť planéty vyjadrenú v hmotnostiach Zeme. Efektívnu teplotu T_e planéty vypočítame: $T_e = 34\chi^{1/12} K$. Z hydrostatickej rovnováhy je potom tlak na povrchu planéty $P_s = 10^6 \times M_{atm} / M_{plan} \text{ atm}$. Nakoniec pre teplotu na povrchu planéty platí: $T_s = 425\chi^{1/12} ((M_{atm} / M_{plan}) / 0,001)^{0.36} K$.

Teplota topenia vody sa dosahuje pri takýchto podmienkach pri tlakoch na povrchu asi 1000 atm (100MPa). Taká atmosféra má potom niekolko oblačných vrstiev: metánu CH_4 , amoniaku NH_4 , možno aj vody (podobne ako na Uráne), ale toto vrstvenie iba minimálne ovplyvňuje teplotu na povrchu.

Aj v medzhviezdnom priestore sa teda môžu nachádzať objekty s oceánmi na povrchu. Ideálne podmienky nastanú vtedy, ak vyvrhnuté teleso z rodiacej sa Slnečnej sústavy má takú, alebo iba o trošku menšiu hmotnosť ako Zem. Oceány však nemusia byť iba na povrchu, môžu byť aj pod ním! Tieto telesá by mali mať vulkanizmus i rozsiahlu magnetosféru. Napriek tomu, že existuje termoemisia v mikrovlnnej oblasti spektra (generujú ju teploty hlboko v atmosfére), napriek pravdepodobnosti žiarenia aj mimo infraoblasť, možnosť detektie planéty X je v rámci súčasných možností mizivá.

Ak sa môže život vyvinúť a pretrvať aj bez slnečného žiarenia (na báze iných zdrojov energie, napríklad vulkanizmu), potom by aj osamelé, vesmírom putujúce planéty mohli na dlhú dobu zabezpečiť stabilné prostredie pre život, ak ich teplota bude pomaly klesať celé miliardy rokov. Celkový objem biomasy a komplexnosť takéhoto života by bola malá, pretože zdroje energie sú značne obmedzne. Na druhej strane by to znamenalo, že život vo vesmíre je celkom bežný.

Podľa Nature spracoval Tomáš Mikovíny

Mikroživot na Europe

Ak pod ľadovým príkrovom Jupiterovho mesiaca nadozaj vznikol život, potom čerpá energiu z netypického zdroja: z prúdu nabitých častic, ktoré krúžia v magnetickom poli ozrutej planéty.

Aký je zdroj tepla, ktorý nedovoľuje zamrznúť globálnemu oceánu pod hrubým ľadom Europe? Vedci sa nazdávajú, že sú to slapové sily, vyvolávané Jupiterom. Slapové sily sa najvýraznejšie prejavujú na Io, ktoré je priam posiate činnými sopkami. (Sonda Galileo ich počet počas posledných dvoch obieťov rozšírila na vyše 100!) Ak slapové sily dokázali roztaviť horniny pod kôrou Io a zahriať ich až na 1600 kelvinov, potom určite dokážu odspodu roztaviť aj spodnú časť ľadového panciera na Europe. Planetológom a geológom snímky z povrchu Europe pripomínajú arktické končiny na Zemi: vidia na nich ozrutné kryhy a rozpukané ľadové polia. Pukliny, ktorími, ako sa zdá, celkom nedávno vyvrela voda alebo teply ľad, znečistene akými-si (možno organickými) zlúčeninami. Sonda Galileo počas nedávneho obletu objavila rýchle zmeny magnetického poľa zaľadeneného mesiaca. To znamená, že pod ľadovou kôrou je médium (podla všetkého voda), ktoré je dobrým vodičom elektrického prúdu. (Pozri Kozmos 2000/1).

O možnosti života na Europe sa spekuluje už od konca 70. rokov, keď vedci po prvý raz analyzovali snímky povrchu tohto mesiaca. Po analýze detailnejších snímok, ktoré získala sonda Galileo, sa

hovorí o oceáne slanej vody pod hrubou ľadovou kôrou. A tam, kde je voda, tam sa môže vyvinúť aj život.

– Dnes vieme, že Europa má svoj oceán. Nevieme však, ako dlho existuje a či sa v ňom vyvinuli jednoduché organizmy, – vraví profesor Christofer Chyba, astrobiológ z inštitútu SETI (USA). – Čažko uverím, že ide iba o ozrutanú nádrž sterilnej vody. V jednom z posledných čísel týždeníka Nature vyrúkoval Chyba s dôkazmi, ktoré hypotézu o živote v oceáne Europe podporujú.

Voda je nevyhnutou podmienkou života, ale bez energie sa život ani vo vode nevyvinie. Metabolizmus sa bez energie nezaobídne. Slnečná energia však cez hrubiznú, niekolko kilometrov hrubú ľadovú kôru neprenikne. To vylučuje fotosyntézu. – Pod hrubým ľadom panuje tma, – vraví Chyba. – Na dne tmavého oceánu však môžu existovať oázy života podobné tým, čo vznikli pozdĺž tektonických zlomov na dne pozemských oceánov. Sú to miesta, kde horúca vulkanická voda, nasýtená metánom a sírom, je pokrmom i energiou pre početné organizmy. Tento život sa bez slnečného svetla celkom dobre zaobídne.

Tento typ života na Europe opísal slávny sci-fi autor Artur C. Clarke vo štvrtej časti Vesmírnej odysej. – Žiaľ, ešte dlho nebudem mať rukolapný dôkaz o tom, či takéto oázy života na Europe naozaj existujú, – vraví Chyba. – Aký iný mechaniz-

mus by do oceánu Europe mohol pumpovať kysličníky i organické zlúčeniny, bez ktorých je život nemysliteľný?

Chyba objavil možnosť iného zdroja energie.

Povrch Europe je pokrytý kôrou vodného ľadu, premiešaného z nevelkým množstvom oxida uhličitého – tzv. suchého ľadu. Nabité časticie, protóny a elektróny, uväznené v silnom magnetickom poli Jupitera, tento povrch neustále bombardujú. Tento neprestajný dážď nabitých častic podchvíľou vyvoláva poruchy na palubných prístrojoch sondy; mimoriadne citlivá je na ne najmä pamäť hlavného počítača. Nabité časticie po náraze na ľad Europe rozlbijajú molekuly vody a oxida uhličitého a vytvárajú okysličovadlá (peroxid vodíka), alebo organické zlúčeniny, medzi inými napríklad formaldehyd. Tenučká, nanajvýš milimeter hrubá vrstvička ľadu na povrchu mesiaca sa rýchle obohacuje životodarnými zlúčeninami.

Ako tieto zlúčeniny preniknú cez niekoľko kilometrov hrubú vrstvu ľadu do oceánu? Ľadová kôra Europe dosť často puká (príčinou je zväčšovanie objemu podložných vrstiev teplého ľadu a vody), pričom tlak časť vody vyženie až na povrch. Tam sa časť vody rozleje po povrchu a okamžite zamrznne, ale časť sa vráti puklinu späť do oceánu, pričom spláchnie aj „biologickú pomázanku“. Keď sa organické látky dostanú do hlbín, okamžite „rozkvitnú“. Potom „usnú“ a čakajú na nové puknutie a posilu „zhora“.

Biologický výťah funguje aj opačným smerom.

– Ak by sme dokázali získať sto litrov roztopeného ľadu z povrchu Europe, – tvrdí Chyba, – objavili by sme v ňom mikroorganizmy.

Nature

Rekordný kvazar

Do knihy kozmických rekordov sa zapísal kvazar, ktorý nedávno objavili v súhvezdí Cetus: predbežne sa stal najvzdialenejším objektom v našom vesmíre. Inými slovami: pokial hvezdári neobjavia ďalšie vzdialenejší objekt, budeme ho pokladať za prvú štruktúru, ktorá sa sformovala po big bangu.

Medzinárodný tím astronómov identifikoval rekordný kvazar po mnohých nociach „hľbkového snímkovania“ (s dlhou expozíciou) na 5-metrovom Haleovom teleskope (Observatórium na Mount Palomare) a na 4-metrovom Mayallovom teleskope, ktorý stojí na Kitt Peaku. Spektrálnu analýzu svetla z podozrivého kvazara vyhodnotili v Keckovom observatóriu na Havajských ostrovoch.

– Hned ako sme videli spektrum, vedeli sme, že ide o čosi mimoriadne, – vraví Daniel Stern z Jet Propulsion Laboratory. – Na fotografiách sú kvazary na nerozoznanie od hviezd. Rozlíšiť ich dokážeme iba vďaka spektrálnej analýze. Tento kvazar je naozajstný Matuzalem; vznikol ako jedna z prvých detegovateľných štruktúr násšho vesmíru.

V mladom vesmíre bolo kvazarov oveľa viac ako dnes. Tieto extrémne svietivé objekty, veľké ako naša Slnečná sústava, vyžarujú obrovské množstvo energie: 10 000-násobok toho, čo vyžari naša Galaxia. Vedci sa domnievajú, že energiu kvazarov generujú supermasívne čierne diery, ktoré „požierajú“ okolitú hmotu a premie-

ňajú ju na obrovské množstvo vyžiarenej energie.

Hodnota červeného posunu prezrádza, ako rýchlosť sa od nás skúmaný objekt v rozpinajúcim sa vesmíre vzdáľuje. Kvazary sa stali spoľahlivými indikátormi kozmických vzdialenosťí. Čím rýchlejšie sa od nás vzdáľujú, tým viac sa ich svetlo posúva smerom červenej oblasti spektra (do oblasti dlhších vlnových dĺžok). Čím rýchlejšie sa ten-ktorý objekt pohybuje, v tým väčšej vzdialenosťi ho pozorujeme. Sternov kvazar s hodnotou červeného posunu ($z = 5,5$) sa vydal na svoju púť pred 13 miliardami rokov. To znamená, že existoval už v dobe, keď nás vesmír mal sotva 8 percent dnešného veku.

– Nemôžeme uveriť tomu, že sme našli kvazar s červeným posunom ($z = 5,5$), hoci sme skúmali iba nepatrúcu časť oblohy, štvorec 10×10 oblúkových minút, – priznáva Stern. – V priebehu posledných rokov sa nikomu nepodarilo nájsť kvazar, ktorého červený posun by sa priblížil k hranici $z = 5,0$.

Kvazary s vysokým červeným posunom nám pomôžu odhaliť najväčšie mystérium kozmu: vedcov i kozmológov najviac vzrušuje obdobie, keď sa nudná uniformita chaotického, mladého kozmu premenila na dnešnú, takú fascinujúcu rôznorodosť hviezd, hviezdkop, galaxií a skupín galaxií. Astrofyzici sa nazdávajú, že vesmír sa vyvinul z nesmierne horúceho stavu, krátko po big bangu. Hmotu v mladom vesmíre bola do ta-

kej miery ionizovaná, že elektróny neboli pripútané k protónom. Starnúci vesmír začal chladnúť, polievka kvarkov a gluónov sa bud premenila na protóny a elektróny, alebo ostala neutrálna. Túto premenu nazvali astrofyzici rekombináciou.

Ked sa sformovali prvé hviezdy a galaxie, zvyšná hmota medzi týmito ostrovmi sa opäť zohriala a premenila na ionizované intergalaktické médium, ktoré dnes pozorujeme aj v našom lokálnom vesmíre. Ďalším mystériom, ktoré vedcov najavia zlepšiť, je to, kedy sa táto druhá tranzícia, premena neutrálneho plynu na ionizovaný, odohrala.

Výsledky analýzy spektra najvzdialenejších kvazarov nám napovedia, či bol mladý vesmír (s hodnotou 5,5) neutrálny alebo ionizovaný. Svetlo najvzdialenejších kvazarov na ceste k nám absorbuje hmota, ktorá im stojí v ceste. Kvazarológovia dnes vedia, že oblaky neutrálneho vodíka dokážu absorbovať až polovicu svetla kvazarov s vysokým červeným posunom. Tento objav je klúčom k pochopeniu, kedy a ako sa z oblastí superhustého vodíka sformovali supermasívne čierne diery, kvazary, galaxie a ďalšie štruktúry, ktoré vznikli po big bangu. Aj novo objavený kvazar prispieva k tomu, aby sme sa viac dozvedeli o distribúcií hmoty v raných štadiach histórie kozmu.

– Tento kvazar je ako maják na konci universa, – vraví Stern. – Kedže vieme, že sú kvazary svietivejšie ako vzdialené galaxie s rovnakým červeným posunom, dokážeme vďaka jehom svetlu skúmať skoro všetky procesy, ktoré prebiehali a prebiehajú medzi nami a kvazaram.

Podľa internetovských stránok – eg-

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1998 (XXXIII.)

Věnováno památce čestné členky České astronomické společnosti RNDr. Marty Chytilové (1907–1998) z Brna

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

6.2. Reliktní a kosmické záření Velmi raný vesmír (pokračování)

G. Tanco aj. se zabývali pozorováním vzácných případů **částic kosmického záření o extrémně vysokých energiích** řádu EeV pomocí aparatury AGASA. Rekordní částice v jejich souboru dosáhla energie 210 EeV a patrně šlo o proton. Podle M. Böttchera a C. Dermera mohou extrémně energetické protony přicházet ze vzdálenosti až 100 Mpc od nás, a v této vzdálenosti už jsou vhodní potenciální kandidáti – blazary. Naproti tomu M. Hillas tvrdí, že příslušné zdroje musí být blíže než 50 Mpc; jinak by byly částice, dříve než k nám došly, rozptýleny na fotonech reliktního záření. Nejzajímavějším – byť statisticky zatím nepříliš významným – výsledkem je výskyt tří páru částic vzdály z jednoho směru, ale s časovým odstupem 1,9±3,2 let mezi složkami páru. T. Totani hledá zdroje extrémního kosmického záření v zábleskových zdrojích záření gama a tvrdí, že synchrotronové záření protonů může přinášet fotony s energiemi až 1 ZeV! Fotony však přicházejí vzácně a jen od zdrojů, jejichž $z < 0,2$.

S. Taylor aj. shrnuli výsledky studia částic kosmického záření s energiemi nad 30 PeV pomocí aparatury v Dugway v Utahu. Ukažali, že při energiích v pásmu $0,1\text{--}10 \text{ EeV}$ se mění složení kosmického záření, když místo jader těžkých prvků nastupují lehká jádra. Pouze 1 promile částic kosmického záření představují při těchto extrémních energiích fotony gama. Několik výzkumných týmů se snaží zvětšit detekční aparatury tak, aby získali dobrou statistiku i pro energie řádu 100 EeV, kde nabité částice již málo podléhají vlivu mezhivězdných a intergalaktických magnetických polí, takže si uchovávají informaci o směru ke zdroji, odkud pocházejí. G. Tanco aj. usuzují, že tato magnetická pole souvisejí s velkorozměrovou strukturou vesmíru. R. Diehl a F. Timmes zjistili, že **radioaktivní izotopy Be, Na, Al, Ti, Ni, Fe, a Co** ve hvězdách a galaxiích vysílají fotony gama, které lze zachytit i na Zemi.

Y. Izotov a T. Thuan určili zastoupení prvního ${}^4\text{He}$ ve 45 oblastech H II a dosáli $Y = (0,245 \pm 0,004)$ ve výtečném souhlasu s předpovědí teorie velkého třesku. R. Matthews tvrdí, že největším objevem současné kosmologie je skutečnost, že **kvantové procesy** hrají klíčovou úlohu jak ve vývoji raného vesmíru (energie kvantového vakua) tak v jeho konečném osudu (díky kosmologické konstantě případně různé od nuly). Bohužel rozdíl mezi teorií a pozorováním energie kvantového vakua představuje plných 119 řádů, což je vůbec nejhorší předpověď v dějinách přírodovědy! Přitom energie kvantového vakua má zásadní vliv na kosmologickou inflaci v čase 10–35 s po velkém třesku, takže právě zde se stýkají mikroskopické a makroskopické vlastnosti vesmíru nejzřetelněji. Matthew ne-souhlasí s Dirakovým nápadem z r. 1938, že gravitační konstanta se s časem mění, ale navrhuje vyložit Dirakem odhalené kosmické koincidence základních konstant astronomie a čisticové fyziky antropickým principem. J. Ostriker formuloval tzv. **totalitní princip** ve fyzice: „Co není ve fyzice výslově zakázáno, je ve vesmíru povinné“.

6.3. Čisticová fyzika

F. Wilczek se zabýval stavem vesmíru v čase 0,01 s po velkém třesku a ukázal, že při teplotě řádu 1 TK se vesmír skládal z **kvarkově-gluonového plazmatu**. L. Okuň shrnul současný stav fyziky elementárních častic, podle níž se v přírodě vyskytuje právě 12 fermionů se spinem 1/2 a 4 bosony se spinem 1 a k tomu odpovídající antičástice. Fermiony seštěpí do 3 generací, přičemž každá generace obsahuje právě 2 kvarky a 2 leptony. První objevenou částicí byl elektron již r. 1897 a poslední kvark r. 1995. Ve velmi raném vesmíru patrně existovaly k témuž čisticím supersymetričtí partneri při energiích mezi Fermiho (100 GeV) a Planckovou (10^{19} GeV) mezí. Dalšího pokroku v poznávání vnitřní struktury hmoty však nelze dosáhnout bez nových experimentů – proto se tolik čeká od

urychlovače LHC v CERN, jenž má být uveden do chodu v r. 2005 s energiemi až 7 TeV.

Objevem roku v čisticové fyzice se stalo pozorování **oscilace mionových neutrín**, odhalené japonským podzemním detektorem Superkamiokande a oznámené skupinou 120 japonských a amerických fyziků pod vedením Y. Totsuky, H. Sobela aj. na konferenci v Takajamě v červnu 1998. Mionová neutrina vznikají při interakci častic primárního kosmického záření s molekulami zemského ovzduší ve výškách asi 20 km nad zemí. Jelikož je pro ně Země průhledná, měla by do vodního detektoru v hloubce asi 600 m pod povrchem dopadat stejněměrně ze všech směrů. Po 537 dnech měření mezi dubnem 1996 a lednem 1998 zaznamenali autoři asi 4700 mionových neutrín, která však přicházela do detektoru nejvíce ve směru od zenitu a nejméně ve směru od nadiru. Deficit neutrín závisle jednak na jejich energii a jednak na úhlu vzdálenosti od zenitu, takže ve směru od podhlavníku přicházelo asi 2krát méně neutrín než z nadhlavníku.

To lze nejpřirozeněji vysvětlit předpokladem o oscilacích mionových neutrín mezi stavem, v němž neutrino reaguje v detektoru, a stavem, v němž nereaguje. Domněnka o oscilacích neutrín byla vypracována už dříve (tzv. mechanismus MSW) kvůli objasnění deficitu slunečních neutrín v řadě podzemních detektorů, ale teprve nyní se jí dostává dramatického – byl nepřímého – potvrzení. Oscilace neutrín jsou možné pouze v případě, že alespoň jeden mód neutrín má kladnou klidovou hmotnost. Ze zmíněného experimentu vyplývá, že rozdíl v hmotnostech obou modů mionového neutrina činí jen $(0,07 \pm 0,04) \text{ eV/c}^2$ a čistě analogicky lze odhadnout, že podobnému procesu je podrobeno také elektronové neutrino, vznikající při termonukleárních reakcích v nitru Slunce. Klidovou hmotností neutrín by se dala objasnit i existence alespoň části skryté hmoty vesmíru, ale k takovému důkazu je zatím ještě daleko.

6.4. Relativistická astrofyzika

V r. 1918 předpověděli J. Lense a H. Thirring, že ve shodě s obecnou teorií relativity strhává rotující hmotný objekt prostoročas ve svém okolí, což je v principu měřitelný efekt, ale je obtížné ho vylomit v houštině jiných, klasických, přičin změn orbitalních elementů. I. Ciufolini, E. Pavlis aj. se nyní pokusili určit tento efekt pozorováním geodetických držucí LAGEOS I a II, jež mají na svém povrchu koutové odražecí, takže jejich polohy lze přesně měřit laserovými signály ze Země. Autoři nejprve zpřesnili tvar zemského gravitačního pole pozorováním 40 umělých držucí po dobu 4 let. Teprve to jim umožnilo oddělit potenciální **strhávání roviny oběžné dráhy** LAGEOSů v letech 1993–96, jež je o 7 řádů (!) menší, než livil slapu a zonálních poruch na dráhu. Tak nakonec zjistili, že dráha LAGEOSů je ročně strhávána o pouhé $(2 \pm 0,2) \text{ m}$, což je hodnota asi o 10% vyšší, než teorie relativity předvídá.

Přesnější určení se však zřejmě povede až po vypuštění specializované družice Gravity Probe B, která se chystá už bezmála dvě desetiletí, a která by měla efekt měřit s chybou menší než 1%, tj. s přesností na $0,0001^\circ/\text{rok}$. Podle W. Culho a., R. Ipinga, D. Markovice a F. Lamba i L. Stelly a M. Vietriho je však toto strhávání zjevně prokázáno studiem **kvasi-periodických oscilač rentgenového záření** v akrečních discích v okolí rotujících černých dér či neutronových hvězd, jako je tomu např. u rentgenové dvojhvězdy Her X-1, jelikož částice plynu obíhají kompaktní objekt až 100krát za sekundu, takže strhávání se rychle kumuluje a projeví se měřitelnou precesí akrečního disku. B. Paul aj. našli dokonce pro rentgenový zdroj GRS 1915+105 nepřímé důkazy, že částice akrečního disku vskutku mizí na tzv. obzoru událostí černé díry.

Tzv. efekt nastává podle B. Bromley a. dokonce i v **aktivních jádřech galaxií**, kde kolem supermasivní černé díry obíhají částice plynu ve vzdálenosti jen 2,6 Schwarzschildova poloměru a rychlosť jejich oběhu představuje až 23% rychlosti na tzv. minimální dráze, což je nejmenší poloměr, na němž se částice oběhují alespoň jednou, než se do černé díry zřítí. G. Preparata aj. proto zavádějí pojmenování **dyadosféry**, jež zahrnuje prostor vně obzoru událostí černé díry, v němž je

však elektromagnetické pole tak silné, že vyvolává spontánní tvorbu páru elektron-pozitron. Připomeňme ještě, že už před časem prokázal S. Hawking, že když se slijí dvě černé díry, je výsledný obzor udalostí větší, než prostý součet obzoru udalostí každé černé díry zvlášt.

W. Lee a W. Kluzniak počítali vlastnosti gravitačního záření, které vzniká při splynutí černé díry s neutronovou hvězdou v těsné dvojhvězdě, což je mechanismus, který navrhl r. 1991 B. Paczyński k objasnění povahy zábleskových zdrojů záření gama. Takové úkazy nastávají v libovolné průměrné galaxii zhruba jednou za milion let a musejí být doprovázeny intenzivním impulsem gravitačního záření. Autoři dále zjistili, že minimální dráha neutronové hvězdy má poloměr 2,8 poloměru samotné neutronové hvězdy a odpovídající oběžná doba kolem černé díry činí 2,3 ms. Asi 0,9 M_o neutronové hvězdy se zřítí do černé díry, ale husté jádro neutronové hvězdy srážku přežívá! Podle P. Leonarda a J. Bonnella poroste frekvence zmíněného gravitačního záření v posledních 15 minutách před splynutím od 10 Hz do 1 kHz, což dává jistou naději aparaturám pro detekci gravitačních vln LIGO, VIRGO a GEO, z nichž část LIGO v Hanfordu ve státě Washington v USA by měla pracovat již koncem r. 2000.

E. Ergma a E. van den Heuvel se pokusili určit počáteční hmotnost objektů, které skončí svůj hvězdný vývoj buď jako neutronové hvězdy, anebo jako černé díry a rozbořem vlastnosti 10 rentgenových dvojhvězd zjistili, že pokud je tato počáteční hmotnost vyšší než 20 M_o, končí hvězda jako černá díra a pokud se nalézá v rozmezí 15–20 M_o, skončí občas jako neutronová hvězda; jinými slovy, osud hvězdy závisí též na dalších okolnostech, nejenom na počáteční hmotnosti.

U standardních těsných zákytových dvojhvězd bychom měli měřit relativistické stáčení přímky apsid, avšak souhlas teorie a pozorování je překvapivě shpatný.

D. Guenther aj. použili helioseismologických dat z projektů GONG a BISON ke stanovení horní hranice pro případnou závislost gravitační konstanty G na čase. Měření jsou totiž o rád přesnější než dosavadní určování horní hranice pomocí radarových ozvěn od Měsíce či Marsu nebo ze zmenší period binárních pulsarů. Nová horní hranice relativní změny G činí pouze 1,6–12/rok. Zatímco přesnost těchto měření je úžasná, samotná absolutní hodnota gravitační konstanty je zcela určitě vůbec nejhůře určená primární fyzikální konstanta. Jak ukázali J. Schwarz aj. klasickým experimentem, v němž dráha padající testovací částice je ovlivňována hmotou 0,5 t, přesahuje chyba předešlých určení gravitační konstanty 40 násobek (!) udávané střední chyby, takže tabulková hodnota G je chybou o 0,5%. Autoři odvodili novou hodnotu G = (6,6873 ± 0,0094) · 10⁻¹¹ m³ kg⁻¹ s⁻², která ovšem také není nijak závratně přesná.

Pozoruhodná zpráva příšla z katedry fyziky marylandské univerzity, když tamější experimentátoři změřili hodnotu Planckovy konstanty s přesností na 9 platných cifer. To v zásadě umožňuje pomocí vztahu pro kinetickou energii fotona stanovit jednotku hmotnosti nezávisle na etalonu kilogramu ve Francii. Mezinárodní kilogram je totiž poslední základní fyzikální jednotka, kterou nelze reprodukovat přesnými fyzikálními měřeními, ale právě jenom náročným porovnáváním primárního etalonu se sekundárními.

K. Peach ukázal, že nejnovější měření chování neutrálních kaonů v experimentu CPLEAR v CERN ukázala, že je o 0,7% vyšší pravděpodobnost, že se antikaon změní v kaon, než naopak, čili že vesmír není souměrný vůči směru plynutí času (tzv. řípce času)! R. Sanders a M. Verheijen se snažili najít pozorovací podporu pro domněnku M. Milgromy, že při malých zrychleních se objevuje rozdíl mezi Newtonovou a skutečnou gravitační silou, a to studiem rotačních křivek v 30 galaxiích v kupě UMa, vzdálené od nás asi 15 Mpc. Autoři také doplnili svůj katalog na celkem 80 rotačních křivek galaxií a tvrdí, že všechny velmi dobře odpovídají zmíněnému Milgromově předpokladu.

7. Život ve vesmíru

G. Gonzales dospěl k paradoxnímu závěru, že s přibývajícími objevy exoplanet se spíše snížují výhledy na nalezení mimozemského života, neboť se ukazuje, že pouze 6% zkoumaných hvězd má vůbec nějaké obří exoplanety typu Jupiteru. Jelikož však většina obřích exoplanet během svého života zřetelně migruje směrem k mateřské hvězdě, ovlivňuje to nepříznivě stabilitu druh potenciálních životodárných exoplanet (zemského typu) v dané cizí planetární soustavě. Podobné nebezpečí pro životodárné exoplanety představují nutně obří exoplanety na stabilních, leč silně výstředních dráhách. Kromě toho se obří exoplanety vyskytují i u hvězd s vyšším zastoupením kovů (metalicitou) než má Slunce, zatímco hvězdy v okolí Slunce mají obecně málo kovů. Všechno prostě nasvědčuje tomu, že existence exoplanet závisí velmi citlivě na počátečních podmínkách vzniku mateřské hvězdy, a většina planetárních soustav se pro život vůbec nehodí.

