

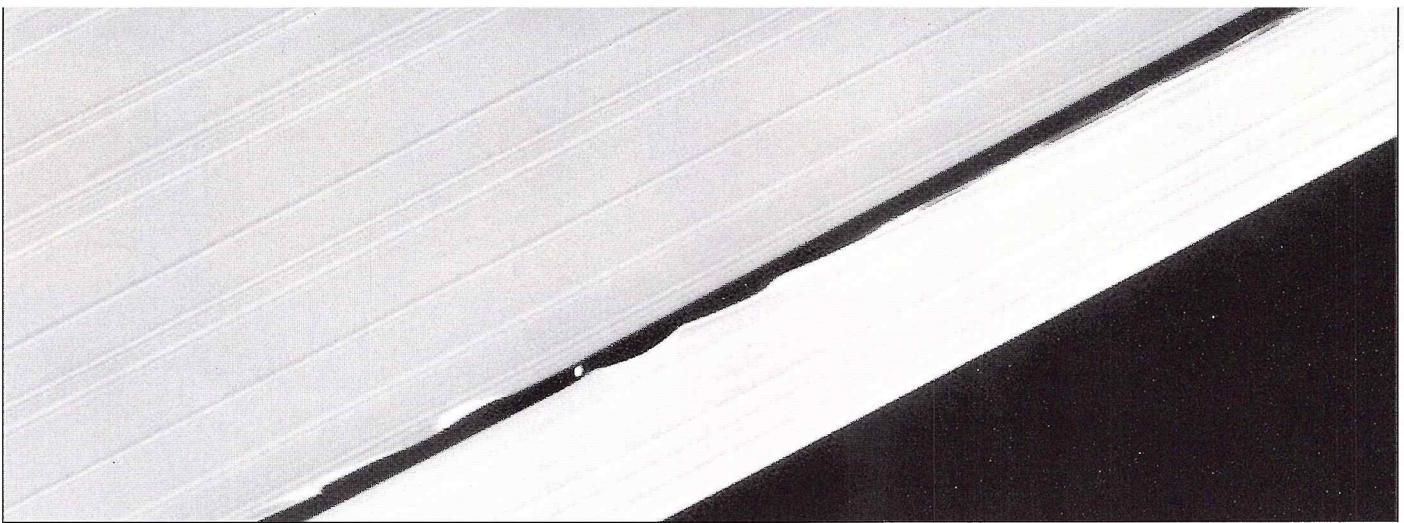
KOSMOS

2007
ROČNÍK XXXVIII.
Sk 45,-

1



- Monštruózna hviezdna erupcia
- Je antihmota hmotou?
- Môžeme vyslať sondu na Slnko?
- Zákryty planét Mesiacom



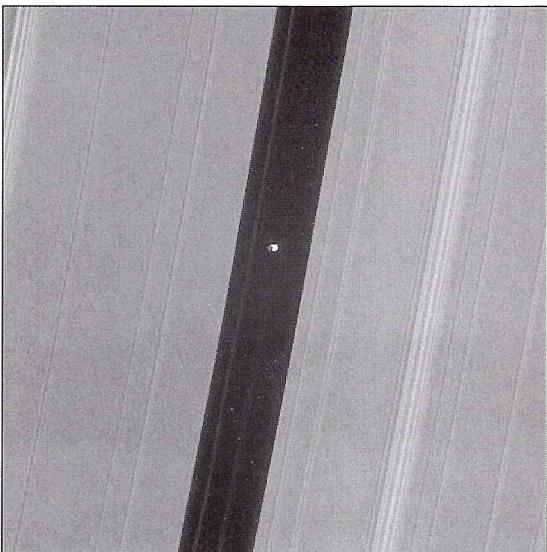
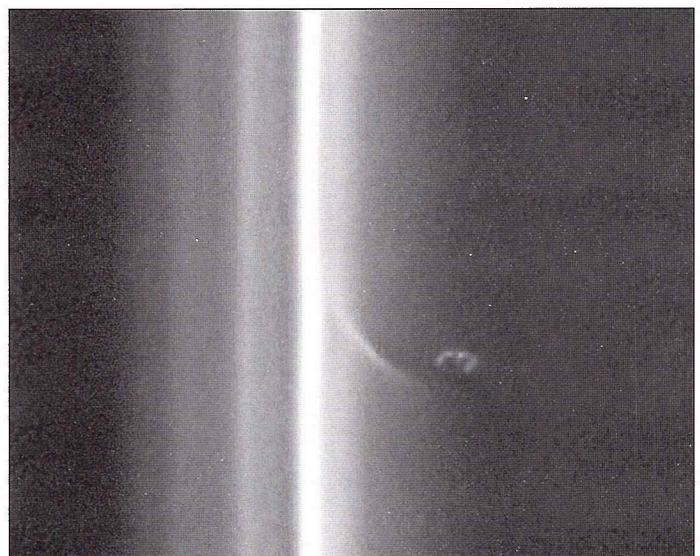
Daphnis v Keelerovej šrbine

Mesiacik Daphnis (priemer: 7 km), obieha Saturn v Keelerovej šrbine, ktorú si sám čistí. Na snímke jasne vidíme, ako sa okraje prstence pod vplyvom gravitácie mesiacika vlnia. Úzkouhlá kamera na sonda Cassini exponovala snímku zo vzdialenosťi 325 000 kilometrov. Rozlíšenie: 2km/na pixel.

Prometheov gravitačný tanec

Jeden z malých Saturnovych mesiacikov, Prometheus, obieha planétu v prstenci F. Jeho dráha nie je ideálne kruhová, preto sa počas obehu očitne aj na jeho vnútornom okraji. Tam svojou gravitáciou spôsobí chaos v časticach prachu a ľadových zrniečok. Premenlivé zhluky častíc sú pre planetológov zaujímavým študijným materiálom.

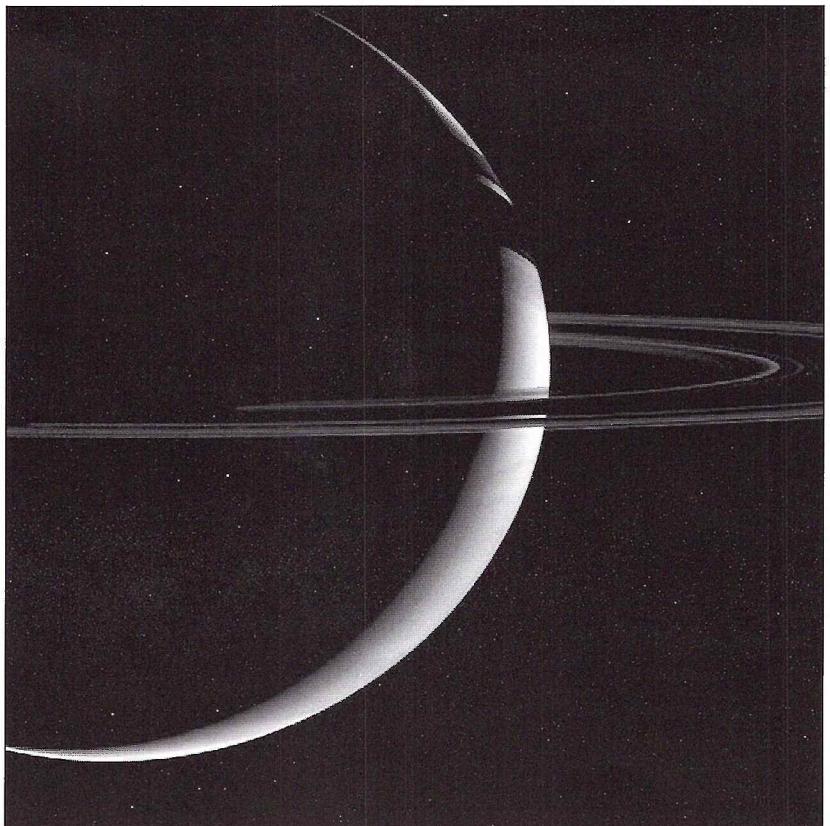
Prometheus má priemer 102 kilometrov. V roku 2009 sa mesiacik opäť vráti do stredu prstence F, na čo sa už vedci, špecialisti na prstence, tešia. Úzkouhlá kamera na sonda Cassini exponovala snímku zo vzdialenosťi 1,8 milióna kilometrov.



Pan čistí Enckeho medzeru

Miniatúrny mesiacik Pan (priemer: 26 km), krúži okolo Saturnu v Enckeho šrbine, jednej z medzier v kolosálnej štruktúre Saturnovho prstencu. Enckeho šrbina má šírku 325 kilometrov. Aj nepatrná gravitácia mesiacika dokáže častice, sformované do sotva pozorovateľných prstenčekov, zo šrbiny vymetať.

Na snímke vidíme odvrátenú, tmavú stranu Pana, ktorú osvetľuje slnečné svetlo odrazené od Saturna. Kamera na Cassini exponovala mesiacik vo viditeľnom svetle zo vzdialenosťi 385 000 kilometrov.



Kosáčik Saturna

Malinov tím, ktorý vyhodnocuje snímky zo sondy Cassini, považuje túto fotografiu „kráľa prsteňov“ za jednu z najkrajších fotografií, aké doteraz sonda získala. Kosáčik Saturna prekrýva neosvetlený prstenec a vpravo hore aj tieň prstencu.

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87.

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

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

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

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

Vychádzka: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevracame. Cena jedného čísla 45,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 240,- Sk/Kč vrátane poštovného.

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

Predplatiteľ: 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 poštovnej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechach rozšíruje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechach bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústří nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

Zadané do tlače 20. 1. 2007

ISSN 0323 - 049X

Témä čísla

- 2 Aj dnes ešte tečie voda na povrchu Marsu! Občas. A iba niekoľko minút**
- 6 Monštruózna hviezdna erupcia pozorovaná vedcami NASA v projekte „Dwarfs“ / Christopher Wanek**
- 8 Je antihmota hmotou?**
- 12 Co přinese LHC pro kosmologii? aneb co lze vyhlížet v roce spuštění současného největšího urchlovače na světě / Vladimír Wagner**
- 18 Môžeme vyslať sondu na Slnko? / David McComas**
- 21 Zákryty planét Mesiacom / Peter Zimník**
- 24 Pilotované lety v roce 2007 / Tomáš Přibyl**
- 28 Kyslík, ktorý robí problémy (2. časť: Ozón v stratosfére) / Anna Pribullová**
- 38 Poľovačka na asteroidy cez internet / Štefan Kürti**

Aktuality

- 2. ob. Russelov kráter; Chasma Boreale**
- 3. ob. Daphnis v Keelerovej šrbine; Pan čistí Enckeho medzeru; Prometheov gravitačný tanec; Kosáčik Saturna**
- 4 Halo tmavej hmoty našej Galaxie**
- 5 Objav aniónu, prvej negatívne nabitej molekuly vo vesmíre**
- 16 Spev čiernej diery**
- 17 Kedy sa začali formovať galaxie? Pohľad do Saturnovho oka**

Rubriky

ALBUM POZOROVATEĽA

- 27 Úplné zatmenie Mesiaca 3./4. marca / Pavol Rapavý**
- 32 Kométa Mc Naught zo Srbska / Jaroslav Grňa a Pavel Kevenský**
- 32 Kométa Mc Naught / Tomáš Maruška**

PODUJATIA

- 30 Astrolym – Astronomická olympiáda aj na Slovensku / Ladislav Hric**
- 33 Zákryty, zatmenia a medziplanetárna hmota / Janka Pieronová**
- 40 Česko-slovenská konferencia pracovníkov hvezdární a pedagógov / Kristína Vlčková**

POZORUJTE S NAMI

- 34 Obloha v kalendári / Pavol Rapavý
Kalendár úkazov a výročí (str. 37)**
- 40 Slnečná aktivita (august – september 2006) / Milan Rybanský**

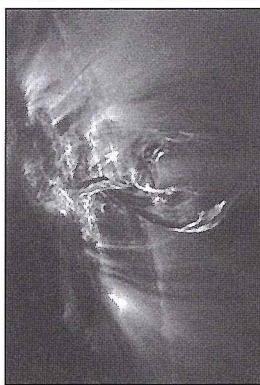
Rôzne

- 31 Astronómia aj ako kultúrny fenomén / Dana Rapavá**
- 33 Dve percentá pre astronómiu
Melánia Príhodová (6. 6. 1959 – 21. 12. 2006) / Stanislav Kanianský**

Obálka

Obrázok slnečnej erupcie zo septembra 2005, ktorú v röntgenovom žiareni zaznamenal satelit TRACE. Oveľa väčšiu erupciu zaznamenal satelit NASA SWIFT vo hviezdnej sústave II Pegasi, ktorá je vzdialenosť od Zeme 135 svetelných rokov.

Viac na 6. a 7. strane



Vážení čitatelia,

na prahu Nového roku 2007 chcem sa Vám všetkým, aj tým, čo si Kozmos predplácajete, aj tým, čo ho kupujete na stánkoch, podčakovať za vernosť, podporu a povzbudzujúce listy, ktorými oceňujete kvalitu nášho časopisu. Iba vďaka vám sme aj v uplynulom roku dokázali udržať si relatívne vysoký náklad napriek tomu, že sme nepodľahlili zvodom bulvarizácie a udržali sme takú úroveň, ako sa na solídny populárnovedecký časopis patrí.



Cena časopisu sa v najbližšom roku nezvýši, hoci sme pridali ďalšie farebné stránky a zvýšili rozsah prílohy. Žeň objeví. Iste ste si všimli, že sa zvýšil počet a kvalita aktuálnych materiálov, ktoré si môžete, vzhľadom na neškorší dátum uzávierky, prečítať najmenej o mesiac skôr ako v najrenomovannejších svetových astronomických periodikách, hoci využívame rovnaké zdroje základných informácií.

Rok 2007 bol vyhlásený za Medzinárodný heliofyzikálny rok, takže sa o Slnku, našej najbližšej hviezde, dozviete viac ako po minulé roky. Množstvo informácií o Slnku vďaka čoraz citlivejším prístrojom na sondách i na Zemi sa z roka na rok zvyšuje, ambiciozne tímy solárnikov vytvárajú pomocou počítačov čoraz zložitejšie modely, slniečkári-teoretici kujú, obozretne (ale ne-raz, žiaľ aj z prvej ruky) nové smelé teórie, ale napriek tomu ešte ani zdaleka nevieme, ako naše Slnko funguje. V budúcom roku sa aj vy bližšie zoznámit so všetkými záhadami, s ktorými viedci, skúmajúci Slnko zápasia.

Kozmos patrí vo svojej kategórii k periodikám, ktoré si udržujú vysoký počet čitateľov. Napriek tomu by sme boli radi, keby vás bolo viac. Z listov nových abonentov sa dozvedáme, že sa o Kozmose a jeho kvalite dozvedeli iba náhodou. Od priateľov, alebo po náhodnej kúpe na stánku. Začítali sa a hned si Kozmos objednali. Vieme, že keby sme mali prostriedky na účinnú reklamu v elektronických médiach, náklad by sme časom mohli zvýšiť na stav pred rozdelením Československej republiky. Preto pripravujeme niekoľko menej nákladných akcií, ktoré by nám pomohli získať nových predplatiteľov. Napríklad: „Čo si myslíte o možnosti venovať ročné predplatné Kozmosu ako darček človeku, ktorému chcete urobiť radost?“ Napíšte nám, čo si o tejto, vo svete často využívanej možnosti, myslíte.

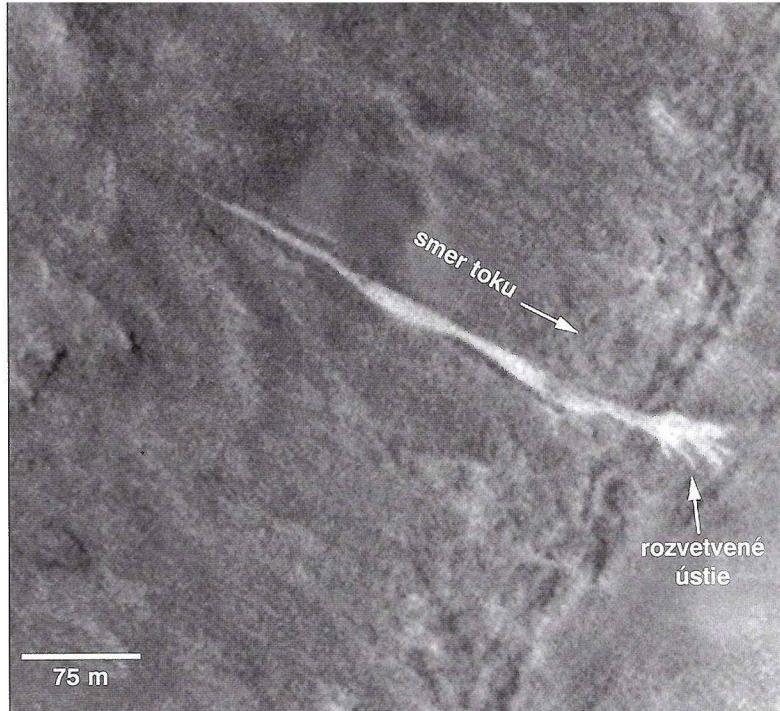
Záverom sa chcem podčakovať všetkým, ktorí do Kozmosu prispievajú pôvodnými materiálmi, profesionálom i amatérom, najmä členom redakčného kruhu, ktorí nám pomáhajú udržať náklad a úroveň nášho časopisu aj napriek ostrej konkurencii na trhu.

Nech vám obloha nad Slovenskom pripraví v tomto roku veľa pekných zážitkov a radosti.

Teodor Pintér



Nový žlab pod výverom na svahoch krátera v oblasti Terra Sirenum.

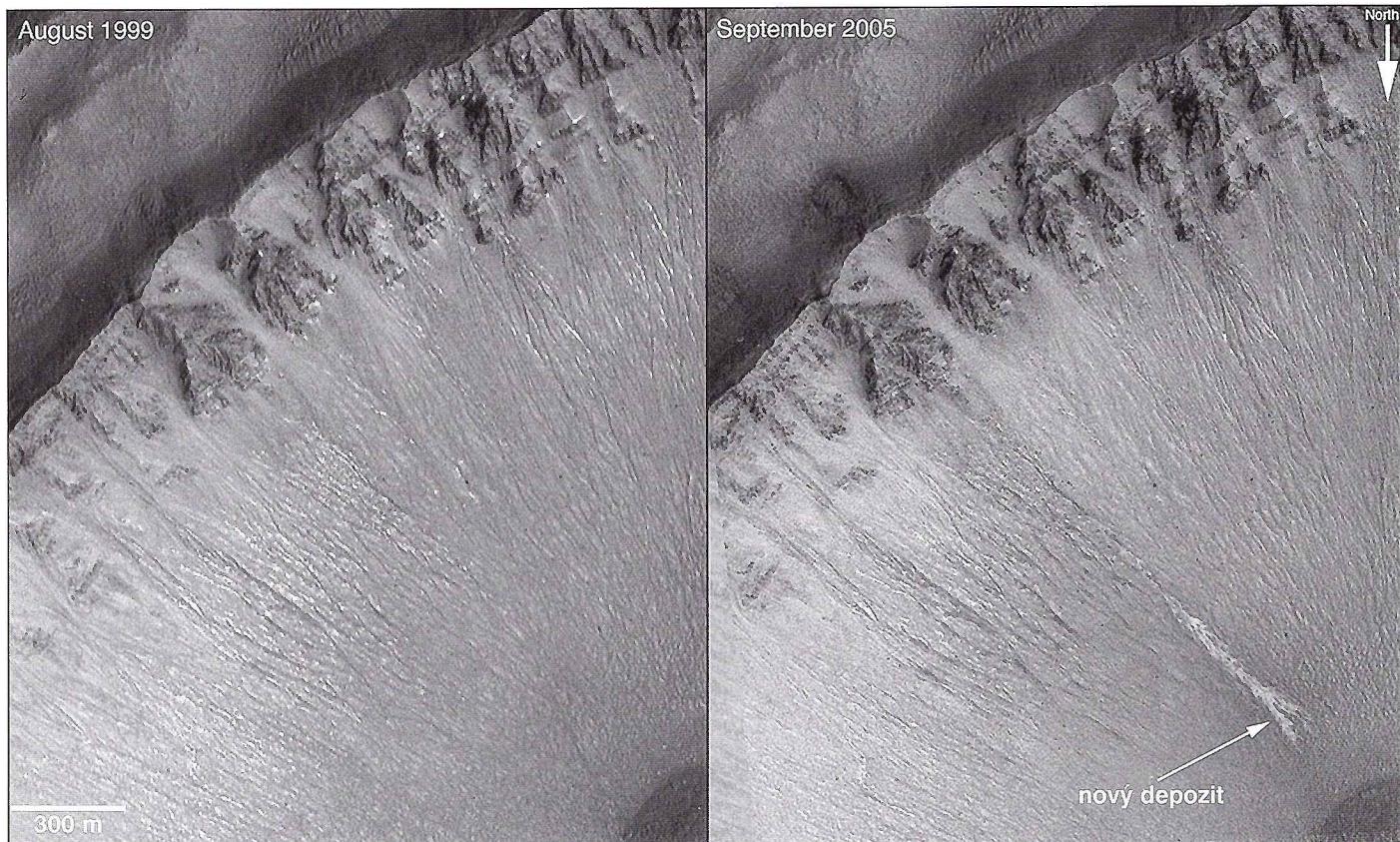


Zväčšenina nového výveru v kráteri v oblasti Mare Sirenum s rozvetveným koncom žľabu.

Aj dnes ešte tečie voda na povrchu Marsu!

Občas. A iba niekoľko minút

NASA uverejnila fotografie, ktoré marsológov nadchli. Aj najväčší skeptici sú po ich analýze presvedčení, že voda na Červenej planéte neexistuje iba v podobe ľadu či pary, ale z času na čas vyvrie z podzemia aj na povrch a niekoľko minút, až kým sa nevyparí a nezamrzne, tečie dolu svahom.



Juhozápadný svah nepomenovaného kráteru v oblasti Centauri Montes. Na snímke z augusta 1999 (vľavo) nie je po vývere a žlabe ani stopy. Na snímke z februára 2004 (vpravo) sa už výver objavil. Žlab pod výverom je dlhý asi 320 metrov.



Porovajte obe snímky z krátera v oblasti Mare Sirenum. Na ľavej, z roku 2001, možno rozlíšiť čosi ako zárodotok žľabu pod výverom. Na pravej, z roku 2005, je jasne viditeľný žľab z rozvetvením na úpätí.

Stopy po tečúcej vode objavili vedci na snímkach sondy Mars Global Surveyor, ktoré boli exponované v rokoch 2004 a 2005. Ide o vývery, pod ktorými sú jasne rozoznateľné rozvetvené žľaby, aké mohla v syplkom materiáli na svahoch vytvoriť iba tečúca voda.

V studenej a riedkej atmosfére Marsu sa voda v tekutom skupenstve dlho neudrží. Dolu svahom tečie dovedky, kým sa nevypari či nezamrzne. Žľaby pod obomi vývermi sú dlhé niekoľko sto metrov.

Žľaby sú oproti okolitým horninám svetlé. Je to ľad, alebo soli rozpustené vo vode, ktoré sa po jej vyparení v žľaboch usadili? Kaž-

dopádne to nie je prach, pretože farba marťanského prachu, ktorý roznáša vietor a krútňavy, je oveľa tmavšia.

Mars Global Surveyor počas svojej misie objavil desiatky tisíc výverov na svahoch kráterov a hlbokých údolí. Väčšina výverov sa objavuje okolo 30° marťanských šírok, ale aj vyššie. Pri niektorých sa zistilo, že vznikli až po roku 2002.

Posledné snímky výverov vzbudili pozornosť preto, lebo sa objavili na snímkach, ktoré sonda exponovala už v minulosti. Oba sa objavili na svahoch kráterov.

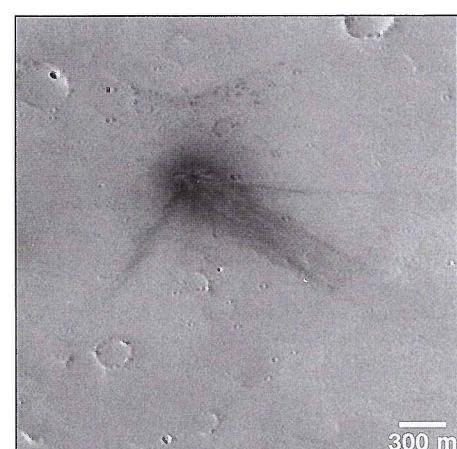
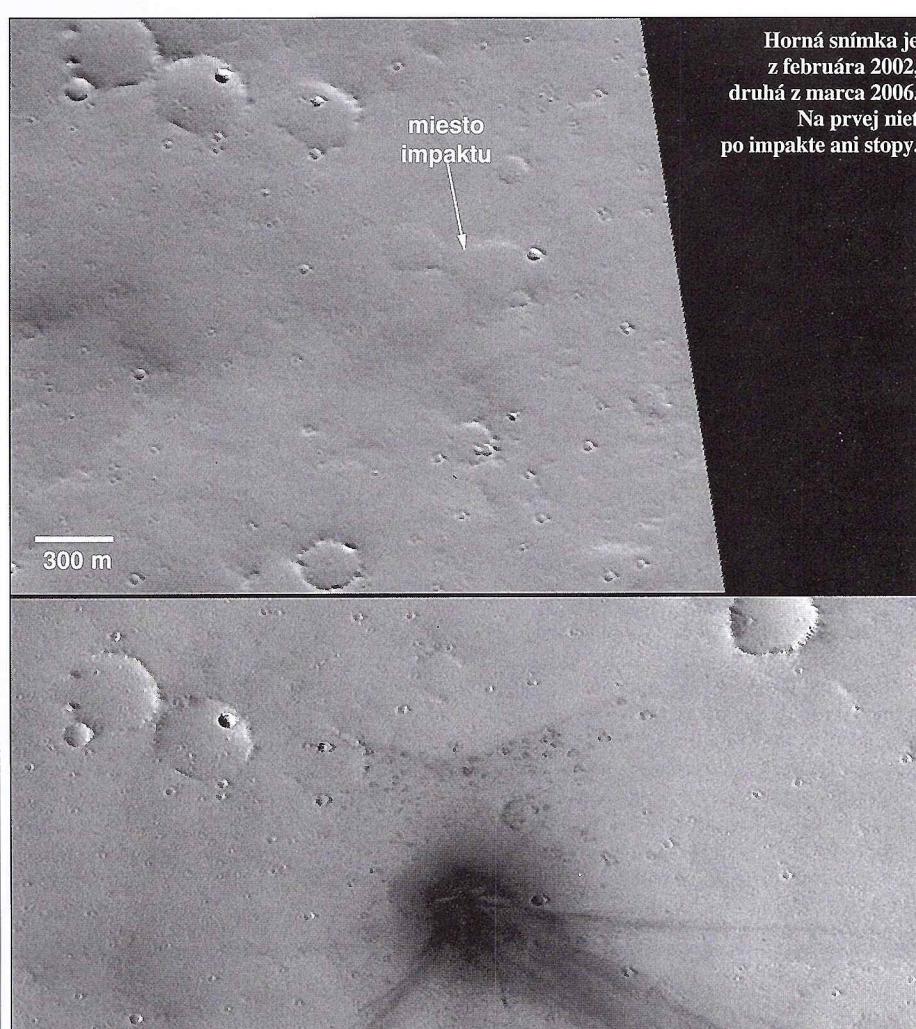
Prvý kráter leží v oblasti Terra Sirenum,

druhý v oblasti Centauri Montes na južnej pologuli Marsu.

Malin, viedúci tímu, ktorý analyzuje snímky zo sond NASA, na okraj objavu vyhlásil: „Máme v rukách silný dôkaz toho, že občas na niektorých miestach Marsu aj dnes vyviera z podzemia voda a steká dole svahmi. Ako sa voda udrží v tekutom skupenstve pod povrchom, kolko jej tam je a či sa tam udržali vhodné podmienky na vznik a evolúciu života, zatial nevieme.“

Okrem objavovania výverov sa Mars Global Surveyor zameral aj na identifikáciu nových kráterov. Jeho kamera už v roku 1999 získaла snímky 98 percent marťanského povrchu, 30 percent povrchu fotografovala opäť v roku 2006. Na najnovších snímkach objavili dvadsať impaktov s priemermi od 2 až po 148 metrov, ktoré tam pred siedmimi rokmi neboli. Tieto snímky majú klúčový význam pri odhadе veku útvarov na povrchu Marsu. Nové krátery svedčia okrem iného o tom, že oblasti, kde je impaktov málo, musia byť veľmi mladé.

Podla internetových stránok NASA



Jeden z dvadsaťich nových kráterov na Marse nasnímala sonda MGS v marci 2006. Leží nad sopkou Ulysses Patera na 27,3° severnej šírky a 91,8° západnej dĺžky. Priemer impaktu je asi 20 metrov. Na snímke jasne rozlíšite dopadom meteoritu vymrštený materiál.

Halo tmavej hmoty našej Galaxie

Každú galaxiu obaľuje halo tmavej hmoty, ktorú možno detegovať iba nepriamo, pozorovaním jeho gravitačného vplyvu na pohyb viditeľnej hmoty galaxie. Neviditeľné halo je oveľa väčšie a guľatejšie ako plochá galaxia v jeho strede. Najnovšie simulácie na počítačoch ukázali, že halo našej Galaxie je prekvapujúco nerovnorodé. Sú v ňom roztrúsené zhustky tmavej hmoty v gravitačne viazaných štruktúrach (subhalách).

Vedci z Kalifornskej univerzity využili najväčší superpočítač NASA, pomocou ktorého sa pokúsili odhadnúť, kedy sa tmavá hmota v hale našej Galaxie sformovala a rekonštruovať jej evolúciu. V modeli objavili asi 10 000 subhlá, čo je o celý rát viac, ako v predchádzajúcich modeloch. Teoretici to predpokladali, ale vedcom z Kalifornie sa po prvýkrát podarilo uskutočniť aj numerickú simuláciu.

Ojav je mimoriadne významný, pretože vedcom sa podarilo vyriešiť problém „chýbajúceho satelitu“ našej Galaxie, teda zoskupenia viditeľnej hmoty, ktorej gravitácia ovplyvňuje správanie sa objektov vo vnútri Mliečnej cesty i v jej okolí. V poslednom čase sa sice podarilo objaviť 15 trpasličích galaxií, ktoré časom s našou Galaxiou splynú, ale majú iba zlomok hmotnosti „chýbajúcej hmoty“, ktorá dynamiku objektov v našom hviezdnom ostrove ovplyvňuje. 120 objavených subhlá však má gravitačný potenciál, ktorý astronómom chýba.

O tmavej hmote vieme, že predstavuje 82 až 96 percent hmoty vo vesmíre (tento údaj sa podchvíľou, v závislosti na metóde merania mení). Prevaha tmavej hmoty však rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje všetky gravitačné interakcie normálnej, viditeľnej hmoty v Galaxii. Normálna hmota, ktorá tvorí oblaky plynu a hviezdy, padá do „gravitačných hniezd“, kde sa vytvárajú zhustky tmavej hmoty. V týchto hniezdoch sa zoskupila viditeľná hmota a postupne sa vyvinula do podoby súčasných galaxií.

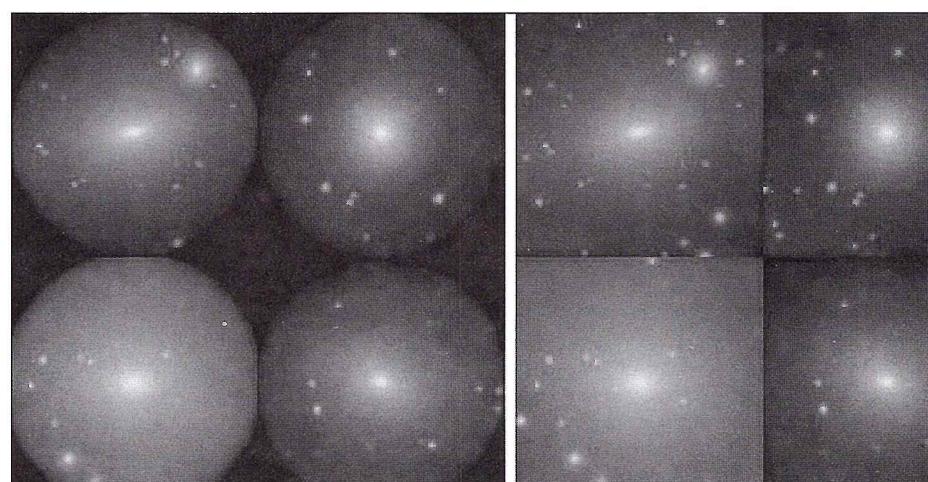
Vieme, že už krátko po big bangu sa v rozpínajúcom sa vesmíre objavili fluktuácie hustoty hmoty spôsobené gravitáciou. Sú to ostrovčeky, ktoré okrem nerovnakej hustoty prezrádzajú aj nepatrne, ale detegovateľné rozdiely teploty. Ukazuje sa, že tieto ostrovčeky hustejšej hmoty boli vlastne hniezdami tmavej hmoty. Tieto ostrovčeky nabaľovali na seba čoraz viac tmavej hmoty a vytvorili tak hniezda, bez ktorých by sa viditeľná hmota, prachoplynové oblaky a prvá generácia hviezd nemohli sformovať do galaxií, pretože by sa roztratili vo vesmíre.

Superpočítač Columbia v Amesovom výskumnom centre pri NASA, momentálne najrýchlejší civilný počítač na svete, vytvoril tento model po 320 000 hodinách prideleného času. Vedci vložili do počítača najaktuálnejšie údaje zo satelitu WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), ktorý zviditelnil doteraz najdetailnejšiu mapu štruktúr v mladom vesmíre.

Simulácia napodobnila situáciu vo vesmíre 50 miliónov rokov po big bangu a zohľadnila interakcie 234 miliónov častic tmavej hmoty v priebehu 13,7 miliardy rokov kozmologického



Hustotná mapa tmavej hmoty v hale našej Galaxie, je výsledkom simulácie na Columbii, najrýchlejšom civilnom počítači sveta.



Na snímkach vidíte aktuálne hustotné mapy štyroch najmasívnejších subhlá v namodelovanej hostitelskej galaxii, ktorou je naša Mliečna cesta. Subštruktúry sú jasne viditeľné. Na ľavom obrázku sú zobrazené iba časticie tmavej hmoty uprostred polomeru gravitačného vplyvu. Na pravom obrázku vidíte tie isté subhalá tmavej hmoty na širšom pozadí.

času. Takto sa vytvorilo halo v škále Mliečnej cesty. Zhustky v hale tmavej hmoty sú zvyškami po veľkom gravitačnom sciehaní. Sú to vlastne jadra menších halov, ktoré prežili veľké gravitačné zliepanie v podobe subhlá, obiehajúcich spoločne ťažisko vo vnútri gigantického hostitelského systému.

Simulácia vyprodukovala 5 masívnych subhlá, (každé ma 30-násobne väčšiu hmotnosť ako Slnko) a veľký počet menších subhlá, ktoré predstavujú 10 percent hmotnosti hostitelského hala.

„Ide o veľké zhustky tmavej hmoty, ktoré sa nachádzajú v tej istej oblasti, kde pozorujeme disk Mliečnej cesty. Ukazuje sa, že distribúcia tmavej hmoty je v tom najbližšom susedstve našej Galaxie oveľa komplikovanejšia, ako sme sa nazdávali,“ vraví člen tímu Jürg Diemand.

Astronómovia sa spoliehajú na to, že už v blízkej budúcnosti objavia zhustky tmavej hmoty v hale našej galaxie aj pomocou gama dalekohľadov, pravdaže iba vtedy, ak sa ukáže, že časticie tmavej hmoty emitujú žiarenie gama. Jedna z hypotetických častic tmavej hmoty – neutralino, ktorú „vypočítali“ autori teórie supersymetrie, mali by totiž pri anihilácii po kolíziach generovať nielen nové časticie, ale aj žiarenie gama.

Súčasné gama dalekohľady zatiaľ anihiláciu tmavej hmoty nedetegovali, ale vedci sú presvedčení, že citlivejšie prístroje v niektorých subhalách produkty anihilácie zaznamenajú.

Veľké nádeje sa spájajú najmä s vypustením Gamma Ray Large Area Space Telescope (GLAST), ktorý na obežnej dráhe okolo Zeme začne pracovať v roku 2007.

Počítačovú simuláciu využívajú aj strelárni astronómovia. Pomáha im porovnať reálne pozorovania najstarších hviezd s hviezdami v modeloch počas najranejšej fázy formovania našej Galaxie.

Prvé malé galaxie sa sformovali už veľmi skoro, takých 500 miliónov rokov po big bangu. Ba čo viac: v našej, oveľa mladšej, vyzrejte Galaxii (ktorá sa sformovala a dalej sa zväčšuje gravitačným požieraním malých galaxií z okolia), objavujeme čoraz viac hviezd prvej generácie. Sú to strelárne fosílie, ktorých štúdium má pre pochopenie vzniku a evolúcie hviezd zásadný význam. Simulácia kalifornských vedcov umožní strelárnikom určiť, kde sa tieto staré hviezdy sformovali, kedy sa stali súčasťou trpasličích galaxií a kedy sa usadili na terajších obežných dráhach v hale.

NASA Press Release

Cryogenic Dark Matter Search II: hľadanie častíc tmavej hmoty

Vedci ešte nevedia, čo je tmavá hmota, hoci už vieme, že tvorí základnú zložku vesmíru. Všetko, čo pozorujeme, kopy galaxií, galaxie, hviezdy, planéty, planétky, kométy, oblaky prachu a plynu predstavuje iba 4 percentá hmotnosti vesmíru. Rozhodujúcu časť tvorí tajomná tmavá hmota a ešte mysterioznejšia tmavá energia.

Vedci iba nedávno získali prvý priame dôkazy o existencii tmavej hmoty, keď študovali vzdialene kopy galaxií a rozlíšili odlišné typy pohybov viditeľnej a tmavej hmoty. Napriek tomu nikto netuší, čo tmavú hmotu tvorí. O to väčšie očakávania sa spájajú s projektom fyzika Blasa Cabrera zo Stanford University, ktorý si zaumienil, že zistí, aké časticie tmavú hmotu tvoria.

„Fyzici sa nevedia zmieriť s faktom, že existuje látka, ktorá je základnou zložkou vesmíru a pri tom nič o nej nevedia,“ tvrdí Cabrera. „Vidíme svetielka na vianočnom stromčeku, ale stromček nevidíme.“

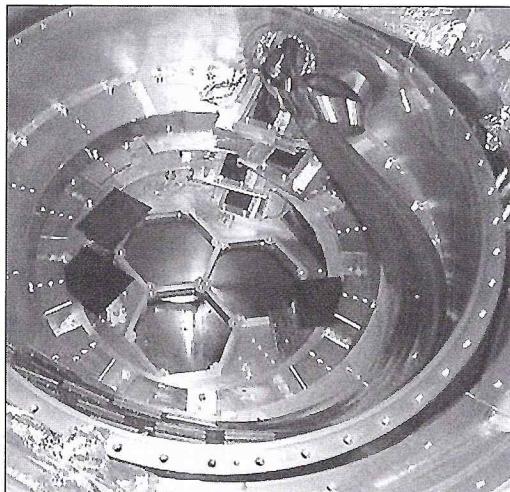
Cabrerov tím vypracoval projekt Cryogenic Dark Matter Search II. (CDMS II), ktorého hlavné zariadenie umiestnili na dno hlbokej banskej šachty v Minnesote. Na projekte spolupracuje 46 vedcov z 13 vedeckých inštitúcií.

Cieľom projektu je detegovať exotické časticie WIMPs (slabo interagujúce masívne časticie), ktoré by mali byť najpravdepodobnejším kandidátom látky, ktorá tmavú hmotu tvori. Ďalší kandidáti tmavej hmoty – neutrína, hypotetické časticie axióny či doteraz nepozorovateľné čierne diery, hnedí trpaslíci a slabé hviezdy a ďalšie objekty potenciálne viditeľnej, ale z hladiska našich možností predbežne skrytej hmoty, prídu na rad a neskôr.

Theoretici predpokladajú, že WIMPs sú neutrálne časticie so 100 – násobne vyššou hmotnosťou ako protóny. Existujú iba v teórii, nikto ich zatiaľ nepozoroval, pretože detegovať ich je mimoriadne ťažké. WIMPs s väčšinou hmoty neinteragujú, prechádzajú ňou bez toho, aby na ňu nejako vplyvávali. Vedci z projektu CDMS II sú však presvedčení, že ich špeciálne, mimoriadne citlivé detektory dokážu mimoriadne zriedkavé kolízie týchto častic s atómami normálnej hmoty zaznamenať.

WIMPs prechádzajú Zemou či ľudským organizmom nebadane, podobne ako neutrína. Vedci sa spoliehajú na to, že obrovské množstvo týchto záhadných častic pravdepodobnosť detegovania možnej zrážky z časticami normálnej hmoty zvyšuje do takej miery, že niekolko minizrážok sa môže odohrať aj na nepatrnych terčoch, ktoré sú pod dohľadom ich detektorov.

Detektory umiestnili hlboko pod zemou, v opustenej bani Soudan. Hrubé vrstvy hornín chránia detektory pred kozmickým žiareniom a ďalšími časticami, ktoré by mohli kolidovať s detektorm a vzbudiť zdanie, že ide o časticu tmavej hmoty. Polovica prostriedkov uvolnených na projekt CDMS II vynaložili preto na vývoj ceľej sústavy ochranných štítov, ktoré nijakú čas-



Dva z detektorov projektu Cryogenic Dark Matter Search II.

ticu okrem WIMPs neprepustia a systémov, ktoré dokážu rozlíšiť časticie tmavej hmoty od iných častic.

„Náš detektor pripomína tvarom hokejový puk. Dokáže pracovať aj pri teplote 50 tisícin stupňa nad absolútou nulou“, vratí Walter Ogburn, jeden z členov tímu. Vyvinut takýto detektor nám dalo zabrat.“

Pri stroje umiestnili v ľadovom kontajneri, ktorého steny tvorí šesť izolačných vrstiev. Ich úlohou je udržiavať takú nízkú teplotu, že v nej aj atómy stratia pohyblivosť.

Detektory vyrobili z kryštálov kremíka a germánia. Atómy kremíka či germánia majú dokonalé mriežky. Ak do nich WIMPs narazia, zachvajú sa a vyprodukujú nepatrny balíček tepla – fonón. Keď sa fonóny prederú k povrchu detektora, spôsobia zmenu vo veľmi citlivej vrstve tungstenu. Túto zmenu dokážu vedci zaznamenať. Iná vrstva, na opačnej strane detektora, bude meráť ióny, nabité časticie, ktoré sú vedľajším produkтом zrážky WIMPs s atómom v detektore.

„Údaje z dvoch výstupov nám umožnia rozlíšiť rozličné druhy interakcií“, vysvetluje Ogburn. „Niektoré zrážky produkujú vyššiu, iné nižšiu ionizáciu a naše prístroje to dokážu zmerať.“

Na vývoji detektorov sa podieľalo viac výskumných pracovísk. Cabrerov tím objednal kryštály z laboratória, pracujúceho pre armádu, meracie prístroje na detektorech vyhotovili špecialisti z Centra pre integrované systémy pri Stanford University. „Snažíme sa používať mikrosegmenty, ktoré vyvíjajú ľudia tvoriaci mikroprocesory, pretože majú väčšinu požadovaných vlastností,“ vysvetluje Cabrera.

Medzi WIMPs patria aj neutralína, najľahšie časticie, predpovedané teóriou supersymetrie, ktorá predpokladá, že každá častica, ktorú sme objavili, má aj svoj náprotivok. Ak CDMS II neutralína naozaj deteguje, bude to prvý dôkaz platnosti supersymetrie, pretože doteraz sa neobjavil nijaký priamy dôkaz existencie takto (supersymetricky) spärovaných častic.

Slabé interakcie WIMPs by boli nepriamym dôkazom toho, že aj časticie tmavej hmoty podliehajú zákonom gravitácie, hoci sa neformujú (po gravitačnom kolapse) do galaxií a hviezd tak ako normálna hmoty. WIMPs sú neutrálne, ne-

dokážu vytvárať atómy. Pre tmavú hmotu neplatí, že pozitívne nabité protóny pritiahnú elektróny so záporným nábojom, aby vytvorili atómy.

Tmavá hmota sa riadi vlastnými, zatiaľ neznáмыmi zákonomi. Vedci vedia iba jedno: časticie tmavej hmoty nikdy nekolabujú do zhustkov hmoty, zárodok protohviezd tak, ako normálne atómy. Kvôli tejto vlastnosti astronómovia dlho ani netušili, že tmavá hmota existuje.

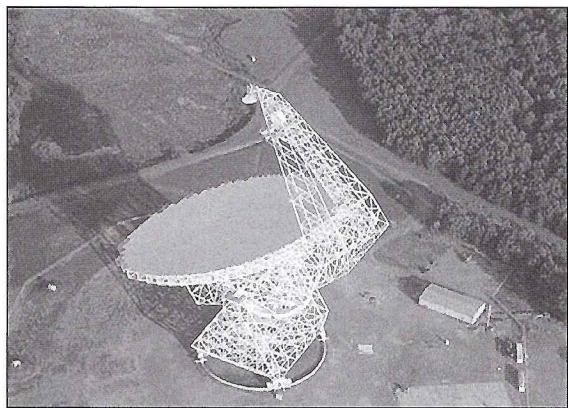
Prvý príznaky jej existencie objavil švajčiarsko-americký astronóm Fritz Zwicky v roku 1930. Pozoroval kopu galaxií a zistil, že hmotnosť pozorovaných galaxií je príliš malá na to, aby ich udržala pohromadé. Logicky usúdil, že musí existovať dodatočná, skrytá, neviditeľná hmota, bez gravitácie ktorej by sa kopa galaxií nesformovala a neudržala.

V roku 1970 astronómka Vera Rubin merala rýchlosť hviezd v Mliečnej ceste a ďalších blízkych galaxiách. Ked' skúmala hviezdy v perifériach týchto galaxií zistila, že tieto hviezdy rotujú rýchlejšie ako sa očakávalo. Jediným vysvetlením tohto javu bolo pripustiť, že na viditeľné objekty pôsobí gravitácia neznámej/skrytej hmoty.

Vedci medzičasom získali viaceré nepriame dôkazy o existencii tmavej hmoty. Do jej hľadania sa zapájajú nové a nové tímy. Okrem projektu CDMS II schválili v Amerike projekt ZEP-LIN, ktorý vypracovala zmešaná skupina Kalifornskej univerzity a Veľkej Británii. V rámci projektu Dark Matter Collaboration umiestnili v anglickej bani pri Sheffieldi nádoby s tekutým xenónom. Tesne pred dokončením je antarktický projekt IceCube (Ľadová kocka). Vedci z Univerzity of Wisconsin nainštalovali hlboko pod ľadovcom na Južnom póle optické senzory, schopné detegovať neutrínu a vysokoenergetické časticie, ktoré môžu byť aj produktami anihilácie WIMPs.