Početné objevy exoplanet vedou rovněž k otázce, zda se životodárné exoplanety mohou případně vyskytovat v těsných dvojhvězdách, jelikož hvězdy tvoří – jak známo – častěji vícenásobné soustavy, spíše než aby zůstaly osamělé. D. Whitmire aj. ukázali, že až 60% těsných dvojhvězd může mít kolem sebe životodárné exoplanety. Specificky, pokud je vzájemná vzdálenost složek dvojhvězd větší než 20 AU, dává to dobrou naději na životodárnou exoplanetu.

N. Woolf a J. Angel soudí, že budoucí kosmický interferometr se základnou alespoň 75 m by dokázal pomocí infračervených spektrálních měření odhalit exoplanety zemského typu nesoucí život mezi 100 nejbližších hvězd podobných Slunci, přestože bolometrická absolutní hvězdná velikost takových exoplanet ne-převýší 28 mag. Podle A. Légera aj. by byl vhodným indikátorem života na exoplanetách výskyt spektrálních pásů vodní páry a ozonu. Za hranice ekosféry pro hvězdy slunečního typu považují rozmezí 0,95–1,15 AU. L. Ksanfonaliti se zabýval hranicemi ekosféry u pozdních hvězd hlavní posloupnosti. Vnitřní mez ekosféry je dána teplotou na povrchu exoplanety, při níž koaguluje bílkoviny, tj. 340 K. Pokud atmosféra exoplanety nevykazuje skleníkový efekt, pak tato spodní mez pro hvězdy slunečního typu činí 0,52 AU. Nenulový skleníkový efekt hranici od mateřské hvězdy přirozeně odsvává. Autor ukazuje, že se jako životodárné hodí jen ty hvězdy, jejichž absolutní hvězdná velikost se nelší od sluneční (+4,7 mag) o více než ±1 mag, tj. mohou to být jedině trpaslíci třídy G a zčásti F a K. Život na Zemi má podivuhodně pevný kořínek v podobě bakterií, řas a zelených rostlin. Ty totiž za rok vytvoří 10 miliard tun uhlovodíků, což je ekvivalentní osmínásobku energetické spotřeby lidstva na úrovni r. 1990.

P. Horowitz rozbíhá program hledání umělých signálů mimozemšťanů v optickém oboru pomocí reflektoru v Oak Ridge, neboť se domnívá, že mimozemšťané by mohli vysílat usměrněné intenzivní laserové záblesky s hustotou energie až milionkrát silnější než má světelné vyzařování Slunce. Program probíhá současně s přehlídkou 2500 hvězd slunečního typu. Podobný program připravil také D. Werthomer pro 0,75 m reflektor a známý lovec exoplanet G. Marcy. Optimální je sledovat záření v blízké infračervené oblasti a hlavní předností metody je její vysoká produktivita, neboť za pouhou minutu lze zkontrolovat na tisíc hvězd.

Projekty hledání cizích civilizací pomocí naslouchání případným umělým radiovým signálům (SETI) utrpěly další ztrátu, když na žádost majitelů místního golfového klubu byl počátkem r. 1998 fyzicky zlikvidován 110 m radioteleskop Big Ear, vybudovaný pracovníky univerzity v Ohiu v letech 1956–63 zejména pro účely rádiových přehlídek oblohy. Univerzita kvůli nedostatku peněz totiž před časem prodala pozemek pod radioteleskopem soukromníkovi, jenž zde vydoboval golfový hřiště a hráčům se nelíbilo, že musejí hrát „ve stínu kovového monstra“, ačkoliv jim v drátně síti radioteleskopu žádný golfový míček nikdy neuvízl. Spojené státy tak přišly o unikátní radioteleskop, ale okres Delaware získal v pořadí již 31. golfový hřiště. Nevlidné veřejné mínění a lhostejnost politiků přiměla řadu astronomů k podpisu petice, zaslanné presidentu Clintonovi, požadující, aby Spojené státy obnovily podporu programu SETI, zastavenou Kongresem USA r. 1993. Mezi signatáře petice jsou vědci-publicisté (J. Gould, P. Morrison, T. Ferris a A. Clarke) i odborníci na SETI a exoplanety (G. Marcy, P. Horowitz aj.). Roční náklady na SETI by přitom činily pouze 12 milionů dolarů (nekupte to za ty peníze!).

Loni v červenci se též z iniciativy NASA konala mezinárodní interdisciplinární porada o astrobiologii, jejížm cílem bylo vytvořit virtuální elektronický astrobiologický ústav, na němž se podílí 11 amerických vědeckých institucí (podrobnosti viz WWW stránka: astrobiology.arc.nasa.gov).

8. Astronomické přístroje

8.1. Optická astronomie

Přístrojovou zprávou roku se nepochybňě stalo sdělení o vynikající funkci prvního zrcadla UT1 obřího teleskopu VLT ESO na Cerro Paranal. První světlo s ještě nepohlinkoványm zrcadlem získali technici 16. května 1998 při vynikající kvalitě obrazu 0,43", když pořídili snímek kulové hvězdokupy Ω Cent během 10–min expozice. Po potažení zrcadla tenkou 0,1 μm vrstvičkou hliníku dostali již oficiální první světlo 27. května, kdy při 2 min expozici byla mezní hvězdná velikost snímku plných 24 mag! Přesnost navádění přístroje dosáhla neuvěřitelné hodnoty 0,001" (sedmkrát lepší než u HST).

Mezitím Japonci dokončili výstavbu dalekohledu Subaru s největším monolitickým zrcadlem světa o průměru 8,3 m na Mauna Kea. Zrcadlo s rekordním poměrem tloušťky k průměru 1:41,5 má přitom neuvěřitelně nízkou hmotnost pouhých 24 t.

A. Morwood aj. referovali o infračerveném spektrometru SOFI pro dalekohled NTT ESO v Chile. Spektrometr pracuje v pásmu 1,0–2,5 μm s maticí HgCdTe, chlazenou kapalným dusíkem. Při hodinové expozici dosahují mezné hvězdné velikosti 22,9 mag v pásmu J a 20,9 mag v pásmu K. Přesnost navádění dalekohledu se zvýšila dvacetkrát (!) následkem silného zemětřesení (!) v říjnu 1997.

Španělsko ohlásilo záměr vybudovat 10 m teleskop typu Keck na Roque de los Muchachos na Kanárských ostrovech ve spolupráci s institucemi v USA, Velké Británii, Mexiku, Indii a Itálii. Přístroj v hodnotě 100 milionů dolarů má být dokončen již r. 2002. Původní Keckovy teleskopy na Mauna Kea na Havajských ostrovech jsou beznadějně přetížené – přijat je v průměru jen jeden návrh ze sedmi. Přitom cena 1 s pozorování se pohybuje kolem 1 dolaru, takže roční provoz přijde na 18 milionů dolarů. Oba dalekohledy budou v dohledné době vybaveny systémy adaptivní optiky za 7,4 milionů dolarů a sprázeny jako interferometr o základně 85 m v r. 2003 celkovým nákladem 44 milionů dolarů. Stejně tak je již

prakticky jisté, že v Sutherlandu v Jižní Africe bude nákladem 20 milionů dolarů vybudován 11 m segmentový teleskop **SALT** s efektivním průměrem zrcadla 9,1 m a pohyblivým ohniskem jako jižní protějšek texaského dalekohledu Hobby-Eberly. Jak poznámenali M. Mountain a F. Gillet, úhrnná sběrná plocha optických dalekohledů roste v současné době exponenciálně, což nemá v historii astronomie obdobu. Jde mj. o výsledek velkého technického pokroku a také zlepšení přístrojů, např. kopule 8 m teleskopu Gemini jsou stejně velké jako u 4 m Mayallova teleskopu předešlé generace a příslušná montáž je dokonce o 25 t lehčí než montáž čtvrtstolecí starého čtyřmetru o hmotnosti 340 t. Vloni však byl uveden do chodu i **největší binar** na světě na Mt. Evans v Coloradu ve výši 4395 m n.m. Skládá se totiž ze dvou zrcadel o průměru 0,72 m a pozorovatelům u tohoto přístroje nelze než upřímně závidět, jak tuší každý, kdo měl někdy možnost pozorovat oblohu obřím triedrem.

U 3,6 m teleskopu ESO byla loni zaznamenána dosud nejlepší kvalita obrazu 0,47" ve vzdálenosti 30° od zenitu. Průměrná kvalita obrazu na **observatoři ESO La Silla** činí podle M. Le Louarna aj. 0,8", zatímco na Cerro Paranal (sídlo VLT) 0,6" – tam už byla ovšem občas naměřena kvalita 0,1"! M. Lloyd-Hart aj. použili k zlepšení ostrosti hvězdných obrazů u 4,5 m reflektoru MMT v Arizoně **adaptive optiku**, využívají umělých hvězd, vytvořených ve vysoké atmosféře Země sodíkovým laserem. Docílili tak při kvalitě obrazu 0,72" úhlového rozlišení 0,51" v infračerveném pásmu K. J. Tonry aj. z MIT však vyvinuli nový typ matic CCD s diagonálním zapojením 15 µm prvků (**OTCCD**), což umožňuje během pozorování pružně reagovat na neklid obrazu hvězdy v obou souřadnicích. Taková matica překonává snadno jakýkoliv systém adaptivní optiky, neboť místo kmitání optických ploch kmitají výhradně nesrovnatelně lehčí elektrony.

W. Kells aj. přistoupili k významné modernizaci proslulého palomarského přesnitru, když zkonztruovali mnohoobjektový spektrograf a kamery **COSMIC** s mnohočíselnou aperturní maskou, umožňující naráz zhotovit spektra až 50 objektů do 23 mag, resp. přímé snímky do 26 mag v zorném poli o ploše téměř 10 čtverečních obloukových minut. Kanadsko-francouzský 3,7 m teleskop **CFHT** dostal loni zatím nejrozumnější mozaiku 12 matic CCD o úhrnné výměře 8k × 12k pixelů, tj. s geometrickým rozměrem 250 × 250 mm, což zabezpečuje zobrazení zorného pole o průměru 1°! Snímek pak obsahuje 500 MB údajů a za jedinou noc lze získat až 30 takových snímků, čili 15 GB.

Pokrok digitálních detektorů a výpočetní techniky naznačuje, že astronomům se snad již brzo splní blouznivý sen sledovat nepřetržitě všechny výraznější **změny na celé obloze**. G. Pojmanski zahájil v Las Campanas v Chile pilotní projekt, kdy se v barevném filtru I nejméně pětkrát za noc automaticky sleduje 24 vybraných polí o souhrnné ploše 140 čtv. stupňů kamery o průměru objektivu 135 mm (f/1,8) ve spojení s maticí CCD 768 × 512 pixelů. Za první rok uskutečnil 10 milionů měření jasnosti pro 30 tisíc hvězd do 12,5 mag a objevil tak 96 nových proměnných hvězd s periodami kratšími než 20 dnů; z toho 3/4 jsou zákrytové dvojhvězdy.

Podle G. Gomberta a T. Droegeho je taková přehlídká plně v dosahu vyspělejších a movitějších astronomů-amatérů. Projekt amatérské přehlídky oblohy (TASS) běží od podzimu 1996 pod dohledem polského astronoma B. Paczińského ve 14 zemích světa zatím za účasti 150 amatérů, vybavených digitálními kamerymi jednotné konstrukce v ceně 1500 dolarů. Dobrovolníci opakově snímají asi 1000 čtverečních stupňů oblohy do 14,5 mag, takže každá kamera získá za hodinu asi 20 MB údajů a během dobré noci až 200 MB, což je třeba jednak pečlivě archivovat a jednak digitálně zpracovat. Pokud se v jedné lunaci podaří pozorovat v průměru v pěti nocích, lze tak úhrnem do roka pořídit 6 milionů měření jasnosti hvězd s přesností na ±0,05 mag, a to je prostě úžasný archivní materiál. Zájemci mohou získat podrobné informace na WWW adrese: www.tass-survey.org.

Mezitím započala velkolepá přehlídká vzdálených hvězd, galaxií a kvasarů, vedená americkým astronomem B. Margonem pod označením Sloan Digital Sky Survey (SDSS) pomocí 2,5 m (f/5) specializovaného reflektoru v Apache Point v Novém Mexiku ve výši 2800 m n.m.. Dalekohled pořizuje pětibarevné snímky oblohy do 23 mag kamerou s 24 maticemi CCD o rozměrech 0,4k × 2k pixelů, tj. v zorném pásu o šířce 2,5°, a nízkodisperzní spektra 30 maticemi 2k × 2k s cílem získat během pěti let provozu fotometrické údaje pro více než 100 milionů objektů a červené posuvy pro milion galaxií a 100 tisíc kvasarů. První světlo prošlo přístrojem v květnu 1998 a Margon odhaduje, že v průběhu přehlídky shromáždí asi 12 TB údajů, takže data se budou zpracovávat ve výpočetním centru obřího urychlovače Fermilab v Chicagu, kde mají s obrovskými objemy měření bohaté zkušenosti.

Již na konci roku 1998 se v průběhu přehlídky podařilo objevit kvasar s červeným posuvem $\zeta = 5,0$, čímž byl překonán předešlý rekord z r. 1991. Mezitím se vážně uvažuje o výrobě až desetimetrového **rtuťového zrcadla**, které by výměnou za omezení pozorování na okolí zenitu ušetřilo velké náklady na skleněná zrcadla. Pro daný průměr jsou totiž kapalná zrcadla nejméně o řád levnější a lze je snadno uvést do chodu, sotva do příslušné rotující mísy nalejete na dno trouchu rtuti.

Na velký potenciál optických přístrojů budoucnosti poukázali A. Boccalet-

ti aj., když k 1,5 m dalekohledu Observatoře Haute Provence ve Francii připojili systém adaptivní optiky a sám dalekohled vybavili Lyotovým zástinem což neobvykle zvýšilo rozlišovací schopnost zařízení a prakticky se vyrovnalo rozlišovací schopnosti družice HIPPARCOS. Autoři uvádějí, že jimi navržený skvrnkový koronograf bude schopen zobrazit exoplanetu o 9 řádu méně jasnu než mateřská hvězda během několika hodin měření. Další navíc velmi levnou cestou je dle C. Haniffa metoda aperturního maskování, kdy je velké zrcadlo zakryto maskou s menšími nepravidelně rozmištěnými otvory a výsledný snímek vzniká složením tisíců neobvykle krátkých expozicí v počítači. Metoda v principu umožňuje rozlišit na Zemi dva svítící body v úhlové vzdálenosti 0,001". Mezitím však již C. Hummel aj. sestrojili na Námořní observatoři USA prototyp interferometru, napájeného siderostaty v konfiguraci Y s rameny proměnné délce od 19 do 37 m, který vyzkoušeli na těsných dvojhvězdcích Mizar A a ε Peg a docílili tak vpravdě neuvěřitelné rozlišovací schopnosti 0,0001"! Známý francouzský astronomický konstruktér a průkopník optické interferometrie A. Labeyrie však přichází s ještě daleko odvážnějším plánem vybudovat sestavu 27 segmentových dalekohledů **OVLA** na základně dlouhé 1 km, která by měla naprosto fantastickou rozlišovací schopnost, umožňující např. zobrazit kontinenty na bližších exoplanetách! Labeyrie dokonce spekuluje o kosmických interferometrech se základnami rádu 10⁵ km, které by pak dokázaly zobrazit i povrch bližších neutrálových hvězd!

8.2. Optické dalekohledy v kosmu

E. Hug aj. zhodnotili přesnost **katalogu Tycho**, sestaveného z měření poloh a vlastních pohybů více než 990 tisíc hvězd pomocí astrometrické družice HIPPARCOS. Ukázali, že polohy jsou přesné na 0,04" a vlastní pohyby na 0,0025"/rok. Systematické chyby vlastních pohybů nepřesahly 0,001"/rok. Družice získala pro 20 tisíc hvězd s přesností lepší než 10% a pro 30 tisíc hvězd s přesností lepší než 20%. Projekt **GAIA**, jehož realizaci kolem r. 2010 nyní ESA zavažuje, by měl docílit obdobných výsledků pro miliony resp. miliardy hvězd! O zajímavém důsledku znalosti přesných poloh a prostorových vlastních pohybů hvězd z družice HIPPARCOS i z měření radiačních rychlostí referoval J. Tomkin, když spočítal pro nedávnou minulost a blízkou budoucnost **časový průběh vzdáleností vůči Slunci** pro 13 771 hvězd, které jsou v současnosti blíže než 307 pc. Podle jeho výpočtu se pozorovaná jasnost Síria na pozemské obloze stále zvyšuje, jelikož se Sirius pomalu blíží ke Slunci a nejbližě k němu se octne za 60 tisíc let, kdy jeho jasnost dosáhne -1,64 mag. Podobně α Centauri bude -0,99 mag za 28 tisíc let, kdežto Canopus (α Car) byl nejbližše Slunci před 3,1 miliony let, kdy zářil jako hvězda -1,86 mag. Vůbec největšího lesku -3,99 mag však dosáhla hvězda α CMa před 4,7 miliony let, kdy se přiblížila ke Slunci na 10,4 pc.

H. Walkerová shrnula činnost mimofádně úspěšné infračervené družice **ISO**, vypuštěné ESA koncem r. 1995 raketou Ariane 4 na protáhlou dráhu s přízemím 1000 km a odzemím 70 800 km. Družice skončila svou činnost po vyčerpání zásoby chladiva 8. dubna 1998 a za 28 měsíců vědeckého provozu vykona 26 tisíc pozorování, uložených v archivu o objemu 1 TB. Celý archiv bude zpřístupněn vědecké veřejnosti patrně počátkem r. 2002, ale první data jsou postupně k mání už nyní. Družice pokryla snímky a spektry 17% oblohy v širokém infračerveném pásmu 2,4 ± 240 µm. Hlavní objevy se týkají rozložení prachu a některých molekul ve sluneční soustavě, Galaxii i ve vzdáleném vesmíru, ale to nejlepší je zřejmě ještě před námi, neboť důkladná prohlídka archivu pozorování jistě přinese ještě mnohá nečekaná překvapení.

Vlajková loď americké kosmonautiky **Hubblův kosmický teleskop** pokračoval v velmi úspěšně v činnosti vybaven přístroji nové generace STIS a NICMOS, byť NICMOS musel pro spotřebování zásoby tuhého dusíku koncem r. 1998 dočasně přerušit provoz. Archiv HST obsahoval koncem roku již téměř 6 TB údajů a 150 tisíc snímků. Externí uživatelé archivu využívají denně alespoň 20 GB. V říjnu 1998 se s úspěchem uskutečnil s napětím očekávaný projekt jižního hlubokého snímkování **HDF-S** v souhvězdí Tukana pomocí všech hlavních přístrojů HST. Podle D. Leckrona aj. dostane HST v r. 2002 novou širokoúhlou kameru s velkým množstvím filtrů pro spektrální obor 200 ± 1000 nm a nový spektrograf COS. Podle všeho dobre dopadne, počítá se s provozem HST na oběžné dráze až do r. 2010.

Americká NASA mezitím již konkretizovala plány na vybudování kosmického teleskopu příští generace (**NGST**), jenž by měl vypuštěn jednorázovou raketou již v květnu r. 2007 s výhledem na 10 let automatické činnosti bez možnosti oprav. V porovnání s HST má jít o přístroj podstatně levnější (náklady se odhadují na půl miliardy dolarů) a tudíž i pětkrát méně hmotný než HST (pouhé 2,8 t). Dalekohled s průměrem zrcadla 8 m má být optimalizován pro blízké infračervené pásmo a R. Angel aj. navrhují toto pásmo ještě rozšířit prostým chlazením přístroje na teplotu 50 K.

8.3. Radiová astronomie

Radioteleskop s největší sběrnou plochou v **Arecibu** na ostrově Portoriko byl již potřetí ve své čtyřicetileté historii modernizován nákladem 27 milionů dolarů.

Jelikož primární 305 m reflektor je kulový, přístroj vykazuje velkou sférickou aberraci, jež se až dosud řešila pohyblivými prvky v ohnisku. Nyní byl v ohnisku ve výši 135 m nad primárním reflektorem zavěšen dvouprvkový sekundární reflektor typu Gregory, uzavřený v 90° třídružku. Přístroj byl po několikaleté rekonstrukci znova uveden do chodu v dubnu 1998 a umožňuje nyní měření v širokém frekvenčním pásmu od 300 MHz do 30 GHz (vlnové délky od 1 m do 10 mm).

Analogický přístroj s dvojnásobně větší plochou chce nyní podle Y. Qiu vybudovat Čína v rozsáhlé krasové propadlině, jež dovolí vestavět **pevný paraboloid** o průměru plných 50 m se světlostí 0,5. Paraboloid bude tvořen 1100 šestiúhelníkovými kovovými panely o hrani 10 m, jež bude možné během pozorování nakládat s krokem po 1 mm. Přístroj je navržen pro frekvenční pásmo $0,2 \pm 5$ GHz.

Mezitím Spojené státy uvedly se čtyřletým zpožděním do chodu největší plně pohyblivý **radioteleskop v Green Banku** náhradou za 92 m parabolou, jež se zhroutila vinou únavy materiálu v listopadu 1988. Nový radioteleskop v ceně 75 milionů dolarů má eliptický tvar reflektoru o rozdílu 100×110 m. Kovové panely reflektoru jsou nastavitelné s přesností na 0,1 mm, takže radioteleskop může pracovat až do vlnové délky 3 mm (frekvence 100 GHz).

V radiovém pásmu se rozšířila stavba unikátní anténní soustavy pro pásmo milimetrových vln **LSA** se sběrnou plochou 10 000 m² v poušti Atacama v Chile v nadmořské výšce 5000 m. Očekává se, že nový přístroj bude schopen po uvedení do chodu pozorovat objekty s kosmologickým červeným posuvem až $z = 20$!

8.4. Astronomické umělé družice

Loni počátkem prosince bylo konečně otevřeno i submilimetrové pásmo elektromagnetického záření vypuštěním 300 kg družice **SWAS**. Družice startovala pomocí rakety Pegasus, kterou do výšky 12 km vyneslo letadlo L-1011. Družice obíhá po kruhové dráze ve výši 600 km nad Zemí a sleduje pásmo 486 ± 556 GHz ($0,54 \pm 0,62$ mm). Svým způsobem světový rekord zaznamenali čeští odborníci z Ústavu fyziky atmosféry AV ČR, když počátkem května 1998 oživili družici **Magion 5**, určenou k výzkumu zemské magnetosféry a ionosféry, plných 20 měsíců po závadě, k níž došlo po jejím vypuštění 30. 8. 1996 vinou chybých informací o stavu akumulátoru družice, které jim předali ruští technici. Po celou tu dobu se pracovníci ÚFA snažili s družicí navázat spojení, což se jim vskutku podařilo, když se konečně sluneční panely natočily kolmo ke Slunci a počaly dobýt palubní akumulátory. Do jisté míry podobný problém řešili v průběhu roku američtí i evropští technici při obnově funkce vynikající sluneční družice **SOHO**, s níž ztratili spojení po dezorientaci družice počátkem léta 1998. Záchrana družice lze považovat za velkolepý úspěch telekomunikační i astronomické techniky, když do záchranných prací byly zapojeny radioteleskopy DSN po celém světě i radar v Arecibu. To umožnilo počátkem srpna obnovit nejprve jednosměrnou a posléze i obousměrnou komunikaci s družicí a ohrát zmrzlé palivo, takže během srpna se podařilo hrozící ztrátu družice odvrátit. Po reorientaci družice v polovině září se během dvou měsíců podařilo postupně oživit všechn 12 přístrojů na palubě družice, která předala na Zemi od února 1996 úhrnem již na 2 miliony snímků Slunce a celkem 1 TB dat.

Američtí odborníci z NASA uveřejnili v r. 1998 také výsledky zpracování měření z aparatury **ORFEUS-SPAS II**, umístěné na 10 dnů koncem r. 1996 na palubě raketoplánu a pracující v daleké ultrafialové oblasti v pásmu 39 ± 122 nm. Celkem bylo zaměřeno 105 zdrojů a patrně nejjazijmajevším výsledkem pozorování je zjištění, že Měsíc má řidounkou atmosféru s koncentrací pouhých 2 biliónů častic v krychlovém metru. Poněkud užší spektrální rozsah 90 ± 120 nm má mít nová družice **FUSE** se zrcadlem o průměru 0,64 m, jež bude startovat v r. 1999.

Velmi dobře si vede nová sluneční družice **TRACE**, vypuštěná raketou z letadla na polární dráhu v dubnu 1998. Imitační družice v ceně 49 milionů dolarů pořídila do konce roku na 700 tisíc jedinečných snímků vnějších vrstev Slunce s dosud nejlepším časovým i úhlovým rozlišením, přičemž pozorovací data jsou okařitě po základním zpracování veřejně přístupná.

Během roku probíhaly poslední v NASA přípravy na vypuštění obří rentgenové družice **AXAF**, jež je v pořadí třetí velkou astronomickou družicí (po HST a Compton).

Poslední z velkých družic této série **SIRTF** v hodnotě 460 milionů dolarů je určena pro výzkum v daleké infračervené oblasti spektra.

Družici Chandra má do jisté míry konkurovat evropská rentgenová družice **XMM**, jejíž vypuštění se plánuje na počátek r. 20. Evropská agentura ESA dále chystá velmi výkonnou družici **INTEGRAL** pro pozorování kosmických zdrojů záření gama, kterou by měla vynést ruská raketa Proton na jaře 2001.

Výhodnou alternativu k stále velmi nákladným umělým družicím se patrně stanou vysokotlaké **nepilotované aerostaty**, jejichž prototyp vypustila NASA na vánoce 1997. Celý balón o průměru 100 m s nezbytným technickým zázemím totiž stojí pakatel – 1 milion dolarů a je schopen vynést do výšky 35 km aparaturu o hmotnosti 1,3 t, která tam může nerušeně pracovat až po 100 dnů, takže během té doby aerostat i vícekrát obletí zeměkouli.

8.5. Kosmické sondy

V polovině února předechnala sonda **Voyager 1** starší sondu Pioneer 10, když dosáhla vzdálenosti 70 AU od Slunce. V této vzdálenosti se Slunce jeví 5000krát slabší než na Zemi a zpoždění signálů při komunikaci se Zemí dosahuje 9,6 h. Sonda startovala se Země počátkem září 1977, plných 5,5 roku po Pioneeru 10, jenž ovšem letí prostorem právě opačným směrem než Voyager 1, který směřuje k rozhraní souhvězdí Hadonoše a Herkula. Spojení s Pioneerem 10 oficiálně skončilo 31. března 1997, ale občas se ještě daří zachytit signál 1 W vysílače, neboť na palubě sondy dosud pracuje Geigerův-Müllerův čítač kosmického záření. Odhaduje se, že Voyager 1, který je od této doby vůbec nejvzdálenějším umělým lidským výtvorem a vzdaluje se nyní od Slunce rychlostí 17,4 km/s, projde heliosférou v r. 2002 a dosáhne heliopauzy kolem r. 2008. Počítá se, že spojení s touto sondou a také s malinko pomalejším (15,9 km/s) Voyagerem 2 se podaří udržovat nejméně do r. 2020, neboť vysílače sondy pracují s výkonem 20 W a v palivových nádržích korekčních motorů je dosud kolem 33 kg paliva.