Najambicioznejším projektom je však CDMS II. Vedci, v snahe zvýšiť pravdepodobnosť detektie, vyvíjajú čoraz väčšie a mohutnejšie detektory WIMPs. V blízkej budúcnosti bude na svete detektor s hmotnosťou 1000 kilogramov, ktorý dokáže objaviť väčšinu teoretickmi predpokladaných typov WIMPs, ak existujú. Germániové terče na detektorech CDMS II sú dnes také veľké, že pravdepodobnosť „zásahu“ sa rádovo zvýšila. Astronómia preniká na nové teritórium.

Podla CDMS Press Release



Rádioteleskop Green Bank.

Objav aniónu, prvej negatívne nabitej molekuly vo vesmíre

Vo vesmíre zatiaľ objavili 130 neutrálnych a 14 pozitívne nabitych molekúl. Za senzáciu sa preto považuje objav prvej, negatívne nabitej molekuly, takzvaného aniónu.

Monitorovanie výskytu najrozličnejších chemických prvkov a zlúčenín v medzihviezdnom priestore slúži vedcom, ktorí sa pokúšajú vysvetliť, ako mladá Zem premenila túto základnú stavebnicu na chemikálie, bez ktorých by život nevznikol a nemohol sa vyvíjať. Pochopenie chémie v oblakoch prachu a plynu je nevyhnutné aj pre planetológov, čo upresňujú podmienky, v ktorých sa môžu sformovať terestrické planéty.

Tím vedcov z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) identifikoval molekulárny anión C₆H-. Ide o lineárne usporiadnutie šiestich atómov uhlíka s jedným atómom kyslíka s jedným „extra“ elektrónom. Takéto molekuly sú mimoriadne zriedkavé, pretože ultrafialové žiarenie uvoľňuje elektróny z molekúl. Veľkosť molekuly C₆H-, väčšej ako väčšina pozitívnych molekúl vo vesmíre, zvyšuje jej stabilitu v drsnom prostredí medzihviezdneho prostredia.

Objav C₆H- vyriešilo jednu z veľkých záhad astrochémie. Vedci doteraz márne hľadali negatívne nabité molekuly, ktoré teória predpokladala. Hľadanie malo svoju predohru v laboratóriu, kde vedci odskúšali niekoľko rádiových frekvencií, o ktorých predpokladali, že sa v experimente osvedčia. Potom začali pomocou rádioteleskopu v Green Bank hľadať C₆H- vo vtipovaných objektoch. Išlo najmä o tie ciele, z ktorých v minulosti zachytili na istých frekvenciach neidentifikovateľné signály.

Molekulu C₆H- našli v dvoch veľmi odľahlých oblastiach: v plynovej obálke obklopujúcej hviezdu IRC+10216 v súhvezdí Leva a v chladnom molekulovom oblaku TMC-1 v súhvezdí Býka. Prítomnosť molekuly C₆H- ukázala, že chemický proces produkujúci túto molekulu nie je zriedkavý. Vedci sú preto presvedčení, že objav ďalších aniónov je iba otázkou času.

V článku členovia tímu zdôrazňujú, že objav aniónu je dramatickým dôkazom toho, že naše znalosti medzihviezdnej chémie sú iba v plienkach.

Astrophysical Journal Letters

Monštruózna hviezdna erupcia pozorovaná vedcami NASA v projekte „Dwarfs“

Vedci, ktorí riadia satelit *SWIFT*, zaznamenali tak mohutnú hviezdnu erupciu, že keby sa podobná vyskytla na Slnku, zaniklo by na Zemi všetko živé. Bola to asi najenergetickejšia doteraz pozorovaná magnetická hviezdna explózia.

Hviezda, na ktorej bola pozorovaná erupcia v decembri 2005, má o niečo menšiu hmotnosť ako Slnko a je z dvojviezdnej sústavy *II Pegasi* v súhvezdí Pegas. Bola 10⁸-krát (100 miliónov) energetickejšia ako typická slnečná erupcia, pričom sa uvolnila energia, ekvivalentná výbuchu okolo 3.10¹² (3 bilióny) megatonových vodíkových bômb. Naštastie naše Slnko je nateraz stabilnou hviezdou a neprodukuje také mohutné erupcie, a sústava *II Pegasi* sa nachádza v bezpečnej vzdialosti, 135 miliónov svetelných rokov od Zeme. Teraz, keď sa podarilo detegovať takú jasnú erupciu, získali vedci priamy dôkaz, že erupcie na iných hviezdach spôsobujú urýchlenie častíc kozmického žiarenia rovnakým mechanizmom ako sú urýchlované výrony častíc pri slnečných erupciách. R. Osten z Goddardovho vesmírneho strediska NASA v Greenbelte prezentoval ten-

to výsledok na sympózium „Cool Stars 14“ v Padadene.

„Erupcia bola natoliko mohutná, že najprv sme si mysleli, že ide o hviezdnu explóziu,“ povedal R. Osten. „Vieme veľa o slnečných erupciach, ale v tomto prípade išlo o hviezdu. Tento prípad bol prvou príležitosťou na štúdium erupcie mimo Slnku.“

Slnečné erupcie vznikajú v koróne, najvrchnnejšej časti slnečnej atmosféry. Teplota koróny je okolo 2 milióny Kelvinov, zatiaľ čo teplota slnečného povrchu je iba okolo 6 tisíc Kelvinov. Erupcia je vlastne vzplanutie žiarenia v celom elektromagnetickom spektre, od nízkoenergetického rádiového, po vysokoenergetické röntgenové. Zatiaľ čo na Slnku trvá röntgenové vzplanutie niekoľko minút, na sústave *II Pegasi* trvalo niekoľko hodín.

Erupciu vyvolá sprška elektrónov, prenikajúcich z koróny do fotosféry a ohrevajúca koronálnu hmotu na teplotu, s ktorou sa stretávame iba hlboko v slnečnom vnútri. Vedci sa domnievajú, že erupcie, spojené aj s urýchľovaním častíc, sú v podstate spôsobené premenou magnetickej energie na tepelnú a mechanickú. Dochádza pritom k rotácii a prepletaniu magnetických siločiar.

Hviezda v sústave *II Pegasi*, na ktorej vznik-



Obrázok typickej slnečnej erupcie je zo septembra 2005, ktorú v röntgenovom žiareni zaznamenal satelit TRACE. Rotácia a rekoneksia slúčiek je iniciátorom erupcie. Satelit NASA *SWIFT* zaznamenal podobnú erupciu vo hviezdnej sústave s názvom *II Pegasi*, ktorá je vzdialá od Zeme 135 svetelných rokov... s tým rozdielom, že táto bola 100 miliónov-krát energetickejšia ako typická slnečná erupcia. Keby sa taká vyskytla na Slnku, spôsobila by zánik Zeme. Erupcia na *II Pegasi* bola veľmi ďaleko (naštastie) na to, aby sme mohli získať jej podrobnejší obrázok.



Sekvencia z animácie znázorňujúcej inicíaciu slnečnej erupcie. Magnetické siločiary tvoria oblúky v koróne. Niektoré prenikajú do medziplanetárneho priestoru. Rotujúce a dotýkajúce sa siločiary sú príčinou premeny magnetického poľa a vzniku erupcie. Častice, znázornené svetlou farbou, sú urýchlované pozdĺž siločiar z koróny dole do fotosféry. Svetlé miesta lokalizujú tiež röntgenové žiarenie s najvyššou energiou, ktoré bežne pozoruje satelit NASA RHESSI na Slnku a teraz aj po prvý raz na iných hviezdach satelit NASA SWIFT. Tak, ako postupne častice prenikajú dole na slnečný povrch, prechádza žiarenie spojite do viditeľného svetla, teda do žiarenia s nižšou energiou.

la erupcia, má 80 % slnečnej hmotnosti a jej druhá zložka 40 %. Nachádzajú sa blízko pri sebe, vo vzdialosti iba niekoľkých hviezdnych polomerov. Obidve hviezdy rotujú veľmi rýchlo s periódou 7 dní, na rozdiel od slnečnej rotácie s periódou 28 dní. Rýchla rotácia a sláporové sily môžu viest' k vzniku mohutných hviezdnych erupcií. Mladé hviezdy rotujú rýchlejšie a erupcie sa na nich pozorujú častejšie. Je pravdepodobné, že podobné erupcie vznikali aj na Slnku. Sústava *II Pegasi* môže byť najmenej o miliardu rokov staršia ako naše Slnko s vekom 5 miliárd rokov. „Tesná dráha v sústave *II Pegasi* pôsobí ako zdroj mladosti a spôsobuje, že hviezdy rotujú rýchlejšie a vyskytujú sa na nich také erupcie ako na mladých hviezdach,“ prehlásil S. Drake z Goddardovho centra NASA, spoluautor článku do *Astrophysical Journal* R. Ostena.

Kľúčovou skutočnosťou pri objave erupcie na *II Pegasi* bola detektia röntgenového žiarenia s vysokou energiou. Prístroj BAT (Burst Alert Telescope) na družici *SWIFT* obyčajne deteguje vzplanutia gama žiarenia, ktoré vzniká pri najenergetičkejších vesmírnych procesoch, ako sú explózie hviezd alebo splynutia dvojhviezd. Erupcia v sústave *II Pegasi* mala dostatočnú energiu na to, aby spôsobila falošný poplach. Vedci však rýchlo zistili, že ide o iný prípad, keď na hviezdu namierili röntgenový teleskop projektu *SWIFT*. Tvrde röntgenové žiarenie s vysokou energiou prezradilo, že v tomto prípade ide o zrážky rýchlych elektrónov, pri ktorých vzniká netepelné röntgenové žiarenie. Prístroje projektu NASA *RHESSI*

pozorujú takéto žiarenie pri slnečných erupciách. Zatiaľ čo mäkké, nízkoenergetické röntgenové žiarenie z tepelnej emisie bolo pozorované aj pri iných hviezdach, tvrdé žiarenie bolo pozorované iba na Slnku. Posledné sa pozoruje na začiatku erupcie, pri ohreve koronálnej hmoty a poskytuje unikátne informácie o iniciačnom stave erupcie.

„*SWIFT* bol určený na detekciu gama vzplanutí, podarilo sa nám však zachytiť vznik supernovy a teraz hviezdnej erupcie,“ povedal



Sekvencia z animácie o priebehu slnečnej erupcie. Bola zostavená zo série snímok, ktorú získal satelit NASA TRACE v röntgenovom žiareni v apríli 2002.

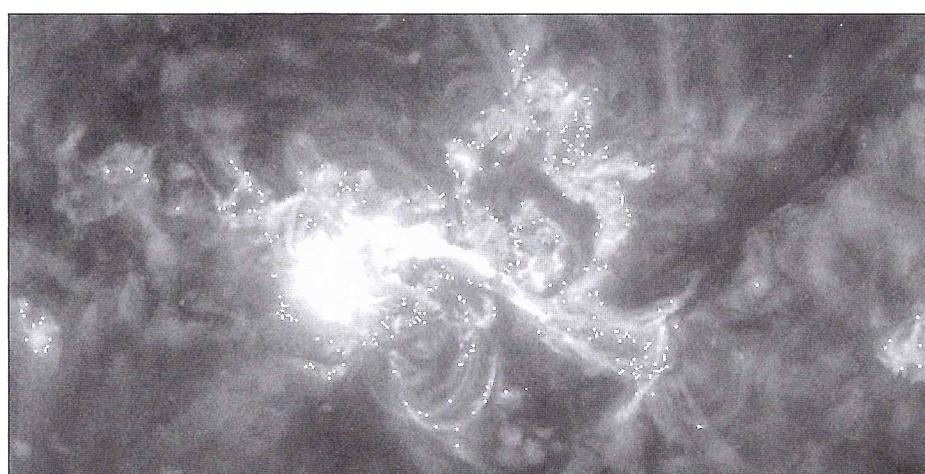
N. Gehrels z Goddardovho centra NASA. „Nemôžeme predpovedať, kedy erupcia vznikne, avšak môžeme rýchlo reagovať, keď taký prípad nastane.“

Do tímu, ktorý získal tento výsledok, patria okrem R. Ostena aj J. Tueller a J. Cummings z Goddardovho centra NASA, M. Perini z talianskej Kozmickej agentúry, A. Moretti a S. Covino z talianskeho Národného astrofyzikálneho ústavu.

CHRISTOPHER WANJEK,
Goddard Space Flight Center
Preklad M. Rybanský

Poznámka:

Pri preklade bol zmenený údaj o energetickej bilancii. V literatúre sa uvádzá, že priemerná slnečná erupcia má energiu ako 30 000 megatonových vodíkových bomby. Pri výbuchu 1Mt vodíkovej bomby sa uvoľní energia okolo $3 \cdot 10^8$ MWh. Mechanizmus vzniku erupcie opísaný v článku možno pokladať iba za hypotézu. Zatiaľ neexistuje akceptovaná teória vzniku erupcie.



Sekvencia z animácie mohutnej slnečnej erupcie z októbra 2003, ktorú pozoroval prístroj EIT na satelite SOHO. Zväzky rýchlych častic po erupcii vytvárajú obraz, ktorý pripomína snehovú vichriecu. Keby sa taká erupcia, aká bola pozorovaná na *II Pegasi* vyskytla na Slnku, tvrdé röntgenové žiarenie by znehodnotilo ochrannú funkciu zemskej atmosféry, čo by viedlo k podstatným klimatickým zmenám a zániku života. Je ironiou, že teória vzniku planét a života na nich vyžaduje existenciu časťicového vzplanutia pre začiatok formovania telies z medzhviezdného prachu. Pozorovania družice *SWIFT* demonštrujú, že takéto výrony častíc sa skutočne vyskytujú.

Je antihmota hmotou?

Hmota zlikvidovala antihmotu a umožnila vznik vesmíru v dnešnej podobe. Nikto však nevie, ako sa to stalo.

Napriek ohromujúcim objavom astronómie a astrofyziky v posledných desaťročiach, je vesmír ešte vždy veľkou záhadou. Napríklad: prečo je v tomto rozpínajúcom sa, čoraz práznejšom časopriestore tak málo hmoty? Vedci súčasťne pozorujú množstvo oblakov plynu, galaxií, hviezd, planét či ešte menších telies, ale odpoveď na základné otázky ešte nenašli: „Prečo hmota existuje? Ako vznikla? Prečo nie je nás vesmír iba nekonečným oceánom žiarenia?“

Astrofyzici sa nazdávajú, že vesmír po big bangu bol energiou taký preplnený, že subatomárne častice a ich náprotivky v antihmote doslova bojovali o existenciu. Keď sa častica hmota, napríklad elektrón, zrazila s antielektrónom (pozitronom) navzájom sa anihilovali, pričom sa uvoľnilo žiarenie. Mladý vesmír bol taký hustý, že páry a častice a antičastice, v pod-

mienkach absolútnej symetrie, by sa v krátkom čase premenili na žiarenie. V rozpínajúcom sa kozme by neostal ani atóm hmoty. Lenže, ako vidíme, hmota, či presnejšie jej malá časť sa zachovala. Prečo?

Najpríjemnejším vysvetlením je teória, podľa ktorej v mladom vesmíre muselo byť o niečo viac hmoty ako antihmoty. Fyzici vypracovali veľkosť tejto asymetrie: na každú miliardu antičastíc, musela pripadnúť miliarda plus jedna častica hmoty. Všetko, čo sa vo vesmíre odohralo, všetko, čo v ňom, vrátane pozemskej civilizácie je, vďačí za svoju existenciu tejto bizarnej okolnosti, ktorá dnes predstavuje jeden z fundamentálnych problémov časticovej fyziky.

Štandardný model fyziky častíc je mimo-riadne úspešný. Dokáže popísť a vysvetliť vesmír, v ktorom žijeme, pomocou niekolkých tuctov základných častíc a ich antihmotových náprotivkov. Model vysvetluje ich rozličné interakcie prostredníctvom častíc prenášajúcich energiu, napríklad fotónov. Teórie vyplývajúce z tohto modelu potvrdilo a potvrdzuje množstvo experimentov. Fakt, že štandardný

Slovník antihmoty

BELLE

Názov experimentu v japonskom High Energy Physics Laboratory v Cukube. Študuje porušenie symetrie pri rozpade B mezonov a ich antičastic.

KOZMICKÉ LÚČE

Častic s vysokou energiou, atómové jadrá alebo elektróny, ktoré generuje Slnko, ale aj iné zdroje mimo Slnečnej sústavy. Napríklad supernovy.

CP SYMETRIA

Po anglicky: charge parity symmetry. Počas väčšiny interakcií elementárnych častíc si častice vymenia elektrický náboj alebo priestorové súradnice.

NOvA

NuMI Off-axis ve (elektrónové neutrino) Appearance. Ide o experiment, počas ktorého detektor v Minnesota deteguje neutrína generované zdrojom vo Fermilabe (štát Illinois), ktorý je vzdialený 800 kilometrov.

PÁROVÁ PRODUKCIÁ

Proces, počas ktorého po kolízii dvoch fotónov gama vzniká elektrón a pozitrón.

POZITRÓN/Antielektrón

Kladne nabité častica s rovnakou hmotnosťou ako záporne nabité elektrón.

Výtrysk antihmoty z jadra galaxie



Compton Gamma-Ray Observatory je sonda, ktorá v jadre Mliečnej cesty zaznamenáva gama žiarenie, produkt anihilácie elektrónov a pozitrónov. Jadro Mliečnej cesty je svetlý kruh uprostred obrázku. V jadre, uprostred 4000 svetelných rokov širokého oblaku emisii v rovine Galaxie, hniezdi supermasívna čierna diera. Vedcovia na snímke prekvapili jemné laloky emisii, unikajúce z roviny Galaxie: výtrysky horúceho plynu a antihmoty, dlhé 3500 svetelných rokov.

Stručné dejiny antihmoty:

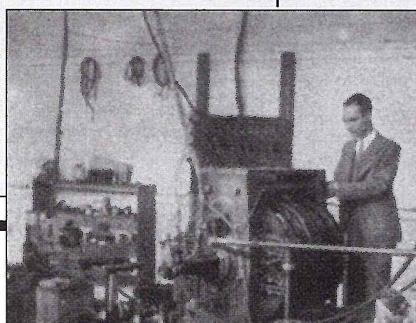
1928:

Paul Dirac skombinoval špeciálnu teóriu relativity s kvantovou teóriou v rovnici pre elektróny, z ktorej vyplynulo, že antičastice musia existovať.



1932:

Paul Anderson detegoval pozitróny v sprškach kozmického žiarenia.



1933:

Diracovi udelenia Nobelovú cenu za fyziku.

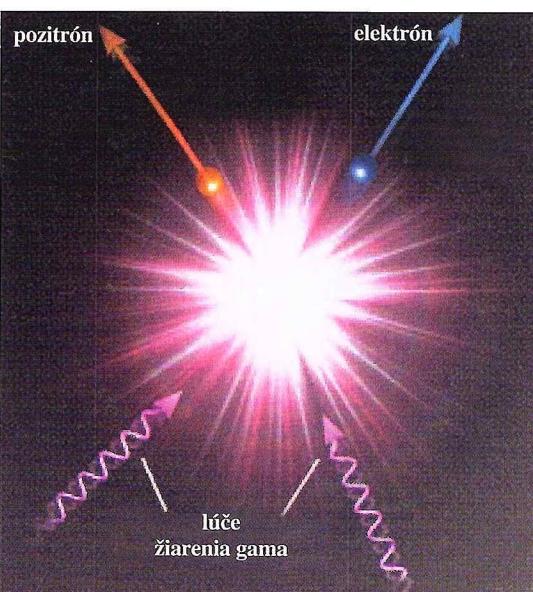
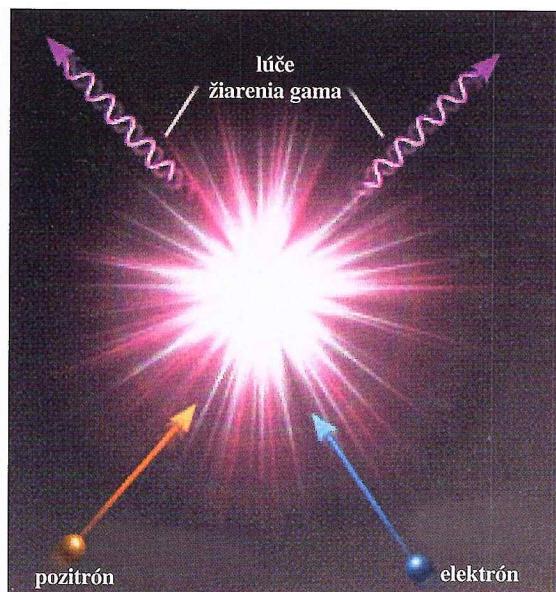
1936:

Nobelovu cenu za fyziku udeliili aj Andersenovi. Obaja mali v deň udelenia 31 rokov. Dodnes sú najmladšími laureátmi Nobelovej ceny.

1955:

Emilio Segré (vpravo) a Owen Chamberlain objavili antiproton pomocou urychľovača častic Bevatron (California/USA).





JE ANTIHMOTA...

Ekvivalentnosť hmoty a energie znamená, že hmota sa môže premeniť na energiu a energia na hmotu. Ak sa zrazia elektrón s poziténom, navzájom sa anihilujú, produkтом kolízie je žiarenie gama. Ak sa fotóny gama žiarenia (veľmi zriedkavo) zrazia, produkтом kolízie sú pozitrony a elektróny.

model častíc nedokáže vysvetliť skutočnosť, prečo vesmír preferuje hmotu pred antihmotou, je záhadou, ktorej bizarnosť si v plnej miere uvedomujú iba zasvätení.

„Možno, že táto asymetria má naozaj pôvod v čomsi mimo štandardného modelu,“ vraví Edward Kolb z Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab), urýchľovača, ktorý pracuje pri meste Batavia v americkom štáte Illinois. „Tento problém rieši elita časticových fyzikov.“

Príbeh antihmoty

V roku 1928 skombinoval mladý anglický fyzik Paul Dirac špeciálnu relativitu s nedávno vyvinutou teóriou kvantovej mechaniky v matematickej rovnici, ktorá popisovala správanie elektrónov. Z rovnice vyplynulo, že každá čästica má zodpovedajúcu antičästicu, teda svoj zrkadlový obraz s rovnakou hmotnosťou, ibaže v ostatných fyzikálnych parametroch (elektrický náboj či spin) sa antičästica od čästice zásadne odlišuje.

O štyri roky neskôr zaznamenal Carl Anderson z California Institute of Technology počas skúmania kozmického žiarenia stopu, ktorú mohlo zanechať iba čosi, „čo malo rovnakú hmotnosť ako elektrón, ale na rozdiel od neho pozitívny náboj“. Cely rok mu trvalo, kým dospel k presvedčeniu, že nová čästica je vlastne antielektrón. A napokolko mala pozitívny náboj, nazval ju pozitronom.

Diraca za jeho vedeckú predpoveď odme-

nili Nobelovom cenou v roku 1933; Andersona za experimentálne potvrdenie Diracovej teórie o tri roky neskôr.

Antiprotony a antineutróny objavili až v roku 1950, v urýchľovači čästíc Bevatron, pri kalifornskom meste Berkeley. Prvé antijadro atómu, ktoré sa podarilo skonštruovať z antiprotonu a antineutrónu, pozorovali dve nezávislé skupiny až v roku 1965.

Prvý antiatóm sa podarilo vyprodukovať až o ďalších 30 rokoch. Okolo antijadra obiehal pozitron. Bol to atóm antivodfska, ktorý sa podarilo vyrobiť skupine vedcov z Európskej organizácie pre jadrový výskum, ktorá je známejšia pod menom CERN. (Táto inštitúcia pracuje vo Švajčiarsku nedaleko Ženevy.) Dnes v CERN vyrábajú veľké množstvo antivodfska. Vedcom sa darí predĺžiť ich životnosť tak dlho, aby mohli študovať ich správanie.

Porušenie pravidiel

Vítazstvo hmoty nad antihmotou vo vesmíre je dôkazom porušenia symetrie na základnej úrovni. Symetria je však pre fyzikov priam posvätná. Už v roku 1915 nemecká matematicička Emmy Noether dokázala, že symetria predpokladá zákon konzervovania a naopak...

Napríklad: ak rozpadajúci sa mión emituje elektrón doprava, antimuón by mal emitovať elektrón doľava. Túto vlastnosť označujeme ako paritu. Paritu je konzervovaná v interak-

ciach čästíc spolu s inými kvantitami, napríklad s nábojom.

Napriek tomu, že štandardný model priležitostne pripúšťa násilné narušenie tejto symetrie (ide o fenomén tzv. nábojovej parity – charge parity/CP), občas sa stáva, že rozpad antimuónu sa končí emitovaním elektrónu doprava.

V roku 1964 skupina fyzikov z Brookhaven National Laboratory na Long Islande po prvýkrát pozorovala CP-výstrednosť počas rozpadu elektricky neutrálnych čästíc – kaónov (k-mezónov). Údaje, ktoré získali, nepotvrdili dominanciu hmoty nad antihmotou. Odvtedy až dnes hľadajú fyzici ďalšie prejavy CP – asymetrií v nádeji, že získajú spoľahlivejšie údaje.

Dva z najcitolivejších experimentov, BaBar na Stanford Linear Accelerator v Kalifornii a Belle, v High Energy Physics Laboratory v Japonsku, spustili v roku 1999. V týchto zariadeniach, nazývaných aj „B-fabriky“, režírovali zrážky elektrónov a pozitronov, pohybujúcich sa bezmála rýchlosťou svetla, ktoré vyvrcholili sprškou neutrálnych čästíc, známych ako B mezóny. Tieto čästice sa v priebehu jednej miliardtiny sekundy rozpadajú na ďalšie exotické čästice. Po zaznamenaní stoviek miliónov takýchto rozpadov, namerali fyzici 13-percentnú asymetriu v údajoch, zaznamenávajúcich rozpad na B mezóny a B antimezóny. Táto B/anti-B asymetria je doposiaľ najdôveryhodnejším zo všetkých doteraz zistených CP výstredností.

1956:

Bruce Cork (stojaci muž v strede) viedol kolektív, ktorý pomocou Bevatronu objavil antineutrón. Všetky tri čästice atómu už majú antičästice. / tom istom roku Tsung Dao

Lee (Inštitút pre pokročilú fyziku v Princeton) a Chen Ning Yang (Columbia University) zistili, že slabé interakcie, napríklad beta rozpad, narušujú paritu symetrie.

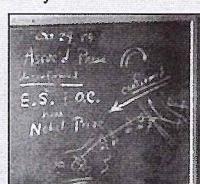


1957:

Cien-Shiung Wu (Columbia University) dokázal, že rozpadajúce sa jadra kobaltu-60 emitujú v jednom smere viac elektrónov ako v druhom, narušujúc paritu symetrie.

1959:

Sagré a Chamberlain dostávali Nobelovú cenu za fyziku. Ich študenti matematického podstata Nobelovej ceny zviditeľnili na tabuľi.



1964:

James Cronin (University of Chicago) a Val Fitch (Princeton) objavili ako rozpadajúce sa K-mezóny narušujú paritu symetrie.

Zostava základých častic

	Náboj	Hmota			Antihmota			Náboj	
Kvarky	+2/3							-2/3	Kvarky
	-1/3							+1/3	
Lepióny	0							0	Lepióny
	-1							+1	

Nanešťastie, ani tieto údaje nedovoľujú spoľahlivo vypočítať hodnotu symetrie hmoty/antihmota. Fyzici však nezahálajú. Jeden z piatich najväčších experimentov sa pripravuje na Large Hadron Collider (LHC), ktorý sa buduje v CERN. Očakáva sa, že toto zariadenie, umožňujúce riadené zrážky častic, môže objaviť ďalšie zdroje CP asymetrií. V roku 2007 bude LHC najväčším urýchľovačom častic na svete. Tvorí ho 27 kilometrov dlhý okrúhly tunel, ktorý vyhlibili nedaleko švajčiarsko-francúzskej hranice.

Theoretici medzičasom vymysleli aj ďalšie spôsoby generovania silnejšej asymetrie. Niektorí z nich sú také zložité, že sa v populárnom článku nedajú popísať. Hámam najperspektívnejšie zariadenie budujú vo Fermilabe.

Jeden experiment stavia na predpoklade, že vyparovanie primordiálnych, najstarších čiernych dier, ktoré sa sformovali v mladom vesmíre, symetriu nekonzervovalo. O niečo slubnejší experiment vychádza z hypotezy, že asymetriu spôsobujú leptóny, časticie, ktoré „sa skladajú“ z elektrónu a záhadného neutrína.

Všetka hmota sa skladá z atómov, ktoré sa skladajú z baryónov a leptónov. Baryóny, napríklad protóny a neutróny, sa skladajú z ešte menších častic, z kvarkov. Šesť typov kvarkov držia pohromadé silné jadrové sily. Leptóny, napríklad elektróny a neutrína, sú základnými časticami. Každý kvark a leptón má svoj náprotivok v antihmote, ktorý má rovnakú hmotnosť, ale opačný náboj a spin. Z kvarkov sa formujú baryóny, z leptónov antibaryóny.

Tajomné neutrína

Wolfgang Pauli, jeden z otcov kvantovej mechaniky, už v roku 1930 „vymyslel“ neutrín ako „blázivý doplnok“, bez ktorého sa nedá vysvetliť chýbajúca energia, produkt jadrovej dezintegrácie, známej ako beta-rozpad. Počas beta-rozpadu sa neutrón rozpadne na protón a elektrón, plus čosi, čo uniká, unášajúc so sebou nepatrné množstvo energie.

Pauli vysvetlil chýbajúcu energiu existenciou neutrín. Tieto neutrálne časticie iba zriedkakedy interagujú s hmotou, preto je také ľahké objaviť a zmerať ich fyzikálne vlastnosti. Desiatky biliónov neutrín, z ktorých väčšinu vygenerovali reakcie v slnečnom jadre, prechádzajú každú sekundu našim telom bez toho, aby po sebe zanechali stopu.

Prvé neutrína detegovali až v roku 1956, štvrtstočie po zverejnení Pauliho hypotézy. Fyzici sa spočiatku nazdávali, že neutrína nemajú kľudovú hmotnosť, ale dnes už vieme, že istú nepatrnu hmotu majú. Vyplynulo to z údajov, ktoré získali gigantické podzemné detektory, Superkamikande v Japonsku a Sudbury Neutrino Observatory v Kanade. Ukáza-

lo sa, že existujú tri typy neutrín s vymeniteľnou identitou. Takáto premenlivosť, tieto oscilácie sú však možné iba vtedy, keď má častica nejakú hmotnosť. Presnú hmotnosť jednotlivých typov neutrín sa však doteraz nepodarilo zmerať.

Podaktori fyzici sa nazdávajú, že mladý vesmír bol plný superľahkých častic, prechádco dnešných superľahkých neutrín. Keď sa tieto superľahké neutrína začali rozpadať, produkтом ich rozpadu bola hmota i antihmota, pričom hmoty bolo o čosi viac. Zatiaľ nemáme urýchľovač s takou energiou, ktorý by také ľahké časticie dokázal vyrábať, takže vedci nedokážu zmerať, či by táto, zatiaľ hypotetická častica, mala také vlastnosti ako dnešné neutríno.

Koncom 30. rokov uviedol taliansky fyzik Ettore Majorana článok, v ktorom tvrdí, že všetky neutrína by mali mať zvláštnu vlastnosť. Konštatoval, že väčšina častic má svoje náprotivky s opačným nábojom a spinom. **Neutrína by však zároveň mohli byť vlastními antičasticami.** Ak by to bola pravda, dve neutrína by mohli počas beta rozpadu

1965:

Dva tímy z CERN, prvý pod vedením Antonia Zuchichih, druhý pod vedením Leona Ledermana (na snímke) simultánné (v Brookhaven National Laboratory v New Yorku) vytvorili antideutón. (Anti deutron je jadro antiatomu, ktoré tvorí antiproton, ktoré je ziazené s anti-neutrom.)



1980:

Cronin a Fitch získavajú Nobelovu cenu za fyziku.



1980:

Simon van der Meer vyvinul metód, ktorou možno kontrolovať lúče antiprotonov. Na zariadení v CERN, (išlo o urýchľovač, na ktorom bolo možné uskutočňovať zrážky protónov a antiprotonov), objavil Carlo Rubia bozóny W a Z, časticie, prostredníctvom ktorých pôsobí slabá jadrová sila.

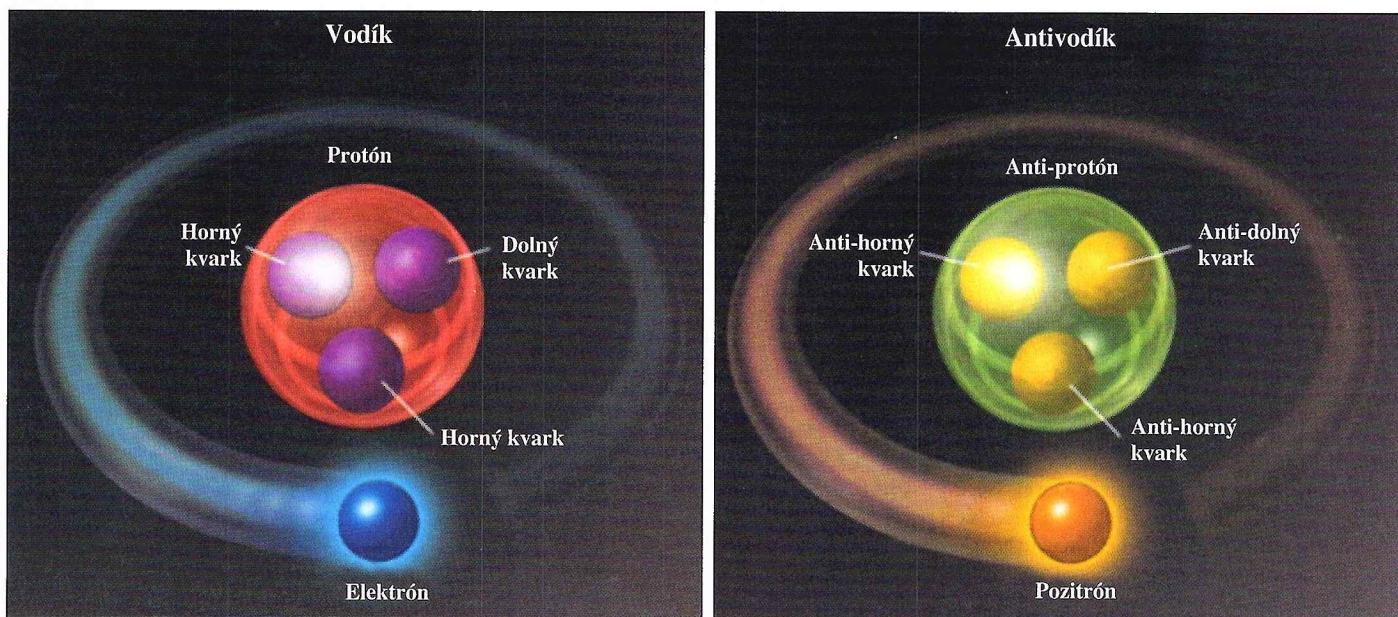
1984:

Rubia (vľavo) a van der Meer získavajú Nobelovu cenu za fyziku.



1995:

Walter Oelert a Mario Macri vytvorili v rámci experimentu PS210 (CERN) deväť horúcich atómov antivodíka.



Dva horné a jeden dolný kvark vytvárajú spoločne protón, okolo ktorého obieha jeden elektrón. To je atóm vodíka. Ak chcú vedci vytvoriť atóm antivodíka, musia skombinovať dva anti-horné kvarky s jedným anti-dolným kvarkom (teda antiproton), okolo ktorého obieha pozitron.

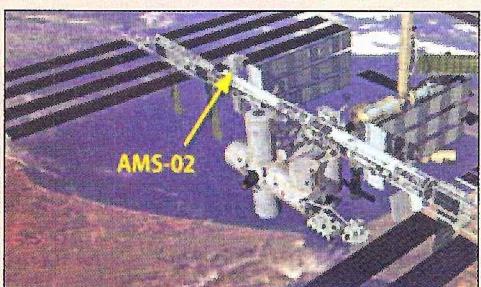
Kde je antihmota?

Medzi časticami kozmických lúčov, ktoré generujú vzdialené zdroje v Mliečnej ceste a neustále bombardujú Zem, je pomer protónov a antiprotonov 10 000:1. To dokazuje, že v našom okolí niesie veľa antihmoty.

Jedinou výnimkou je jadro Galaxie. Astronómovia už niekoľko desaťročí detegujú emisie žiarenia gama z tejto oblasti, žiarenia, ktoré je produkтом vzájomnej anihilácie hmoty a antihmoty. Vo vzdialenejšom vesmíre však podobné hniezda antihmoty zatiaľ neobjavili. Ani galaxie z antihmoty, ani veľké oblaky antivodíka.

Koľko antihmoty je vo vesmíre? V roku 1998 naložili na raketoplán Discovery 4 tony vážiaci prístroj (Alpha Magnetic Spectrometer), ktorý mal detegovať jadra antihélia v kozmických lúčoch. Obrovský magnet prístroja a 6 citlivých detektorov detegovali milióny jadier hélia, ale ani jediné jadro antihélia.

Zdokonalenú verziu tohto prístroja dopravia v roku 2008 na Medzinárodnú vesmírnu stanicu (ISS), aby po celé tri roky pátrala po antihmote.



zaniknúť tak, že antineutrino emitované jedným by bolo okamžite absorbované druhým. Dôsledok: dve neutrína by sa simultánne rozpadli bez toho, aby vyprodukovali nejaké antineutrína. Fyzici tento hypotetický proces nazvali „beta rozpad bez neutrín“. Pravdaže,

čosi také sa môže udiť iba zriedkavo, ale v prípade, že by sa niečo podobné pozorovalo, vedci by získali klúč k mysterioznej trinásťtej komnate, ktorá skrýva tajomstvo asymetrie hmoty/antihmoty.

Ak má Majorna pravdu, ak neutrína a anti-

neutrína sú ekvivalentné, potom by superťažké neutrína mohli v mladom vesmíre vygenerovať výstrednosť CP symetrie tak, aby hmoty bolo o niečo viac ako antihmoty.

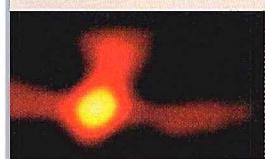
Na mnohých špičkových pracoviskách uskutočňujú experimenty, ktoré by mali dokázať existenciu beta rozpadu bez neutrína. Zatiaľ bez výsledku. V štadiu vývoja sú ďalšie, citlivejšie pokusy. Jeden z nich, NOvA, postavia v Minnesota. Hlavnou súčasťou zariadenia bude obrovská nádrž naplnená 24 000 tonami scintilačného oleja. Olej bude detegovať neutrína, vystreľované krížom cez zemskú kôru z 800 kilometrov vzdialého urýchľovača vo Fermilabe. Vedci sú presvedčení, že už krátko po spustení (v polovici budúceho desaťročia) zviditeľní NOvA možnú asymetriu zaznamenanou premenou ľahkých neutrín jedného typu na druhý.

Fyzici sa chcú dozviedieť, prečo mladý vesmír uprednostnil hmotu pred antihmotou. Vyskúšajú priebeh a dôsledky aj tých najzabárnnejších interakcií medzi časticami. Možno už onedlho odhalíme jedno z najväčších tajomstiev kozmu: „Prečo hmotu vôbec existuje?“

Astronomy

1997:

Astronómovia objavili v Mliečnej ceste fontánu antihmoty.



1999:

CERN aktivuje Antiprotonový decelerátor (AD), prístroj, ktorý dokáže spomaliť antivodík tak, aby ho vedci mohli študovať.



2002:

V rámci experimentu ATHENA vyrobili v CERN 50 000 studených atómov antivodíka.

2003:

Výroba studeného antivodíka prekonala hranicu 2 miliónov atómov.



Co přinese LHC pro kosmologii?

aneb co lze vyhlížet v roce spuštění současného největšího urychlovače na světě

„Nejnepochopitelnější věcí na vesmíru je to, že je pochopitelný.“

Albert Einstein

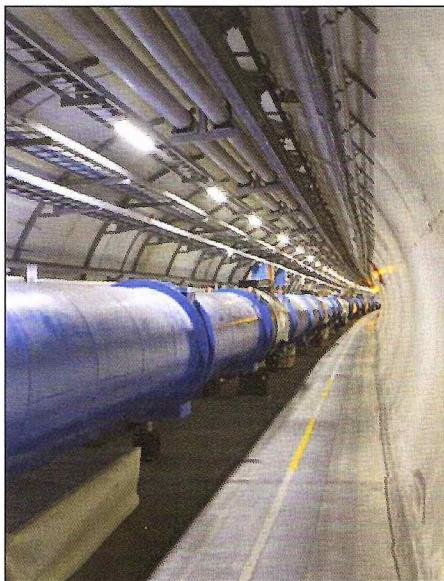
„Díky posledním pokrokům se v ohnisku pozornosti ocitly nové záhady. ... Týkají se onoho prvního, pranepatrného zlomečku sekundy po velkém třesku, kdy vládly natolik extrémní podmínky, že fyziku, jež tehdy platila, prozatím neznáme ... Během tohoto počátečního okamžiku bylo všechno stlačeno na tak nezměrně vysokou hustotu, že se v ní kosmos a mikrosvět prolínaly v jednom.“

Martin Rees: „Pouhých šest čísel“

Na listopad roku 2007 se připravuje v mezinárodní evropské laboratoři CERN spuštění v současnosti největšího urychlovače na světě LHC (Large Hadron Collider – velký hadronový urychlovač vstřícných svazků). Nyní je tedy velmi dobrá doba podívat se na to, co můžou přinést experimenty na tomto urychlovači pro poznání struktury hmoty, světa částic a interakcí mezi nimi a hlavně pro pochopení velmi ranného období vývoje našeho vesmíru.

Urychlovač LHC

Urychlovač LHC dokáže produkovat ve srážce zatím nejvyšší energii dostupnou pro tvorbu částic. Vzhledem k Einsteinově ekvivalence mezi hmotností a energií tak má potenciál objevit úplně nové velmi těžké částice. Při srážkách urychlených těžkých jader pak umožňuje dosáhnout teploty jaderné hmoty doposud uměle nedosažitelnou. Je to umožněno tím, že nový urychlovač dodá protonům nebo i těžkým jádrům více než o řád vyšší energie, než bylo dosud možné. Navíc se v něm sráží proti sobě letící svazky částic nebo jader. Kolize vstřícných svazků, kdy je těžiště srážejících se objektů v laboratoři v klidu, umožňují v principu přeměnit veškerou kinetickou energii pohybujících se objektů a využít ji na produkci nových částic nebo na ohřátí a stlačení jaderné hmoty. Pokud srážíme urychlené částice svazku s částicemi v terči, který je v laboratoři v klidu, pohybuje se těžiště soustavy vzhledem k laboratoři. Kineticální energie spojená s pohybem těžiště se musí při srážce zachovat. Nelze ji tak přeměnit na jiné formy energie a na produkci nových částic. Dokumentujme si to právě na příkladu urychlovače LHC. Ten urychluje protony na kinetickou energii 7 000 GeV¹. Při srážce vstřícných svazků tak máme k dispozici 14 000 GeV. Tato energie by v principu stačila na vytvoření více než 14 000 protonů.² Pokud bychom však svazek zamířili do pevného terče, lze využít na tvorbu částic pouze energii 118 GeV, zbyvající energie zůstane spojena s pohybem těžiště. Kromě protonů umožní urychlovač LHC urychlit i velmi těžká jádra. V případě těch nejtěžších (například olova s 208 nukleony v jádře) ponese každý nukleon kinetickou energii 2 700 GeV a tedy celková kinetická energie vnesená dvěma srážejícími se jádry olova bude 1 123 200 GeV. Ta by se například uvolnila při dopadu závaží o hmotnosti 0,02 gramu z metrové výšky na zem ve vakuu. To už je docela makroskopická energie blízká našim běžným zkušenostem. Alespoň téměř z hmyzí říše. A tak se občas tato energie přirovnává k energii



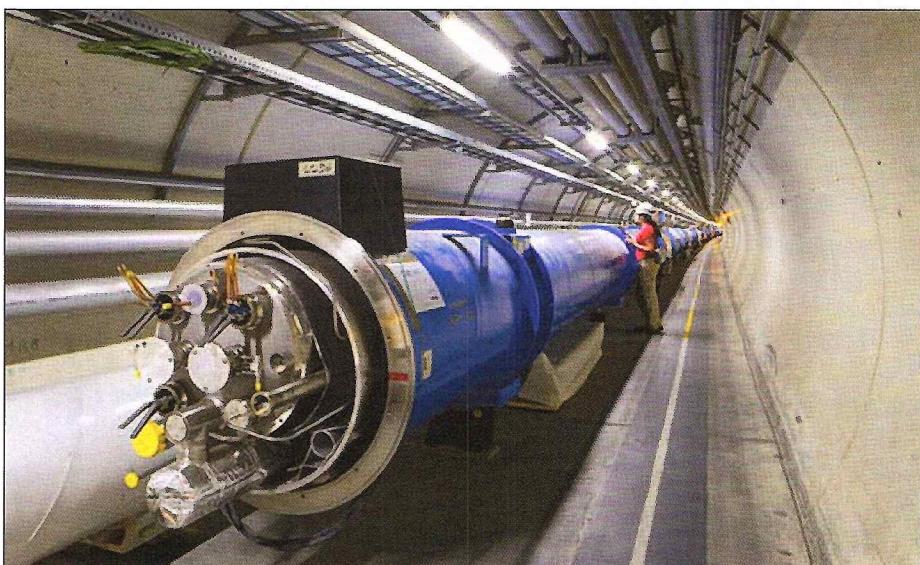
Urychlovač LHC je umístěn v tunelu o obvodu 27 km. To už je skoro metro.

letící mouchy. Můžete namítat, že to není nic moc. Je však třeba si uvědomit, že se srážejí objekty, které mají téměř o dvanáct řádů menší rozměr, než by mělo zmíněné závaží či moučka. Kdyby se s rychlosťí, jakou mají urychlená jádra olova, srazila závaží o hmotnosti jednoho gramu, dostupná kinetická energie by byla zhruba

$5 \cdot 10^{17}$ J. To už je energie uvolněná zhruba deseti tisíci hirošimských bomb.