Počátkem roku překročila kosmická sonda **Ulysses** opět rovinu slunečního rovníku a od té chvíle směřuje k jižnímu pólu Slunce. V létě pak ukončila první úplný oblet Slunce v období 7,5 roku, takže celkem urazila již 3,8 miliardy km.

Počátkem ledna 1998 byla raketou Athena II vypuštěna kosmická sonda **Lunar Prospector**, určená k zevrubnému studiu Měsíce. Od března zahájila mapování Měsíce i měření jeho gravitačního pole na mírně eliptické dráze ve výškách od 88 do 112 km nad povrchem.

Koncem dubna 1998 proletěla kosmická sonda **Cassini** ve výšce pouhých 300 km nad Venuší, aby tak získala přídavnou rychlosť pro cestu k Saturnu.

V červenci 1998 zamířila k Měsici japonská sonda **Planet-B**, jež obletěla Měsíc koncem září a znova v polovině prosince, aby se po průletu kolem Země 20. 12. 1998 ve výši 1000 km vydala na dlouhou putou k Marsu jako první japonská kosmická sonda vůbec. Manévr se však zdařil jen zčásti, takže proti původnímu plánu sonda, přejmenovaná přítom na **Nozomi** (jaaponsky naděje), nedoletěla k Marsu během necelých 11 měsíců, ale až v r. 2003. Japonsko se tak stává teprve třetí zemí na světě, jež vypustila kosmickou sondu, doslova s odřenými zády. Na palubě sondy se nachází 14 přístrojů, zhotovených v pěti státech a určených pro podrobné zkoumání vlastností Marsovy atmosféry po dobu dvou let.

Koncem října odstartovala se Země sonda **Deep Space 1**, na jejíž palubě se nachází prototyp iontového motoru. Ten byl poprvé zažehnut 10. listopadu 1998, ale po necelých 5 minutách provozu se samovolně zastavil. Opakován start se však vydařil; ionty xenonu byly v magnetické komoře urychlovány až na 28 km/s a výkon motoru se podařilo postupně zvyšovat z 0,5 až na 1,3 kW.

Od vzniku kosmonautiky v říjnu 1957 uplynulo teprve 40 let a za tu dobu se do kosmu dostalo 4923 těles, z toho 62% vypustil SSSR resp. Rusko a 28% USA. Počátkem r. 1998 se na oběžných dráhách nacházelo 2466 těles, z toho 1362 sovětských/ruských a 714 amerických. Při 203 pilotovaných letech se ve vesmíru pohybovalo celkem 365 astronautů, z toho 232 amerických a 86 ruských, přičemž 11 astronautů během letu zahynulo.

8.6. Částicová astronomie

T. Totani aj. studovali citlivost současných neutrínových detektorů na vzplanutí blízkých supernov a ukázali, že těmito detektory prakticky nemůže uniknout žádná supernova do vzdálenosti 10 kpc a i výhledy na zachycení gravitačního zhroucení hmotných hvězd – zárodků supernov II. typu – do vzdálenosti 50 kpc jsou velmi příznivé. V květnu 1998 byl po 8 letech příprav konečně uveden do chodu detektor slunečních neutrín v **Sudbury** v Kanadě, jenž se nachází v niklovém dole Inco Creighton v hloubce 2000 m pod zemí a je tvořen kulovou 12 m akrylovou nádobou, obsahující 1000 t těžké vody obklopenou 10 000 fotónásobiči a 7000 t obyčejné vody kvůli stínění, takže je v principu schopen od sebe odlišit neutrina všech tří typů. Těžká voda v hodnotě 300 milionů dolarů byla zapůjčena kanadskou Komisi pro atomovou energii a bude vrácena po skončení experimentu, zatímco vlastní výlohy na aparaturu dosáhly 70 milionů dolarů.

H. Wang navrhl laboratorní xenonový detektor pro hypothetické slabé interagující částice skryté hmoty vesmíru, nazývané zkratkou **WIMP**. Částice by měly při interakci ve zkapalněném xenonu světélkovat a podle teoretických odhadů by 100 kg detektor mohl zachytit jednu částici WIMP nejpozději za 1000 dnů, ale v optimistické variantě třeba i desetkrát denně.

9. Astronomie a společnost

9.1. Úmrtí

V uplynulém období zemřeli (r. 1998, pokud není uvedeno jinak) mimojiné Ivan Atanasijević (*1919; sluneční fyzika), Olin Eggen (*1919; hvězdne populace), Franz Kahn (*1926; kosmická dynamika plynnù), William Markowitz (*1907; zemská rotace a časomíra), Andrew Michalitsianos (1947–1997; výzkum Slunce a symbiotických hvězd), Frederik Reines (*1918; Nobelova cena za ex-

perimentální důkaz neutrin v r. 1956 a spoluautor detekce neutrin ze supernovy 1987A), Alan Shepard (*1923; první americký astronaut, velitel Apolla 14), Victor Szebehely (1921–1997; nebeská mechanika), Frank Wood (1915–1997; základové dvojhvězdy) a Charles Worley (1935–1997; ředitel Námořní observatoře USA a specialista na vizuální dvojhvězdy).

9.2. Ceny

Národní medaile USA za vědu byla udělena **Georgi Wetherillovi** za významné práce z oboru kosmogonie sluneční soustavy, teorie chaosu a výzkumu komet, planetek a meteoritů. Manželé **Eugen a Carolyn Shoemakerovi** obdrželi Watsonovu medaili Národní akademie věd USA za objevy 800 planetek a 32 komet. Medaili Bruceové Pacifické astronomické společnosti získal za celoživotní dílo **Donald Lynden-Bell**, mj. za důkaz, že v jádru galaxií se nachází supersmasivní černé díry. Barringerovu medaili Meteoritické společnosti dostal **Thomas Ahrens** za práce o impaktech planetek a **Boris Ivanov**. Janssenovu cenu Francouzské astronomické společnosti obdržel **Serge Koutchmy** za výzkumy sluneční koróny. Herschelova medaile britské Královské astronomické společnosti připadla **Gerrymu Neugebauerovi** za průkopnické práce v rozvoji infračervené astronomie. **Stuart Taylor** dostal Leonardovu medaili meteoritické společnosti za příspěvek teorii vzniku Měsíce a další planetologické práce. **Barry Lasker** se stal nositelem van Biesbrockovy ceny Americké astronomické společnosti za svůj podíl na sestavení prvních digitálních hvězdných katalogů a cena B. Tinsleyové též Společnosti připadla **Robertu Williamsovi**, bývalému řediteli Ústavu pro kosmický teleskop a autori pro projektu Hubbloba hlubokého pole (HDF). **Ceny Edgara Wilsona** za amatérské objevy komet byly uděleny P. Williamsovi, R. Tuckerovi, M. Jagerovi, J. Tilbrookovi, K. Korlevičovi, M. Jurčovi a S. Leemu. S. Hawking přednášel v Bílém domě presidentu Clintonovi o unitární teorii a celá událost byla souběžně vysílána do sítě internetu. V průběhu nejvýznamnější osobnosti britské historie II. tisíciletí zvítězil W. Shakespeare, zatímco I. Newton byl až na pátém místě, hned za C. Darwinem.

9.3. Observatoře a astronomické instituce

Novou generální ředitelkou Evropské jižní observatoře (ESO) se stala francouzská astronomka C. Césarská. Odcházející generální ředitel ESO v Chile R. Giacconi shrnul změny, k nimž na observatoři došlo v průběhu posledních deseti let. V letech 1962–80 byl hlavním přístrojem ESO klasický 3,6 m teleskop, ale pak přišly inovace jednak v podobě 3,5 m teleskopu nové generace NTT a jednak balíku programů pro zpracování dat MIDAS. Poslední dekáda je pak již zcela ve znamení projektu obřího složeného dalekohledu VLT na Cerro Paranal. Jeho zrcadla jsou velmi tenká (menisky mají tloušťku pouhých 0,17 m při průměru zrcadel 8,2 m; tj. hmotnost zrcadel činí jen 20 t) a vybavená již vyzkoušeným systémem aktivní optiky.

Až dosud vedly v oboru optických zařízení Spojené státy, a to spíše díky soukromým mecenášům (Caltech, Carnegie Inst., Texas) než zásluhou státních dotací. Přepočteno dle **sběrné plochy teleskopů** (počítají se pouze zrcadla s průměrem alespoň 2 m) mají soukromé americké observatoře k dispozici 401 m² „přesného skla“ a státní hvězdárny dalších 110 m². Naproti tomu evropské hvězdárny se kríží vzadu s pouhými 83 m² a jedině ESO konkuruje se svými 223 m². Ovšem po dokončení VLT počátkem XXI. stol. se evropský podíl zvýší o 201 m² na 424 m², což je vskutku významné zlepšení, citelně snižující americký náskok. Kromě toho, jak upozornil C. Macilwain, americké stroje v soukromých rukou poměrně rychle zastarávají, jelikož se nemohou ucházet o státní podporu na inovace.

S přichodem nových strojů se mění i styl astronomických pozorování, takže se zvyšuje podíl služebních pozorování (bez přítomnosti autorů pozorovacího programu), dálkových ovládání přístroje v Chile z počítače v Evropě a programování pozorování podle okamžitého stavu kvality obrazu.

Loni v červnu uplynulo právě půl století od zahájení provozu 5,1 m Haleova teleskopu na **Mt. Palomaru**, jenž se následně stal klíčovým přístrojem pozemní astronomie, fakticky neprekonaným až do nástupu Keckových desetimetrů v devadesátých letech XX. století. Dalekohled se díky technickým vylepšením stále těší výtečnému zdraví a přináší mnohé prvořadé objevy. Autorem ambiciozního projektu se stal v třicátých letech XX. století proslulý americký astronom G. Hale, jenž byl rovněž otcem největšího refraktoru světa – 1,01 m dalekohledu Yerkesovy hvězdárny, jenž zahájil provoz již před 101 lety a rovněž je dosud vědecky využíván.

Novým šéfem prestižního **Ústavu pro kosmický teleskop** v Baltimore v USA byl v září 1998 jmenován Steven Beckwith, jenž vystřídal ve funkci Roberta Williamse. Ústav, zřízený v r. 1983, se záhy stal jedním z nejvýznamnějších světových astronomických center a zaměstnává v současné době 470 lidí, z toho 143 vědeckých pracovníků. Jak známo, hlavním úkolem Ústavu je řízení vědeckého provozu HST, kterýto úkol nominálně skončí r. 2010. Ústav však bude pokračovat, jelikož byl vybrán jako řídící pracoviště pro budoucí kosmický dalekohled NGST, jenž by měl dle plánu odstartovat v r. 2007 a fungovat nejméně 10 let.

Mezi automatizovanými přehlídkovými dalekohledy si vynikající postavení vydobyl metrový dalekohled NEAT, který se nachází na letecké sledovací stanici USA v kráteru vyhaslé sopky Haleakala na Havajských ostrovech v nadmořské výši 3000 m. Je vybaven rozměrnou maticí CCD, která vykreslí zorné pole o ploše 2,6 čtverečního stupně. Během jasné noci tak přístroj třikrát snímkuje 1000 čtv. stupňů oblohy do 19,5 mag v oboru V. Do dubna 1998 prohlédla aparatura již 26 000 čtv. stupňů a zaznamenala celkem 23 000 planetek, z toho 28 nových křížiců Země. Další dva shodné přístroje mají být postupně umístěny i na zahraničních sledovacích stanicích amerického leteckého letectva, takže lze očekávat, že tato síť najde během 20 let 90% křížiců Země s rozměrem nad 1 km.

Při rekonstrukci prosulé **Einsteinovy sluneční věže** v Postupimi v Německu vypukl počátkem ledna 1998 požár, který tuto významnou kulturní památku značně poškodil. Prakticky současně poníčilo lokální tornádo soukromou **hvězdárnu v Selsey** v jižní Anglii známému britskému popularizátorovi astronomie P. Moorovi, zatímco majitel vyvázl bez pohromy, když nic netuše v té době občoval v nedaleké restauraci.

Připomeňme ještě, že právě před tříčtvrtstoletím vynalezli optici firmy Carl Zeiss v Jeně **projekční planetárium**, jež bylo poprvé předvedeno v Mnichově v říjnu 1923. První veřejně přístupné planetárium pak bylo otevřeno o dva roky později v Berlíně.

9.4. Letem astronomickým světem

Rozdíl mezi mezinárodním atomovým časem TAI (užívaným hlavně fyziky a astronomie) a koordinovaným světovým časem UTC (z něhož vychází světový systém občanského času) se podle dohody mění skokem po celistvých sekundách. Předposlední změna nastala 30. června 1997 a poslední 31. prosince 1998, kdy zmíněný rozdíl vzrostl na +32 s. Příští změnu vložením přestupné sekundy lze očekávat až v r. 2001. Terestrický čas TT užívaný při výpočtu geocentrických efemerid, se k poslednímu zmíněnému datu liší od času UTC o 64,184 s. V současné době se rychlosť rotace Země mění v průběhu roku tak, že nejvíce je v dubnu a nejrychlejší v červenci.

Počátkem září se v Praze uskutečnila společná X. evropská a národní astronomická konference **JENAM 98**, o níž však již Kozmos přinesl podrobnou informaci (roč. 29 (1998), č. 6, str. 36).

Redakce známého populárně-vědeckého astronomického časopisu **Sky and Telescope** oznámila, že v květnu 1998 dosáhl úhrnný počet stran časopisu impozantního čísla 50 tisíc. Měsíčník začal vycházet v listopadu 1941 a první desetišírovku stran dokončil r. 1963, ale druhou již r. 1975. Hranici 30 tisíc překročil v létě 1984 a 40 tisíc koncem r. 1991. Pokud bude zrychlený trend obdobně pokračovat, tak 60 tisíc stran dosáhne S&T již r. 2003 a statisírovku někdy v r. 2021.

H. Abt shrnul údaje o růstu hlavních **mezinárodních astronomických časopisů** za léta 1960–96. Největší publikární rozmach proběhl v letech 1960–1975, kde rozsah časopisů rostl exponenciálně s ročním přírůstkem 11%; od té doby se tempo exponenciálního růstu snížilo na 6% ročně. Zatímco v r. 1960 byla průměrná délka vědecké práce pouze 6 stran, do r. 1990 stoupla na dvojnásobek. Příčinou publikární exploze v astronomii je skutečnost, že přibývá tvůrčích pracovníků v oboru, neboť individuální produktivita se za celou dobu nezměnila. Člen Americké astronomické společnosti publikoval v celém sledovaném intervalu stále v průměru 0,4 práce ročně.

V. Trimbleová a L. McFadden identifikovali **nejvytrvalejší autory** mezi astronomiemi, předešvím A. Cousinem, jenž publikuje astronomické práce již po dobu 72 let, dále pak známého slunečního fyzika C. G. Abbotta, jenž uveřejnil svou první práci v 27 letech, ale svou poslední až v 95 letech (zemřel ve věku 101 let). Těsně v patách mu je americký astrofyzik německého původu a nositel Nobelovy ceny z r. 1967 Hans A. Bethe, jenž svou první práci uveřejnil ve 26 letech a stále ještě publikuje. Za zmínu zajisté stojí též irský astrofyzik estonského původu Ernst J. Öpik, který během 65 let aktivní publikární dráhy (dožil se 92 let) uveřejnil 1094 (!) prací (a k tomu složil 16 klavírních koncertů). Mimochodem, ve výročním přehledu o astrofyzice za r. 1997 píše V. Trimbleová, že během roku zaznamenala vydání 6 tisíc prací, z čehož pro potřebu přehledu prohlédla neuveritelných 5 tisíc prací (to slívko neuveritelných je na místě; pisatel těchto rádků přehledně kvůli Žni objevů ročně stěží 1500 prací).

Podle průzkumu z r. 1998 se 70% Američanů domnívá, že stát má přednostně podporovat právě **vědu a techniku** a index důvěry k vědě dosáhl rekordní hodnoty 1,9, přestože jiný průzkum ukázal, že jen 45% dospělých Američanů si myslí, že Země obhne kolem Slunce právě za rok, kdežto 32% dotázaných soudilo, že to stihne za 1 den a 23% respondentů tvrdí, že Slunce obíhá kolem Země. V zemích Evropské unie se index důvěry hodnosti vědy pohybuje kolem 1,2, ale bohužel nemáme údaje, jak to vypadá u nás doma.

(KONEC Žně objevů 1998)

Optické efekty prachových častíc v planetárnych atmosférach

Modré Slnko

Slnko patrí podľa známej Harvardskej klasifikácie do triedy G, takzvaných žltých hviezd. Takéto zaradenie vyplýva z podobnosti jeho spektra so spektrami hviezd uvedenej triedy. V skutočnosti však Slnko vnímame ako silne žiarivý, biely objekt. Čím je to dané? Veľkú úlohu tu zohráva citlivosť oka na rôzne oblasti spektra a spôsob generovania farebného vnemu. Maximum energie vyžiarenej Slnkom je produkované v modrej časti spektra, v rozsahu vlnových dĺžok 470 až 490 nm (obr. 1). Citlivosť zraku na takéto žiarenie je však veľmi malá a najväčšia odzova na dopadajúce žiarenie leží v okolí 555 nm – zelené svetlo (obr. 2). Farebný vnenie je vytváraný superpozíciou troch separátnych obrazov toho istého objektu v červenej (R), zelenej (G) a modrej (B) farbe. Teória tvorby farebného vnemu nie je vôbec jednoduchá. Hodnoty RGB, potrebné na vytvorenie istej farby pomocou chromatického diagramu, možno vypočítať z trichromatických koeficientov, pričom každý z nich je integrálnou veličinou získanou zo spektrálnej závislosti intenzity slnečného žiarenia a tzv. tristimulus funkcií. Vcelku prístupnou formou je táto teória opísaná v druhom diele populárnych Feynmanových prednášok z fyziky.

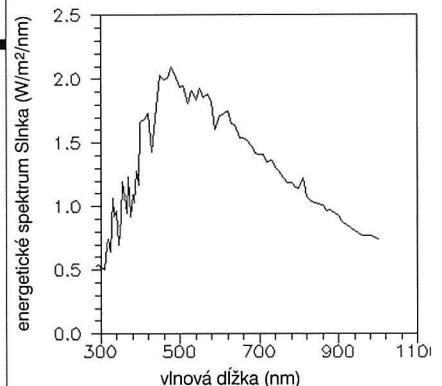
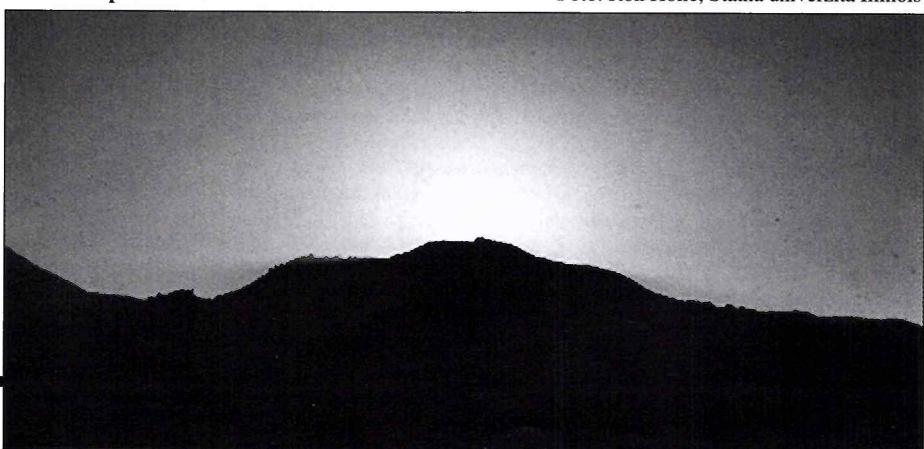
Vplyv planetárnych atmosfér na slnečné žiarenie

Predchádzajúce konštatovania sú platné len pre slnečné žiarenie pozorované z kozmického priestoru. Reálne komplikácie nastávajú pri popise šírenia sa žiarenia planetárnu atmosférou. Slnečné žiarenie prenikajúce prostredím atmosféry interaguje s jednotlivými jej komponentmi a mení sa tak jeho celkový energetický tok, ako i spektrálne rozdelenie intenzity. Tieto efekty sú spôsobené absorpciou a rozptylom na plynnych zložkách atmosféry a tiež na prachových časticach. Po matematickej a fyzikálnej stránke je oslabenie žiarenia rozptylom na prachových časticach veľmi zložitým procesom. Pre jednoduchšiu predstavu ho možno v prvom priblížení reprezentovať zrážkou fotónov s elementárnym dipólom, ktorý ich následne vyžiarí s nezmenenou frekvenciou, ale do všetkých možných smerov. Ide teda o takzvaný pružný rozptyl. Tým, že sa prijatá energia vyžiarí vo všetkých smeroch, a nielen v smere dopadajúceho vlnenia, dochádza k spomínanému oslabeniu priameho žiarenia. Priestorová redistribúcia rozptyľného žiarenia závisí od mnohých okolností, ako sú tvar častic, pomer jej charakteristických rozmerov k vlnovej dĺžke dopadajúceho žiarenia, jej chemických a optických vlastností, rozdelenia podľa rozmerov, celkovej koncentrácie, vertikálnej stratifikácie v planetárnej atmosfére a pod. Zvyšovanie celkového množstva častic spôsobuje nárast efektivity rozptylu a vedie k takzvaným procesom samoožarovania atmosféry, teda k viacnásobnému rozptylu žiarenia. Čím väčší je pomer medzi rozmermi častic a vlnovou dĺžkou žiarenia, tým väčším počtom dipolov treba approximovať teleso častic, aby presnosť výpočtov dosiahla požadovanú úroveň. Je zrejmé, že najjednoduchší prípad nastáva, ak sú rozmerы častic podstatne menšie než vlnová dĺžka interagujúceho žiarenia. Tento predpoklad v planetárnych atmosférach splňajú mo-

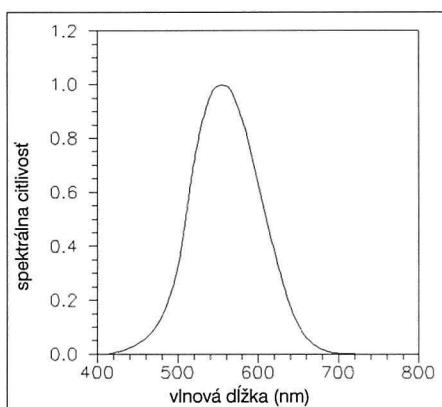
lekuly plynov. Ich rozmerы sú natoľko malé, že pri popise procesov rozptylu slnečného žiarenia v ľubovoľnej časti viditeľného spektra možno každú molekulu nahradit jediným elementárnym dipolom. Typickou vlastnosťou dipolov je, že intenzita nimi rozptyľeného žiarenia je nepriamo úmerná štvrtnej mocnine vlnovej dĺžky, preto napr. modré svetlo rozptyluje asi 16-krát učinnejšie než svetlo červené. To je dôvod, prečo sa vo vysokých vrstvach zemskej atmosféry, kde je molekulárna zložka dominantná z dôvodu nízkeho obsahu prachových častic, zdá byť obloha modra. Dostávame sa tak znova k farbe a k hodnotám RGB. Do ich výpočtu treba tentoraz teda zahrnúť aj oslabenie slnečného žiarenia vplyvom atmosférických plynov a prachových častic. Konštrukcia farebného vnemu difúzneho svetla je zložitá. Záujemcov možno odkázať na odbornú literatúru (R. L. Lee: Twilight and daytime colors of the clear sky, Applied Optics, 33/21, 4629–4638; T. J. Greenwald and G. L. Stephens: Application of a doubling-adding radiation model to visibility problems, Final Report: March 1988, CIRA, Cooperative Institute for Research in the Atmosphere, Colorado State University, Foothills Campus, Fort Collins, Colorado 80523).

Treba pripomenúť, že miera modifikácie rozdelenia energie v spektri slnečného žiarenia prenikajúceho planetárnu atmosférou bude silne závisieť od vlastností častic v nej obsiahnutých a samozrejme aj na ich množstve. Napr. z povrchu Venuše nie je vôbec možné pozorovať slnečný kotúč, pretože husté mraky prepustia viditeľné žiarenie len do blízkych podpovrchových vrstiev na ich hornej hranici. Na proti tomu je intenzita slnečného žiarenia na povrchu Marsu len o málo nižšia než intenzita mimo jeho atmosféru, a to z dôvodu malého množstva plynu a prachových častic. Predsa však existencia prízemných „hmiel“ a prachových búrok na povrchu Marsu môžu spôsobiť vznik zaujímavých optických efektov. Z tohto pohľadu vari k najzaujímavejším svetelným javom dochádza v zemskej atmosfére, ktorá vďaka širokej škále meteorologických podmienok (jasná bezoblačná obloha, riasové, kryštalické, ale i husté mračná, teplotné gradienty či turbulentné toky) je príčinou takých optických efektov, ako sú blankytne modrá obloha, sýtočervené západky a východy Slnka, súmracné javy, nočné svietiaci mraky, dúhy, halo, spodné Slnko, perihelické kruhy s vedľajším Slnkom, cirkumzenitálne oblúky, halové stípy, spodné zrkadlenia, fatamorgány, glórie.

Obr. 3: Západ Slnka.



Obr. 1: Rozdelenie energie v slnečnom spektre.



Obr. 2: Spektrálna citlivosť oka.

Modré Slnko

Špecifickým javom v planetárnej atmosfére môže byť atypické sfarbenie slnečného disku alebo okolo slnečnej zóny. Ponúka sa otázka, za akých podmienok a v akej atmosfére môže dojsť k takému javu. V prvom rade si treba ujasniť, čo chápeme pod atypickým sfarbením. Z pohľadu skúseností v zemskej atmosfére sa farba slnečného disku môže meniť od takmer bielej (pri jeho malých zenitových vzdialostiach), cez žltú až po červenú pri západe, či východe Slnka. Z tohto hľadiska môže byť netypickým napr. červené sfarbenie slnečného disku na pravé poludnie, teda v čase, keď Slnko kulminuje. Zloženie zemskej atmosféry je z hľadiska percentuálneho zastúpenia jednotlivých plynov relatívne stabilné. Zásadné zmeny v miere oslabenia priameho slnečného žiarenia v rôznych oblastiach spektra by teda mohla spôsobiť len prítomnosť špecifických látok s vysokou priestorovou koncentráciou. Ich absorpcné pásy by museli pokrývať väčšiu oblasť viditeľnej časti spektra s výnimkou tej, ktorá zodpovedá pozorovanej farbe okolo slnečnej zóny. K takéto situácii však v zemskej atmosfére prakticky nedochádza. Jedinou zostávajúcou, silne variabilnou zložkou je aerosol. Jeho absorpcné a rozptylové vlastnosti sa v princípe môžu podieľať na očakávanej

Foto: Ron Holle, Štátne univerzita Illinois



Obr. 4: Modrá hmla pozorovaná v blízkosti Tennessee.

modifikáciu slnečného žiarenia. Väčšina častic sú ale vo viditeľnej časti spektra slabu absorbijúce médiá a prejavujú sa najmä rozptylom. Z pozorovaní sú známe prípady, keď vysoké koncentrácie takýchto častic zmenili typické červené zafarbenie zore počas západu alebo východu Slnka na bieložltlo (obr. 3), podľa <http://covis.atmos.uiuc.edu/guide/optics/sunset/sunset.html>. Prírodné javy ako vulkanické erupcie môžu zase produkovať širokoškálové na červeno sfarbené zore. Obrovské kvantá prachu a sopečného popola vyvrhnutého do atmosféry eruptívnej činnostou vulkánov bude silne rozptylovať predovšetkým svetlo krátkych vlnových dĺžok, čoho dôsledkom sú zvyčajne fascinujúce ohnivočervené východy a západy Slnka.