Kosmické záření – příroda je pořád lepší

V dalším textu budu převážně pět ódy na nově budovaný urychlovač. Avšak pro začátek si neodpustím poznámku, že na přírodu a naši vesmír stále zdaleka nemáme. Ze všech stran kosmického prostoru přileťají do zemské atmosféry částice a jádra velmi vysokých energií. Zatím nejenergetičtější pozorované měly energii sto milionůkrát vyšší než je hodnota plánovaná pro protony na LHC. Mohla by vás napadnout otázka, proč se vlastně velké urychlovače staví a proč nevyužijeme kosmické záření. Problémem je, že plošná hustota částic kosmického záření s velmi vysokou energií je velmi malá. Pokud bychom si vzali částice s energií vyšší než je ta, která je dosažitelná na LHC, dostaneme číslo zhruba 0,001 částic na m² a sekundu. Maximální počet srážek dosahovaných na LHC by měl být zhruba 10^9 za sekundu a tedy o dvanáct řádů více. Ovšem, když vezmeme plochu Země, ostatních planet a Slunce, dostáváme zhruba 10^{16} srážek za sekundu. Toto číslo je deset milion krát větší než počet srážek na LHC a navíc kosmický stroj pracuje nepřetržitě miliony let. Ukazuje se, že naše technika je pořád daleko za přírodou. Zároveň je tak zaručeno, že fyzika při srážkách s těmito energiami nám nepřináší žádná rizika. Ve sluneční soustavě totiž žádné katastrofické jevy způsobené srážkami vysokoenergetických částic kosmického záření nepozorujeme. I posuzování možných rizik vstupu do hájemství nové fyziky velmi vysokých energií bylo součástí projektování a schvalování nového urychlovače. Realita srážek kosmického záření o ještě daleko vyšších energiích je pak nejpřádnější odpověď na možné obavy.



Aby se i tak hodně urychlené částice udržely na kruhové dráze v tunelu, musí se používat velmi intenzivní magnetické pole – supravodivé magnety LHC dosahují intenzitu 9 T.



Práce na spojování jednotlivých segmentů.

Urychlovač LHC – nástroj pro testování teorí popisujících strukturu hmoty

Věda je nástrojem, který umožňuje hledat a nacházet popis přírody. Vytváří hypotézy, modely a teorie, které musí být konfrontovány s experimentálním pozorováním. Je tedy jasné, že za vědecký popis (ať už jde o hypotézu, model nebo teorii) lze označit jen takový, který umožňuje dávat alespoň principiálně ověřitelné předpovědi, které mohou být konfrontovány s pozorováním. Ovšem ověřování teorií, které popisují velmi extrémní stavy hmoty, může být velmi náročné. Pro teoretické fyziky může být velmi složité najít takové předpovědi, které by šly za možnosti současné teorie struktury hmoty. Tou je v současnosti **standardní model hmoty a interakcí** a musí ji pochopitelně každá nová obecnější teorie v sobě zahrnovat jako limitu pro „běžné“ hodnoty fyzikálních veličin. Zároveň však musí předpovědi být pro takové fyzikální podmínky, které jsou experimentálně dosažitelné, byť s využitím veškerých současných lidských možností a umu. Pravě s takovými těžkostmi se potýkají i teorie, o kterých budeme dálé hovořit. Jsou navíc matematicky velmi náročné a spočítat lze zatím většinou konkrétní předpovědi pouze pro extrémně vysoké energie nebo pro ty v současnosti dosažitelné. V prvním případě jde o oblast experimentálně zatím nedostupnou a v druhém případě jsou pochopitelně předpovědi většinou shodné s předpověďmi naší současné teorie – standardního modelu.

Jak už jsme se zmínili, je hlavním posláním urychlovače LHC a experimentů, které jsou na něm postavené, získání experimentálních dat o hmotě vznikající při srážkách čistic nebo jader s energií mnohonásobně převyšující doposud dosažitelné hodnoty. Urychlovač LHC umožní produkovat čisticice, získávat teploty a hustoty, které vznikají jen v takové značně neobvyklé situaci. Tak se stane tím potřebným prostředkem pro ověření hypotéz, které se snaží popsat fyziku hmoty za extrémních podmínek. Měl by přispět k výběru těch, které přirodu reálně popisují, a umožnit jejich přeměnu na teorii. Nalezená a potvrzená teorie by nám pak umožnila popsat

chování a vývoj vesmíru v těch nejranějších stádiích. Velká část fyziků doufá, že by právě takto získaná teorie byla tou finální, která by dokázala úplně popsat strukturu a chování hmoty.

Experimenty – čtyři hlavní a jeden malý (ale důležitý)

Jak už jsme se zmínili, využívá urychlovač vstřícné svazky. Urychlování začíná v malém lineárním urychlovači a pak probíhá postupně v několika na sebe návazujících kruhových urychlovačích. Poslední stupeň je náš urychlovač LHC. Ten se skládá ze dvou nezávislých trubic. Před vstupem do urychlovače LHC se svazek protonů nebo jader rozdělí na dvě části. Každá je pak urychlována na konečnou energii v jiné trubici v opačném směru. Trubice LHC se v několika místech kříží a ve čtyřech místech křížení jsou umělé jeskyně, ve kterých jsou umístěny jednotlivé experimenty. Tři velké experimenty ATLAS, CMS a LHCb jsou primárně určeny pro studium srážek protonů, tedy prvním zmíněným typem výzkumu. Stejný cíl má i malý

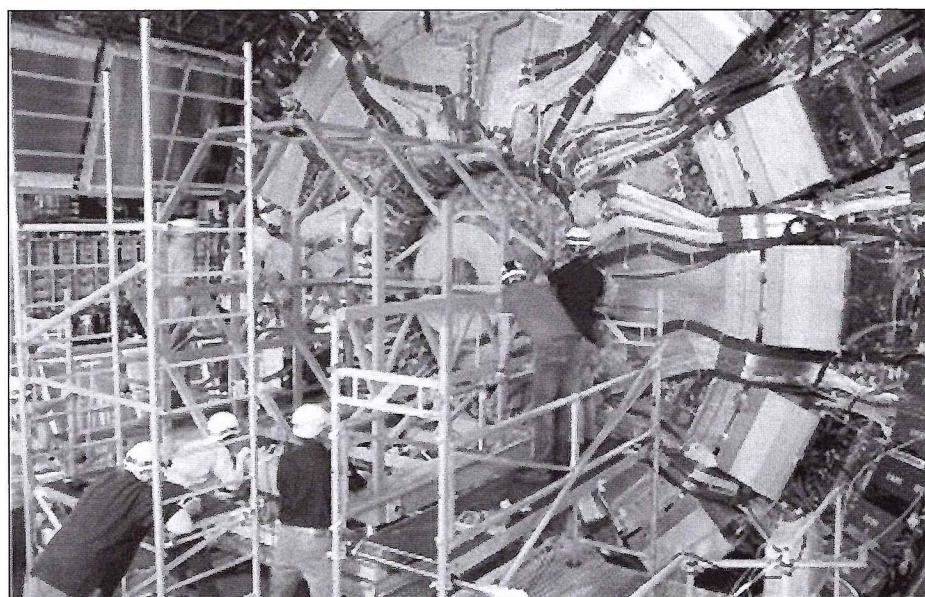
experiment TOTEM, který je ve stejné jeskyni jako experiment CMS a bude studovat častic rozptýlené do velmi malých úhlů. Čtvrtý velký experiment ALICE je pak určen pro studium vlastností velmi horké a husté hmoty. Konkrétní popis experimentálních zařízení a použitých typů detektorů si necháme na někdy příště a nyní se budeme věnovat fyzice, kterou budou studovat.

Standardní model

Nejdříve si jen krátce zopakujeme naše současné představy o struktuře hmoty. Jsou obsaženy v tzv. standardním modelu hmoty a interakcí. Umožnuje nám popsat fyzikální vlastnosti hmoty v podmírkách, které jsme schopni připravit na současných urychlovačích (minimální rozměr 10^{-18} m a energie ~ 200 GeV). Podle něho je svět kolem nás složen z **časticí hmoty**, mezi kterými působí čtyři typy interakcí (gravitační, slabá, elektromagnetická a silná). Ovšem i interakce jsou zprostředkovány časticemi. Ty jsou označovány jako **časticí interakci**.

Časticí hmoty jsou dvojího typu. **Leptony** neinteragují silnou interakcí, naopak **kvarky** interagují i silnou interakcí. Máme tři dvojice (rodiny) kvarků a tři dvojice (rodiny) leptonů. U dvojice leptonů jde vždy o nabitý lepton (elektron, mion nebo tauon) a neutrál (elektronové, mionové nebo tauonové) neutrino. Součástí standardního modelu jsou i příslušné antičástice. Časticí hmoty mají hodnotu spinu (vnitřního momentu hybnosti) poloúčelný násobek Planckovy konstanty. Patří tedy mezi **fermiony**.

Nyní se podíváme na interakce, které mezi časticemi působí, vytvářejí z nich vázané systémy a celou rozmanitost našeho světa. Hodnota spinu časticí interakcí je rovna celoúčelnému násobku Planckovy konstanty a jsou tedy **bosony**. Nejsilnější interakcí je **silná interakce**, která je zprostředkována osmici gluonů. Jejím nábojem je tzv. barva, která je trojího druhu. Tento typ náboje nesou z časticí hmoty pouze kvarky. Vázaný systém musí být z pohledu barevného náboje neutrální (bezbarvý). Na našich podmínkách se vyskytují dva typy vázanych systémů z kvarků. Jedním z nich jsou baryony složené ze



Počáteční stádium konstrukce detektorů experimentu ATLAS.

tří kvarků, z nichž každý nese jinou barvu. Mezi **baryony** patří například protony a neutrony. Ty pak silná jaderná interakce váže do atomových jader. Druhým typem jsou **mezony** složené z kvarku a antikvarku (kombinace barvy a antibarvy je bezbarvá). Silně interagující baryony a mezony se společně označují jako **hadrony**. Dosah silné interakce je velmi malý, řádově odpovídá rozměru protonu. Má velmi specifické vlastnosti (například její intenzita roste se vzdáleností), které způsobují i to, že kvarky jsou v současných podmírkách našeho vesmíru uvězněny v hadronech. Silná interakce je popsána kvantovou chromodynamikou.

Dalším typem interakce, která působí mezi částicemi je **elektromagnetická interakce**. Ta je spojena s elektrickým nábojem. Ten je dvojího druhu – kladný a záporný. Elektromagnetická síla je mnohem slabší než silná. Na rozdíl od silné interakce, která má velmi krátký dosah, má dosah nekonečný. Její intenzita klesá známým způsobem s kvadrátem vzdálenosti. Je popsána kvantovou elektrodynamikou.

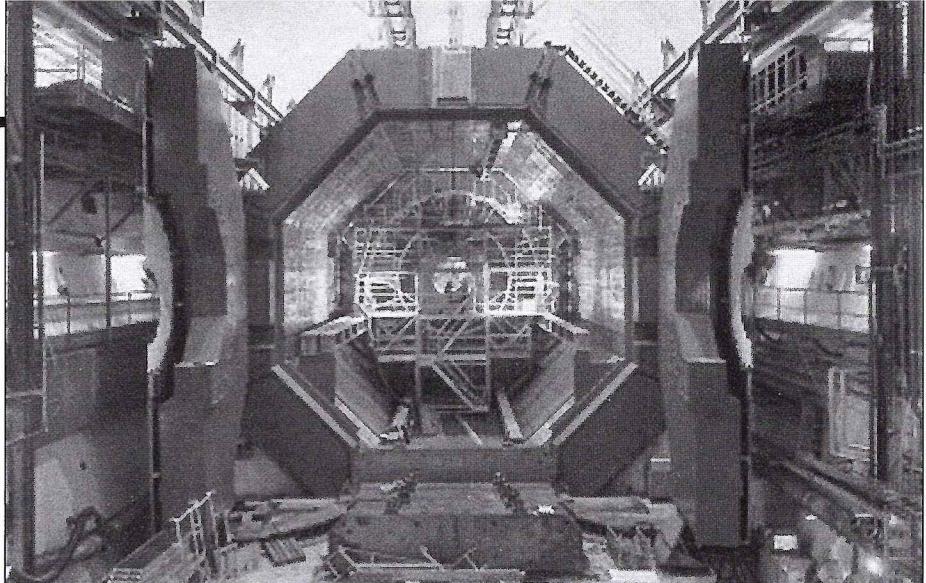
Třetím typem interakce je **slabá interakce**. Ta má velmi malou intenzitu a dosah, což obojí je dáno velkou hmotností tří častic, které ji zprostředkují (bosony W^+ , W^- a Z^0). Je popsána elektroslabou teorií, která je kvantovou teorií pole obsahující i kvantovou elektrodynamiku.

Posledním čtvrtým známým typem interakce je **gravitační interakce**. Ta je nejslabší. Je tak slabá, že její projevy v mikrosvětě lze pro v současnosti dostupné energie zanedbat. To, že její projevy v makrosvětě převládají, je dáno nekonečným dosahem této interakce a tím, že má jen jeden druh náboje (hmotnost). V případě elektromagnetické interakce, která má také nekonečný dosah, má příroda tendenci vytvářet kombinací nábojů neutrální objekty. V případě gravitace se vliv hmotností pouze sčítá a pro velké objekty dosahuje velkých hodnot. Gravitaci popisujeme pomocí Einsteinovy obecné teorie relativity. Ta je klasickou teorií. Kvantovou teorii gravitace zatím nemáme a tak gravitace není součástí standardního modelu.

Právě nalezení kvantového popisu gravitace a společného popisu všech známých interakcí je důležitým úkolem fyziků a pomoc při hledání této „finální“ teorie je i důležitým úkolem urychlovače LHC. Napřed se však ještě podrobnejší podívejme na zkoumání standardního modelu.

Dva typy výzkumu na urychlovači LHC

Na LHC se budou provádět dva typy výzkumů. Prvním typem je studium srážek protonů. Zde jde o dovršení našeho poznání standardního modelu hmoty a interakcí a hledání projevů vyšší teorie (nové fyziky), která by standardní model obsahovala, ale dokázala by popsat chování hmoty při ještě vyšších energiích a při ještě menších rozměrech. U mikroobjektů, kterými elementární částice i jádra jsou, se dominantně projevují vlastnosti kvantové fyziky. Jednou z nich je i vlnový charakter objektů. Čím je energie částice větší, tím je menší její charakteristická vlnová délka. A nejmenší rozměr, který můžeme vidět u objektu zkoumanému pomocí záření, je dán vlnovou délkou tohoto záření. I v optice nám světlo s kratší vlnovou délkou umožnuje vidět zkou-



Otevřený magnet experimentu ALICE během začátku instalace jeho detektorů v podzemí.

maný objekt mnohem detailněji. Doposud největší urychlovač Tevatron (sráží protony s antiprotony) urychluje protony na energii 980 GeV , což znamená jejich vlnovou délku $2 \cdot 10^{-19} \text{ m}$. To je více než tisíckrát menší rozměr než rozměr protonu. Pro LHC jsou tato čísla ještě sedmkrát lepší. Druhá důležitost dosažení co nejvyšší hodnoty energie urychlovaných protonů už byla zmíněna. Díky Einsteinově vztahu mezi energií a hmotností určuje dosažená kinetická energie největší možnou klidovou energii a tím i hmotnost nově vytvořených častic. Často je však dosažitelná hmotnost snížena tím, že částice ve většině případů vznikají v páru částice a antičástice. Navíc se (souvisí to se zmiňovanou charakteristikou vlnovou délky) protony nesrážejí jako celek, ale sráží se jednotlivé komponenty, které je tvoří. Na tvorbu nové částice tak jde pouze kinetická energie, kterou nesou příslušné srážející se části protonu. S velkým zdědušením můžeme říci, že se proton skládá ze tří částí. První jsou tři kvarky, označované jako valenční. Existence dalších komponent je dána kvantovou fyzikou. Jsou spojeny s vlastnostmi interakce, která drží valenční kvarky pohromadě, a vlastnostmi vakuua. Jednou z těchto částí jsou virtuální gluony zprostředkující silnou interakci a druhou pak virtuální páry kvarku a antikvarku. O vlastnostech vakuua a představě virtuálních častic jsem už v tomto časopise psal [5]³. Každá z těchto tří komponent nese zhruba třetinu hmotnosti a tedy i energie, kterou urychlený proton má. Jestliže se tedy srazí dva valenční kvarky, bude dostupná energie zhruba devětkrát menší než je kinetická energie, kterou mají dva srážející se protony. Při úvahách, jaké maximální hmotnosti mohou mít produkované částice, je třeba vzít tuto skutečnost v úvahu.

Druhým typem výzkumu budou srážky těžkých jader. Při nich je hlavním cílem zkoumání jaderné hmoty při velmi vysoké teplotě a velmi vysoké hustotě energie. Jde o přesně takovou hmotu, která zde byla velmi krátce po vzniku našeho vesmíru. Jak bylo popsáno v dřívějším článku [6], podařilo se v nedávné době pomocí urychlovačů SPS a RHIC prokázat existenci nové formy jaderné hmoty – kvark-gluonového plazmatu. Jedná se o směs uvolněných kvarků a gluonů, která vzniká za velmi vysokých hustot a teplot. Ukázalo se však, že kvark-gluonové plazma má při zatím experimentálně dosažených teplotách velmi odlišné vlastnosti od těch,

které jsou předpovídány teoretyky. Proto je nesmírně důležité získat daleko větší objemy této látky při co nejvyšších teplotách. Pro kosmologii to má velký význam, neboť ve velmi ranném stádiu vývoje byl nás vesmír tvoren právě takovou hmotou a její vlastnosti nechaly svůj otisk i na jeho pozdějším vývoji.

Co může ke standardnímu modelu říci LHC?

Standardní model je na jedné straně velice dobře poznán. Na druhé straně nám stále ještě některé jeho komponenty chybí. Jednou z neviditelnějších jsou jedna nebo více chybějících častic, které se označují jako **Higgsovy bosony** a podrobněji jsem o nich už v časopise Kozmos psal [4]. Jsou zodpovědné za velmi vysoké hmotnosti častic W^+ , W^- a Z^0 , které jsou osmdesátkrát až devadesátkrát těžší než proton a zprostředkují slabou interakci. Jsou ve své podstatě „sourozenci“ našeho dobře známého fotonu, který zprostředkuje elektromagnetickou interakci. Slabá interakce a elektromagnetická interakce se dají popsat společnou teorií. Higgsovy bosony jsou její součástí a způsobují, že bosony slabé interakce jsou tak „obézní“ na rozdíl od fotonu, který má klidovou hmotnost nulovou. V nejjednodušším případě může být jeden neutrální Higgsův boson. Ve složitějším případě pak čtyři (dva neutrální označované jako H_1 , H_2 a dva nabité H^+ a H^-) i více. V takovém případě už je však většinou třeba zavádět novou fyziku přesahující standardní model. Higgsovy bosony a mechanismus, který je generuje, mají i další významné vlastnosti, které z nich dělají velmi důležitou součást standardního modelu. Pomocí nich se třeba můžeme zbavit některých nekonečných hodnot, které vznikají při výpočtech (například tzv. radiačních korekcí) v rámci elektroslabé interakce. Proto je velmi důležité, aby byla správnost použití Higgsova mechanismu ve standardním modelu potvrzena. A právě pozorování Higgsova bosonu by bylo tím potřebným přímým důkazem. Navíc určení počtu různých Higgsů a studium jejich vlastností by upřesnilo, jaká konkrétní forma Higgsova mechanismu se v našem světě uplatňuje. Pokud platí ta nejjednodušší varianta, musí být hmotnost Higgsova bosonu v poměrně úzkém rozmezí⁴, aby teorie elektroslabé interakce byla správně vyladěna až po velmi vysoké energie ohrazené Planckovou energií 10^{19} GeV , u které se interakce sjednocu-

jí. V tomto případě bude Higgsův boson určitě pomocí urychlovače LHC objeven. Pokud ne, je to jasná známka existence nové fyziky za standardním modelem.

Nejtěžší kvark t byl objeven teprve nedávno na urychlovači Tevatron v laboratoři Fermilab (USA). Velmi zajímavé u něho je, že je velice těžký a díky tomu se při jeho vzniku ve formě dvojice kvarku a antikvarku t nestihou vytvářet elementární částice, které kvark nebo antikvark t obsahuje. Kvark t se totiž velice rychle přeměňuje (rozpadá) na některý z lehčích kvarků a intermediální boson elektroslabé interakce i s uvolněním velkého množství energie. V konečném důsledku dostáváme výtrysky částic obsahujících lehčí kvarky a několik leptonů. Studium jeho vlastnosti, například určení jeho přesné hmotnosti, by mělo přinést zvětšení našich znalostí standardního modelu a pohled i za něj. Díky své energii bude urychlovač LHC úplnou továrnou na produkci kvarků.

Může vzniknout otázka, zda existují ještě těžší kvarky, které by bylo možné na LHC objevit. Standardní model a naše současné znalosti ukazují, že už jsme objevili všechny druhy „klasických“ kvarků. Vychází se ze symetrií, které panují mezi kvarky a leptony. Víme, že ve standardním modelu existuje stejný počet rodin leptonů a kvarků – tedy tři. Existují také druhy neutrín. Pokud by existovala ještě další rodina kvarků a leptonů, musel by existovat ještě čtvrtý typ neutrina. Již několikrát jsme se zmínilí o neutrální částici, která zprostředkovává slabou interakci – Z^0 bosonu. Tato částice se může rozpadat také dvojici lepton a antilepton a tedy i na dvojici neutrino a antineutrino. Každá nová možnost rozpadu zkracuje dobu života Z^0 bosonu. Tu dokážeme v současnosti velice přesně změřit. Zároveň dokážeme díky teorii elektroslabé interakce spočítat pravděpodobnost rozpadu na neutrino a antineutrino. Víme tak, že se nám žádny další rozpad na nový typ neutrina a antineutrina do doby rozpadu Z^0 bosonu nevleze a existují tak jen tři typy neutrín. Situace by byla rozdílná, kdyby existovala nějaká velmi těžká neutrino, která by díky své vysoké hmotnosti dobu života Z^0 bosonu neovlivnila. Existence takových neutrín se příliš nepředpokládá, ale protože ji nelze ani vyloučit, budou experimenty na urychlovači LHC hledat i tyto exotické částice a s nimi spojené nové exotické kvarky.

Značné doplnění znalostí a ověření našich

představ potřebuje i kvantová chromodynamika, což je teorie, která v rámci standardního modelu popisuje silnou interakci mezi kvarky. Je zprostředkována osmici gluonů. Foton, který přenáší elektromagnetickou interakci, sám nenesí náboj této interakce. Naopak gluony nesou barvu – náboj silné interakce, a proto mohou interagovat samy mezi sebou. Mohly by tak hypoteticky vytvářet vázané systémy složené pouze z gluonů. Ty by, stejně jako vázané systémy složené z kvarků, mohly být bezbarvé, tedy z pohledu barevného náboje neutrální. Takový vázaný systém z gluonů se označuje jako gluonium nebo „glueball“. Pokud takové systémy opravdu existují, mohly by mít i značný vliv na vývoj vesmíru v období kolem epochy, kdy se kvarky vázaly do hadronů – docházelo k hadronizaci.

Stejně tak by mohly být významné další složené objekty vázané silnou interakcí. Jak už bylo zmíněno, známe dnes pouze dva typy vázaných systémů kvarků. Baryony, které jsou vázaným systémem tří kvarků (antibaryony jsou ze tří antikvarků), a mezony, které jsou složeny z jednoho kvarku a jednoho antikvarku. Zatím hypoteticky by však mohly existovat i vázané systémy s jiným počtem kvarků – tetrakvarky, pentakvarky a další. Podrobnější rozbor dosavadního průběhu hledání těchto exotických částic jsem napsal pro Kozmos před rokem [7]. Je jasné, že hledání glueballů a exotických multikvarkových systémů bude důležitým úkolem experimentů na LHC.

Dalšími zatím hypotetickými objekty, které souvisí s vlastnostmi silné interakce, jsou podivnůstky (anglicky stranglets). Měly by to být kousky kvark-gluonového plazmatu, které by obsahovaly kromě dvou nejlehčích i příměs třetího o něco těžšího kvarku. Takové kvark-gluonové plazma by mohlo být stabilní i za normálních podmínek. Na studium kvark-gluonového plazmatu je zaměřen experiment ALICE, ale hledání podivnůstek se budou věnovat i některé z dalších experimentů. Bližší popis vlastností těchto objektů a jejich významu pro astrofyziku lze najít v článku [1].

Střeženým úkolem, který je třeba v poznání standardního modelu udělat, je studium narušení některých symetrií nebo zákonů zachování, ke kterým v něm může docházet. Jedná se zvláště o rozdíl mezi průběhem reakcí a dalších fyzikálních zákonitostí v situaci, kdy zaměníme znaménka u prostorových souřadnic (náš svět pře-

vedeme na zrcadlový) a zároveň zaměníme všechny částice v reakci za antičástice a naopak (přejdeme do antisvěta). Tako vzniklý rozdíl se označuje jako **narušení CP symetrie**. Poprvé byl tento jev pozorován v rozpadu K^0 mezonu a v nedávné době u jejich ještě těžších kolegů B^0 mezonů. Z hlediska kosmologie je tato oblast velmi důležitá, protože narušení CP symetrie je nezbytnou podmínkou pro vznik přebytku hmoty nad antihmotou na počátku vývoje našeho vesmíru. Zdá se, že ve standardním modelu není narušení dostatečné a neobejdeme se bez nějaké komplexnější teorie. V každém případě je třeba určit jeho velikost a nejintenzivnější projevy se objevují právě v rozpadech těžkých mezonů, které se budou na LHC intenzivně produkovat. Proto je potřeba získat velmi přesná měření produkce a rozpadu řady těžkých hadronů. Blíže jsem podmínky vzniku přebytku hmoty nad antihmotou v časopise Kozmos již popisoval [2].

(Dokončení v budoucím čísle)

Odkazy:

- [1] Vladimír Wagner: *Podivné hvězdy*, Kozmos, roč. XXX, 1999, č. 3, str. 11
- [2] Vladimír Wagner: *Proč je ve vesmíru více hmoty než antihmoty?*, Kozmos, roč. XXXI, 2000, č. 6, str. 14

[3] Vladimír Wagner: *Je kosmologie mytologií aneb úvaha experimentálního fyzika o kosmologických hypotézách a modelech*, Kozmos, roč. XXXIV, 2003, č. 1

[4] Vladimír Wagner: *Kdo polapí Higgsa? aneb hon na poslední chybějící částici standardního modelu*, roč. XXXV, 2004, č. 2

[5] Vladimír Wagner: *Vakuum ve skutečnosti prázdnata není aneb kouzla kvantové fyziky*, Kozmos, roč. XXXVI, 2005, č. 1

[6] Vladimír Wagner: *Co to je a jaké jsou vlastnosti kvark-gluonového plazmatu? aneb co jsme zjistili díky urychlovači RHIC o nové fázi jaderné hmoty*, roč. XXXVI, 2005, č. 4 a 5

[7] Vladimír Wagner: *Nový typ složených částic – pentakvarky – konečně prokázán?*, roč. XXXVI, 2005, č. 6 a roč. XXXVII, 2006, 1

[8] Vladimír Wagner: *Temná hmota in flagranti*, Vesmír, 2006, č. 12

VLADIMÍR WAGNER
ÚJF AVČR Řež

Snímky: CERN

1 V jaderné fyzice se používají jako energetické jednotky $eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$. $1 \text{ GeV} = 1000000000 \text{ eV}$. V energetických jednotkách se díky Einsteinově vztahu mezi energií a hmotností $E = mc^2$ může vyjadřovat i hmotnost. Hmotnost protonu je tak $0,938 \text{ GeV}/c^2$. Často se při psaní o LHC využívá jednotka $\text{TeV} = 1000 \text{ GeV}$. Já zůstávám u GeV právě pro její blízkost ke klidové energii protonu.

2 V reálném případě však mohou většinou částice vznikat v páru s příslušnou antičásticí. Proton tedy vzniká v páru s antiprotonem a mohlo by se vytvořit 7 000 protonů spolu s 7 000 antiprotony.

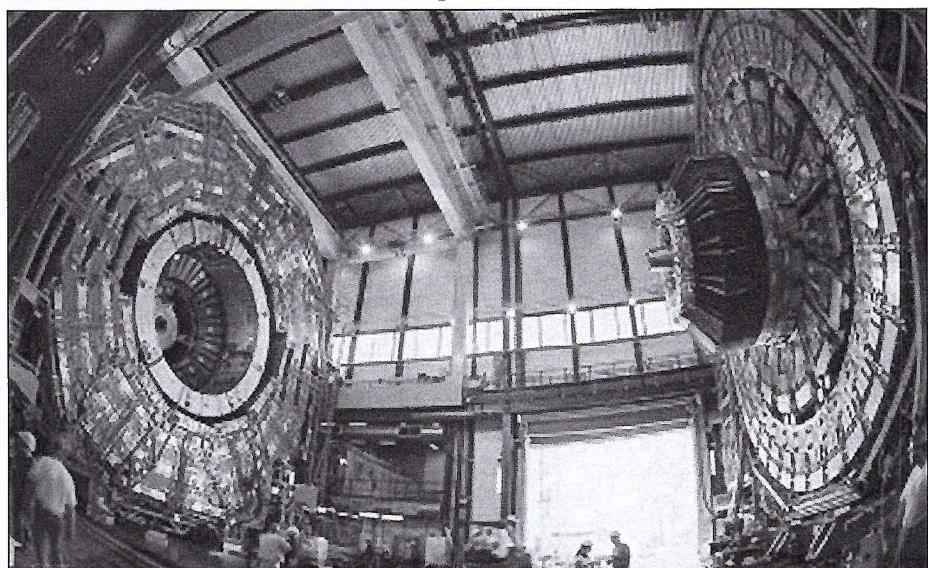
3 V článku se budu odkazovat na několik předchozích článků vyšlých v časopise Kozmos. Pokud příslušná čísla nemáte, lze je nalézt na adrese <http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/>

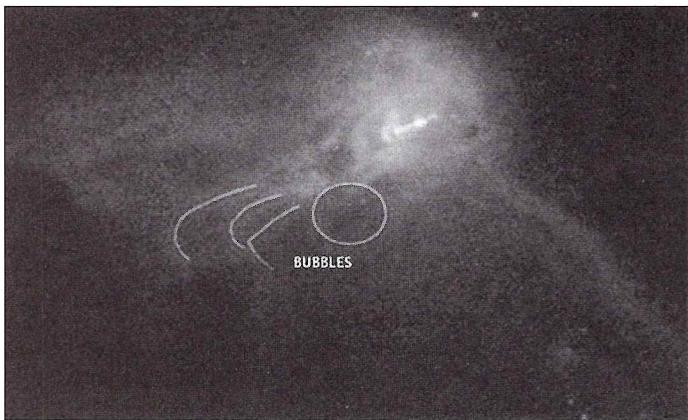
4 Nejčastěji se uvádí interval $150 - 180 \text{ GeV}/c^2$

5 U této energie už nelze zanedbat vliv gravitace a je třeba znát kvantovou teorii této interakce.

6 Jeho klidová hmotnost ($175 \text{ GeV}/c^2$) je více než 186 krát větší než hmotnost protonu a vyrovnaná se téměř hmotností celého jádra zlata.

Nadzemní sestavování a testování detektorů experimentu CMS.





Slučky zahusteného plynu na snímke zo satelitu Chandra zviditeľňujú dôsledky malých výtryskov z blízkosti čiernej diery v jadre galaxie M87.



Istou záhadou je pre vedcov existencia úzkych rovných vlákien röntgenových emisií dlhých až 100 000 svetelných rokov.

Spev čiernej diery

Röntgenový satelit Chandra zachytil gigantický zvukový výboj z čiernej diery. Vzácný úlovok je vedľajším produkтом analýzy údajov, ktoré satelit Chandra zaznamenal počas doteraz najdlhšieho pozorovania obrovskej elliptickej galaxie M87 v röntgenovej oblasti. M87 sa nachádza uprostred kopy galaxií v Panne. Hniezdi v nej jedna z najmasívnejších čiernych dier v našom vesmíre.

Vedci rozlísili na snímkach z Chandry slučky a prstence horúceho plynu, ktorý obklopuje galaxiu a intenzívne žiari v röntgenovej oblasti. „Môžeme povedať, že tato kopa galaxií už najmenej 10 miliárd rokov produkuje najrozličnejšie hlboké zvuky,“ vyhlásil William Forman z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA).

Výtrysky z M87, ktoré sa opakujú v rytmie niekoľkých miliónov rokov, nedovolia hustým mračnám medzигalaktického plynu vychladnúť, kolabovať a produkovať v týchto kolískach nové hviezdy. Keby ho výtrysky plynu v M87 pravidelne neprihrievali, na jej mieste by sme dnes nevideli elliptickú, ale špirálovú galaxiu, 30-krát jasnejšiu ako naša Galaxia.

Gigantické explózie generuje plyn rútiaci sa po špirále do centrálnej čiernej diery. Napriek tomu, že väčšinu plynu čierna diera prehltne, časť tohto materiálu sa vracia do okolitého prostredia v podobe mohutných výtryskov. Tieto výtrysky sa generujú v tesnej blízkosti čiernej diery (hmota a zvuk, ktoré čierna diera prehltla, už uniknúť nemôžu) a penetrujú zhľuky hustých mračien v jej okolí. Tak vznikajú dutiny a zvuk, ktoré vedci detegujú.

Pozorovatelia M87 zaznamenali aj údaje o mohutnej rázovej vlnе, ktorá je jasným dôkazom gigantickej explózie. Rázová vlna sa prejavuje ako bezmála pravidelný prstenec vysokoenergetických röntgenových lúčov. Prstenec má priemer 85 000 svetelných rokov, jeho stred leží v čiernej diere.

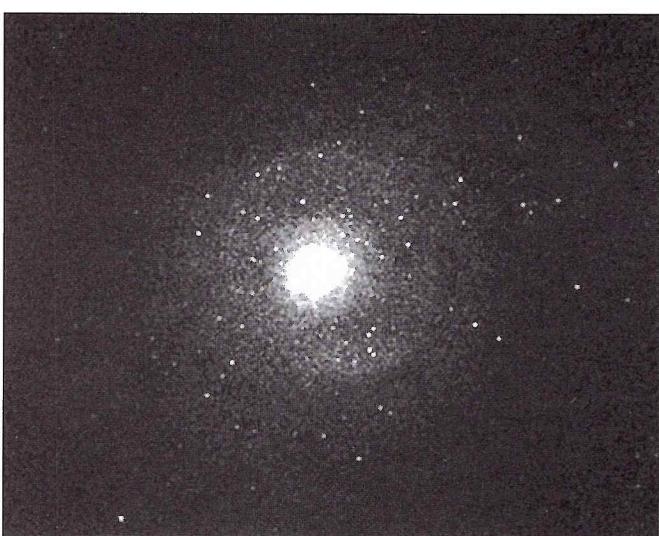
Vedci počas štúdia M87 zaznamenali aj ďalšie vzácne úkazy. Po prvýkrát boli detegované úzke vlákna röntgenových emisií, niektoré až 100 000 svetelných rokov dlhé. Predpokladá sa, že aj takto sa môže prejavovať horúci plyn unikajúci z pasie silného magnetického pola okolo čiernej diery.

Prekvapením bol aj objav doteraz neznámej

dutiny v horúcom plyne. Aj túto, na snímke vľavo hore jeasne viditeľnú dutinu, spôsobil pred 70 miliónmi rokov mohutný výtrysk z čiernej diery. Rázové vlny do teórie čiernych dier zapadajú. Existenciu úzkych vlákien röntgenových emisií však vedci v rámci platných fyzikálnych zákonov vysvetliť nedokážu.

Zvuk z čiernej diery bol už dávnejšie detegovaný v prípade čiernej diery v kope galaxií Perseus. Boli to hlboké tóny, 57 oktáv pod hodnotou stredného C. Oproti monotónnemu brummendu z Persea je hlas čiernej diery v M87 oveľa komplexnejší, disonantný, ba až kakofonický. Celá séria nerovnomerne rozptýlených slučiek v horúcom plyne svedčí o malých výtryskoch s „periódou“ 6 miliónov rokov. Tieto slučky prezrádzajú prítomnosť zvukových vln, ktoré na snímkach z Chandry nenájdeme. Každá bručí 56 oktáv pod hodnotou stredného C. Existencia veľkej dutiny však dokazuje aj prítomnosť hlbších tónov: 58 až 59 oktáv pod hodnotou stredného C! Generátorom tohto basu z čiernej diery bol gigantický výtrysk.

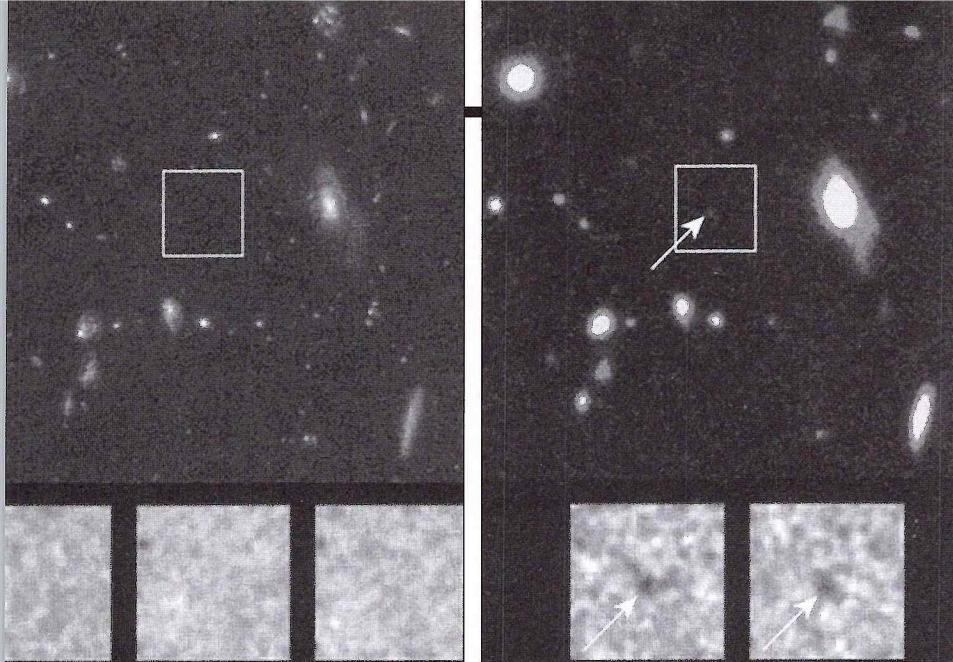
Chandra Press Release



Dôkazom gigantického výtrysku je snímka, na ktorej možno jasne rozlísiť rozpínajúcu sa rázovú vlnu.

Galaxia M87 vo viditeľnom svetle. Ide o objekt, ktorý sa nachádza vo vnútri kopy galaxií v Panne, vo vzdialosti 50 miliónov svetelných rokov.





Štvorčeky uprostred ultrahlbokých snímok z HST zviditeľňujú vo viditeľnom svetle (vľavo) a v infračervenom svetle (vpravo) galaxie s vysokým červeným posunom. Jedna z nich, označená šípkou v infrasnímke, je tak málo svietivá, že jej červený posun sa priamo zmerať nedal. Porovnaním jej svietivosti v piatich štvorčekoch dole astronómovia zistili, že jej červený posun $z=7,4$.

Kedy sa začali formovať galaxie?

Kedy sa začali začali oblaky prachu a plynu, v ktorých už žiarili hviezdy prvej generácie, formovať do gravitačne zviazaných ostrovov, ktoré sa už ďalej vyvíjali ako galaxie? To je jedna z fundamentálnych otázok, na ktorú astronómovia hľadajú odpoved. Najnovšia štúdia, ktorá interpretuje údaje z veľmi hlubokých snímok Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu, dokazuje, že formovanie prvých masívnych a svietivých galaxií prebehlo už 700 až 900 miliónov rokov po big bangu.

Štúdia Rycharda Bouwensa a Gartha Illingwortha z Kalifornskej univerzity opisuje hľadanie galaxií s rozličným červeným posunom na niekoľkých snímkach Hubble Deep Fields, získaných v infračervenom svetle. Červený posun je hodnota, ktorá vyjadruje, do akej miery sa svetlo pozorovaného objektu natiahlo rozpríمانím sa vesmíru k dlhším vlnovým dĺžkam. Čím väčšia hodnota červeného posunu, tým je objekt, ktorý pozorujeme, vzdialenejší v čase.

Poľudná štúdia toho istého tímu (ktorá skúmala tie isté snímky) oznamuje objav 500 matných galaxií s červeným posunom 6, z čoho vyplynulo, že vyzreté galaxie existovali už 900 miliónov rokov po big bangu.

Ked' Bouwens s Illingworthom hľadali galaxie s červeným posunom 7 až 8, našli iba jedného kandidáta. Išlo o galaxiu s červeným posunom $z=7,4$, z čoho vyplynulo, že bola sformovaná už 700 miliónov rokov po big bangu. Našli jednu, ale predpokladali, že ich nájdú najmenej tucet. Prijateľné vysvetlenie je iba jedno: „Väčšie a svietivejšie galaxie sa 700 miliónov rokov po big bangu ešte nestihli sformovať,“ vysvetluje Illingworth. Nakoľko vieme, že väčšie galaxie sa formovali gravitačným zhľukovaním väčieho počtu

malých galaxií, tých muselo byť už 700 miliónov rokov po big bangu veľa. Len ich nájsť.

Ojav galaxie s vysokým červeným posunom $z = 6,964$ zverejnili aj tím Masanori Iyeho z National Astronomical Observatory of Japan. Japonci použili 8,2 m ďalekohľad Subaru na Havajských ostrovoch. Zistili, že v tejto galaxii prebieha búrlivá hviezdotvorba. Japonský tím zároveň v súlade so štúdiom Bouwens/Illingworth potvrdil, že galaxia s vysokým červeným posunom je v danej etape evolúcie vesmíru menej, ako sa očakávalo.

V tomto období prebiehalo vo vesmíre okrem formovania sa galaxií aj ďalšia významná transformácia. Ultrafialové svetlo z masívnych hviezd prvej generácie, ba možno aj žiarenie z akrečných diskov okolo prvých čiernych dier, vyčesalo z oblakov medzигalaktického vodíka elektróny a premenilo ich na elektricky nabité častice – ióny.

Tím Arizonskej univerzity vedený Xiaohui Fanom uverejnili štúdiu, podľa ktorej proces ionizácie skončili medzi červeným posunom 6,42 a 5,74. K tomuto poznatku dospeli po vyhodnotení údajov z kvazarov s červenými posunmi medzi vyššie uvedenými hodnotami z . Vedci zistili, že v tomto období sa množstvo neutrálneho vodíka oproti predchádzajúcemu obdobiu zvýšilo desaťnásobne! „V období, ked' dominoval červený posun $z = 6$, s medzигalaktickým vodíkom sa čosi stalo,“ vyhlásil Donald Schneider z Pen State University. „Získali sme významný dôkaz o dobe, ked' sa reionizačia skončila, ale kedy sa začala a aký zdroj energie ju generoval, je predbežne nejasné.“

Podľa Sky & Telescope

Pohľad do Saturnovho oka

Táto snímka hurikánu nad južným pólom Saturna je unikátna. Nikdy predtým sa nepodarilo oko gigantickej krútiavy v atmosfére obrej planéty zviditeľniť tak, ako v tomto prípade. Vertikálne štruktúry prstencov z nakozených oblakov sa prejavili vďaka výrazným tieňom oblakov, osvecovaných nízkym Slnkom.

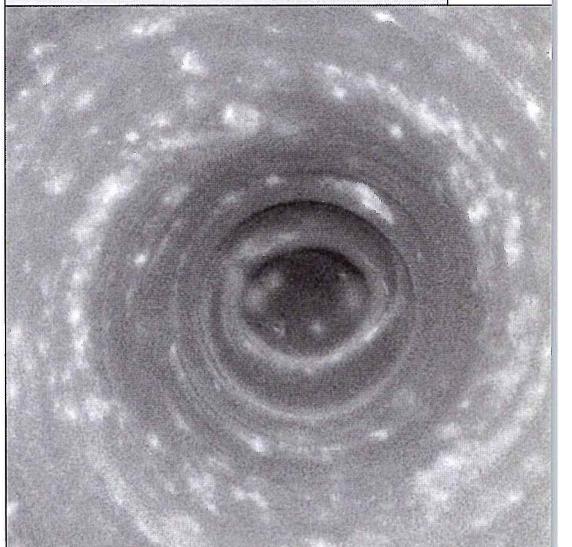
Oko hurikánu sa vytvorilo presne nad južným pólom Saturna. Rýchlosť vetra v tejto gigantickej krútiave dosahuje 550 kilometrov za hodinu. Vrstvy oblakov vo vnútornnej, tmavej vrstve sú tenšie ako vo väčších prstenoch.

Vrstva krúžiacich oblakov vo vonkajšom prstenci má 30 až 70 kilometrov. Ide teda o dva až päťkrát väčší hurikán, než ten najväčší v atmosfére Zeme. Vodíkovo-héliová atmosféra na Saturne je redšia ako pozemská atmosféra, tlak v jej najhornejších vrstvach je menší, takže gigantické vertikálne štruktúry oblakov nie sú v takýchto podmienkach nijakou zvlášťnosťou.

Priemer polárneho hurikánu, ktorého okraj vymedzuje vonkajší kruh oblakov, je 8000 kilometrov. Vedcov zaujali zavíjajúce sa ramená vo vnútri oka hurikánu, na rozhraní medzi jeho jednotlivými poschodiarmi.

Saturniansky hurikán má inú genézu ako pozemské hurikány. Na Zemi je generátorom hurikánu zohriaty vzduch, ktorý stúpa, po špirále, smerom hore, pričom na jeho miesto prúdi chladnejší vzduch zhora, tvoriaci „oko hurikánu“. Aký mechanizmus vytvoril hurikán na Saturne zatiaľ nevedno. Jedno je isté: okrem Zeme sa takýto hurikán na nijakej inej planéte nepozoroval. Veľká červená škvra na Jupiteri, oveľa väčšia ako polárny hurikán na Saturne, nemá ani centrálnu „oko“, ani stupňovitý lievik, pričom jej stred je relatívne chladný a pokojný.

Širkouhlá kamera na sonde Cassini expoноvala hurikán z výšky 340 000 kilometrov. Rozlíšenie: 17 kilometrov na pixel.



Môžeme vyslať sondu na Slnko?