Dá sa však rozptylom vysvetliť a vôbec dokázať existenciu javu nazývaného výstižne modré Slnko? Je potrebné uviesť, že v čistej molekulárnej atmosfére nikdy nemôže dôjsť k takým efektom. Výpočtami sa dá totiž ukázať, že farba Slnka sa bude v závislosti od jeho výšky nad horizontom meniť od takmer bielej po oranžovočervenú.

Farba slnečného kotúča v molekulárnej atmosfére

Zenitová vzdialenosf (°)	farba
0	takmer biela
40	takmer biela
50	bieložltá
60	svetložltá
80	špinavožltá
85	oranžovočervená

Pri tomto prachových častic môže skutočné pomery značne skomplikovať. Diagram rozptylu (uhlové rozdelenie intenzity rozptyleného žiarenia) hoči len pre prípad sférických častic veľmi silne závisí od ich rozmerov. Tento fakt popisuje Mieho teória vychádzajúca z rigorózneho riešenia dobre známych Maxwellových rovníc. Podstatným v skutočnosti nie je samotný rozmer častic, ale jeho pomer k vlnovej dĺžke žiarenia. Navzše je výsledný efekt ovplyvnený aj indexom lomu častic, ktorý svojím spôsobom reprezentuje jej chemické zloženie. Každá látka je totiž charakterizovaná svojím vlastným indexom lomu, a tak celkový index lomu časticie závisí na rozložení jednotlivých chemických komponentov v jej objeme. Nedá sa však povedať, že by

efektivita rozptylu jednoznačne rástla alebo klesala s rozmerom častice. A tu je hlavný problém, nakoľko tento vzťah má oscilačný charakter. Preto nebude pravdou tvrdenie, že sa pozorovateľnosť určitého optického javu bude s nárostrom rozmeru častic zlepšovať, ak to tak bolo v istej ohraničenej oblasti. Inak povedané, ak sa s nárostrom rozmeru častic vznášajúcich sa v atmosfére stáva farba slnečného disku červenou, nemusí tomu tak byť v prípade, ak rozmer častic presiahne istú hraničnú hodnotu. Situácia sa v tom okamihu môže úplne obrátiť. Možno teda očakávať, že ak vôbec existuje stav charakterizovateľný ako atypický optický efekt, bude sa týkať len častic určitej presnej definovanej veľkosti. V ostatných prípadoch k danému javu vôbec nedôjde, nech by bola koncentrácia častic akákoľvek. Realita je taká, že atmosférický prach je zmesou rôzne veľkých častic s určitým rozdelením ich početnosti, ktoré však zvyčajne má svoje maximum (mód). V takom prípade hovoríme o modálnom polomerom častic, teda o polomeru takých častic, ktorých je za danej situácii najviac. Z toho dôvodu bude aj prechod od štandardnej situácie k atypickej (v zmysle diskutovaných optických efektov) plynulý. Budú teda existovať isté medzistavy.

Výpočty potvrdili, že príliš veľké časticie (až do rozmerov vodných kvapiek v obláčnych vrstvách) a príliš malé časticie (akými sú napr. kondenzačné, tzv. Aitkenove jadra) v každom prípade vedú k bežným sfarbeniam Slnka a okoloslnenej zóny. Jedná sa o rozdelenia častic s modálnym polomerom väčším než mikrometer alebo menším než desatina mikrometra. Z Mieho teórie vyplynulo, že prach s malým indexom lomu (1.25) môže pri rozmeroch okolo 0.39 mikrometra spôsobiť žltozelené, zelenomodré až modré zafarbenie slnečného disku, a to v závislosti od množstva častic. Čím výšia je koncentrácia prachu, tým sa sfarbenie posúva viac k modrej časti spektra. Efekt je pozorovateľný najmä v blízkosti horizontu pri východe alebo západe Slnka, ale pri vysokej koncentrácií prachu (pri približne 10-krát väčšej než za bežných podmienok) postihuje aj ostatné časti oblohy. V takých prípadoch je viditeľnosť slnečného kotúča dosť slabá a efekt možno sledovať predovšetkým na rozhraní prachovej vrstvy (teda napr. pozdĺž kontúr prachového mračna). Prechodový stav medzi typickým sfarbením slnečného kotúča do červena a atypickou modrou farbou zod-

Foto: George Young, Štátnej univerzity Pensylvánia

povedá zelenej farbe, alebo dokonca zmesi rôznych farieb od červenej, cez žltú až po zelenú. Takýto jav je však výnimočný, a len málokedy sa podarilo niečo také pozorovať. O to výnimočnejší je hraničný efekt modrého svetla (obr. 4 podľa <http://ww2010.atmos.uiuc.edu/Gh/guides/mtr/opt/air/blue.xml>). Pri zmenšovaní polomeru častic prechádza farba cez fialovočervenú a ohnivočervenú späť k červenej. Časticie s malou hodnotou indexu lomu pritom reprezentujú materiál, ktorý sa svojimi optickými vlastnosťami blíži k vlastnosťiam okolitých atmosférických plynov. Index lomu vodných kvapiek je z tohto pohľadu už dostatočne veľký (1.33). Atmosférický aerosol pozostáva zväčša z materiálu s indexom lomu okolo 1.5. U takých častic možno podobný efekt sledovať, ak je ich rozmer zhruba 0.25 mikrometrov. Pri časticach s indexom lomu 1.75 je to dokonca len pri rozmeru 0.15 mikrometra. V prostredí obsahujúcom uvedené časticie môže farba Slnka a okoloslnenej zóny v blízkosti horizontu nadobudnúť až bledošedú farbu. Také časticie (s indexom lomu nad 1.75) sa zväčša vyskytujú v mimozemskom prostredí (kozmický prach), ale napr. aj v atmosfére Marsu. Na pozorovanie bledošedého Slnka je však potrebné dosiahnuť koncentrácie častic zhruba 10–20× väčšie, než na aké sme bežne zvyknutí v zemskej atmosfére. Atmosféra Marsu je z tohto pohľadu príliš riedka, ale nie je vylúčené, že také incidenty ako prachové búrky môžu viesť k podobným javom.

Slovo na záver

Vizuálne sledovanie atypického zafarbenia slnečného disku je takmer vždy jedinečným zážitkom. Mnohé efekty, ako napr. ohnivočervené zore, ľahajúce sa takmer pozdĺž celého horizontu, sú pre väčšinu z nás veľmi zriedkavým javom. Pošťastia sa ich vidieť najmä v blízkom okolí aktívnych vulkánov, vyvrhujúcich veľké množstvo sopečného popola. Na zeleno sfarbené oblaky v tesnom okolí Slnka sú o to výnimočnejšie. Efekt modrého Slnka je však natoliko unikátny, že sa ho málokedy podarí zhliadnuť za celý život. Pozorovaný bol napr. v septembri roku 1950. Bližšie informácie možno nájsť v knihe Craiga Bohrena Clouds in a Glass of Beer (Oblaky v pohári piva).

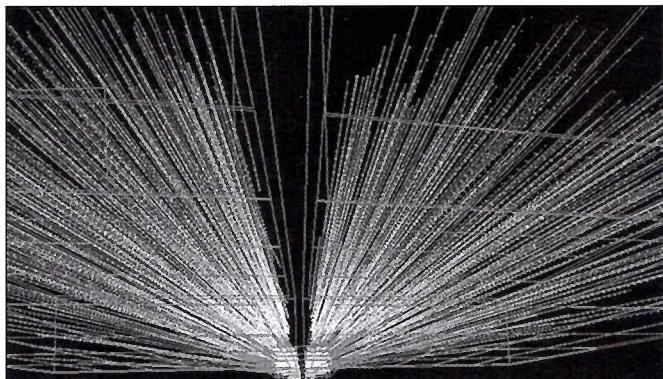
MIROSLAV KOCIFAJ
Astronomický ústav SAV

Velký třesk a Malý třesk

aneb existence kvark-gluonového plazmatu prokázána?

„No dobrá,“ řekla kočka a tentokrát se ztrácela pomalounek od konečku ocasu až po škleb; ten chvíli ještě potrvá, když už ostatek zmizel. „Kočku bez šklebu, to už jsem viděla kolikrát,“ pomyslila si Alenka, „ale škleb bez kočky! Něco tak zvláštního jsem jakživ neviděla!“

Lewis Carroll:
Alenka v Kraji divů



Průběh srážky olova na olovu a záznam vyletujících částic v experimentu NA49.

Druhý únorový týden se v Evropském středisku jaderného výzkumu (CERN) v Ženevě konal slavnostní seminář a tisková konference, kde byly prezentovány velmi silné důkazy existence nového stavu hmoty – kvark-gluonového plazmatu. Úspěchu v cestě za „Svatým Gralem“ jaderné fyziky vysokých energií bylo dosaženo v experimentech, při nichž se srážela jádra olova urychlená na mimořádně vysokou energii s jádry olova v pevném terci. Při takové srážce se na nesmírně krátký okamžik vytvoří velmi malá expandující oblast etrémně husté a horké hmoty. Tato forma hmoty existovala krátce po Velkém třesku. Mezi srážkou jader s velmi vysokou energií a průběhem Velkého třesku lze najít řadu paralel a analogií, takže se často mluví o „Malém třesku“. Zatímco však teorie Velkého třesku má svoji standardní všeobecně akceptovanou podobu, obecně uznávaná standardní teorie Malého třesku ještě neexistuje. A právě zmíněná konference v CERNu je důležitým krokem na cestě k ní. Srovnejme nyní naše poznatky o těchto dvou jevech, jejichž časoprostorové měřítko je diametrálně rozdílné.

Z čeho pramení naše přesvědčení, že v raném vesmíru existovaly velmi vysoké hustoty energie? Teorie Velkého třesku se opírá o tři pozorované jevy. Prvním je rozpínání vesmíru, které popisuje Hubblev zákon a jehož současný průběh je dán počátečními podmínkami a stavovou rovnicí (vztahem mezi tlakem, teplotou a hustotou) hmoty ve vesmíru v průběhu jeho vývoje.

Druhým je reliktové fotonové záření se spektrem absolutně černého tělesa o teplotě 2,7 K. Toto záření pochází z období, kdy teplota vesmíru klesla na hodnotu okolo 4000 K (0,3 eV), došlo k rekombinaci atomů a vesmír se stal průhledný pro fotony. K tomuto „tepelnému

vymrznutí“ našeho Vesmíru (fotony už dále s ostatní hmotou neinteragovaly) došlo přibližně 400 000 let po Velkém třesku. Před tím byla veškerá hmota ve Vesmíru v tepelné rovnováze. Výjimku tvořily pouze neutriny a dosud jen nepřímo pozorované gravitonky, k jejichž vymrznutí došlo již dříve.

Třetím pozorovaným jevem je shoda zastoupení lehkých prvků s předpověďmi předpokládajícími primordiální nukleo syntézu. Ta nastala tři minuty po Velkém třesku při teplotě okolo 10⁹K (90 keV) a představuje „chemické vymrznutí“ našeho Vesmíru, kdy se ustavilo jeho chemické složení. Později bylo částečně modifikováno pouze nekosmologickými procesy uvnitř hvězd.

Bereme-li v úvahu známé částice, nemáme kromě neutrín a gravitonů (představa jak pozorovat reliktová neutrina či gravitonov ovšem zatím neexistuje) žádné přímé signály z období před tepelným vymrznutím, tedy ani z období, které podle teoretických předpokladů nastalo 10 μs po Velkém třesku, kdy došlo k vázání kvarků a gluonů do hadronů čili tzv. hadronizaci kvark-gluonového plazmatu. To je zapříčiněno pomalostí expanze Vesmíru, která je dáná gravitací a rychlosťí procesů, které vedou k termální rovnováze a jsou určeny silnou, slabou a elektromagnetickou interakcí. Poměr specifických časů je téměř osmnáct řádů. Trochu jiná situace nastává ve srážce těžkých jader. Zde expanze horší a husté hmoty není zpomalována gravitací a probíhá jen ve velmi malém objemu. Proto je naděje zachytit i přímé signály existence kvark-gluonového plazmatu.

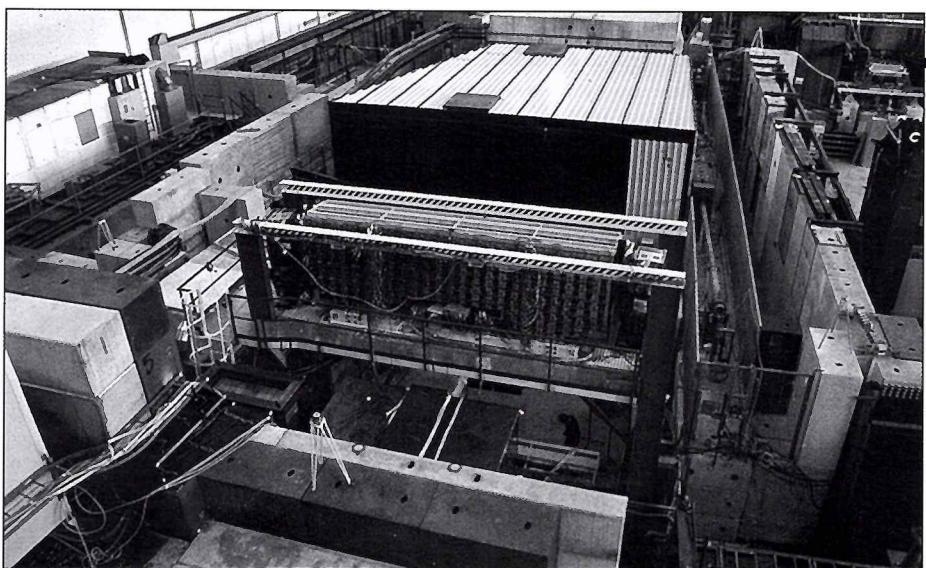
V článku „Podivné hvězdy“ Kozmosu č. 3 minulého roku jsem popsalo, co kvark-gluonové plazma je, proto zde připomenu jen nezákladnější faktu. Podle současných poznatků jsou základními stavebními kameny našeho světa šestice kvarků (u, d, s, c, b, t), šestice leptonů (e⁻, μ⁻, τ⁻, ν_e, ν_μ, ν_τ) a jejich antičástice. Kvarky váže silná interakce (na leptony nepůsobí) do elementárních částic nazývaných hadrony, které se skládají buď ze tří kvarků (baryony – například neutron a proton) nebo z kvarku a antikvarku (mezony). Kvarky mají specifickou vlastnost (kvantové číslo),

které nazýváme barvou. U každého typu kvarků existují tři různé barvy. Silná interakce je zprostředkována osmici gluonů. Za normálních podmínek nemohou být barevné kvarky volné a jsou vždy vázány popsaným způsobem do bezbarvých hadronů. Předpokládá se, že při velmi vysokých hustotách energie by se v prostoru mezi kvarky mělo vyskytovat tolik gluonů, že vzájemné silové působení mezi nimi odstíní. Dostaneme tak směs volných kvarků a gluonů, tedy právě zmíňované kvark-gluonové plazma.

Podívejme se, jak vypadá teorie Malého třesku a jaké jsou její základní zdroje. Z toho pak vyplýne i výskyt kvark-gluonového plazmatu při tomto procesu, jak se nám jeví ve světle nejnovějších experimentů. V první fázi srážky jader s velmi vysokou energií dochází k vzájemným rozptýlům jednotlivých kvarků a gluonů, tvorících nukleony (protony a neutróny) v jádře. Tím se přeměňuje kinetická energie v tepelnou a ohřívá se jaderná hmota. Zároveň je hmota prudce stlačena a hustota energie v místě srážky se zvýší. Tepelná energie se těmito procesy přerozděluje až je dosažena tepelná rovnováha horší a husté hmoty. Vznik tepelné rovnováhy je umožněn tím, že střední volná dráha kvarků je menší než poloměr jádra. Je-li dosažena hustota energie dostatečná, mělo by dojít k vytvoření oblasti kvark-gluonového plazmatu. Tento systém následně expanduje a ochlazuje se, až při určité teplotě a hustotě začíná probíhat spojování barevných kvarků do bezbarvých hadronů – hadronizace. Systém složený z hadronů pak dále expanduje a ochlazuje se, až se hadrony od sebe natolik vzdálí, že přestanou vzájemně interagovat.

V laboratoři můžeme Malý třesk uskutečnit ve srážkách těžkých jader urychlených na velmi vysokou energii. V případě experimentů v laboratoři CERN byla jádra olova, která mají 208 nukleonů, urychlena urychlovačem SPS na energii 160 GeV na nukleon a celková kinetická energie tak dosáhla okolo 33 TeV. Podle teoretických předpovědí by za těchto podmínek kvark-gluonové plazma vznikat mělo, avšak jeho experimentální prokázání je nesmírně těžké. Existuje totiž jen po velmi kratičkou dobu, kdy trvají obrovské hustoty a teploty. Jak víme, nemohou kvarky opustit oblast plazmatu jako volné částice, ale jen ve vázané podobě v hadronech. Vzniká-li při jedné srážce v CERNu v průměru 2500 částic, tvoří 99,9% z nich jsou hadrony. Jedině studiem částic vyletujících z místa srážky můžeme určit teplotu, hustotu a další vlastnosti vznikající husté a horké jaderné hmoty a prokázat její fázový přechod do nového stavu – kvark-gluonového plazmatu. Navíc se částice vzniklé v hadronizaci a tvořící jadernou hmotu ve stavu hadronového plynu mezi sebou následně rozptýlují a informace, které nesou o vlastnostech kvark-gluonového plazmatu, se rozmařují. Získaná informace je tedy jen zprostředkována.

Možný vznik kvark-gluonového plazmatu byl studován v sedmi různých experimentech, které byly zaměřeny na různé typy jeho vlastnosti a na detekci různých druhů částic. Náznaky existence jevů, doprovázejících existenci kvark-gluonového plazmatu, se objevily už v prvních experimentech po roce 1994, avšak výsledky jednotli-



Sestava detektorů experimentu WA98, na kterém se zúčastnili i pracovníci Ústavu jaderné fyziky AVČR.

Fotografie: CERN

vých experimentů se daly vysvětlit i vlastnostmi normální jaderné hmoty. Výklad poznatků plynoucích z komplexní analýzy a porovnání různých experimentů se však nejspíše už bez existence kvark-gluonového plazmatu neobejdě. Podívejme se na základní fyzikální jevy, které fyzikové z CERNu považují za nejsilnější argumenty potvrzující vznik kvark-gluonového plazmatu.

Stejně jako v případě Velkého třesku můžeme i v průběhu Malého třesku studovat rozdílné vlastnosti hadronů vyletujících z místa srážky. Data o rozložení hybnosti (respektive její složky kolmě k směru srážejících se jader) pro řadu různých hadronů a jejich interferometrie umožňují zkoumat průběh expanze po hadronizaci, podobně jako lze ze vzdalování galaxií odvodit Hubbleův zákon. Údaje naměřené v experimentech NA44, NA45/CERES, NA49, NA50, NA52, NA57/WA97 a WA98 odpovídají plně našim předpokladům o vzniku horké a husté expandující zóny a dynamické vlastnosti jaderné hmoty, která se po srážce rozpíná, splňují naše představy získané z hydrodynamických modelů.

Po většinu doby expanze je jaderná hmota pro hadrony neprůhledná a celý systém se udržuje v tepelné rovnováze. Teplotu v okamžiku, kdy nastalo tepelné vymrznutí, můžeme určit s energetickými spektory hadronů, které (podobně jako spektrum reliktních fotonů pocházejících z Velkého třesku) odpovídá spektru černého tělesa s příslušnou teplotou. V případě Malého třesku nejsou vzniklé fotony v tepelné rovnováze s hmotou a díky malým rozměrům expandující zóny a malé pravděpodobnosti interakce fotonů opouštějí horkou zónu ihned. Experimenty zmíněné v minulém odstavci potvrzují, že při srážce je dosaženo teplot potřebných pro vznik kvark-gluonového plazmatu, tedy okolo 180 MeV (2.1×10^{12} K).

Ještě před tepelným vymrznutím dochází k chemickému vymrznutí. Tato „primordiální hadrosyntéza“ je analogická primordiální nukleosyntéze ve Velkém třesku a ustavuje se v ní za stoupení různých hadronů. Toto hadronové složení může sloužit jako nepřímý signál možného vzniku kvark-gluonového plazmatu. Jedním z takových signálů je počet hadronů obsahujících podivný kvark s , pozorovaný při velmi vysokých energiích srážejících se jader, které můžeme do-

NA57/WA97, NA49 a NA50. Ten převyšuje počet tohoto typu hadronů, jenž vyplývá z předpokladu, že vznikají pouze ve srážkách nukleonů. Takový narůst podivnosti je velice obtížné vysvětlit v případě, že vznikají pouze jaderná hmota ve stavu hadronového plynu, protože při srážkách hadronů vznikají podivné částice s velmi malou pravděpodobností. Naopak, pravděpodobnost produkce podivnosti při srážkách kvarků a gluonů v plazmatu a následné hadronizaci je vysoká.

Další důležité informace o podmínkách umožňujících vznik kvark-gluonového plazmatu může poskytnout i studium leptonů vzniklých rozpadem velmi krátce žijících hadronů.

V experimentu NA45/CERES byla pozorována zvýšená produkce elektron-pozitronových páru v oblasti invariantních hmotností menších než 800 MeV. Invariantní hmotnost je klidová hmotnost vypočtená z dvojice zachycených leptonů, přičemž se předpokládá, že pocházejí z rozpadu částice. Tento jev můžeme vysvětlit změnou vlastnosti ρ mezonu, který vzniká v horké a husté jaderné hmotě a velmi rychle se ještě uvnitř této hmoty rozpadá na dvojici elektron a pozitron. Změna hmotnosti a doby života ρ mezonu by měly záviset na hustotě a teplotě okolní hmoty. Tyto změny by měly být pozorovatelné i v husté hadronové hmotě, ale svědčí o takových vlastnostech silné interakce, které jsou nezbytné pro vznik kvark-gluonového plazmatu.

Nejvýznamnějším příznakem fázového přechodu je potlačení produkce mezonu nazývaného J při srážkách jader s vysokými energiami, které bylo pozorováno v experimentu NA50. Mezon J je silně vázaným systémem kvarku c a antikvarku c . V kvark-gluonovém plazmatu se díky odstínění této kvarků možnost vzniku tohoto mezonu silně snižuje. Vznik a velikost pozorovaného potlačení produkce mezonu J nelze uspokojivě vysvětlit bez přítomnosti nového stavu hmoty.

Přímou informaci o existenci kvark-gluonového plazmatu by mohly poskytnout fotony s vysokou energií vznikající při rozptýlu jednotlivých kvarků a gluonů v plazmatu. Ty už následně s hadrony neinteragují a přinášejí tak přímé údaje o stavu hmoty v místě, kde vznikly. Při energiích srážejících se jader, které můžeme do-

Vladimír Wagner / VELKÝ TŘESK A MALÝ TŘESK

sáhnout na urychlovací SPS, je však počet takto vzniklých fotonů příliš malý a na pozadí fotonů vzniklých v hadronovém plynu je nemůžeme pozorovat.

Je tedy zřejmé, že byla pro existenci kvark-gluonového plazmatu získána řada indicií. Jsou sice nepřímé, ale v souhrnu dost přesvědčivé. Mělo by následovat definitivní potvrzení plazmatu a podrobné studium jeho vlastností za různých podmínek. K tomu však potřebujeme, aby plazma vznikalo ve větším objemu. Tedy ještě vyšší energie urychlovaných jader, než je možno dosáhnout na urychlovací SPS. Z tohoto důvodu štafetu přebírá americký fyzikové na dokončovaném urychlovací RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) v Brookhavenu, u kterého každé z jader, jež proti sobě letí, bude mít energii 100 GeV/nukleon a celková energie v těžišti bude téměř dvaakrát větší než při použití pevného terče na SPS. V roce 2005 by se pak štafetový kolík měl opět vrátit do Evropy, kde na budovaném urychlovací LHC (Large Hadron Collider) bude mít každé jádro energii 2.7 TeV/nukleon a energie v těžišti bude více než 300 krát větší než na SPS. V těchto experimentech bude počet fotonů vzniklých přímo v kvark-gluonovém plazmatu mnohem větší a jejich pozorování by mělo podle očekávání posloužit jako přímý důkaz tohoto nového stavu hmoty. I po změně kočky Šklíby z Carollovy knihy „Alenka v Kraji divů“ je stále vidět její škleb. Jak naše znalosti o Velkém třesku tak i znalosti Malého třesku jsou založeny na zkoumání takového zamrznutého šklebu. Zkoumání Malého Třesku nám dává šanci v blízké době uvidět přímo kočku Šklíbu samotnou.

Z uvedených fakt vyplývá, že důkaz existence kvark-gluonového plazmatu, znalost jeho vlastností a způsobu přechodu v hadronový plyn jsou klíčové pro pochopení raného stadia vývoje vesmíru. Musíme ovšem mít na paměti některé důležité rozdíly v procesu hadronizace ve srážkách těžkých jader a hadronizace v období raného vesmíru. Zopakujme, že je to zejména zmíněná rozdílná časová škála. Zatímco srážka těžkých jader trvá jen 10^{-22} s, trvala hadronizace raného vesmíru 10^{-6} s. Tento rozdíl je způsoben brzděním expanze vesmíru gravitací a zapříčinil například, že se při hadronizaci v ranném vesmíru stíhly rozpchnout téměř všechny vznikající nestabilní částice. Souběžná existence hmoty ve formě hadronového plynu a kvark-gluonového plazmatu by se mohla, pokud existovala, projevit vznikem míst s různou baryonovou hustotou. To by se promítlo do následné primordiální nukleosyntézy, kdy by kromě ^4He vznikla i těžší jádra ^7Li , ^9Be a ^{12}B . Velice atraktivní by byla rovněž možnost přeměny bublin kvark-gluonového plazmatu v primordiálních černé díry, což se však dnes jeví jako velmi nepravděpodobné. Mnohem pravděpodobnější se jeví možnost vzniku primordiální podivnůstek, protože ověření existence „normálního“ kvark-gluonového plazmatu zvyšuje pravděpodobnost existence stabilního kvark-gluonového plazmatu s příměsi podivných kvarků. Existence takového plazmatu ve formě malých kousků (podivnůstek) nebo ve formě celých podivných hvězd jsem podrobnejší diskutoval v příspěvku v Kozmosu č. 3 z roku 1999.

VLADIMÍR WAGNER
Ústav jaderné fyziky AVČR

Miru se nechce do důchodu



Orbitální stanice Mir. Kdyby už včera skončila svou bohatou cestu a shořela v hustých vrstvách atmosféry, nikdo by jí už nikdy nevzal veledůstojné místo v kronice dobývání vesmíru. Žádné jiné kosmické těleso se ani zdaleka nemůže pochlubit historií plnou tolika změnami, prvenstvími a problémy, jako právě tato vlajková loď ruské kosmonautiky. Přitom je zajímavé, že Mir, který v únoru 2000 vstoupil již do patnáctého roku své existence, se ještě zdaleka nechystá do starého železa.

Na konci srpna roku 1999 opouštěli stanici Mir tři kosmonauté – palubní inženýr Sergej Avdějev, kosmonaut-výzkumník Jean-Pierre Haigneré a jako poslední velitel Viktor Afanasjev. Tehdy se o nich psalo jako o „poslední“ posádce s tím, že stanici bude počátkem roku 2000 navedena do atmosféry, kde shoří. Přestože podobných „konců“ bylo v minulosti avizováno několik, tentokrát situace vypadala opravdu definitivně. Zahraniční pozorovatelé se shodovali, že k tomu, aby ekonomicky potřebné záběrána ruská kosmonautika našla finance na znovuosídlení opuštěné základny, by se musel stát zázrak. A ten se stal.

Ačkoliv spíše než o zázraku bychom měli hovořit o osobě amerického miliardáře Walta Andersona (45), který své jmění získal nákupy a prodeji akcií telekomunikačních společností. Rusko sice zcela nezávisle na něm uvažovalo o tom, že ke stanici vyšle ještě definitivně poslední „pohřební“ posádku dvou kosmonautů (svůj zájem doplnit posádku též o svého specialistu projevila i evropská kosmická agentura ESA, jejíž finanční „príspěvek“ měl celou misi pomoci financovat), ale právě Andersonovy miliony pomohly této výpravě získat konkrétní obrys.

A tak 1. února 2000 vzletla z kazachstánské základny Tjuratam nákladní loď Progress M1-1 (někdy též označovaná jako Progress M-43), která se o dva dny později automaticky spojila s orbitálním komplexem Mir. Zahraniční partneři Ruska při budování mezinárodní kosmické stanice ISS především šokovalo, že tato loď byla původně určena právě pro tu stanici – ruští představitelé její let odůvodnili nutností „otestovat“ novou verzi zásobovací držice.

Předchozí verze Progressu mohly nést maximálně 700 kilogramů pohonného hmot pro zásobování stanice, kdežto Progress M1-1 má kapacitu téměř 1500 kg. Mimo to byly na Mir dopraveny následu-

jící materiály: vybavení pro palubní systémy (13,3 kg), voda (176,1 kg), potraviny (162,9 kg), oděvy a potřeby osobní hygieny (143,5 kg), palubní dokumentace (9,9 kg) lékařské potřeby (31,6 kg), fotografické potřeby (3,4 kg) aj.

Progress M1-1 okamžitě začal zvyšovat oběžnou dráhu stanice Mir, která od loňského srpna poklesla. Rusové přitom zveřejnili plán, který počítá i se zvyšováním dráhy Miru pomocí družice připojené ke stanici pomocí osmikilometrového lana.

Walt Anderson společně s dalšími investory založil společnost MirCorp se sídlem v Amsterdamu, která se v první fázi rozhodla investovat do programu Mir minimálně 21,2 milionu dolarů. Přitom sedm milionů odešlo do Ruska už před startem Progressu M1-1 a zbytek dorazil vzápětí poté, co byla podepsána smlouva s konstrukční kanceláří NPO Enérgija (provozovatel Miru – dříve pro ruský stát, nyní může na základě vládního dekretu se sta-

nici svobodně nakládat). Ruská vláda přitom v letošním roce vyčlení na provoz Miru minimálně dalších 60 mil. dolarů.

To je znatelný rozdíl v porovnání s jinými projekty – mnozí podnikavci slibovali ohromné investice do ruského kosmického programu a nikdy neuvolnili ani cent. Walt Anderson je přitom střízlivě uvažující podnikatel, který ví, co to je riziko – počítá dokonce i s možností, že nadcházející posádka shledá stanici neobyvatelnou a že létání na ni nebude možné obnovit. Od loňského podzimu totiž na stanici nepatrne, leč trvale, klesá tlak. Nikdo neví proč a je otázkou, zdali třeba právě tato skutečnost nemůže zabránit znovuobydlení komplexu.

Mezi ty, kteří slibovali miliony pro Mir, byl v loňském roce i britský obchodník Peter Llewelyn. Vedl vážná jednání s ruskou stranou, dokonce se hovořilo i finanční injekci 100 mil. USD v případě, že by Llewelyn zavítal na návštěvu stanice Mir. Dokonce v dubnu 1999 zahájil přípravu ve Hvězdném městečku u Moskvy. Ovšem nakonec se ukázal jako překný výkuk – prohlásil, že nedá ani dolar, ovšem do vesmíru hodlá letět jako součást charitativní akce, v jejímž rámci má být uspořádána finanční sbírka pro moskevské dětské nemocnice. Z výcviku byl okamžitě vyřazen – oficiálně pro vyšší tělesný vztřust...

Současný scénář budoucnosti stanice Mir předpokládá start kosmické lodi Sojuz TM-30 dne 31. března 2000. V její posádce bude velitel Sergej Zajljotin (letící do vesmíru poprvé) a zkušený veterán Alexander Kaleri. Možná, že s nimi poletí i „třetí de mariaše“, herec Vladimir Stěklov.

Již čtyři roky sní ruský režisér Jurij Kara svůj sen o filmu, jehož některé scény by se natáčely přímo ve vesmíru. Film se má jmenovat „Poslední výprava“ a měl by pojednávat o kosmonautovi, který odmítá opustit orbitální stanici, na níž se rozhodl vytrvat do konce svých dnů. Původně Kara chtěl film natočit tak, že by v lodi Sojuz vyslal k Miru herce a herečku plus zkušeného kosmonauta, nyní se prý spokojí i s pouhým letem Vladimira Stěklova.

Je zajímavé, že Kara toužil po hvězdném obsazení svého filmu. Dokonce na benátském filmovém

Vladimir Stěklov se má stát prvním hercem ve vesmíru.



festivalu už oslovil herečku Emmu Thompsonovou. Ta však zdvořile odmítla se na projektu podílet. Do mužské role uvažoval o Johnu Travoltovi či Tomu Hanksovi. První z nich vlastní pilotní průkaz a zajímá se o kosmické lety, druhý pak má za sebou natáčení úspěšného snímku Apollo-13. V něm už okusil pocity stavu bezvíže, byť pouze na několik desítek sekund ve speciálně upraveném letadle, které se po hybovalo po parabolické dráze.

Zdali bude Stěklov skutečně zařazen do posádky, ukáže až čas. Důležitých je několik faktorů. Jedním z nich je finanční aspekt mise. Představitelé ruské kosmonautiky se nechali slyšet, že zadarmo do vesmíru nikdo nepoletí. Ovšem vypadá to, že Walt Anderson je ochoten plácnot se přes kapsu a v rámci marketingových aktivit společnosti MirCorp filmování ve vesmíru uhradit. Další problém je ale horší: Je jím (ne)připravenost Stěklova podstoupit poměrně dlouhý a náročný let. Kosmonauté by měli strávit ve vesmíru 45 až 72 dní. Stěklov se přitom do výcviku zapojil až v závěru roku 1999, takže na předletovou přípravu měl jen několik měsíců. Odborníci upozorňují, že je to velmi málo, přesto tisková agentura Interfax koncem února oznámila, že Stěklov byl oficiálně zařazen do posádky.

Pokud se projekt podaří realizovat, bude mít film Poslední výprava premiéru v dubnu 2001, čtyřicet let po startu prvního Vostoku s Jurijem Gagarinem.

Každopádně nová posádka (až již dvoučlenná či tříčlenná) by měla v průběhu dubna přivítat další zásobovací družici Progress. Po odletu této směny ze stanice bude rozhodnuto, co dál. Současné plány počtají s tím, že Mir ukončí svou činnost v průběhu srpna – pokud se ovšem nenajdou finanční prostředky na jeho další provoz. Představovalo by to nějakých 40 mil. dolarů, které dosud do konce roku chybí získat.

Walt Anderson samozřejmě do provozu Miru neinvestuje z čistého soucitu nebo jiných bohulibých pohnutek. Je to tvrdý obchodník a jako takový se musí snažit vydělat. Pod křídla společnosti MirCorp se totiž rozhodl soustředit celou paletu komerčních aktivit, které je ve vesmíru možné provozovat. Na stanici by měla probíhat výroba superčistých látek, klenotů a šperků, komerční snímkování zemského povrchu, v budoucnu se počítá také s montáží či opravami družic... Anderson dokonce plánuje stanici doplnit o nové moduly. Ovšem nejzajímavější částí jeho projektu je nabízení „letenek“ pro cesty do vesmíru – jedna by měla vyjít na 40 milionů dolarů, později by cena mohla spadnout na přece jen přijatelnějších 25 mil. Že by prvním „turistou“ měl být sám Anderson, jistě netřeba zdůrazňovat. Zájem ale prý již projevili i některé výstřední milionáři a americké filmové hvězdy.

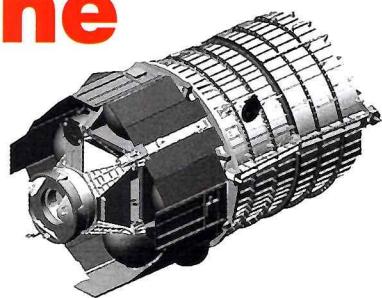
Dřívější plány na vysílání turistů do vesmíru byly sice ambicioznější, ale nikdy nevedly nikam. Analytici se shodují, že v případě společnosti MirCorp je šance na úspěch obrovská: Cíl je ve vesmíru (stanice Mir), technika je vyzkoušená (raketa a kosmická loď Sojuz) a dispozici je i finančně silný partner, kterého Rusko potřebuje.

V průběhu února 2000 se také objevily (již poněkolikáté) spekulace o tom, že se o Mir zajímá také Čína. Ta prý již loni za tříletý pronájem stanice nabízela 750 mil. USD. Nyní ji prý chce odkoupit celou a použít k vybudování vlastního ambiciozního pilotovaného průzkumu vesmíru. Jde však pravděpodobně pouze o fámy.

Ať tak či onak, budoucnost stanice Mir zůstává i nadále s velkými otazníky. Zkrátka se jí ještě nechce do starého žezebla.

Tomáš PŘIBYL
Foto NASA a archiv

Kdy konečně vyjde „Zvezda“?



Loňský rok byl v oblasti pilotované kosmonautiky ve znamení nevýdaného útlumu. Američané uskutečnili pouhoupouhé tři starty raketoplánů do vesmíru a Rusko vyslalo na oběžnou dráhu pouze jednu loď, přičemž navíc po téměř deseti letech ne-petržitého osídlení opustilo orbitální stanici Mir. Letošní plány přitom nejsou o mnoho optimističtější.

Důvody tohoto neutěšeného stavu jsou dva: Prvním byly technické problémy s americkými raketoplány, které v loňském roce na dlouhou dobu „uzemnily“ celou flotilu kosmických letounů z bezpečnostních důvodů. Druhý problém by se bez nadězky dal nazvat „evergreenem“ – odklady a zase odklady vypuštění klíčového modulu mezinárodní kosmické stanice ISS (International Space Station), modulu Zvezda (dříve Eněrgija, ještě dříve servisní modul).

Pro stručnou rekapitulaci si připomeňme trojici startů amerických raketoplánů v roce 1999:

DISCOVERY STS-96 (velitel Kenneth Rominger, pilot Rick Husband a letoví specialisté Ellen Ochoaová, Tamara Jerniganová, Dan Barry, Julie Payettová – Kanada a Valerij Tokarev – Rusko) – Servisní let ke stanici ISS. Původně měl následovat až po vypuštění ruského modulu Zvezda, ovšem vzhledem k odkladům v jeho vypuštění došlo k výměně jednoho člena posádky (Valerij Tokarev za původně nominovaného Jurije Malenčenka) a rozhodnutí, že raketoplán absolvuje pouze servisní návštěvu stanice. Start 27. května, let trval 9 dní 19 hodin 13 minut.

COLUMBIA STS-93 (velitel Eileen Collinsová, pilot Jeff Ashby a letoví specialisté Steven Hawley, Catherine Colemanová a Michael Tognini – Francie) – Let, který poutal pozornost nikoliv svým nákladem (astronomická observatoř Chandra pro rentgenová pozorování, původně AXAF), ale skutečností, že poprvé v historii byla velitelem kosmické lodi žena. Mise byla mimořádně dramatická, když krátce po startu došlo ke zkratu na elektroinstalaci raketoplánu a navíc k poškození jednoho z motorů SSME, což způsobilo navedení na nižší než plánovanou dráhu. Start 23. července, let 4 dny 22 hodin 50 minut.

DISCOVERY STS-103 (velitel Curtis Brown, pilot Scott Kelly a letoví specialisté Claude Nicollier – Švýcarsko, Steven Smith, Michael Foale, John Grunsfeld a Jean-Francis Clervoy – Francie) – Expedice, která se podle původního „letového plánu“ vůbec neměla uskutečnit. Do harmonogramu roku 1999 byla přidána až počátkem března poté, co selstabilitu celé soustavy, což s sebou ovšem přinášelo nepříjemný důsledek vyšší spotřeby pohonného hmot. Nakonec se ale ukázalo, že misi nebude opravní dokončení budování stanice, kterým byl rok 2004. I NASA nyní opatrně hovoří o letech 2006 až 2007.

Tomáš PŘIBYL

Foto NASA a archiv

Tohle není Zvezda. Takto bude vypadat americký modul ICM, který by se měl stát náhradou za ruskou Zvezdu, po dokončení.



Tohle je servisní modul Zvezda. V montážní hale, stále čekající na start.



A tohle je v montážní hale americký modul ICM. Který modul se napojí na stanici? Snad oba.



Na snímce hore původní emblém letu Atlantis STS-101, v tomto složení ovšem posádka raketoplánu do vesmíru nepoletí. Na snímce dole emblém prvního letošního letu raketoplánu Endeavour STS-99.

Obloha v kalendári apríl – máj 2000

Pripavili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK

Tí, ktorí sa radi pokochajú pokojným svitom planét si toho veľa neužijú. Začiatkom mája nastane „skazonosná“ veľká konjunkcia planét so Slnkom a tak okrem troch najvzdielenejších sa budú strácať v jeho žiare. Astrológovia i katastrofici si prichádzajú na svoje... O skutočnej „nevýnimočnosti“ tohto postavenia písal v minulom čísle J. Dušek. Začne jarná sezóna meteorárov, lovci rekordov sa môžu pokúsiť o mladý Mesiac a majitelia fotografickej techniky zase o snímky planétek v blízkosti zajímacích objektov.

Planéty

Merkúr je začiatkom apríla je pri východe len 5° nad obzorom a lepšie pozorovateľný začne byť až pred koncom mája, napoko sa blíži do východnej elongácie (9.6.). 31.5. na konci občianskeho súmraku bude 9° nad západoseverozápadným obzorom ako objekt 0 mag. Relatívne dobré pozorovacie podmienky súvisia s jeho maximálnou severnou šírkou (24.5. 2°). 7.5. je najdalej od Zeme (1.326 AU) a 13.5. je v periheliu.

Venuša je po oba mesiace nepozorovateľná. Začiatkom apríla má súčasť dostačného uhlovú vzdialenosť od Slnka, no jej výška nad obzorom je len malá, a tak je možné ju pozorovať len počas dňa dalekohľadom. Venušu spolu s Merkúrom sa môžeme pokúsiť nájsť cez 28.4. cez deň, keď pri elongácii 18° od Slnka bude ich uhlová vzdialenosť len 0.3°. Veľmi tesná denná konjunkcia s Venušou nastane 17.5. o 11:30, keď uhlová vzdialenosť oboch planét bude len 40° pri elongácii necelých 7 stupňov.

Mars je začiatkom mesiaca na konci občianskeho súmraku vo výške 15° ako načervenalý objekt 1 mag s malým uhlovým priemerom (4") v Baranovi. Do Býka sa presunie 24.4. a 6.5. vytvorí kompozične aj farebne zaujímavé zoskupenie s Jupiterom, Saturnom a Mesiacom. Zmenu vzájomných polôh planét môžeme sledovať až do druhej dekády apríla. Jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje a v polovici mája sa stratí vo večernom súmraku.

Jupiter začiatkom apríla je na konci súmraku vo výške 17° ako objekt -2.1 mag a v druhej polovici mesiaca sa začne strácať nízko nad obzorom v presvetlenej oblohe. Na jeho viditeľnosť na rannej oblohe si budeme musieť počkať až do polovice júna. Tesná konjunkcia s Venušou je popísaná vyššie.

PRECHODY VELKEJ ČERVENEJ ŠKVRNY

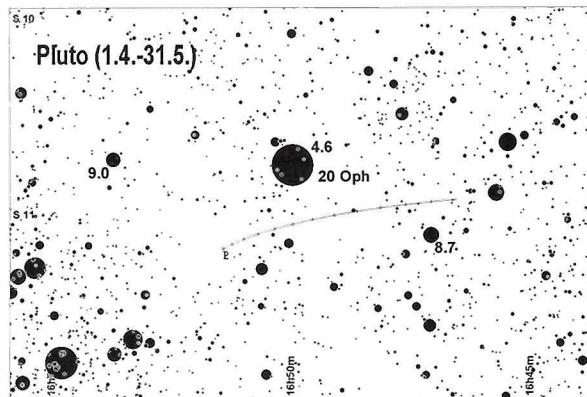
4.4. 18:05	11.4. 18:54	21.4. 17:15
6.4. 19:44	16.4. 18:05	23.4. 18:54

Saturn (0.2 mag) má podobné podmienky viditeľnosti ako Jupiter, napoko v polovici apríla západá len o 20 minút neskôr. V posledný májový deň sa presunie z Barana do Býka.

Urán (5.8 mag) má v Kozorožcovi podpriemerné podmienky viditeľnosti, ktoré sa však výrazne zlepšujú. Začiatkom apríla je pri občianskom súmraku vo výške len 8° v Kozorožcovi. Jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zväčšuje a koncom mája už dosiahne výšku 25° nad obzorom.

Neptún (7.9 mag) je v Kozorožcovi. 8.5. je stacionárny a začne sa pohybovať retrográdne. Obdobie jeho viditeľnosti sa skracuje a koncom mája západá hodinu pred polnocou.

Všetky časové údaje sú v SEČ



Hľadacia mapka Pluto.

Pluto (13.7 mag) v Hadonosovi má prijatelné podmienky napriek tomu, že je stále v južných deklínaciach. Koncom mája kulminuje o polnoci. Pri jeho hľadaní nám pomôže hviezda 20 Oph (4.6 mag).

Mesiac

Najvýhodnejšie podmienky v tomto roku zazrieť Mesiac krátko po nove (vek Mesiaca 23.1 hod.) na stanú 5. apríla. Pri západe Slnka je vo výške 7° a jeho azimut (270°) je o 10° menší. Takmer bez problémov by sme mohli užívajúci Mesiac nájsť o mesiac neskôr (5.5.), keď pri západe Slnka bude vo výške 14° (azimut 280°) a na konci občianskeho súmraku vo výške 7°. Rekord uvidieť Mesiac čo najkratšie po nove (2.5. 1916, 14.5 hod.) asi nepadne, pretože 4.5. je pri západe Slnka vek súčasť Mesiaca len 13.8 hod., no zároveň vo výške len 2° nad ideálnym horizontom.

Planétky

Z planétek, ktoré v opozícii dosiahnu aspoň 11 mag, budú pozorovateľné:

- (26) Proserpina (2.4. 10.5 mag)
- (196) Philomela (5.4. 11.0 mag)
- (44) Nysa (7.4. 9.7 mag)
- (385) Ilmatar (11.4. 10.9 mag)
- (20) Massalia (14.4. 9.2 mag)
- (129) Antigone (17.4. 10.1 mag)
- (187) Lambert (1.5. 10.3 mag)
- (349) Dembowska (12.5. 10.2 mag)
- (5) Astraea (15.5. 10.1 mag)
- (19) Fortuna (16.5. 10.7 mag)
- (89) Julia (19.5. 10.5 mag)
- (10) Hygiea (24.5. 9.1 mag)
- (419) Aurelia (30.5. 10.0 mag)

Najjasnejšou planétkou bude (4) Vesta, ktorá sa koncom mesiaca dostane takmer na hranicu viditeľnosti volným okom. Pohybuje sa však v záporných deklínaciach s čím súvisí jej nevelká výška nad obzorom.

Prepovedané sú 4 zákryty hviezd planétkami. Niektoré príbliženia planétek k zaujímavým objektom sú na obrázkoch.

(1) Ceres krášli svojou prítomnosťou galaxie M 98, M 99 a M 100 vo Vlasoch Bereniky. Jej pohyb stojí za zaznamenanie aj na citlivu emulziu či čip kamery.

Planétka (10) Hygiea prechádza zaujímavými oblasťami Škorpióna, bude v konjunkcii s Antaresom, signoru Sco (Alniyat, 2.9 mag) a hviezdokupami M 4 a NGC 6144.

(11) Parthenope urobí elegantnú slučku v okolí M 23 a NGC 6507 v Strelecovi.

Efemerida planétky (1) Ceres

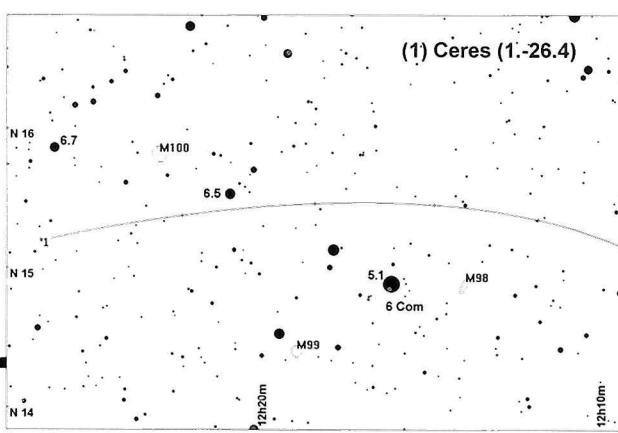
dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.4.	12h26.4m	+15° 12.0'	7.0
6.4.	12h22.2m	+15° 23.2'	7.1
11.4.	12h18.3m	+15° 28.5'	7.2
16.4.	12h14.7m	+15° 27.9'	7.3
21.4.	12h11.6m	+15° 21.3'	7.4
26.4.	12h09.1m	+15° 09.0'	7.5
1.5.	12h07.1m	+14° 51.4'	7.6
6.5.	12h05.7m	+14° 28.9'	7.7
11.5.	12h05.0m	+14° 01.8'	7.8
16.5.	12h04.8m	+13° 30.6'	7.9
21.5.	12h05.3m	+12° 55.9'	8.0
26.5.	12h06.4m	+12° 18.0'	8.1
31.5.	12h08.0m	+11° 37.3'	8.2

Efemerida planétky (11) Parthenope

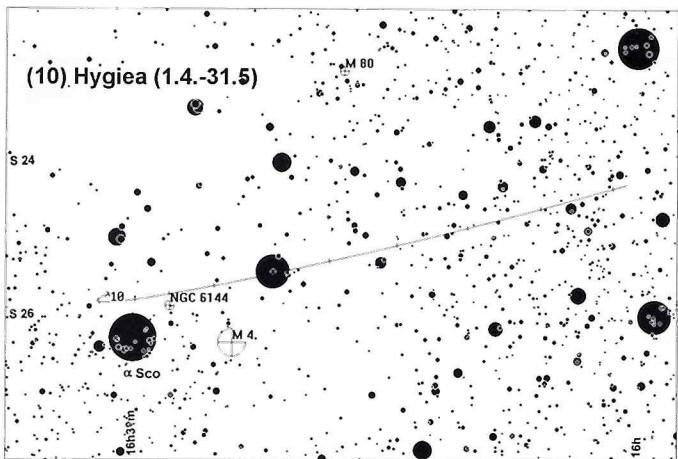
17.4.	17h54.7m	-17° 58.2'	10.6
22.4.	17h56.4m	-17° 52.6'	10.5
27.4.	17h57.4m	-17° 47.3'	10.4
2.5.	17h57.7m	-17° 42.4'	10.3
7.5.	17h57.1m	-17° 38.2'	10.2
12.5.	17h55.8m	-17° 34.9'	10.1
17.5.	17h53.7m	-17° 32.5'	9.9

Efemerida planétky (4) Vesta

1.4.	19h16.2m	-19° 12.8'	7.4
6.4.	19h23.8m	-19° 05.1'	7.3
11.4.	19h30.9m	-18° 57.4'	7.3
16.4.	19h37.7m	-18° 50.2'	7.2
21.4.	19h44.0m	-18° 43.7'	7.1
26.4.	19h49.7m	-18° 38.4'	7.1
1.5.	19h55.0m	-18° 34.7'	7.0
6.5.	19h59.6m	-18° 32.9'	6.9
11.5.	20h03.7m	-18° 33.4'	6.8
16.5.	20h07.1m	-18° 36.6'	6.7
21.5.	20h09.8m	-18° 42.9'	6.6
26.5.	20h11.7m	-18° 52.5'	6.5
31.5.	20h12.9m	-19° 05.8'	6.4

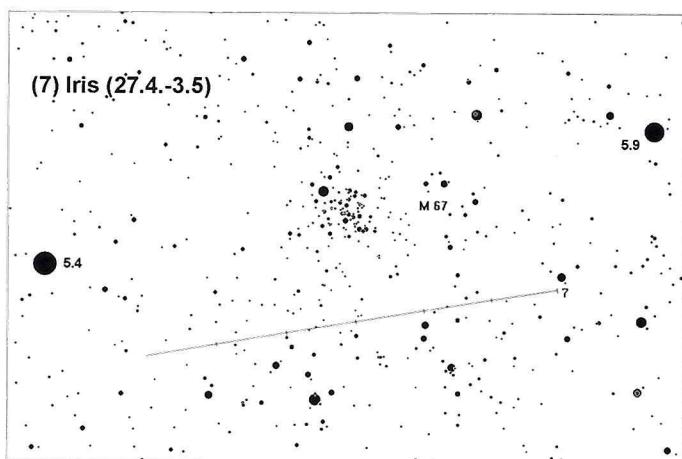


Dráha planétky (1) Ceres v blízkosti galaxie M 98, M 99 a M 100.



(10) Hygiea (1.4.-31.5)

Planétku Hygiea v zaujímavých oblastiach Škoríona.



(7) Iris (27.4.-3.5)

Konjunkcia planétky (7) Iris s otvorenou hviezdkopou M67 v Rakovi.



Zopakujme si text J. Dušeka z minulého čísla Kozmosu: „Slunce, Měsíc, Merkur, Venuše, Mars, Jupiter i Saturn se k sobě nejvíce přiblíží v pátek pátého května 2000, kdy je najdete v oblasti o průměru dvacet šest stupňů. A jelikož se uprostřed této skupiny posadí samotné Slunce, nakupení těles vlastně ani neuvidíme. Na východ od Slunce, tedy na světlé večerní obloze, se postaví Jupiter, Saturn a úplně nejdál Mars, u kterého bude Měsíc. Na západě, tedy na ranní obloze, pak zazáří Merkur s Venuší. Samotné planety, bez Slunce a Měsice, dosáhnou minimální vzdálenosti o pár dní později, ve středu 17. 5. Podél ekliptiky se rozloží v rozmezí 19 stupňů a 25 minut.“

Kométy

Avizovaná kométa C/1999 S4 (LINEAR) koncom mája dosiahne rozumnú elongáciu od Slnka a bude pozorovateľná pred východom Slnka v Trojuholníku. Jej jasnosť sa bude zvyšovať, v druhnej polovici júla sa dostane pod 4 mag a teda bude viditeľná voľným okom. Podmienky jej viditeľnosti sa zlepšujú a takmer celý júl bude cirkumpolárná. Pe-

Efemerida kométy C/1999 S4 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
26.5.	2 ^h 02.7 ^m	+31 13.1°	10.0
31.5.	2 ^h 05.4 ^m	+32 07.0°	9.6
5.6.	2 ^h 08.2 ^m	+33 09.1°	9.2
10.6.	2 ^h 11.4 ^m	+34 21.8°	8.8
15.6.	2 ^h 15.0 ^m	+35 48.8°	8.3

Meteor

Po Kvadrantidách, ktoré tohto roku poznačila nepriateľ počasia, sú Lyridy prvým hlavným rojom roku. V činnosti sú od 16. do 25. apríla a maximum nastane v noci z 21. na 22. 4. medzi 23. a 6. hodinou. Frekvencia Lyríd v maxime je 15 meteorov za hodinu, no je značne premenlivá. Trva-

nie maxima je relatívne krátke, trvajúce len niekoľko hodín. Pozorovanie však bude rušiť Mesiac, ktorý je krátko po splne a pri jeho východe je radiant len vo výške 20°.