Približne o šesť rokov vypustí NASA sondu Solar Probe, ktorá sa pokúsi zblízka zmerať teplotu slnečnej koróny zo vzdialenosťi iba 2,1 miliónov kilometrov od povrchu Slnka. Vzhľadom na teplotu koróny, ktorej priemer kolísce okolo 2 000 000 stupňov Celzia, pôjde o náročnú a riskantnú misiu, a to napriek tomu, že vzhľadom na nové technológie a nové materiály pôjde v každom ohľade o najodol-

nejšiu sondu v dejinách vedeckej kozmonautiky.

Cieľom sondy je nazbierať údaje, ktoré prinášajú k pochopeniu doteraz neveľmi objasnených procesov na našej najbližšej hviezde, pretože nevieme, „čo zohravia korónu, túto vonkajšiu atmosféru Slnka, na také vysoké teploty? Ako sa koróna transformuje do superhotívych, nadzvukovou rýchlosťou sa po-

priblíženie sondy Solar Probe preverí najmä systém termálnej ochrany. Dožerava rozpálený ochranný štít, nasmerovaný vrcholom k Slnku, a sonda, ktorej prístroje pod jeho ochranou vykonávajú merania aj v periheliu, pri prelete korónou, iba 2,1 milióna kilometrov (5-násobok vzdialenosťi Zem/Slnko) nad povrchom Slnka.

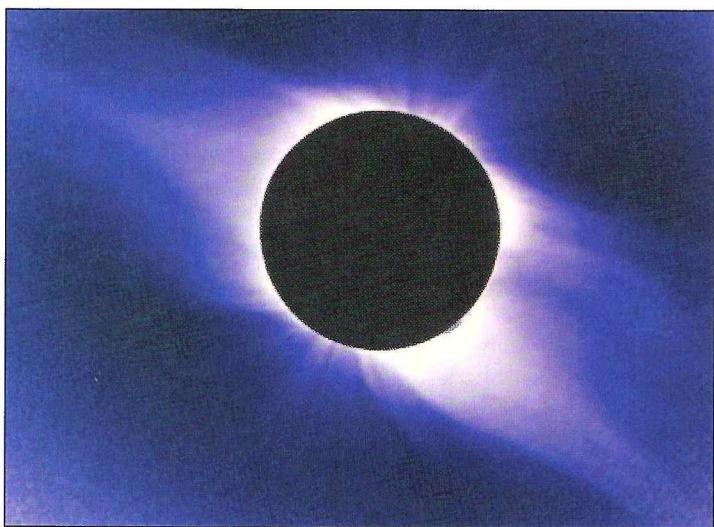
hybujučich tokov ionizovaného plynu, ktorý poznáme ako slnečný viesťor?

Pol storočia po začiatkoch vedeckej kozmonautiky je Slnko jediným významnejším objektom našej Slnečnej sústavy, ktorý naše sondy zatiaľ nepreskúmali zblízka. (Ani Pluto nie, ale sonda New Horizons je už na ceste k nemu.) Vyslali sme sondy k všetkým planétam, sondy Voyager 1 a Voyager 2 skúmajú najodľahlejšiu hranicu našej sústavy, okraje pulzujúcej heliosféry. Na blízky oblet Slnka sme si však zatiaľ netrúfli.

Dnes už máme materiály, ktoré blízky oblet Slnka umožňujú. Veľkou výzvou je najmä dizajn samotnej sondy a prístrojov pre extrémne podmienky počas blízkeho obлетu Slnka. Vzhľadom na to, že bod najväčšieho priblíženia k našej hviezde je vo vzdialosti troch slnečných polomerov, odolnosť voči teplote a žiareniu musí byť primeraná. Sonda a jej zariadenia budú musieť vzdorovať 3000-krát vyššej teplote ako sondy pohybujúce sa vo vzdialosti Zeme.

Kozmickí inžinieri, ktorí projektujú Solar Probe, si požičali technológie od armády. Ide o procesy zakaľovania najrozličnejších teplo- a ohňovzdorných materiálov pre rakety a raketoplány, pričom špeciálnu výzvu pre konštruktérov predstavuje najmä ochranný kužeľovitý štít, ktorý bude sondu ochraňovať počas preleta slnečnou korónou.

Prístroje sondy uskutočnia merania tam, kde Slnko generuje najnebezpečnejšie časticie. Zmapujú oblasť a získajú údaje, ktoré vedcom pomôžu nielen opísať, ale aj predpovedať podmienky v prostredí nestabilnej, pulzujúcej premenlivej radiácie, tam, kde v budúcnosti preniknú ďalšie, dokonalejšie sondy.



Slnečnú korónu môžeme študovať iba počas úplného zatmenia Slnka.

Na tomto obrázku spodnej časti koróny vidíme slučky horúcej plazmy pohybujúcej sa pozdĺž siločiar magnetického poľa. Korónu nemôžeme vidieť, pretože je miliónkrát slabšia ako fotosféra, povrch Slnka.



O koróne a slnečnom vetre dnes vieme (aj vďaka neobyčajným pokrokom v pozorovaní, teórii a modelovaní) oveľa viac ako kedykoľvek predtým. Napriek tomu nikto nevie odpovedať na dve základné otázky slnečnej fyziky: „Prečo je koróna o takto teplejšia ako povrch Slnka? Čo generuje rýchlosť slnečného vetra?“ Inde ako pri Slnku údaje potrebné na vyriešenie týchto problémov nenájdeme.

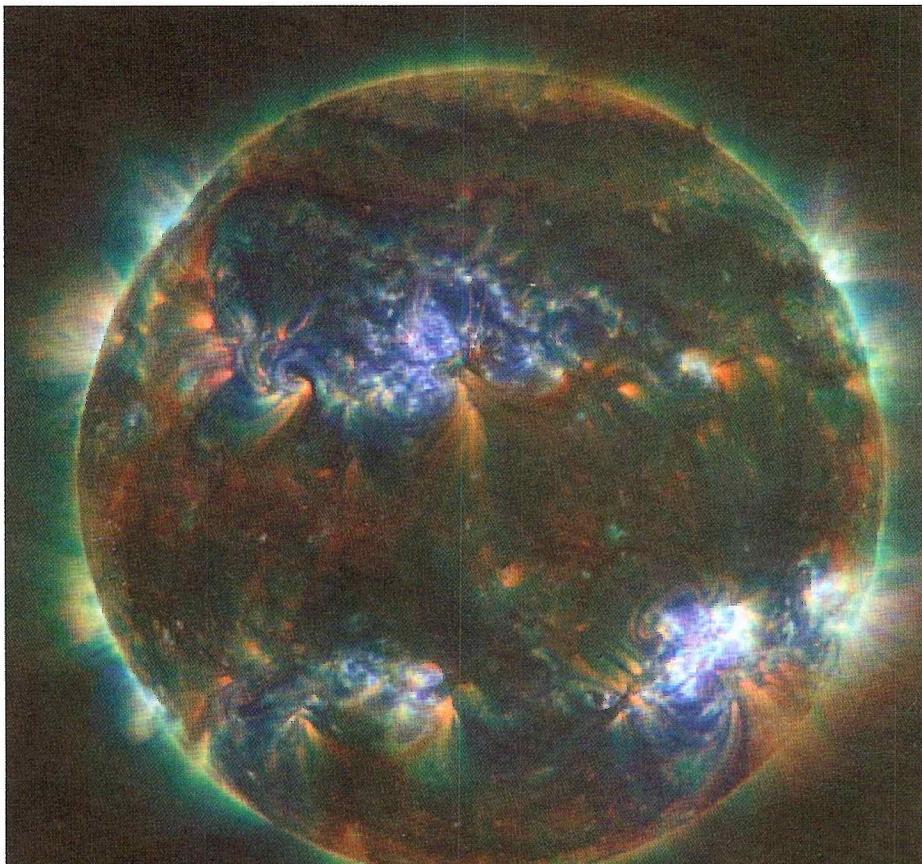
Misiu Solar Probe navrhol pred troma rokmi National Research Council v štúdiu, ktoré zdôraznila prioritu blízkeho prieskumu Slnka a odporučila jeho realizáciu v najkratšom možnom termíne. NASA vzápäť zostavila Solar Probe and Technology Definition Team. Táto pracovná skupina zverejnila v roku 2006 štúdiu, podľa ktorého možno za 1 miliardu dolárov vypustiť do desiatich rokov sondu, ktorá by s pomerne nízkym rizikom preskúmala blízke okolie Slnka.

Ak sa Kongres a NASA rozhodnú misiu finančovať, čo je pravdepodobné, Solar Probe bude prvou sondou, ktorá prenikne do vnútornnej heliosféry, tam, kde sa rodí slnečný vietor. Priamym meraním a fotografovaním plazmy, energetických častic a magnetických polí získajú solárniči mimoriadne cenný vedecký materiál.

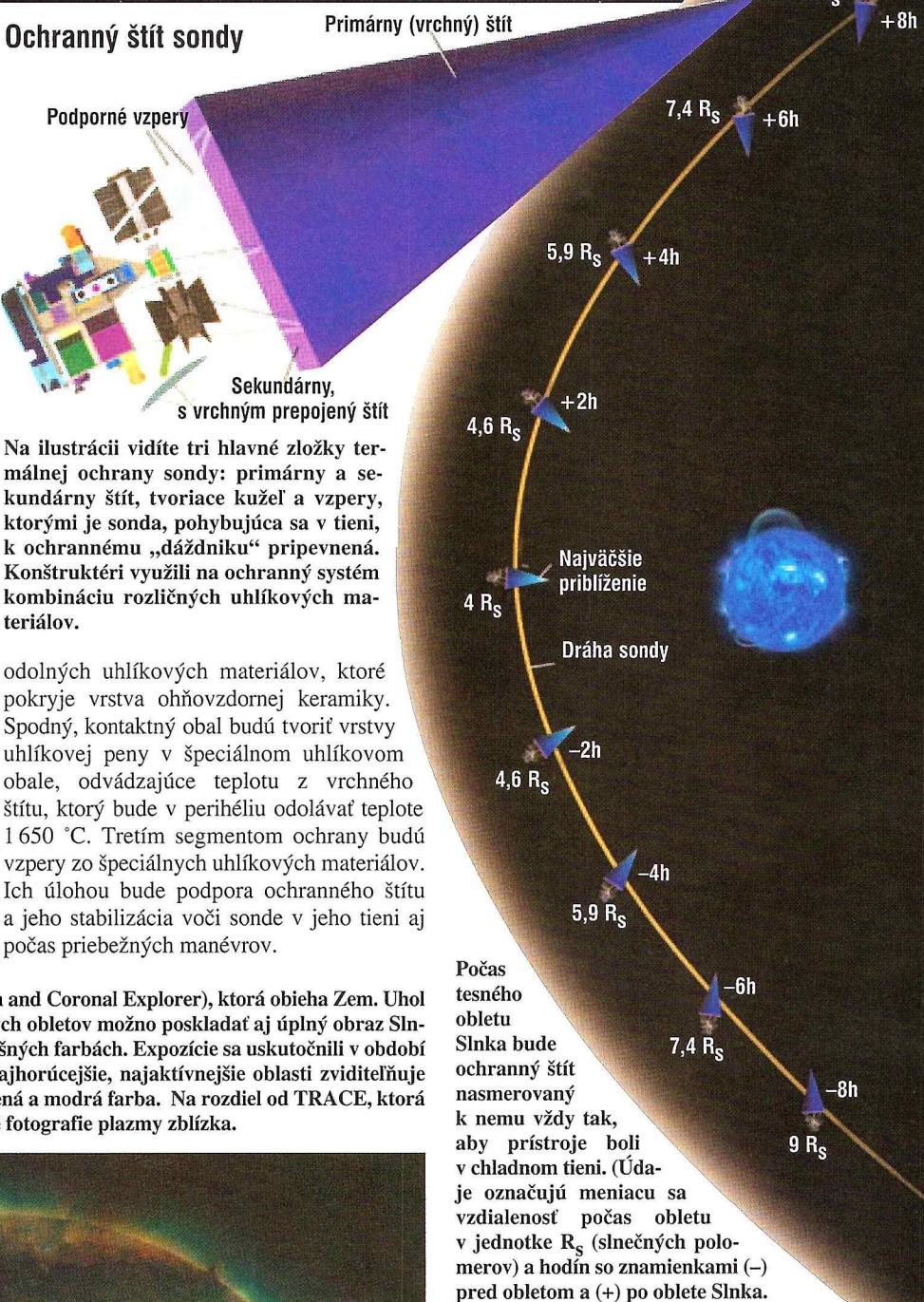
Ako sa bude sonda chladit?

Ochranný štít sondy (Thermal-Protection System-TPS) bude pozdĺžny kužeľ s priemerom 2,7 metra a s dĺžkou 5,1 metra. Vrchný obal vyrobia z niekolkých vrstiev špeciálne

Snímka Slnka z družice TRACE (Transition Region and Coronal Explorer), ktorá obieha Zem. Uhol pohľadu sondy je úzky, ale zo snímkov z opakovanych obiehu možno posklaadať aj úplný obraz Slnka. Na snímke z augusta 1999 vidite korónu vo falošných farbách. Expozície sa uskutočnili v období medzi maximom a minimom slnečnej aktivity. Najhorúcejšie, najaktívnejšie oblasti zviditeľňuje červená, chladnejšie oblasti koronálnej plazmy zelená a modrá farba. Na rozdiel od TRACE, ktorá sníma Slnko zdialky, sonda Solar Probe získa prvé fotografie plazmy zblízka.



Ochranný štít sondy



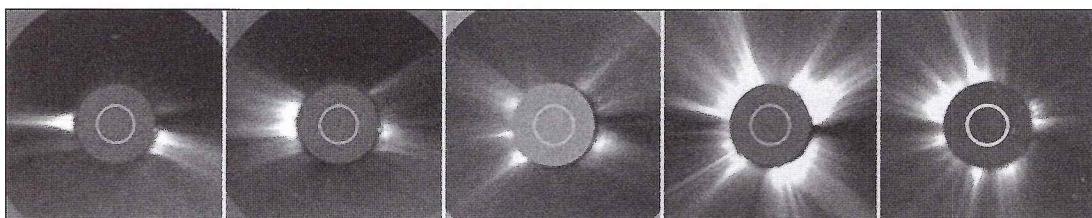
Všetky materiály už boli otestované. Ukázalo sa, že štít nedovolí zvýšiť normálnu operačnú teplotu systémov sondy nad 49 °C ani počas najväčšieho priblíženia sa k Slnku.

Odolná sonda

Solar Probe je gyroskopom stabilizované kozmické laboratórium, ktorého hlavnou zložkou je ochranný kužeľ. Ten sa už vo vzdialosti obežnej dráhy Venuše, dvadsať dní pred najväčším priblížením, nasmeruje hrotom k Slnku. Tak sa zabezpečí „tieň“ pre sondu a jej prístroje. Optimálne nasmerovanie kužeľa smerom k Slnku bude sonda priebežne upravovať.

Najdôležitejšie prístroje budú umiestnené vo vnútri sondy.

Iba tri prístroje, analyzujúce rýchle ióny,



Snímky z družice SOHO zviditeľňujú vývoj slnečnej koróny počas fázy blížiacej sa k maximu. S narastajúcou aktivitou sa prúdy plazmy generujú nielen na rovníku, ale aj vo vyšších slnečných šírkach.

rýchle elektróny a zloženie iónov, umiestnia na pohyblivých, vysuvateľných rameňach. Platforma s vysunutými prístrojmi bude na konci kužeľa, v tieni, pričom špeciálne zariadenie ich vtiahne do vnútra, keď sa „bezpečná zóna“ kriticky zmenší. Prístroje na rameňach budú získavať údaje na konci tieňa, ktorý bude vrhať ochranný obal.

Špeciálny teplovzdorný periskop bude vysúvaný spod štítu (na zlomok sekundy) iba vtedy, keď sonda vnikne do oblastí, kde sa rodí slnečné vietor.

Dráhu sondy Solar Probe navrhli tak, aby sa uskutočnili dva blízke obeťe Slnka, ten druhý 4,5 roka po prvom. Prvý blízky obet sa uskutoční krátko po tom, ako sonda obletí južný slnečný pól. Perihéliom nad rovníkom preletí rýchlosťou 1,09 milióna kilometrov za hodinu a po eliptickej dráhe sa bude presúvať smerom nad severný pól. Napriek tejto relatívne vysokej rýchlosťi presun sondy sponad južného nad severný pól potrvá celých 14 hodín.

Po prvom oblete sa sonda vydá smerom k Jupiteru, odkiaľ ju gravitácia nasmeruje opäť k Slnku. Tieto dve priblíženia i prestávka medzi nimi umožnia sonda porovnať intenzitu slnečného vetra a koronálne údaje počas krajných fáz 11-ročného slnečného cyklu.

(Pravidelný 11-ročný slnečný cyklus vymedzuje prechod od mainimálnej slnečnej aktivity cez maximum opäť k minimu). Ak Solar Probe vypustia v roku 2014, prvý blízky obet sa uskutoční v roku 2018, okolo slnečného minima. Druhý blízky obet, plánovaný na rok 2023, sa uskutoční v období narastajúcej slnečnej aktivity.

Prečo musíme ísť na doraz?

Po vyhodnotení množstva údajov z pozorovania, kombinovaných s komplexným modelovaním funkcií Slnka i s výsledkami zložitých teoretických súvah, vedci už majú akú-takú predstavu o tom, ako korona a slnečný vietor fungujú. V období nižšej slnečnej aktivity má slnečný vietor dve zložky: dominantný, stály vietor s vysokou rýchlosťou a premenlivejší, pomalší vietor. Každý z nich generuje špeciálne zóny v koróne.

Keď sa slnečná aktivity priblíži k maximu, obraz sa zmení. Rýchle i pomalé vetry z najrozličnejších oblastí koróny sa zmiešajú. Energia, ktorá nahrieva korónu a poháňa vetry sa prejavuje pohybmi plazmi vo vnútre Slnka i okolo neho. Kanály magnetických polí pohyb plazmy striedavo sústredzujú a rozptylujú. Vedci sa nazdávajú, že zahrievanie koróny a urýchľovanie slnečných vetrov generuje synergický vplyv vln, nestabilít, pulzov prepája-

júcich sa magnetických polí a turbulencií, to všetko vo veľkých škálach.

Solárnici by sa chceli viač dozvedieť o geometrii a dynamike rozpínajúcich sa magnetických polí a distribúcii častíc v zdrojoch rýchlych a pomalých slnečných vetrov. Solar Probe zmapuje toky energie, ktoré zohrevajú korónu a urýchľujú slnečný vietor. Sonda by mala objaviť aj mechanizmus, ktorý urýchľuje a prenáša nabité časticu okolo Slnka.

Hrozienukom v plánovanej koristi Solar Probe má byť zmeranie veľkosti a distribúcie záhadných zrniečok prachu, ktoré krúžia blízko nad povrchom Slnka. Predpokladá sa, že tento prach je pozostatkom po kométach a asteroidoch, ktoré zanikli v blízkosti Slnka. Nie je vylúčené, že aj tento materiál interaguje s korónou a môže ovplyvňovať slnečný vietor i formácie energetických častic.

Sonda získa aj údaje, ktoré budú neoceni-

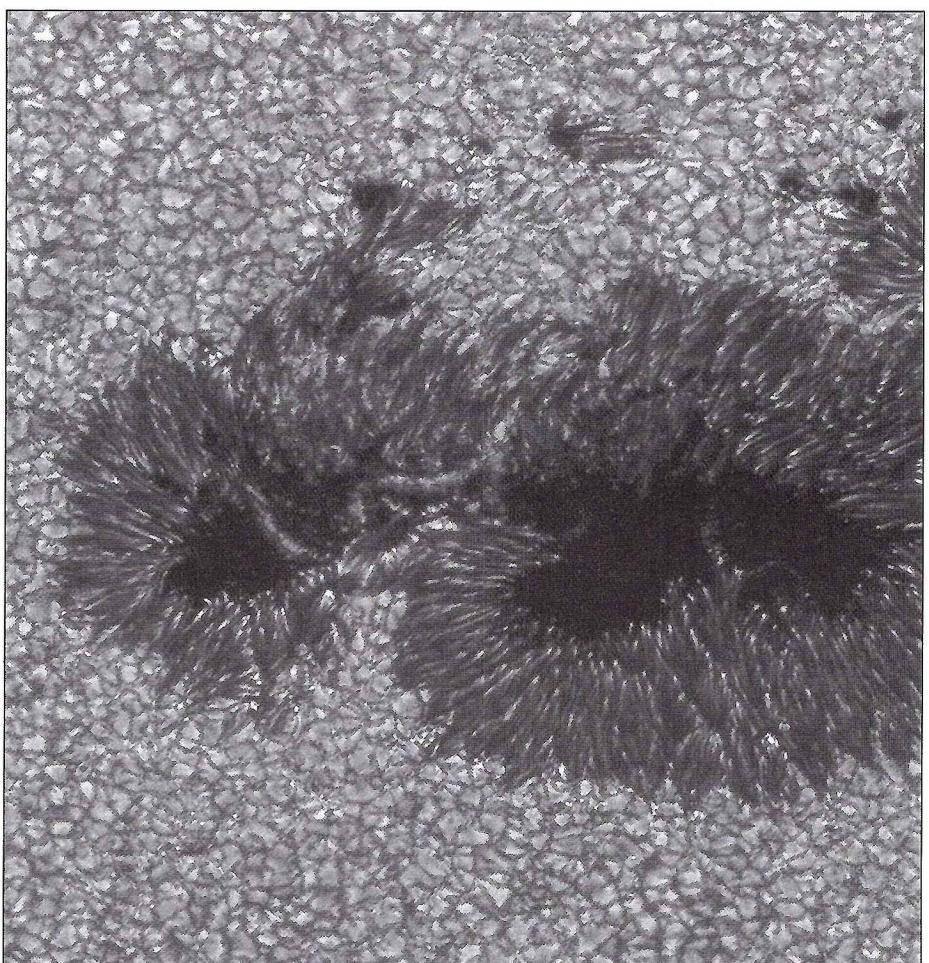
telné počas letov z ľudskou posádkou na Mesiac či Mars. Posádky týchto expedícií sa budú väčšinu letu pohybovať mimo ochranného štítu magnetického poľa Zeme, takže môžu byť vystavené intenzívnym sprškam energetických častic.

Solar Probe uskutoční prvé priame merania blízkych oblastí Slnka, preskúma uzly, kde sa časticie plazmy nabíjajú energiou a identifikuje aj ich zdroje. Na údaje zo sondy sa už tešia aj vedci, ktorí vytvárajú (v súlade s monitory Slnka a heliosféry už nasadenými prístrojmi) pravdepodobné modely slnečnej aktivity s cieľom spolahlivejšie predpovedať nebezpečné výrony častic na prahu plánovaneho osídlenia Mesiaca i letov k Marsu.

Bez vyslania sondy Solar Probe by solárna veda v najbližších desaťročiach ustrnula.

DAVID MCCOMAS

Fotosféra Slnka je vlastne viditeľným povrchom našej hviezdy. Vnímame ju aj voľným okom. Iba najlepšie slnečné ďalekohľady dokážu získať snímky fotosféry s takýmto rozlíšením. Okrem slnečných škvŕn, tmavých oblastí o $1\,650^{\circ}\text{C}$ chladnejších ako okolie na povrchu, rozlíšil ďalekohľad aj granule, vrcholky konvektívnych buniek vybublávajúcich plazmy.