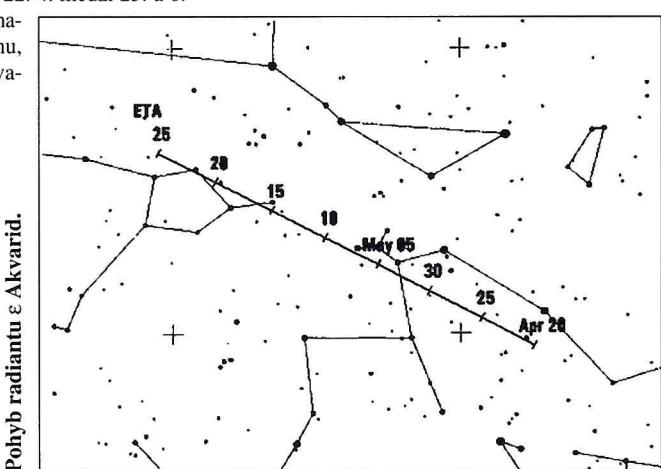
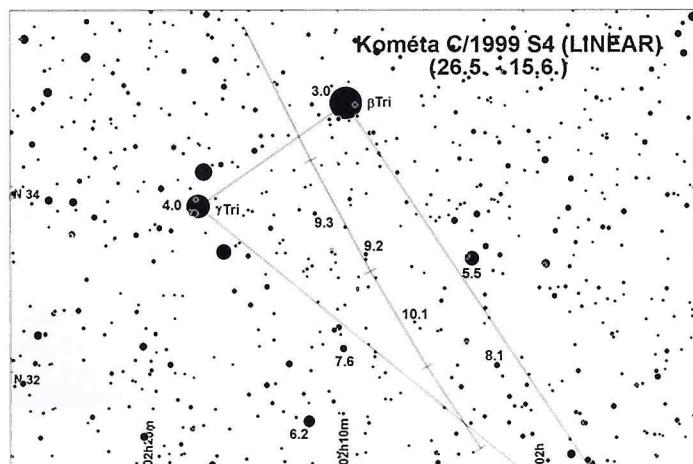
Lyridy sú jedným z najdlhšie známych rojov, správy o ich činnosti sa našli v čínskych kronikách spred viac ako 2000 rokov. Materskou kométou tohto roja je kométa Thatcher (C/1861 G1). Poruchy spôsobené gravitačným poľom Saturna vyvolávajú nepravidelné vysoké frekvencie, ktoré krátkodobu dosahujú až 600 meteorov za hodinu. V tomto storočí niekolkokrát prekvapili svojou vysokou aktivitou, v roku 1982 bola frekvencia pozorovaná v severnej Amerike 250 meteorov za hodinu.

Maximum ε Akvaríd nastane 5. mája večer. V maxime má súčasť frekvenciu až 60 meteorov za hodinu, no radiant u nás vychádza len hodinu po polnoci a aj pri občianskom súmraku má výšku len 20° nad obzorom. Maximum však nemávajú veľmi ostré, frekvencia nad 30 meteorov trvá okolo troch dní. Vzhľadom na to, že pozorovanie nebude rušiť Mesiac, je to vhodná príležitosť na pozorovanie, pretože rok 2000 je pre meteorárov len podpriemerný. ε Akvaridy sú v činnosti od 19. 4. do 28. 5. a zmena polohy ich radiantu je na obrázku.

Materskou kométou je 1P/Halley. Jej dráha prechádza daleko od Zeme, a tak maximá roja nie sú výrazné. Krátkodobé zvýšenie aktivity roja spôsobuje vláknitú štruktúru prúdu. Meteority tohto roja sú rýchle, pretože ich geocentrická rýchlosť je 66 km/h.

V polovici apríla začína trojmesačná činnosť Sagitaríd, ktoré majú pomalé meteory (30 km/h) a niekoľko maxímov medzi 15. 5.–25. 6. Aj v maxime však frekvencia dosahuje len 4–5 meteorov za hodinu. Materská kométa tohto roja je neznáma.

Ďalšie roje, ktoré sú v činnosti sú v tabuľke. Majú však len nízke frekvencie a na ich pozorovanie je nutné používať zákers do gnomonických map.



METEORICKÉ ROJE (APRÍL-MÁJ)

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb		v	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
VIR	25.1.-15.4.	(24.3.)	13:00	-04	0.5	-0.3	30	5	IMO
LBR	15.4.-30.4.		15:12	-18	1.1	-0.2	30	5	ALPO
LYR	16.4.-25.4.	21.4.	18:05	+34	1.1	0.0	49	15	IMO
ABO	14.4.-12.5.	28.4.	14:32	+19	0.9	-0.1	20	2	ALPO
ETA	19.4.-28.5.	5.5.	22:32	-01	0.9	+0.4	66	60	IMO
ASC	1.5.-31.5.	16.5.	16:12	-21	1.1	-0.1	35	5	ALPO
SAG	15.4.-15.7.	(19.5.)	16:28	-22	0.8	-0.1	30	5	IMO
OSC	23.5.-15.6.	2.6.	15:56	-20	1	-0.1	21	5	DMS

ROJ – VIR: Virginidy, LBR: Libridy, LYR: Lyridy, ABO: α Bootidy, ETA: ε Akvaridy, ASC: α Škorponidy, SAG: Sagitardy, OSC: Ω Škorpionidy
Radiant – poloha radiantu v čase maxima
Pohyb – pohyb radiantu v stupňoch za deň
v – geocentrická rýchlosť v km/s
ZHR – prepočítaná frekvencia v maxime

rová vzdáenosť je stodvacetkrát väčšia než vzdáenosť Pluta od Slunce. Slabší stálce svou svitivosť trikrát predčí Slunce, jasnejší hned päťdvacetkrát. Ta je zároveň spektroskopickou dvojhvězdou, a proti Zubelenegubi predstavuje soustavu tří těles.

Vzhľadom k tomu, že se nyní díváme ven z Galaxie, na nedozírné pláně pustého vesmíru, védí jarní obloze pôde významnú súťaž o výber skvrne – galaxii. Pokud vlastní alespoň triedr, pak neváhejte a podívejte sa na dvojici M 81 a M 82 z Veľké medvedice. Obě soustavy sa v průběhu milénia zásadným zpôsobom pozmenili. Gravitačná vazba u jedné stimulovala vznik nádherných spirálov (M 81), v druhej naopak vedla k zborceniu pôvodnej veľkej diskovej galaxie. V temných mračnech nepravidelné M 82 existuje řada hviezdnych porodnic, kde sa prekotne rodí nové stálce. Mnohé z nich končia explózi supernovy, jejichž rozpínajúci sa obálky podporujú ďalší tvorbu. Odhaduje sa, že zde v průběhu posledných deseti miliónov rokov zaniklo niekoľko miliónov hmotných stálci. M 81, M 82 a niekoľko ďalších tvorí malou skupinu galaxií vzdálenou asi 11 miliónov svetelných rokov.

Hľadajte můžete třeba od zadních dvou hvězd Velkého vozu (alfa a beta UMa), jež také slouží jako pomůcka při identifikaci Polárky. Galaxie leží nedaleko 24 UMa a dělí je vzdáenosť zhruba jeden stupeň. V triedru vypadají ako nenápadné mlhavé skvrny, přičemž nápadnejší bývá M 81. Ve větších binokulárech, třeba 20×60, galaxie nejen snadno spatříte, ale určitě si všimnete i jejich velikosti a orientace. Se zvětšujícím objektivem se M 81 promění na báječnou světlou skvrnu s jasmou centrální oblastí, M 82 na protáhlé sídlo v jehož středu existují tmavé pásy: neprůhledná oblaka prachu a plynu. Galaxie objevili nezávisle na sobě v prosinci 1774 John Elert Bode v Berlíně a v srpnu 1779 Pierre Méchain v Paříži.

Pokud se vám zdá putování v oblasti bez nápadných hvězd příliš „nebezpečné“ a nechcete opouštět okolí Velkého vozu, pak svoji pozornost zaměřte na betu Ursae Majoris. Na jihovýchod od ní, jeden a půl stupně daleko, totiž leží nenápadná galaxie M 108. Není příliš jasná, ale v dalekohledech o průměru deset centimetrů ji na tmavé obloze spolehlivě identifikujete. Na první pohled vám nejspíš připomene doutník.

Ani ne stupeň jihovýchodně od M 108 pak najde rozlehlu, ale slabou planetární mlhovinu M 97, která tvorí spolu s trojicí hvězd sedmou velikost jeden z vrcholů čtyřúhelníku. Honosí se přezdívkou Soví, to proto, že ve velkých dalekohledech obsahuje dvě tmavé skvrny, které mohou připomínat oči nočního ptáka. Pokud se je pokusíte zahľadnout, sáhněte hned od počátku po dalekohledu o průměru patnáct centimetrů. Ostatně sám Messier v originálním popisu uvádí, že „je obtížně viditelná, zvlášť jsou-li osvetlená vlákna mikrometru.“

Jak vlastně vznikají planetární mlhoviny? Hvězda dříve nebo později v nitru vyčerpať veškeré zásoby vodíku. Zahřeje se a začne spalovať další prvky. Vývoj u stálci do hmotnosti do osmi až jedenácti Sluncí končí v okamžiku, kdy si vytvoří kyslíkohlikové jádro. Poté hvězda odhadne vnější obálku, která se stejně ako v případě Soví mlhoviny rozplyne v planetární mlhovinu. (Název je však zavádějící, s planetami nemají tyto objekty nic společného.)

Uprostred této pomalu se rozprávající obálky zaniklé hvězdy leží bílá trpaslík: chladnoucí kyslíkohlikové jádro. Tyto objekty sice mají velikost srovnatelnou se Zemí, svou hmotnosť však soupeří se Sluncem. Kávová lžička vyhořelého paliva bělou trpaslíkou by vážila kolem čtvrt tuny! Jejich povrchová teplota dosahuje až několika desítek tisíc

Zákryty hviezd Mesiacom (apríl – máj 2000)

(J. Gerboš)

Dátum	UT	D/R	Mg	PA	CA	h	fáza	Hviezda	a	b
	h m s			°	°			XZ		
00/4/ 9	19 37 32	D	79	70	70N	31	0.20	7580	-0.68	-0.82
00/4/ 9	19 50 29	D	72	43	43N	29	0.20	7583	-0.91	0.16
00/4/ 9	22 3 19	D	60	140	40S	8	0.20	7762	0.64	-2.30
00/4/11	22 39 43	D	54	75	64N	20	0.27	11900	-0.31	-1.09
00/4/12	20 42 10	D	67	96	80N	46	0.30	13439	-1.12	-1.25
00/4/12	22 31 12	D	71	142	54S	29	0.30	13516	-0.05	-2.34
00/4/12	23 40 27	D	78	110	87S	18	0.30	13603	-0.03	-1.64
00/4/14	20 42 57	D	76	157	48S	51	0.37	16015	-0.72	-2.53
00/4/14	22 32 10	D	77	167	38S	39	0.37	16085	-0.13	-3.01
00/4/15	22 4 5	D	70	113	85N	44	0.40	17423	-1.33	-1.29
00/4/15	22 41 21	D	70	46	17N	41	0.40	17436	-3.34	1.87
00/4/16	20 57 23	D	77	169	44S	43	0.44	18399	-0.48	-2.50
00/5/ 8	21 24 20	D	68	156	34S	12	0.18	11417	0.68	-2.58
00/5/10	19 52 26	D	78	191	7S	41	0.25	14424	2.75	-8.45
00/5/11	20 38 57	D	77	77	55N	40	0.28	15714	-1.39	-0.88
00/5/15	23 17 59	D	79	163	46S	26	0.42	19785	-0.73	-2.43
00/5/20	22 1 18	R	66	261	85S	11	0.59	24224	-1.41	1.43

Zákryty hviezd planétkami (apríl – máj 2000)

za podmienok, že Slnečko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hvieza nad obzorom minimálne 10 stupňov (pre polohu Rimavskej Soboty)

dátum	pozorovací interval	planéta	hviezda	mag	dur	h*	el	%
Apr. 07	21h11m - 21h39m	791 Ani	P 98404	10.3	14	38		
Apr. 07	22h43m - 22h55m	859 Bouzareah	S 139730	9.7	5	30		
Máj 05	0h12m - 0h24m	590 Tomyris	S 120368	8.3	3	36		
Máj 24	23h33m - 23h45m	3 Juno	S 145458	9.6	22	13	15	64-

hviezda – označenie hviezd v katalógu G-GSC, P-PPM, S-SAO;

mag – jasnosť hviezd; dur – trvanie zákrytu v sekundách;

h* – výška hviezd nad obzorom; el – uhlová vzdialenosť Mesiacu;

% – percento osvetlenej časti Mesiacu + dorastá, – ubúda

Zákryty sú spracované podľa predpovedí IOTA a EAON pre hviezdy do 10.5 mag a s poklesom pod 1 mag.

Noční obloha

je mezi Hyádami a Plejádami – tři sta až čtyři sta milionů roků.

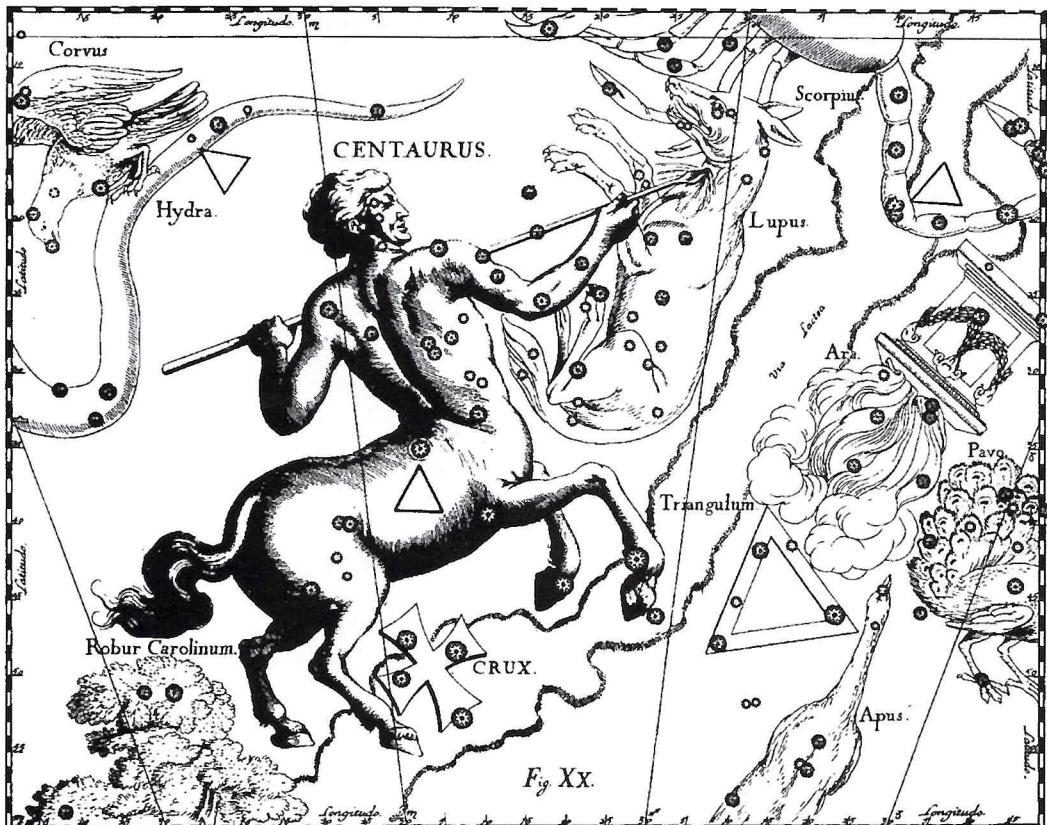
Celkově je ale Skupina Velké medvědice, jak se jí také říká, na hvězdy chudá a v současnosti ji potkává stejný osud jako mnoho jiných řídkých hvězdokup, rozpadá se. Snad nejznámějším členem je Mizar ve vzdálosti 11,8 úhlové minut s průvodcem Alkorem. Tento páru je často doporučován k testování ostrosti zraku; a vskutku už krátkozrakost půl dioptrie znemožní rozlišit ho jako dva oddělené světelné body.

Podobným testovacím párem jarní oblohy může být i alfa 1 a 2 Librae s nevyslovitelným názvem Zubelenegubi. Její složky jsou jasné 2,7 a 5,2 magnitudy a mají úhlovou vzdáenosť 3,9 minuty. Vzhledem k tomu, že jeví podobný pohyb v prostoru, pravděpodobně tvoří tzv. fyzický páru. Tříkulatým přitom byla jejich vzdáenosť odhadnuta na necelých osmdesát světelných roků a jejich prosto-

stupňu, avšak vzhledem k malým rozměrům trpaslíci nemají velký zářivý výkon a nejsou tedy příliš nápadní.

Nápadnou galaxii najdete také u gama Ursae Majoris, tedy Phekdy. Leží jenom půl stupně jihozápadním směrem a má označení M 109. Jelikož patří mezi nejslabší objekty Messierova katalogu, musíte na ní nutně použít přístroj o průměru alespoň deset centimetrů. (Oslnivou stálici se přitom pokuste umístit mimo zorné pole.) Zajímavé je, že M 109 chybí v původní verzi Messierova katalogu. Připsána sem byla až v polovině dvacátého století, kdy Owen Gingerich, významný světový historik astronomie, upozornil na existenci následujícího popisu M 97 od Pierra Méchaina: „U této mlhoviny viděl další, která zatím nebyla popsána, jakož i třetí, která je poblíž gamy Velké medvědice.“ Vzhledem k tomu, že Méchain byl blízkým spolupracovníkem Messiera a že velké množství objektů jeho katalogu objevil právě on, ztotožnění dvou zmíněných objektů s M 108 a M 109 má dnes všeobecný souhlas.

Může nám ale jarní obloha nabídnout i něco jiného než přehlídku nejrůznějších galaxií? Ano, podívejte se například do Pastýře. Už samotný Arkturus totiž stojí za pozornost. Nejen, že je čtvrtou nejjasnější stálicí (přední ho pouze Sirius, Canopus a Toliman), ale patří i mezi staré hvězdy tzv. galaktického hala, jenom o málo mladší než samotné kulové hvězdokupy. Kolem nás v současnosti prolétá jenom náhodou, ve vzdálenosti deset parseků, časem opět zmizí vysoko nad rovinou Galaxie.



Jeden z listů Heveliova atlasu Firmamentum Sobiescianum, který patří mezi nejhezčí astronomické atasy všech dob. Současně je také poslední, jenž byl založen výhradně na pozorování pouhýma očima. V souhvězdí Hydry je v listu zakreslena dlouhoperiodická proměnná hvězda R Hydræ (v období maxima). Její proměnnost však byla rozpoznána až později. Převážná část Kentaura se při pohledu z našich zeměpisných šírek bohužel není vidět, nicméně pokud se dostanete někam na jih, pak se na tu část oblohy určitě podívejte. Ve Štíru totiž najdete jasnou otevřenou hvězdokupu NGC 6231 a nedaleko i kulovou hvězdokupu omega Centauri. Atlas byl nakreslen z pohledu „od Boha“, tedy převráceně než jak vesmír vidíme my.

Zhruba deset stupňů nad Arkturem najdete episilon Bootis – Izara, považovaného za jednu z nejhezčích dvojhvězd. Od významného pozorovatele první poloviny minulého století Wilhelma Struveho

dokonce dostala poetické označení Pulcherima (Nejhezčí). Není divu, jasnější složka se zdá být žlutooranžová, slabší modrá či nazelenalá. Ale co, raději se přesvědčete sami.

Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj 2000)

Malý počet úkazov je spôsobený „velkou konjunkciou“ planét so Slnkom

(v SEČ)

2.4	planétka (26) Proserpina v opozici (10.5 mag)	15.4	20.8	konjunkcia Saturna s Marsom (Mars 2.3° severne)	12.5.	planétka (349) Dembowska v opozicii (10.2 mag)	
3.4.	23.4	minimum β Lyr (A=3.2–4.4 mag, P=12.914 d)	17.4.	planétka (129) Antigone v opozicii (10.1 mag)	13.5.	Merkúr v maximálnej jasnosti (–2.2 mag)	
4.4.	19.2	Mesiac v nove	18.4.	Mesiac v splne	15.5.	planétka (5) Astraea v opozicii (10.1 mag)	
5.4.		planétka (196) Philomela v opozicii (11.0 mag)	22.4.	maximum meteorického roja Lyridy	15.5.	280. výročie (1720) M.Hella	
5.4.		Mesiac krátko po nove	23.4.	velkonočná neděľa	16.5.	planétka (19) Fortuna v opozicii (10.7 mag)	
6.4.	6.0	konjunkcia Jupitera s Marsom (Mars 1° severne)	24.4.	13.4	17.5.	tesná konjunkcia Jupitera s Venušou (Jupiter 40° južne)	
6.4.	14.9	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 4.6° severne)	25.4.	10.výročie (1904) činnosti Hubbleovho vesmírneho dalekohľadu	18.5.	Mesiac v splne	
6.4.	15.2	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 5.6° severne)	26.4.	20.5	22.5.	Mesiac v odzemí (405428 km)	
6.4.	110. výročie (1890) A.Danjona	110. výročie (1890) A.Danjona	28.4.	konjunkcia Venuše s Merkúrom (Merkúr 0.3° južne)	24.5.	konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 2° severne)	
7.4.	0.5	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 3.5° severne)	28.4.	100. výročie (1900) narodenia J. H. Oorta (na snímke)	24.5.	planétka (10) Hygiea v opozicii (9.1 mag)	
7.4.		planétka (44) Nysa v opozicii (9.7 mag)	1.5.	planétka (187) Lambert v opozicii (10.3 mag)	25.5.	konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2° severne)	
7.4.	22.4	zákryt hvězdy PPM 908404 (10.3 mag) planétkou (791) Ani	4.5.	5.2	25.5.	Urán v zastávke	
7.4.	23.8	zákryt hvězdy SAO 139730 (9.7 mag) planétkou (859) Bouzareah	5.5.	1.3	25.5.	zákryt hvězdy SAO 120368 (8.3 mag)	
8.4.	23.1	Mesiac v prizémí (368259 km)	5.5.	18	planétkou (590) Tomyris	30.5.	planétkou (3) Juno
11.4.		planétka (385) Ilmatar v opozicii (10.9 mag)	6.5.	10.1	Mesiac v prizémí (363166 km)	30.5.	Mesiac v poslednej štvrti
11.4.	14.5	Mesiac v prvej štvrti	8.5.	5	Jupiter v konjunkcií so Slnkom	30.5.	planétkou 2060 Chiron najbližie pri Zemi (9.065 AU - 16.4 mag)
12.4.		Svetový deň kozmonautiky	8.5.	13	Neptún v zastávke	30.5.	planétka (419) Aurelia v opozicii (10.0 mag)
14.4.		planétka (20) Massalia v opozicii (9.2 mag)	9.5.	4	Merkúr v hornej konjunkcií	30.5.	25.výročie (1975) založenia ESA
			10.5.	21.0	Mesiac v prvej štvrti	31.5.	15 konjunkcia Jupitera so Saturnom (Saturn 1.1° južne)
			10.5.	20	Saturn v konjunkcií so Slnkom		

Stránka pre začínajúcich astronómov (7)

Dnes sa budeme venovať planétam Slnečnej sústavy. Dozvieme sa, ako sa tvoril súčasný názor na jej stavbu, ako sa na oblohe prejavujú zákonitosti pohybu planét a kto sa zaslúžil o vývoj poznatkov v tejto oblasti.

Planéty slnečnej sústavy

Naši všimaví predkovia už od nepamäti vedeli, že okrem stálic môžeme na oblohe pozorovať nápadné objekty, ktoré sa rôznom rýchlosťou pohybujú medzi hviezdami. Gréci ich nazvali planétami, t. j. bludnými hviezdami, obežnicami. Od praveku boli známe Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter a Saturn.

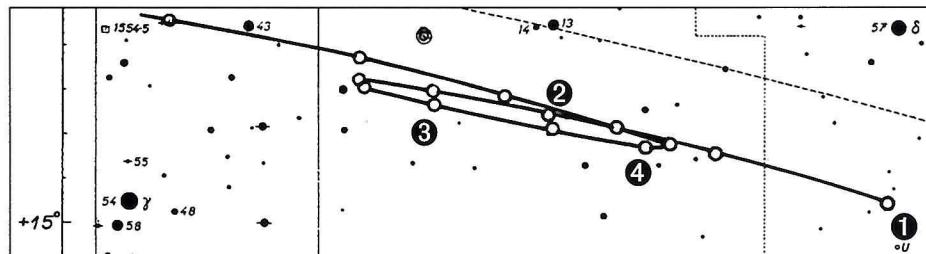
V novoveku boli objavené Urán (1781), Neptún (1846) a Pluto (1930).

Zdanlivé pohyby planét medzi stálicami majú niektoré zvláštnosti:

- Pri svojej púti medzi hviezdami sa vždy držia nedaleko ekliptiky, v tzv. zvieratníkových súhvezdiach.

- Niekteré planéty možno pozorovať aj na opačnej strane oblohy ako Slnko (v opozícii) a niektoré nie. K posledným patria Merkúr, ktorý sa nevzdáluje ďalej od Slnka ako 28° , a Venuša, 48° . Tieto planéty nazývame vnútornými.

- Zdanlivý ročný pohyb po oblohe sa deje v smere západ – východ, podobne, ako u Slnka a Mesiaca, ale na rozdiel od nich sú obdobia, keď sa akoby zastavia a určitú dobu sa pohybujú opačne. Toto obdobie sa každý rok opakuje. Príklad je na obrázku 1, kde je zdanlivá dráha Saturna od mája 2000 po jún 2001.

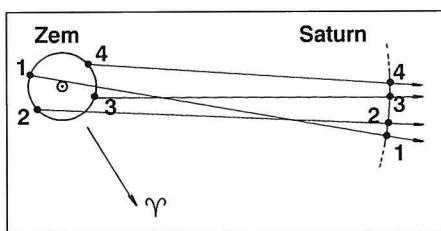


Obr. 1

Vysvetlenie zdanlivých pohybov planét trvalo viac ako 1000 rokov a odohral sa pritom jeden z najurputnejších zápasov o pravdu medzi dogmou a pokrokovým myšlením. Žiaľ, nemáme tu priestor, aby sme jeho priebeh reprodukovali. Išlo v podstate o postavenie Zeme, o to, či je stredom Slnečnej sústavy, alebo nie.

Nebolo ľahké opúšťať systém Ptolemaiov (asi 85–166 n.l.), ktorý dokázal vysvetliť, a teda aj predpovedať zdanlivé pohyby planét pri centrálnom postavení Zeme. Hoci je tento systém zaujímavý, pre nás má iba historický význam. Podľa našich predstáv o silách, ktoré panujú medzi telesami vo vesmíre, tento systém neznesie sebamenšiu kritiku z mechanického stanoviska. Aj keby sme brali do úvahy iba znalosti, ktoré sa snažíme „naockovat“ žiakovi základnej školy.

Naša dnešná predstava o Slnečnej sústave je blízka predstave Kopernika (1473–1543). Jeho hlavnou zásluhou je, že do stredu sústavy postavil Slnko. Zem sa stala jednou z jeho obežníc, ktorá sa tak ako ostatné planéty pohybovala okolo neho po kruhovej dráhe, a pritom sa ešte otáčala okolo vlastnej osi raz za 24 hodín. Neskôr bol systém spresnený posunutím stredov dráh niektorých pla-



Obr. 2

nét mimo Slnka, čím sa snažili vyrovnať pozorované nerovnomernosti v ich pohybe.

Celá zložitosť obrazu pohybov sa pri tomto pochádza stratí a všetko sa dá jednoducho vysvetliť. Vznik slučky na zdanlivom pohybe planéty je otázkou paralaxy. Na obr. 2 je znázornená Zem a Saturn v štyroch časových okamihoch. Pri prvých dvoch pozorujeme priamy pohyb planéty, pri druhých dvoch spätný. Veľkosť slučky spätného pohybu je pri tejto interpretácii mierou relatívnej vzdialenosťi vonkajších planét od Slnka. Pri Marse je to 16° , pri Jupiteri 11° , pri Saturne 6° , pri Urane 4° , pri Neptúne 3° a pri Plute 2° . Pri vnútorných planétag môže byť takýmto meradlom ich maximálna elongácia – pozorovaná maximálna vzdialenosť od Slnka. Tak mohol Kopernik určiť, že relatívne vzdialosť

Údaje o objektoch Slnečnej sústavy

Planéta	a	a*	e	T	m	r [km]
Merkúr	0,387	0,4	0,206	0,241	0,06	2 439
Venuša	0,723	0,7	0,007	0,615	0,81	6 051
Zem	1,000	1,0	0,017	1,000	1,00	6 378
Mars	1,524	1,6	0,094	1,881	0,11	3 395
asteroidy	1,5–5,3	2,8				
Jupiter	5,203	5,2	0,048	11,862	317,83	71 300
Saturn	9,522	10,0	0,054	29,458	95,15	60 106
Urán	19,201	19,6	0,048	84,013	14,54	25 900
Neptún	30,074		0,007	169,794	17,23	24 500
Pluto	39,726	38,8	0,253	248,430	0,002	1 250

a – veľká polos dráhy, a^* – vzdialenosť podľa Tit.-Bodeho radu, e – excentricita elipsy, T – obežná doba v rokoch, m – hmotnosť (jednotkou je hmotnosť Zeme), r – rovníkový polomer.

3. Pomer tretej mocniny veľkej polosi elipsy a druhej mocniny obežnej doby je pre všetky planéty rovnaký.

Podstatným spôsobom prispeali k objavu týchto zákonov dvadsaťročné určovanie polôh Marsu, ktoré vykonával Tycho de Brahe (1546–1601). Presnosť týchto meraní, vykonávanych ešte bez dalekohľadu, bola okolo 1° . Elipsy sú veľmi blízke kružniciam. Jednoduchý výpočet ukáže, že pri excentricite 0,1 sa malá polos lísi od veľkej iba o 0,5 %. Podľa druhého zákona sa planéta v blízkosti Slnka pohybuje rýchlejšie. Tretí zákon umožňuje zo známej doby obehu určiť rozmer dráhy a opačne. Dráhy planét Slnečnej sústavy s ich polohou s 1. 4. 2000 sú znázornené na obr. 3a a 3b.

Možno povedať, že do podstaty problému najďalej prenikol I. Newton (1644–1727). Odvodil Keplerove zákony zo svojich dynamických zákonov a gravitačného zákona. Ukázal pritom, že presnejší tvar tretieho Keplerového zákona je:

$$T^2(M+m)/a^3 = \text{konštantá},$$

kde M je hmotnosť Slnka a m hmotnosť planéty.

Tento zákon umožnil určiť nielen hmotnosti Slnka a planét, ale aj hmotnosti hviezd vo viačsobánoch sústavach (napr. dvojhviezdy).

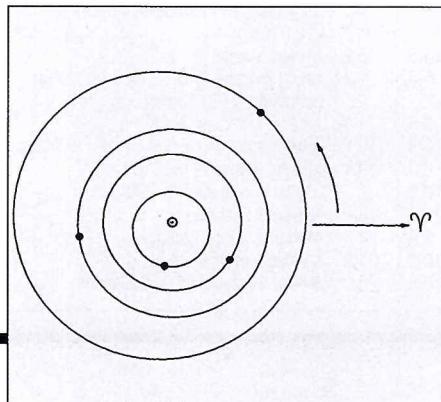
Newtonov gravitačný zákon vysvetluje všetky pohyby v Slnečnej sústave s dostatočnou presnosťou. Niektoré nepatrne odchýly napr. stáčanie smeru hlavnej osi Merkúrovej elipsy $43,11''$ za storočie vysvetlila Einsteinova teória relativity.

Na konci 18. storočia objavili Titius a Bode, že vzdialenosťi planét od Slnka tvoria geometrický rad: $a^* = 0,4 + 0,3 k^2$, kde $k(0,1,2,\dots)$. Zatiaľ nevieme, či je to iba náhodná zhoda, alebo ide o hlbšiu príčinu. Objav však podniesiel hľadanie planéty medzi Marsom a Jupiterom. Namiesto planéty sa objavilo množstvo malých telies, ktoré nazývame planétkami alebo asteroidmi.

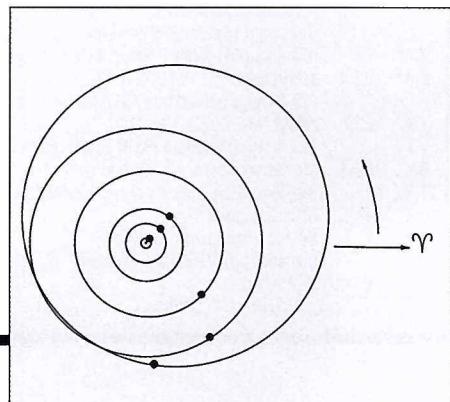
Niektoré údaje o planétag Slnečnej sústavy sú uvedené v tabuľke.

Milan Rybanský

Obr. 3a

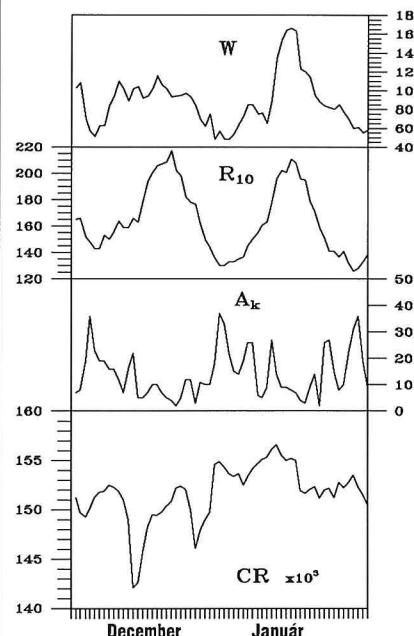


Obr. 3b



Slnečná aktivita

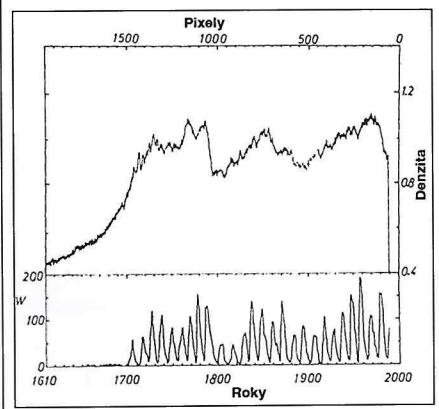
(december 1999 – január 2000)



Ako sme spomínali v minulom čísle, slnečná aktivita dosahuje už úroveň, ktorá je charakteristická pre obdobia okolo maxima jej cyklu. Nikto sa však neodváží povedať niečo definitívne o jej ďalšom vývoji. Príčinou je, ako sme už tiež viackrát uviedli, neznačnosť podstaty. Dnešný stav je taký, že sa rozhoduje hľavne medzi dvoma teóriami: či ide o prejavu *slnečného dynama*, alebo o *torzný oscilátor*. Ako všade v prírodných vedách, i tu rozhodnú pozorovania. Moderné pozorovania slnečnej aktivity sa však vykonávajú len okolo 50 rokov. Dlhší rad máme pri pozorovaní škvŕn (takmer 400 rokov). Historické pozorovania polárnych žiar dovoľujú tento rad predĺžiť do ranejho stredoveku. Približne na 4000 rokov sa podarilo rad extrapolovať pomocou obsahu izotopu ¹⁴C v letekruhoch amerických sekvojí.

Nedávno som objavil zaujímavý článok našich bulharských priateľov s podobnou tematikou. Na predĺženie časového radu, ktorý charakterizuje slnečnú aktivitu v minulosti, použili *intenzitu luminiscencie vo vrstvičkách kvapľov* z podzemných jaskyň. V článku sa tvrdí, že rozdiely v intenzite sú spôsobené hľavne rozdielnom úrovňu slnečnej aktivity, lebo centrami luminiscencie sú organické molekuly – produkty životných procesov v rastlinách. Úroveň týchto biologických procesov je vo veľkých časových meradlach ovplyvňovaná hľavne slnečnou aktivitou, takže časový priebeh je s ňou súhlasný. Hoci by sa s niektorými tvrdenia mi dalo polemizovať, presvedčivo pôsobí priložený obrázok, ktorý porovnáva získaný záznam od roku 1610 s priebehom Wolfovo čísla.

Milan Rybanský



NEAR premenovaná na NEAR Shoemaker

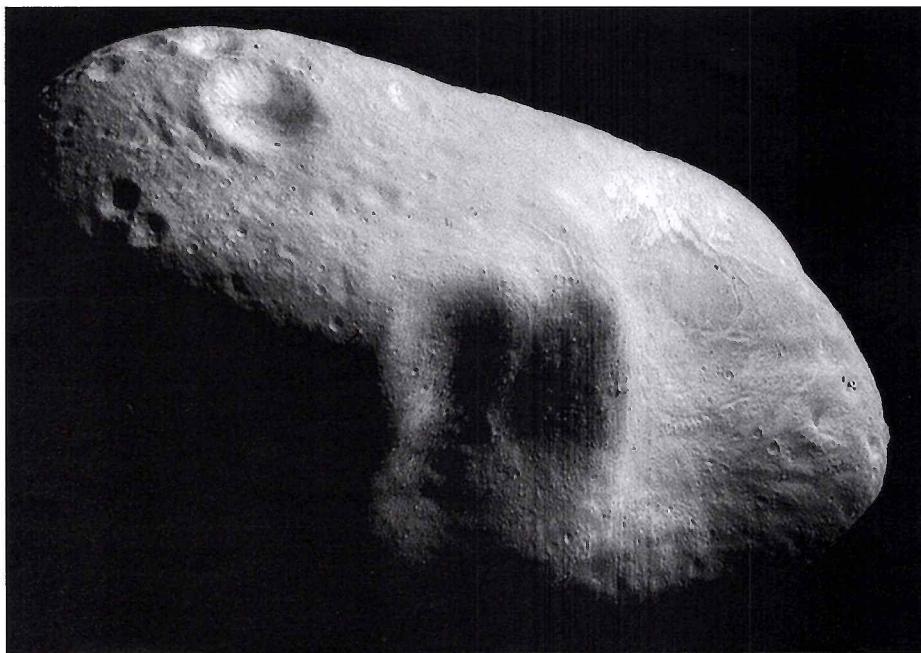
Sonda NEAR (The Near Earth Asteroid Rendezvous), ktorá obieha okolo asteroidu 433 Eros od 14. februára 2000, dostala „priezvisko“ – odteraz bude známa pod pomenovaním NEAR Shoemaker. Oznámil to 14. marca v Houstone Carl B. Pilcher, vedúci výskumu Slnečnej sústavy z ústredia NASA. „Gene Shoemaker bol charizmatickým priekopníkom a inšpirujúcim osobnosťou v oblasti medziplanetárnej hmoty,“ – hovorí Pilcher. „Na znak úcty ponesie sonda jeho meno aj preto, lebo práve ona rozširuje naše vedomosti o všetkom, čo nás naučil o asteroidoch, kométach a vzniku Slnečnej sústavy.“

Čo je nové?

V marci obiehal sonda asteroid Eros takmer po kruhovej dráhe s polomerom približne 200 km. Jeden kompletný obeh jej trval až 9 dní (asteroid rotuje s periódom 5,27 hodiny). V súčasnosti (od 1. apríla – a nie je to len prvoaprílový žartík) by sonda, ktorá je veľká ako osobné auto, mala zostúpiť na

nižšiu dráhu – na 100 kilometrovú orbitu. Postupne by malo nasledovať aj ďalšie priblíženie, asi na 50 km, keď sonda začne s výskumom asteroidu pomocou magnetometra a spekrometra v röntgenovej a gama oblasti. Priblížovanie sa sondy k Erosu by malo na koniec vyvrcholiť pristátiom sondy na jeho povrchu. Doteraz prebehol experiment s laserovým výškometrom, ktorý sa „pozrel“ na profil okraja krátera s priemerom 6 km. Odhadovaná hmotnosť asteroidu je $6,7 \cdot 10^{15}$ kg z čoho vychádza pre Eros hustota $2,7 \text{ g/cm}^3$ (tento údaj sa môže ešte zmeniť po presnejšom zistení tvaru zemiakovitého asteroidu s rozmermi 33×13 km, z ktorého vychádzajú údaje pre objem). Posledné správy dokonca hovoria o tom, že Eros je len úlomkom z niečoho omnoho väčšieho – pravdepodobne objektu veľkosti planéty. Snímky s vysokým rozlišením prekvapujú vedcov bohatosťou kráterov, vyvýšení a balvanov.

Podľa www stránok spracoval – tm-



Takto videla sonda NEAR Shoemaker Eros 3. marca 2000 zo vzdialenosťi 204 km s rozlišením 20 m. Dva najväčšie krátery na snímke majú každý priemer 4–5 km. Kedže Slnko je relatívne nízko nad obzorom vznikajú dlhé tieňe aj z pomerne malých nerovnosťí povrchu. Zo snímky tiež vidno, že rôzne oblasti asteroidu majú rôzne albedo – okraje kráterov sú jasnejšie a ich dná tmavšie ako okolitý terén, napríklad kráter vľavo hore.

Do pozornosti (nie len) zákrytárom

V posledných rokoch na Slovensku je zvýšený záujem o pozorovanie zákrytov. Svoj podiel na tom má niekoľko aktívnych jednotlivcov organizátorov, SZAA a predovšetkým Sekcia zákrytov a zatmení SAS pri SAV.

Pre záujemcov o túto oblasť astronómie, kde môže prispieť aj pozorovateľ s nenáročnou technikou, začala v roku 1999 vydávať Sekcia ZaZ Informačný spravodaj. V roku 1999 vyšli 4 čísla.

Obsahom IS sú nie len predpovede, ale aj výsledky pozorovaní, návody na spracovanie, informácie o pripravovaných akciách a články príbuznej tejto oblasti.

Spravodaj by nemal chýbať žiadnemu astronómovi, ktorého zaujíma pozorovanie zákrytov či zatmení a vo hvezdárňach by mal byť samozrejmosťou...

Za symbolickú sumu 50,- Sk (vlastne len výrobné náklady) môžete získať ucelený prehľad o pozorovaniah zákrytov a zatmení na Slovensku a v prípade, že sa do pozorovaní aj aktívne zapojíte aj vlastné výsledky.

Spravodaj je možné získať na adrese:
Kysucká hvezdáreň
Dolinský potok 1278
024 01 Kysucké Nové Mesto,
tel+fax: 0826-4212946
e-mail:kysobs@bb.telecom.sk

PR

ĎALEKOHLAD

– základný prístroj astronóma amatéra

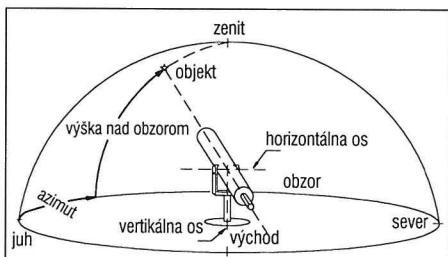
Montáž astronomického dalekohľadu

Montáž dalekohľadu je zariadenie umožňujúce zamieriť tubus dalekohľadu na pozorované objekty, a prípadne aj ich automatické udržiavanie v zornom poli počas pozorovania. Aj malé amatérské astronomické dalekohľady majú také rozmery a hmotnosť, že ich použitie bez montáže je prakticky nemožné. Dokonca aj pozorovanie oblohy pomocou triédra s malým zväčšením je lepšie s použitím statívov alebo jednoduchej montáže. Kvalitná montáž je teda nemenej dôležitá ako kvalitný objektív alebo okulár dalekohľadu.

Podľa druhu rozdeľujeme montáž na – **azimutálnu a paralaktickú**. Dalekohľad upevnený na montáži je možné otáčať okolo dvoch na seba kolmých osí. Podľa mechanickej konštrukcie rozlišujeme montáže **nesymetrické** (tubus musí byť vyvážený protizávažím) a **symetrické** (vidlicová, rámová, podkovová).

Azimutálna montáž

Princíp spočíva v tom, že pomocou jednej osi zamierime dalekohľad v azimute (os je kolmá na vodorovnú rovinu) a pomocou druhej nastavíme výšku nad obzorom. Ak je takáto montáž vybavená delenými kruhmi, je možné objekty nastaviť podľa obzorníkových súradník. Určitou nevýhodou tejto montáže je nutnosť pohybovať tubusom v obidvoch osiach ak chceme sledovať objekty na oblohe. Ak by sme chceli pomocou takejto montáže fotografovať, musíme brať do úvahy aj stáčanie zorného poľa, ktoré by pri dlhšej expozičii spôsobilo zobrazenie hviezd na okraj zorného poľa ako častí kružníc. Najmodernejšie azimutálne montáže veľkých reflektorov sú preto okrem počítačom riadených motorov obidvoch osí vybavené aj tzv. derotátorom zorného poľa.



Obr. 1 Princíp azimutálnej montáže

Azimutálnu montáž používali prví konštruktéri dalekohľadov ako napr. Galileo, Newton, Hadley, Huyghens, Herschel a ďalší. Tento typ montáže sa používa dodnes, a to na amatérskych dalekohľadoch i gigantických profesionálnych reflektorech, kde použitie paralaktickej montáže vedlo k značnému zväčšeniu rozmerov kupoly a následne i ceny observatória. Medzi amatérov je najviac rozšírená tzv. Dobsonova montáž (vidlicová), pre jej jednoduchú a veľmi stabilnú konštrukciu. Rozdiel medzi klasickou azimutálnou montážou a dobsonovou montážou je v tom, že táto montáž sa nearetuje, teda tubus je vo vidlici

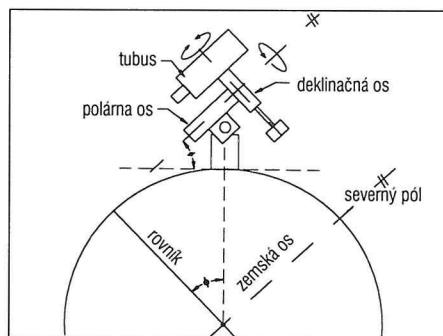
držaný len trením a gravitáciou. Tubus musí byť presne vyvážený, aby zotrval v nastavenej polohe, pričom navádzanie na zvolený objekt je možné s použitím veľmi malej sily a to aj pri veľkých prieľuroch. Keďže tento typ montáže nemá areacie osí, eliminovanie denného pohybu robíme len jednoduchým posunutím tubusu. Samozrejme, pri veľkých zväčšeniaciach (viac ako 200×) je už relatívna rýchlosť pohybu objektov v zornom poli veľká a možnosť sústredia pozornosti na detaily sa zhoršuje.

Vzhľadom na to, že pozorovacie podmienky len málokedy umožňujú väčšie zväčšenia, je táto montáž pre amatéra zaoberajúceho sa vizuálnym pozorovaním veľmi výhodná.

Paralaktická montáž

Nevýhody azimutálnej montáže ako je odstránenie denného pohybu objektov a možnosť nastaviť objekt pomocou rovníkových súradník nám umožňuje paralaktická (alebo ekvatoréálna) montáž. Dalekohľad upevnený na paralaktickej montáži sa otáča okolo dvoch osí pričom jedna je rovnobežná so zemskou osou (polárna alebo hodinová os) a druhá je na ňu kolmá (deklinačná os). Polárna os teda zvierá s vodorovnou rovinou uhol ϕ , ktorý je rovný zemepisnej šírke daného miesta.

Denný pohyb objektov môžeme jednoducho odstrániť tým, že budeme otáčať polárnu osou proti smeru pohybu Zeme. Problém stáčania zorného poľa pri tejto montáži odpadá, ak je polárna os presne rovnobežná so zemskou osou. Pri určitej nepresnosti tohto nastavenia sa po istom čase prejaví odchýlka objektu v deklinácii a jej odstránenie jemným pohybom má za následok čiasťotočné pootočenie zorného poľa.



Obr. 3 Princíp paralaktickej montáže

Typy paralaktických montáží

1. Nemecká montáž s protizávažím

Medzi najrozšírenejší typ paralaktickej montáže (vhodná najmä pre malé dalekohľady) môžeme považovať nemeckú montáž s protizávažím. Prvú montáž tohto typu skonštruoval J. Fraunho-

fer okolo roku 1816 pre heliometer. Táto montáž je veľmi univerzálna pretože na ňu môžeme upevniť dalekohľady rôzneho druhu, veľkosti a hmotnosti, pričom vyváženie sa dá ľahko dosiahnuť posunom alebo výmenou protizávažia. Nevýhodou je zvýšená hmotnosť, spôsobená najmä hmotnosťou protizávažia. Taktiež tubus nie je možné nastaviť do určitých polôh – narazí do statívu.

2. Vidlicová paralaktická montáž

Vidlicová montáž sa navrhuje pre konkrétny dalekohľad. Je veľmi stabilná, pretože tubus je upevnený v dvoch bodoch. Neobsahuje protizávažie vyvažujúce tubus avšak na samotnom tubuse bývajú malé posuvné závažia, ktoré slúžia na jeho vyváženie pri zmene príslušenstva v ohnisku (rôzne fažké okuláre, kamery atď.). Tento typ montáže sa využíva pre dalekohľady s relatívne krátkym tubusom a to hlavne Schmidt-Cassegrain a Maksutov-Cassegrain a tiež na väčších profesionálnych dalekohľadoch ako sú Cassegrain a Schmidtova komora. Vidlicová montáž nie je vhodná na refraktory. Výhodou oproti nemeckej montáži je, že tubus môžeme nastaviť do ľubovoľnej polohy.

3. Anglická montáž

Základný princíp anglickej montáže spočíva v tom, že polárna os je upevnená v dvoch bodoch, ktoré sú podopreté masívnymi piliermi. To zaručuje veľkú stabilitu a malé chvenie. Anglická montáž je vhodná najmä pre veľké reflektory, ktoré sú trvalo inštalované v observatóriu. Prvú montáž tohto typu navrhol Ramsden roku 1791. Bola to tzv. **rámová anglická montáž**. Nevýhodou tejto montáže je nemožnosť zamerat objekty v okolí pólu.

Ďalšou modifikáciou anglickej montáže je **osová anglická montáž s protizávažím**. Tubus je tu upevnený a vyvážený protizávažím na krátkej deklinačnej osi prechádzajúcej polárnu osou. Oproti rámovej montáži je možné lepšie zamerat objekty v okolí pólu.

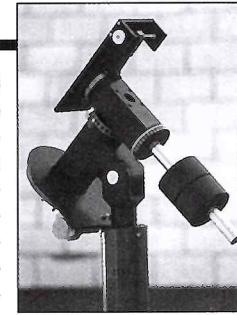
Podkovová anglická montáž má odstránené nedostatky vyššie uvedených dvoch montáží a bola použitá pri konštrukcii veľkých reflektorov ako napr. 4-metrový na Kitt Peak a 5-metrový na Mount Palomar. Veľké tretie ložisko podkovy sa



Obr. 6 Rôzne typy anglickej montáže:
a) rámová,
b) osová,
c) podkovová



Obr. 2.
Dobsonova montáž.



Obr. 4 Nemecká montáž s protizávažím

pohybuje na tenkej vrstve oleja takže na hodinový pohyb stačí motor s výkonom 75 W pri 5-metrovom dalekohľade.

Pohon osí montáže

Na pohon osí montáže sa používajú rôzne druhy strojov alebo motorov. Jedným z najstarších je napr. pohon závažím s odstredivým regulátorom otáčok (podobným ako na parnom stroji). Dnes sa na pohon používajú elektromotory rôznych druhov. Na pohon polárnej osi je vhodný synchronny motor, ktorého otáčky sú závislé od frekvencie striedavého prúdu a nezávislé od zatažacieho momentu (pokiaľ sa neprekročí maximálny zatažovací moment pre daný motor). Rotor synchronného motora sa otáča plynule, čo je zárukou veľmi jemného chodu osi montáže. Nevýhodou je malý rozsah regulácie otáčok (stačí však na jemné pointačné korekcie).

Hlavný prevod je realizovaný takmer výlučne ozubeným slimákovým („šnekovým“) kolesom a slimákom („šnekom“). Kvalita opracovania tohto súkolia je kritická a od nej prakticky závisí jemnosť chodu montáže. Významným parametrom je tzv. **periodická chyba** slimáka, ktorá spôsobuje spoľahlivosť a zrýchľovanie pohybu pri jeho každej otáčke. To sa dá čiastočne odstrániť zábrúsením slimáka do kolesa alebo elektronickým regulátorom s funkciou PEC (periodic error correction), ktoré sú dnes dostupné aj pre amatérov, alebo sú už zabudované v riadiacej elektronike montáže.

V poslednom čase sa začali používať na pohon obidvoch osí krokové motory. Ich hlavnou výhodou je veľký rozsah regulácie otáčok. Pomocou krokového motora môžeme realizovať hodinový pohyb polárnej osi, jemné pohyby ale aj nastavanie dalekohľadu na pozorovaný objekt (to však môže trvať aj niekoľko minút podľa uhla otočenia). Nevýhodou krokových motorov je trhaný pohyb rotora pri malých otáčkach, čo sa dá odstrániť elektronickým komutátorom deliacim jednotlivý krok motora až na 64 mikrokrokov.

Použitie jednosmerných motorov je vhodné na korekčné pohyby v deklinácii, lebo ich otáčky sú závislé od zatažacieho momentu.

Akú montáž pre amatéra?

Na túto otázkou nie je jednoduchá odpoveď. Typický predstavodok našich amatérov je, že dalekohľad musí byť upevnený na paralaktickej montáži. Tým sa amatéri dostávajú do polohy, že budú musia minúť vysokú čiastku peňazí za komerčnú montáž, montáž si sami postavia, čo je veľmi náročné alebo jednoducho paralaktická montáž zostane len ich snom.

Ďalším faktorom je, či dalekohľad bude pevne nainštalovaný alebo bude prenosný. V prvom prípade, ak má pozorovateľa dobrú polohu (nízky obzor a mälo umelého osvetlenia), je vhodné investovať do kvalitnej paralaktickej montáže. Ak dalekohľad má byť prenosný, vhodná je najmä nemecká montáž s protizávažím pretože na ňu môžeme podľa potreby upevniť rôzne tubusy. Je to taktiež najvhodnejšia montáž na fotografovanie s rôznym príslušenstvom.

Ak chceme prevažne pozorovať, stačí nám aj dobsonova montáž, ktorej cena je niekolkonásobne nižšia ako cena paralaktickej montáže. Môžeme tak viac investovať do samotného dalekohľadu a získať za rovnakú cenu oveľa väčší priemer objektívu (zrkadla). Na rýchle vyhľadávanie objektov už dnes existujú aj pre amatérov optoelektronické systémy za dostupnú cenu.

Základy astrofotografie (2)

Zhotovenie jednoduchého paralaktického stolčeka

Minule sme hovorili o jednoduchej astronomickej fotografií s použitím pevného statívov. Ak chceme odstrániť denný pohyb objektov na filme a pri tom robiť dlhšie expozície musíme nutne fotoaparátom otáčať.

Najjednodušší spôsob je použiť tzv. paralaktický stolček. V princípe ide o primitívnu paralaktickú montáž s ručným alebo motorovým pohonom. Paralaktický stolček tvoria dve dosky spojené závesom, pričom jedna je upevnená na statív a druhá je od nej odtlačaná skrutkou pohábanou ručne alebo malým motorom. Na pohyblivej doske je upevnený fotoaparát, najlepšie pomocou guľového čapu, aby sme ho mohli nastaviť do lubovoľnej polohy. Polárna os je tu nahradená závesom, ktorý môže obsahovať aj polárny dalekohľad na presné zameranie pólu. To je rovnako dôležité ako pri paralaktickej montáži, aby nedochádzalo k odchylkám pohybu v deklinácii. Ak použijeme dverový alebo skriňový záves, zorientovanie stolčeka na pól bude menej presné.

Paralaktický stolček je vhodný na astronomickú fotografiu pomocou objektívov s ohniskovou vzdialenosťou 15 až 135 mm, pri presnej konštrukcii a presnom zorientovaní aj s $f = 200$ mm.

Pri konštrukcii paralaktického stolčeka vychádzame z principu, že tlačná skrutka je akoby časťou veľkého slimákového kolesa, ktorého priemer je približne taký ako dvojnásobná vzdialenosť osi tlačnej skrutky od osi otáčania závesu. Rýchlosť vzájomného otáčania sa dosiek je rovnaká ako pri paralaktickej montáži, teda 1 otáčka za 1 hviezdny deň alebo 1 otáčka za 86 164 sekúnd. Aby sme túto rýchlosť dosiahli, musíme dodržať dĺžku ramena pre dané otáčky a stúpanie tlačnej skrutky. Presnosť otáčania je najvyššia vtedy keď dosky zvierajú malý uhol. So zväčšovaním sa tohto uhlia dochádza k zmene dĺžky ramena a rýchlosť klesá. Preto odporúčam exponovať cca 10–20 minút.

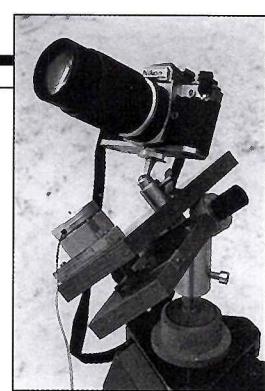
Na otáčanie skrutky je najvhodnejší malý synchronny alebo krokový motor s prídavnou prevodovkou a výstupnou rýchlosťou okolo 1 otáčky za 60 až 180 sekúnd. Týmto otáčkam u konkrétnego motora ktorý máme k dispozícii, vypočítame dĺžku ramena a zvolíme vhodné stúpanie závitu.

Pri krokovom motore môžeme zmeniť v značnom rozsahu aj otáčky pomocou oscilátora.

Na vlastnom paralaktickom stolčku (*pozri obr.*) som použil synchronny motor typ SM 250-20 (výrobca ZPA Prešov) s prídavnou prevodovkou s výstupnou rýchlosťou 1 otáčka za 3 minuty. Napájanie motora je 220V/50Hz, alebo ak nemáme k dispozícii siet, môžeme použiť aj menič napäťia zhotovený podľa [4]. Pre uvedený motor a stúpanie tlačnej skrutky M10 (s = 1,5 mm) je dĺžka ramena 114,3 mm. Polárny dalekohľad si môžeme vyrobiť z optiky starého triédra alebo kúpiť hotový asi za 1436,- Sk (napr. od firmy TROMF, Banská Bystrica), ktorý má aj značky na presné zameranie pólu. Ďalekohľad je uložený v dvoch pároch klznejúcich ložísk. Jeden pár je na montovaný na pevnú dosku, druhý na pohyblivú.

Želám všetkým vela úspechov pri konštrukcii a fotografovaní pomocou tohto jednoduchého zariadenia.

Pohľad na paralaktický stolček



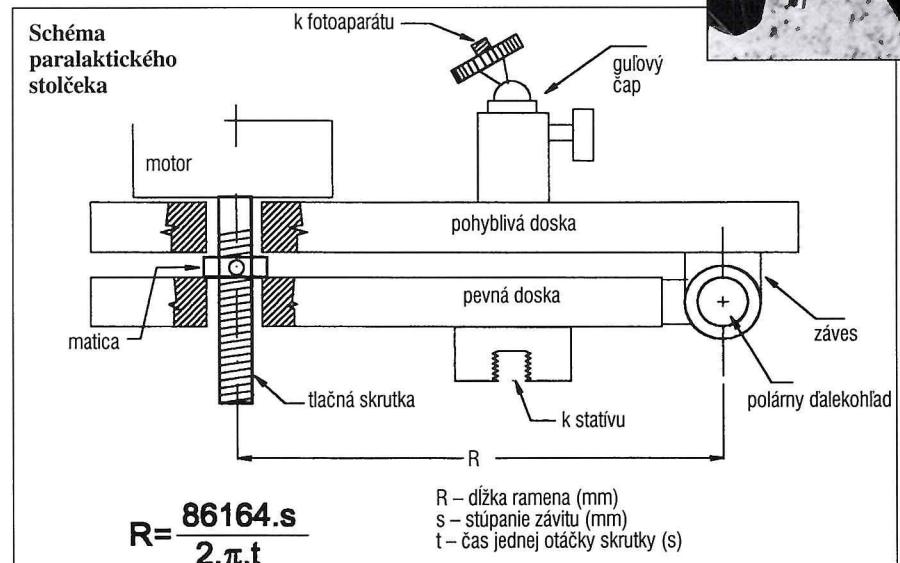
Milan Kamenický

Literatúra:

- [1] Iovine, J.: Build an Astrophoto Platform; In: Astronomy, November 1992, s. 60
- [2] Covington, M.: Astrophotography for the Amateur; Cambridge University Press 1999
- [3] Ballard, J.: Handbook for Star Trackers, Making and Using Star Tracking Camera Platforms, Sky Publishing Corporation
- [4] Kolář, J., Procházka, O., Zahálka, J.: Amatérské astronomické prístroje, s. 41, obr. 132; Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Praha 1988

Po niekoľkých expozičiach musíme maticu na tlačnej skrutke vrátiť do hornej polohy

ručne. Matica sa potom zaistí proti pootočeniu tak, že jedna z protiľahlých skrutiek, ktoré sú namontované kolmo do nej sa zasunie do západky z plechu.



Jeden áno, ďalšie nie

Nemilosrdná štatistika posledných rokov nám hovorí, že v každom roku sa podarí pozorovať u nás len jeden dotyčnicový zákryt. Šanca naplniť štatistiku nastala 16. januára, keď bol predpovedaný najjasnejší (4,1 mag) dotyčnicový zákryt na našom území, v roku 2000.

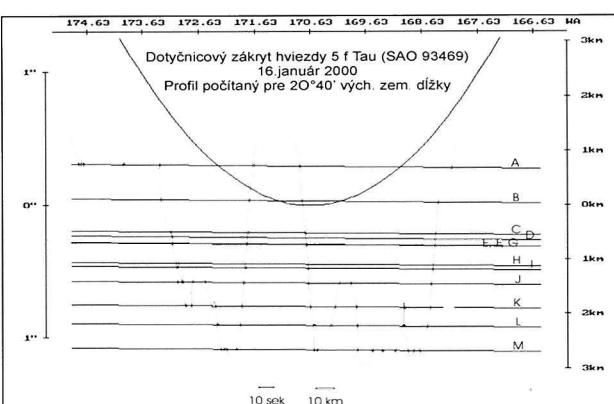
Expedíciu na východnom Slovensku organizoval Miroslav Socháň (SZAA Prešov), na strednom Slovensku hvezdáreň v Rimavskej Sobote. (Východniam, rovnako ako našim kolegom v Poľsku, pozorovanie znemožnila oblačnosť.) Počasie pred zákrytom nebolo najlepšie, no povinný optimizmus velil veriť v zlepšenie. Organizátori sa rozhodli, že šanca sa musí využiť naplno, a tak výjazd bol plánovaný za každého počasia. Stretnutie pozorovateľov bolo v reštaurácii Javor pri obci Mýtna, kde bolo aj jedno z 22 stanovišť vytypovaných ešte v decembri.

Dostatočne členitý profil Mesiaca dovoľoval rozostavenie pozorovateľov na úseku okolo 4 km kolmo na hranicu tieňa. Výhodou pritom bolo, že takmer každý pozorovateľ mohol očakávať 4–6 kontaktov. Presné polohy tentoraz neboli problémom vďaka diferenciálnemu prijímaču GPS.

Napriek vrtochom počasia už niekoľko hodín pred úkazom bolo zrejmé, že počasie by sklamalo nemalo. V jemne mrazivej noci bolo rozostavených 16 pozorovateľov, ktorí čakali na „svoj okamih“. A dočkali sa! Traja, prevažne začiatočníci, súčasťne úspešní neboli, no ich skúsenosť, aj keď negatívna, je pre nich veľmi cenná.

Celkový výsledok, po vylúčení nepoužiteľných meraní je 75 kontaktov (16 CCD kamerami) na 14 stanovištiach.

Pozorovania sa zúčastnili: J. Gerboš, K. Kekečová, P. Klúčovský, P. Rapavý (Hvezdáreň R. Sobota), S. Kaniansky, M. Kocka, J. Váňa, P. Zbončák (HaP Žiar nad Hronom), M. Harman, J. Škvarka, P. Zimníkova (Hvezdáreň B. Bystrice), J. Mášiar (Kysucká hvezdáreň), M. Znášik



Pozorovaný profil Mesiaca

J. Gerboš

(Hvezdáreň Žilina), J. Koza (Divín), U. Babiaková (Banská Štiavnica) a M. Blaho (Detva).

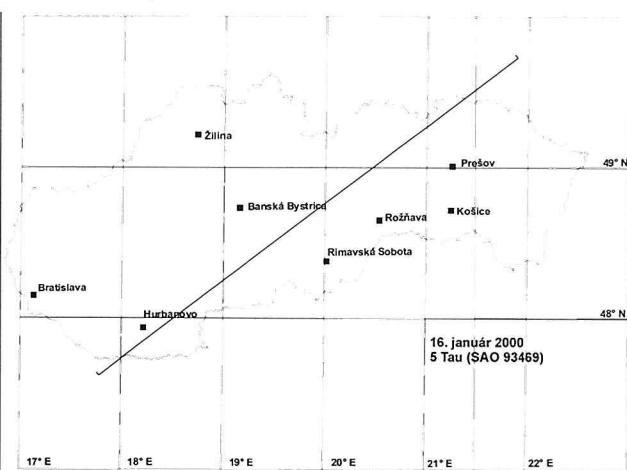
V euforickej nálade po pozorovaní sme zosumarizovali výsledky, potešili sa videom so žurmajúcou hviezdou a rozchádzali sa domov, vedľ pozorovateľov čakalo ešte druhé zákrytárské dejstvo. Podľa upresnejnej predpovede J. Mánka prechádzal tieň planétky (49) Pales južnými oblasťami Slovenska. Predpoved sa ukázala ako perfektná (s chybou asi 20 km!), a tak minimálne naša najjužnejšia hvezdáreň v tieňi byť musela. Na väčšine Slovenska však počasie nebolo natolik dobré ako pri zákryte dotyčnicom. V tomto prípade by aj negatívne pozorovanie zo Slovenska boli cenné pre upresnenie dráhy tvaru tejto 150 km planétky.

Povzbudení úspechom sme pripravovali ďalšie pozorovanie do oblasti Levíc 31. januára (hviedza 6,6 mag). Situáciu uľahčili podrobnejšie mapy zo zákrytu spred niekoľkých rokov. Potencionálni adepsi boli v neustálom kontakte s organizátormi, tif zase s meteorológmi a servermi o počasi. Napriek relatívne jasnej oblohe bolo necelé dve hodiny po polnoci zatrúbené na ústup. V Bratislave boli zrážky a front postupoval na východ. V čase zákrytu sme boli v podstate spokojní, predpovede meteorológov neklamali a boli by sme cestovali zbytočne.

Ďalšie takmer „súkromné“ pozorovanie malo byť 11. 2. Hviedza bola súčasťne slabá (7,0) a nízko nad obzorom, no hranica bola len niekoľko kilometrov od rimavskosobotskej hvezdárne, a tak za pokus by to stálo... Hustnúca oblačnosť naše odhadnutie zlomila už za súmraku.

Posledné problémy s počasím trošku škreli, lebo nádejne zákryty v tomto roku už veľmi nebudú. Perličkou však bude posledný v tomto milénii. To som skutočne zvedavý, či sa nájde niekto (čiara prechádza okolo troch hvezdární...), kto namiesto oslavovania príchodu milénia bude na Silvestra pozorovať dotyčnicový zákryt...

PAVOL RAPAVÝ



Priebeh hranice tieňa

www.suh.sk

Toto je internetová stránka Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove, na ktorej si môžete pozrieť nielen zoznam pripravovaných podujatí a dočítať sa o histórii tejto na Slovensku najstaršej hvezdárni, ale aj pozrieť si náš časopis. Vybrané články uverejňujeme v plnom rozsahu a pre budúcnosť mienime túto webovú stránku ešte zdokonalit. Chceme na nej prinášať aktuality a rady ako pre začínajúcich astronómov amatérov, tak aj podnety pre tých skúsenejších. Takže: www.suh.sk!

Kúpim teleobjektív SONNAR 4/300 mm. Redukcia z bajonetu na závit M 42 x 1 vitaná, podmienkou je kvalitná bodová kresba hviezd. **Kúpim** Rubinar 5,6/500 mm. **Predám** teleobjektív SONNAR 3,5/135 mm a Schmidtovú komoru 225/310/550 mm. Len pre vážneho záujemcu o astrofotografiu za cenu optiky. Michálek František, Robotnícka 288/3-15, 017 01 Považská Bystrica, tel.: 0822 432 9210.

Predám pravouhlý hranol 29x43 mm (Odvesna), rovniné obdlžníkové zrkadlá so zrezanými rohmi 62x77 mm /2 ks, 42x83/ 2ks Přerov (ATC), sklotextitové tubusy 1= 1000 mm / 193 a 232 mm (Gumon BA), krokový motor 220x109 – 1 nm moment, j.s. motor 42V/100W, 4000/120 ot./min. + tachodynamo. Možná výmena za videotekniku. Dušan Olle, Tbiliská 17, 831 06 Bratislava 35.

Predám Newton 150/1330, paralaktická montáž, el.pohon, delené kruhy, okulár. Cena dohodou. Ivan Molnár, Hlavná 41, 924 01 Galanta.

Predám ďalekohľad NEWTON 200/1350 na Dobsonovej montáži, príslušenstvo: hľadáčik /50, zv.10x, okuláre ohniskovej vzdialenosť 33,7/ 20,4 mm. cena podľa dohody, pri rýchлом jednáni možná zľava. Haratič Peter, Mládež 11/10, 036 01 Martin, tel.: 0842 4237247.

Nová astronomická WWW stránka

Slovenský zväz astronómov amatérov začína naberáť druhý dych. Za hlavný cieľ pre rok 2000 si Rada SZAA stanovila zlepšenie informovanosti a vzájomnej komunikácie.

Bola vytvorená WWW stránka, ktorá obsahuje nielen základné údaje o Zväze a zaujímavosti z astronómie i aktuálne možnosti pozorovania. Nájdete tu výsledky pozorovaní, novinky, linky, astroshop. Prostredníctvom stránky môžete aj bezplatne inzerovať.

Ak sa budete chcieť zapojiť do pozorovaní a neviete ako, kedy, kde a čím, stačí, ak sa pripojíte do siete. Budete chcieť pozorovať meteory či planéty – to všetko postupne na stránkach nájdete.

Vývoj stránok stále pokračuje a v čase, keď čítate tieto riadky, budú už pravdepodobne obsahovať aj informácie o všetkých astronomických zariadeniach na Slovensku (od miestnych organizácií SZAA až po vedecké ústavy).

Cieľom tvorcov stránky je prispôsobiť ich požiadavkám návštěvníkov a tak všetky podnetné informácie (i spolupracovníci) sú vitané.

Ak nie ste členom SZAA a chcete sa ním stať, prihlášku taktiež nájdete na tejto www stránke.

A ešte to najdôležitejšie: kliknite si na: <http://www.szaa.sk/>



Snímka z 10. októbra 1999, najprv spracovaná čierne bielo, dodatočne skombinovaná s farebnými snímkami s menším rozlíšením (podobne ako dolný obrázok), slúži vedcom na lepšie pochopenie vzťahov medzi rôznymi povrchovými materiálmi a spodnými geologickými vrstvami. (Oblasť Monan Patera vpravo dole.)

Io naposledy: tentoraz z výšky 200 km

Io neprestáva planetológov prekvapovať. Sonda Galileo objavila počas posledných dvoch (blízkych) obievaní najmenej 100 nových aktívnych sopeiek a horúcich škvŕní. V rovnakom čase skúmal neustále meniaci mesiac aj infračervený teleskop na Mauna Kea. Opäť sa ukázalo, že teplota lávových tokov na povrchu Io je prekvapujúco vysoká: 1200 až 1300 stupňov Celzia v priemere. V desiatich oblastiach však teplota lávy dosiahla až 1500 stupňov Celzia. Vysoké teploty lávy naznačujú, že ju tvoria horniny, ktoré sa už nespočetnekrát v pláští mesiaca pretavili, pričom tento kolobeh lávy (vyvretie, stuhnutie, postupné zanorenie, roztazenie a opäťovné vyvretie na povrch) je neobyčajne intenzívny a v porovnaní s pozemskými podmienkami aj ovela rýchlejší.

Laszlo Keszthely a Alfred McEwan z Arizonskej univerzity oživili staršiu hypotézu, podľa ktorej pomerne tenká kôra mesiaca pláva na povrchu čiastočne rozťavenej zmesi hornín a magmy. Obaja planetológovia sa už pred dvadsaťimi rokmi nazdávali, že horúce škvŕny, rozsiahle sopečné pláne, kaldery a vulkanické pohoria, ktoré rozlísili na snímkach z Voyagerov, možno najpríjemnejšie vysvetliť možnosťou existencie globálneho oceánu magmy, ktorý v polotelekom stave udržuje pôsobenie slapových sil.

Ak sa tento predpoklad potvrdí, vtedy budú môcť na obrovskom, „živom“ modeli študovať procesy na povrchu i vo vnútri obrovského glóbusu magmy, čo im umožní lepšie pochopiť doteraz nie celkom objasnené procesy z najranejšieho obdobia Zeme, Mesiaca, ale aj iných telies Slnečnej sústavy. Naozaj sa pod kôrou Io vzdúva globálny oceán lekvárovitej magmy? To malo odhaliť až merania z paluby sondy, ktorá raz nahradí Galilea.

Manažéri misie Galileo (ktorí slávostnú rozlúčku s najúspešnejšou vedeckou sondou v dejinách kozmonautiky naplánovali už na január tohto roku), pod tlakom vedcov už po druhý raz kozmický funus odložili. Predstavenstvo NASA ich rozhodnutie odobrilo a zohnalo peniaze pre tím, ktorý sondu Galileo obsluhuje. O predĺžení „Millennium Mission“ rozhodli tri veci: 1. Senzačné objavy na Europa a Io počas nedávnych blízkych obievaní; 2. Nevysvetliteľná odolnosť palubných prístrojov, fungujúcich v prostredí extrémnej radiácie, hoci majú už tri roky po „záručnej dobe“; 3. Filozofia „hop alebo trop“ na sklonku úspešnej misie, keď potenciálny vedecký prínos ďalšieho blízkeho obievania vysoko vyvažuje prípadný neúspech (zničenie prístrojov) na palube sondy, ktorá už beztak dosluhuje.

22. februára tohto roku snímkovala sonda Io z výšky 200 km, čo je doteraz najväčšie priblíženie.

JPL Press Release

Simultánka dvoch tímov: Galileo – Cassini

Koncom roku 2000 NASA plánuje zopakovať programu trasy po Slnečnej sústave vykonanej sondou Galileo, rozšíreného o prieskum Jupitera a jeho mesiacov. V uvedenom čase sa vedecký program sondy Galileo možno bude dať prepojiť s programom inej kozmickej sondy skúmajúcej slnečnú sústavu – sondy Cassini. „Tento rozšírený letový program nám umožní pokračovať vo výskume Jupitera a jeho fascinujúcich mesiacov,“ povedal Jim Ericson, manažér projektu Galileo z Jet Propulsion Laboratory pri NASA v Pasadena (Kalifornia). V rámci tohto rozšíreného programu, nazvaného Galileo Millennium Mission, by sa roku 2000 mali, ako dôfajú výskumníci analyzujúci výsledky jednej i druhej misie, realizovať viaceré prioritné vedecké výskumy.

Uskutoční sa spolupráca oboch pracovných tímov (tímu sondy Galileo a tímu sondy a Cassini), zameraná na simultánne sledovanie systému Jupitera a jeho magnetického poľa z dvoch výhodných bodov. Cassini sa dostane do blízkosti Jupitera v decembri 2000. Jupiterovou gravitačnou silou sa Cassini katapultuje k Saturnu. Galileo uskutoční dva ďalšie oblete Jupiterovho mesiaca Ganymedes – najväčšieho mesiaca v celej Slnečnej sústave. Stane sa tak 20. mája a 28. decembra. Vtedy očakávajú, že tieto oblete nám viac prezradia o geologickej histórii Ganymeda, vrátane nasnímania záberov s najväčšou rozlíšiteľnosťou, aké sa kedy urobili z tohto ľadového sveta. Budú sa analyzovať výsledky z 3. januára (oblet Jupiterovho mesiaca Europa) a 22. februára (doposiaľ najbližší oblet vulkanicky aktívneho mesiaca Io).

Toto priblíženie na 200 km môže byť v tomto

unikátnom prostredí nadľho rekordné. Tieto zblízka urobené snímky významne doplnia nás Galileom nasnímaný album, obsahujúci nateľačne okolo 14 000 snímok vyslaných na Zem.

„Po prvý raz budú vonkajšiu planétu sledovať naraz dve kozmické sondy,“ povedal vedec projektu Cassini Dr. Dennis Matson v súvislosti s koordinovanými výskumnými programami sond Cassini a Galileo. „Jedna sonda bude vnútri Jupiterovej magnetosféry, druhá bude zvonka, čím bude možné sledovať silu slnečného vetra pôsobiaceho na magnetosféru Jupitera. Z týchto dvoch výhodných bodov budeme môcť skúmať príčiny i dôsledky vplyvu slnečného vetra na magnetické charakteristiky okolo Jupitera. Bude to jedinečná príležitosť pozorovať tento dynamický systém z dvoch doposiaľ najväčších kozmických sond v tom istom čase,“ dodal výskumník z tímu projektu Galileo Dr. Torrence Johnson. „Bude to fantastický prínos oboch misií.“ Pôvodná dvojročná misia Galilea sa skončila v decembri 1997 a dvojročná rozšírená misia, nazvaná Galileo Europa Mission, sa skončila 31. januára 2000. Projektanti Galilea môžu povedať, že sonda poriadne prekonala očakávania. Vydržala takmer trojročnú radiáciu, než mala.

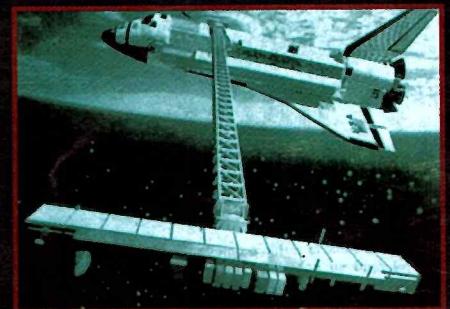
Ako záverečnú etapu celej misie pripúšťajú aj možnosť dopadu na Io či Jupiter, ako aj ďalšie možné konce. Dôfajú, že nedôjde ku zrážke s mesiacom Europa, keďže najnovšie výskumy pripúšťajú možnosť tekutého oceánu pod jeho ľadovou kôrou, čím vzrástá aj možnosť existencie života.

(Podla www-stránok NASA)

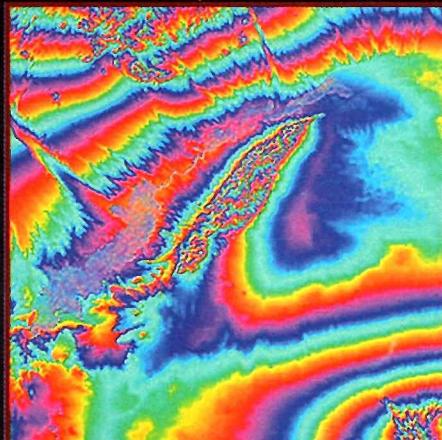


Oblast Zal Patera (na hornej snímke označená šípkou) vo vysokom rozlíšení, ktorú nasnímala sonda Galileo pri prvom priblížení 25. novembra 1999 (rozlíšenie snímky je 260 m na pixel).

Endeavour snímkoval Zem



Americký raketoplán Endeavour bol pre misiu SRTM vybavený supercitlivými radarovými senzormi, ktoré vyvinuli tímy z USA, Nemecka a Talianska. Okrem doteraz najdokonalejšej, skoro úplnej mapy našej planéty, získajú vedci databázu pre najrozličnejšie použitie, od výskumu životného prostredia až po geologiu. Geoinformačné systémy, ktoré už čo nevidieť nahradia tradičnú kartografiu, budú mať v pamäti digitalizované modely relifu povrchu s troma koordinátmi pre libovolný bod na zemeguli: zemepisná šírka, zemepisná dĺžka a výška. Poskytovanie údajov bude schvaľovať zvláštňa komisia; niektoré súbory ostanú na neurčitý čas utajené.



Oblasť Bielych pieskov v Novom Mexiku (USA): Táto snímka je vôbec prvou snímkou, ktorú Endeavour získal a 10 hodín 55 minút po starte vyslal na Zem. Zobrazený obdĺžnik povrchu má 150×50 km. Horský chrabát, križujúci snímku z juhu na sever, je San Andres Mountain Range. Na radarovej snímke vyjadrujú odťiene sivej farby silu radarového odrazu. Čím väčší je sklon terénu vzhľadom k anténe, tým jasnejší je obraz. Čierna plocha v strede čiernobielej snímky je jazero. Je čierne, pretože hladina jazera odráža radar ako zrkadlo, odrazený signál neprinísi do antén nijaké informácie. Nad čiernobielou fotografiou je tzv. interferogram, medziprodukt pri spracúvaní nazbieraných informácií; vzniká kombinovaním údajov dvoch radarových antén. Štruktúry s rovnakým odťienom zviditeľňujú terén s rovnakou výškou. Čím je terén strmší, tým sú „vrstevnice“ tesnejšie naukladané.