P. Fosalba a I. Szapudi překalibrovali data o fluktuacích reliktového záření z prvního roku činnosti družice **WMAP** a dostali tak $H_0 = (67 \pm 5)$ km/s/Mpc a čas reionizace (konce šerověku) vesmíru 100 – 400 mil. let po velkém třesku. M. Tegmark aj. odvodili z přehlídky SDSS pro 205 tis. galaxií základní kosmologické parametry – stáří vesmíru: $(13,5 \pm 0,2)$ G roků; $H_0 = (70 \pm 3)$ km/s/Mpc; úhrnná hmotnost vesmíru: $(1,01 \pm 0,02)$ kritické hmotnosti; baryonová složka: $(4,8 \pm 0,4)\%$; skrytá látka $(25 \pm 4)\%$; skrytá energie: $(70 \pm 4)\%$; hmotnost elektronového neutrina: $< 0,6$ eV/c².

6.4. Reliktní záření

M. Abroe aj. porovnali mapy **anizotropických fluktuací** reliktového záření, pořízené jednak družicí WMAP a jednak radiometrem MAXIMA, vypouštěným balónem do výšek přes 38 km, a zjistili, že v překrývajících se oblastech obě mapy dobře souhlasí a tudíž neobsahují systematické chyby. B. Crill aj. popsali mimořádně citlivý mikrovlnný radiometr pro měření reliktového záření **BOOMERanG**, vynášený do stratosféry speciálním balónem LDB, startujícím z antarktické základny McMurdo. Radiometr dociluje vysoké citlivosti chlazením na 0,3 K a může měřit nepřetržitě až po dobu 10 dnů ve frekvenčním rozsahu 90 – 410 GHz. Také jeho úhlová rozlišovací schopnost 10° neměla donedávna konkurenci.

Kromě měření amplitudy fluktuací má pro kosmologii ještě větší význam náročnější měření **polarizace reliktového záření**. Polarizační signál má dva potenciální zdroje, tj. poruchy hustoty hmoty v raném vesmíru a poruchy z výskytu gravitačních čoček a gravitačních vln. *Polarimetrie tak podává nezkreslený obraz stavu vesmíru v době, kdy se reliktové záření oddělilo od látky*, tj. v necelých 400 tis. letech po velkém třesku. P. Farese aj. instalovali v r. 2003 na observatoři Pine Bluff ve státě Wisconsin polarimetru **COMPASS**, který umožňuje měřit polarizaci reliktového záření na úhlové stupnici 20° ve frekvenčním rozsahu 26 – 36 GHz. Citlivost aparatury však zatím není dostatečná ke kvantitativním měřením. Úspěšnější aparatura **CBI** s dosud nejlepším úhlovým rozlišením 5° uvedl do chodu mezinárodní tým radioastronomů v chilské poušti Atacama ve výšce 5 000 m. Měření dle A. Readheada potvrdila, že ve velmi raném vesmíru vskutku proběhla kosmologická **inflate** (prudké rozfouknutí vesmíru), takže jeho dnešní geometrie je zcela plochá. Tím je též *potvrzen standardní kosmologický model s dominujícími složkami skrytou energií a skrytou látkou a adiabatická povaha prvotních hustotních fluktuací*. O významu reliktového záření pro kosmologii svědčí též shrnutí Z. Mikuláška: hustota energie fotonů reliktového záření v dnešním vesmíru převyšuje 25krát hustotu energie hvězdných fotonů. V krychlovém metru kosmického prostoru bychom napočítali 411 mil. reliktových fotonů, 13 tis. hvězdných fotonů a jen 0,22 nukleonů.

6.5. Kosmické záření

Na počátku XX. stol. se již vědělo o existenci ionizujícího záření v přízemní zemské atmosféře, ale jako zdroj se uvažovala radioaktivita hornin, takže se hovořilo o „**zemském záření**“. Obrat přinesly až práce rakouského fyzika V. Hesse, který zjistil, že ono záření nemizí ani v noci, ani při téměř úplném zatmění Slunce. V klíčovém balónovém letu v srpnu 1912 do výšky 5,3 km zjistil, že *ionizace vzduchu s nadmořskou výškou stoupá* a tím prokázal, že jde ve skutečnosti o **záření kosmické**. Další významný pokrok představoval objev **pozitronů** v kosmickém záření C. Andersonem v r. 1932. Oba průkopníci pak obdrželi v r. 1936 Nobelovu cenu za fyziku. V r. 1938 odhalil P. Auger existenci **sekundárních spršek kosmického záření**, což umožnilo sledovat jinak nedostupné primární částice kosmického záření o velmi vysokých energiích.

V padesátých letech XX. stol. se podařilo poprvé pozorovat **Čerenkovovo záření**, doprovázející vývoj spršky sekundárního kosmického záření v atmosféře Země. 10 m Whippleův teleskop na Mt. Hopkins v Arizoně byl první, který dokázal zobrazit zdroje energetických paprsků gama – jako první extrasluneční zdroj identifikoval v r. 1989 Krabí mlhovinu. Tok energetických paprsků gama z takových zdrojů je ovšem nepatrný – pouze 100 fotonů za sekundu na čtvrt metru. Dalšími velkými detektory pro zobrazení záření gama se v průběhu přelomu století staly přístroje **HEGRA** na Kanárských ostrovech, **VERITAS** na Kitt Peaku v Arizoně, **CANGAROO II** v Austrálii, **HESS** v Gambsbergu (JAR) a **MAGIC** na La Palmě. V pásmu energií TeV známe ovšem dosud jen několik desítek diskrétních zdrojů na obloze. Jak ukázal D. Petry, také i *naše Země je zdrojem vysoce energetických paprsků gama, které vznikají díky interakci elektricky nabitého čistic kosmického záření s její atmosférou*. Podle Z. Mikuláška je *hustota energie kosmického záření srovnatelná s hustotou energie záření hvězd*. Pro vysší energie (>100 PeV) elektricky nabité částice (od protonů po jádra železa) se budovaly aparatury, založené na detekci spršek sekundárního kosmického záření pomocí scintilačních detektorů (**AGASA** v Japonsku) a fluorescenčního záření spršek v atmosféře (**Muši oko** a **HiRES** v Utahu). Před dokončením je obří hybridní aparatura **Pierre Auger** v Argentině, kde se k detekci spršek souběžně využívá fluorescence spršek v atmosféře i jejich detekce v pozemních nádržích, naplněných vodou a rozmístěných na ploše 3000 km² na náhorní rovině v pampě.

A. Uryson podobně jako M. a Y. Hondovi se domnívají, že zdroji **extrémně vysokých energií** kosmického záření až 1 ZeV (tzv. „**zevatrony**“) mohou být jádra Seyfertových galaxií a aktivních galaktických jader (AGN), protože v usměrněných výtryscích z nich se pozorují extrémně silná magnetická pole 0,005 – 0,1 T. V takovém případě lze totiž na čele rázových vln v relativistických výtryscích urychlit protony na energie až 40 EeV a těžší jádra včetně jádra železa až na zmíněný 1 ZeV. Podobně J. Bednarz uvažuje ultrarelativistické rázové vlny s Lorentzovým faktorem v rozmezí 3 – 40 jako zdroj kosmického záření extrémních energií, takže potenciální zdroje mohou být jednak zábleskové zdroje záření gama a jednak blazary.

S. Le Bohec aj. pozorovali obří galaxii **M87** (blazar) v kupě galaxií v Panně pomocí 10m Whippleova teleskopu v letech 2000 až 2003, s cílem objevit paprsky gama o energiích 400 GeV, ale bezvýsledně, protože příslušné výtrysky nesměřují k Zemi. F. Aharonian aj. využili právě dokončeného dalekohledu HESS k identifikaci pozůstatku po supernově **RX J1713-39** (Sco) jako zdroje záření gama v pásmu 0,1 – 10 TeV. Morfologie zdroje je prakticky totožná s jeho vzhledem v rentgenovém oboru spektra. Podobně H. Katagiri aj. objevili záření gama o energiích 0,5 – 1 TeV z pozůstatku supernovy **J0852-46** (Vel), které v pásmu 1 TeV dosahuje 12% toku záření z Krabí mlhoviny. Podle autorů tak lze dobře vysvětlit existenci „kolena“ (= 1 PeV) v energetickém spektru kosmického záření. V tomto pásmu (0,3 – 1 PeV) měřili T. Antoni aj. spektrum primárních protonů kosmického záření pomocí velkého hadronového kalorimetru **KASCADE** poblíž mořské hladiny.

S. Ogio aj. ukázali, že pro energie nad 300 TeV se mění **chemické složení** kosmického záření, tj. kolem „kolena“ výrazně klesá zastoupení protonů na úkor jader těžších prvků. W. Bednarek a M. Bartosik tvrdí, že galaktické kosmické záření v pásmu energií mezi „kolenem“ (PeV) až „kotníkem“ (EeV) „vyrábějí“ pulsary. C. Dermer aj. se však domnívají, že kosmické záření s energiemi 100 TeV – 100 EeV pochází především ze zábleskových zdrojů záření gama (GRB). Přesný průběh **urychlování protonů** na extrémní energie v GRB počítali D. Gialis a G. Pelletier. Příčinou urychlování je Fermiho urychlování ve vnitřních rázových vlnách a extrémně energetické kosmické záření pak odnáší významnou část uvolněné magnetické energie zdroje GRB.

6.6. Jaderná a čisticová fyzika

Na mezinárodní konferenci o **nejenergetičtějších čisticích kosmického záření** v Leedsu v létě 2004 se podle D. Newtona jednalo především o přetravávajícím rozporu mezi výsledky japonského experimentu AGASA v Akenu a amerického HiRes v Utahu. Japonský experiment na ploše 100 km² využívá síť pozemních detektorů, zatímco americký měří fluorescenci spršek sekundárního kosmického záření v zemské atmosféře. Japonský tak dává v pásmu energií nad 10 EeV asi o čtvrtinu vyšší četnost častic a směry jejich příletů jeví tendenci ke shlukování v úhlových roztečích do 2,5°, což se však nepozoruje v americké statistice. Proto také není jasné, zda jsou energie častic shora omezeny degradací při srážkách s fotony reliktního záření (tzv. *limit GZK*). Nikdo dosud nenašel uspokojivý fyzikální mechanismus, který by vysvětlil energie častic vyšší než 1 PeV, ačkoliv zcela určité k nám přicházejí urychlené protony s energiemi řádu 100 EeV. Proto se tolik očekává od rozbíhajícího se experimentu na observatoři Pierra Augera v Argentině, kde se souběžně používá obou hlavních metod detekce kosmického záření a tak je v principu možné obě metody navzájem kalibrovat. Stále totiž platí dávný výrok E. Rutherforda, že *problém původu kosmického záření rozřeší více usilovné práce a méně řečí*.

Pokud jde o atomová jádra, tak **nejhmotnějším stabilním jádrem** ve vesmíru je bizmut ¹²⁶Bi83, neboť 126 je tzv. *magické číslo* pro počet nukleonů v jádře. Relativně dlouhožijící by měla být jádra se 114 protony, resp. 184 nukleony, což se skutečně ověřilo experimenty ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů v Dubně a v laboratoři v Livermore, při nichž vznikla jádra prvků s protonovými čísla 114 a 116. Nyní byl uměle připraven i prvek s protonovým číslem 115, jenž se rozpadá na prvek 113 s poločasem rozpadu téměř 1 sekunda.

V r. 1952 nalezl P. Merrill ve spektrech červených obrů na asymptotické věti AGB radioaktivní ⁹⁹Tc43 s poločasem rozpadu 200 kr, což nutně znamená, že se tam **technecium** během života hvězdy neustále tvoří. Po r. 1980 se daří nalézat v některých meteoritech „hvězdná“ zrnka karbidu křemíku (SiC), starší než sluneční soustava. V nich nyní M. Savina aj. objevili *rozpadový produkt technecia* v podobě izotopu ⁹⁹Ru44 a jeho množství odpovídá předpokladu, že zrnka vznikla z hvězdného větru AGB.

P. Renston shrnul současný stav hledání **Higgsova bosonu**, předpovězeného skotským fyzikem P. Higggsem v r. 1964, který obrazně řečeno má být příčinou toho, že většina častic s výjimkou fotonů má klidovou hmotnost větší než nula. Z měření na urychlovači LEP vyplynulo, že hmotnost Higgsova bosonu (se spinem 0) by měla být zhruba 115 GeV/c²; odhad G. Wiegela z Fermilabu klade jeho hmotnost do rozmezí 117 – 251 GeV/c². Pravděpodobnost objevu Higgsova bosonu výrazně klesá s růstem **hmotnosti kvarku top**, která podle měření pomocí urychlovače Tevatron ve Fermilabu z r. 2004 činí (178 ± 4) GeV/c²; o 2% více, než se dosud udávalo. Naděje, že by mohl být tímto urychlovačem objeven i sám Higgsův boson, se tím rozplynuly, a tak se nyní zraky teoretických i čisticových fyziků a ovšem též astrofyziků upírají k budovanému urychlovači LHC v CERN, který by měl být v chodu v r. 2008. Podobně neúspěšné je hledání **magnetických monopólů**, teoreticky předpovězených P. Dirakem již v r. 1931, které sice údajně pozoroval B. Cabrera v supravodivé smyčce v r. 1982, ale dosud se nikomu nepodařilo toto pozorování nezávisle potvrdit. Také pozorování nové struktury – **pentakvarku** o hmotnosti asi 1,5násobku protonu – se ukázalo být chimérou, založenou na příliš malé statistice, což je častá bolest výzkumů na hranici technických možností daného přístroje.

Již tradičně je mnoho pozornosti věnováno na první pohled nicotným čisticím – **neutrinům**. Jsou totiž v principu schopna poskytnout astrofyzikální údaje, které neumíme získat jinými prostředky. Tak např. je jistě pozoruhodné, že bychom měli v principu být schopni zaznamenat **reliktní neutrino**, vzniklá oddělením neutrín od ostatní látky vesmíru již v průběhu prvních 10 s po velkém třesku. Velmi pravděpodobně jde přitom o **nejpočetnější částice ve vesmíru vůbec!** Jejich dnešní průměrná teplota je ovšem extrémně nízká – pouze 1,9 K, a to zatím znemožňuje jejich detekci. Kromě slunečních neutrín se zatím úspěšně zdařilo identifikovat jen jeden další diskrétní zdroj neutrín – *supernova 1987A*, kdy během 13 s po gravitačním zhroucení mateřské hvězdy zaznamenaly podzemní detektory v Japonsku a USA celkem 19 neutrín z tohoto jedinečného zdroje. Jak uvádí S. Barwick, neutrina vznikají také při srážkách vysokoperativního kosmického záření s fotony reliktního záření. Tato neutrina se hledají od r. 1997 pomocí antarktické aparatury AMANDA, dále v balónovém experimentu ANITA a výhledově také na observatoři Pierra Augera. P. Mészáros aj. připomněli, že *účinný průřez neutrín stoupá s jejich energií*, takže dobré výhledy jsou např. na zachycení vysokoenergetických (1 TeV) neutrín vzniklých v zábleskových zdrojích záření gama. AMANDA do r. 2003 již zaznamenala téměř 3400 neutrín, která přicházela ze všech měřených směrů stejnomořně, ale žádné z nich nesouviselo s některým doloženým zábleskem gama.

Od r. 1998 získávají japonští fyzici u detektoru Superkamiokande údaje o **oscilacích mionových neutrín**, přicházejících do detektoru ze zemské atmosféry, na neviditelná tauonová neutrina. Nyní se jim dle H. Sobela aj. podařilo objevit opačný proces, kdy se v detektoru *vynořilo díky oscilaci mionové neutrino z tauonového*. Jak se dalo očekávat, pravděpodobnost oscilace závisí na poměru mezi uraženou vzdáleností a energií daného neutrina. E. Aliu aj. využili v letech 2003–04 urychlovače KEK v Cukubě k produkci mionových neutrín o průměrné energii 1,3 GeV, která jsou nasměrována nejprve do 300 m vzdáleného detektoru s 1 kt vody a dále do 250 km vzdáleného Superkamiokande s 50 kt vody. Během 20 měsíců provozu zaznamenali v Superkamiokande 107 mionových neutrín z daného směru, kdežto při nulových oscilacích jich mělo být 151, takže po cestě se 29% neutrín změnilo na tauonová.

Japonci ve spolupráci s Američany a Číňany též uveřejnili první výsledky **experimentu KamLAND**, v němž se hledají oscilace mezi elektronovými a mionovými neutriny v kapalném scintilátoru o hmotnosti 1 kt, umístěném v dole poblíž města Tojama na ostrově Honšu. Během prvních 9 měsíců měření elektronových antineutrín, vznikajících při provozu 51 japonských a 18 jihokorejských reaktorů v jaderných elektrárnách, zaznamenali 258 antineutrín s energiemi >3,4 MeV, zatímco v případě nulových oscilací jich mělo být 365. Odtud vyplývá, že *čtverec rozdílu mezi hmotností elektronových a mionových neutrín činí pouze 8,10⁻⁵ eV²*.

K naprostu neuvěřitelnému závěru došli souběžně D. Kaplan aj. a R. Fardon aj., totiž že *neutrino mohou generovat skrytu energii vesmíru*, což by mělo závažné důsledky v kosmologii i čisticové fyzice. Ovlivnilo by to průběh neutrinových oscilací, a současně vyvolalo změnu klidové hmotnosti neutrin během času! Vyžaduje to přirozeně porušení zákona zachování leptonového čísla, ale s tím by se patrně fyzikové rezignovaně smířili...

6.7. Relativistická astrofyzika

S. Fray aj. ověřovali laboratorně slabý princip ekvivalence, tj. že dráha padajícího tělesa nezávisí na jeho složení. Použili k tomu izotopů rubidia 85 a 87 a ověřili tak slabý princip s přesností 10^{-7} . Pozorování pohybu geodetických družic LAGEOS I a II a GRACE umožnilo I. Ciufolinimu a E. Pavlisovi ověřit dva **jemné efekty obecné teorie relativity** – stáčení os rotace gyroskopů poblíž osy rotace Země ve směru zemské rotace a poblíž roviny zemského rovníku proti směru rotace Země. Přesnost ovšem není závratná – souhlas teorie s pozorováním se daří ověřit s chybou $\pm 10\%$, ačkoliv poloha družice LAGEOS II je díky zhruba 100 milionům laserových měření známa s přesností na centimetry. Zásluhou družice GRACE se však zdařilo přesnost měření zvýšit na $\pm 5\%$. Lepší výsledky dává měření *relativistického stáčení uzlové přímky Měsíce* pomocí laserových odrazů od retroreflektorů na Měsíci – zde je chyba měření jen 0,7% a výsledek je rovněž v souladu s teorií.

D. Gelino a T. Harrison pozorovali optickou složku **rentgenové dvojhvězdy GRO J0422+32**, což je proměnný trpaslík V518 Per sp. třídy dM1, jenž obíhá kolem rentgenového zdroje v periodě 5 h. Odtud se podařilo spočítat, že rentgenový zdroj má $4 M_{\odot}$ a poloměr 12 km, takže jde o výjimečně lehkou hvězdnou černou díru. To znamená, že průměrná hustota černé díry je relativně vysoká a slapové síly v jejím okolí mimořádně silné. Naproti tomu **nejhmotnější známá černá veledíra** o hmotnosti $3 GM_{\odot}$ se nachází v jádře obří galaxie M87 v kupě v Panně. Její Schwarzschildův poloměr činí 40 AU, **průměrná hustota uvnitř poloměru je srovnatelná s hustotou vzduchu v pozemských podmínkách a slapové síly v jejím okolí jsou zanedbatelné**. S. Komossaová aj. však získala díky družicím ROSAT, Chandra a Newton i teleskopu VLT důkazy o *slapovém roztrhání hvězdy černou veledírou* v jádře galaxie RX J1242-1119A (Vir), vzdálené od nás 275 Mpc.

Podle N. McCradyho není dosud bezpečně prokázána existence **intermediálních černých děr** o hmotnostech $100 - 1000 M_{\odot}$, ačkoliv se dá tušit, že takové objekty by měly existovat v hustých jádřech kulových hvězdokup, popř. v okolí černých veleděr v jádřech galaxií. S. Portegies Zwart aj. modelovali srážky velmi hmotných hvězd na superpočítači GRAPE6 a zjistili, že tak mohou vznikat intermediální černé díry o hmotnosti až $3 kM_{\odot}$, které pak z hvězdokup migrují do centra mateřské galaxie, kde nakonec vytvoří supermasivní černou veledíru. M. Miller ukázal, že v mladých kompaktních hvězdokupách může vzniknout až tisíc intermediálních černých děr, které během pouhých 100 mil. let sestoupí do jádra mateřské galaxie a tam rychle splynou na černou veledíru, což musí doprovázet silný *záblesk gravitačního záření*. Mimořádem, vyhlídky na zachycení gravitačních záblesků zvýšil dle V. Kalogera aj. také objev **binárního pulsaru PSR 0737-3039** – ten nepřímo naznačil, že ke splynutí dvou neutronových hvězd, měřitelnému aparaturou LIGO, může docházet v průměru každého 1,5 roku.

R. Fiorito a L. Titarchuk usuzují z pozorování **rentgenového zdroje X-1** v galaxii M82 (UMa) pomocí družic Newton a RXTE, že rentgenové spektrum objektu a jeho kvaziperiodické oscilace o frekvenci 55 mHz jsou důkazem, že jde o intermediální černou díru o hmotnosti řádu $1 kM_{\odot}$. X. Li považuje ultrasvítivé rentgenové zdroje (XLS) v cizích galaxiích o zářivém výkonu řádu $10^{32} W$ za intermediální černé díry, které před našima očima stále přibírají hmotu slapovým zachycováním hvězd v hustých jádřech hvězdokup. Tento výkon totiž odpovídá Eddingtonově svítivosti pro hvězdy s hmotností $10 M_{\odot}$.

Z. Haiman zjistil, že v raném vesmíru mohly **hmotnosti černých veleděr** růst velmi rychle až do řádu $1 GM_{\odot}$, kdy však se možnost dalšího růstu vyčerpá odnosem dopadající látky zpětnou rázovou vlnou – je to obdoba Eddingtonovy meze pro hmotnost běžných hvězd. K témuž závěru dospěli nezávisle také M. Boylan-Kolchin aj., kteří vypočítali, že látka ve zpětném rázu se vzdaluje od černé veledíry rychlostí až stovek km/s. F. De Paolis aj. ukázali, že černé díry vykazují **efekt gravitační retročočky**, objevený D. Holzem a J. Wheelerem, i tehdy, když rotují pomaleji než jak odpovídá Kerrově hvězdné černé díře. Lze tak v principu dokonce určit rychlosť rotace konkrétní černé díry.

Známý provokatér S. Hawking popřel ve své přednášce na 17. relativistické konferenci v Dublinu dávnou vlastní tezi, že pádem **informace do černé díry** dojde k její nenávratné ztrátě. Dříve se totiž domníval, že takto zapouzdřená informace se může vynořit jen v nějakém jiném vesmíru a dokonce se v r. 1997 vsadil společně se svým kolegou K. Thornem proti J. Preskillovi, který se domnívá, že kvantová mechanika takovou ztrátu informace nedovoluje. *Zatím ale nikdo neví, který Hawking má pravdu a kdo tu sázku tedy vlastně vyhrál*. V každém případě moderní trend neustálého zhušťování zápisu informace na materiální média má svou teoretickou mez: jakmile ji překročíme, informace se sama od sebe zhroutí do černé díry a tak o ni (alespoň dočasně?) přijdeme...

6.8. Experimentální a teoretická fyzika

M. Van Camp aj. uvedli, že se patrně změní základní **etalon hmotnosti**, dosud realizovaný válcem o průměru a výšce 39 mm ze slitiny platiny a iridia, jenž je uchováván v Sevres ve Francii v Mezinárodním úřadu pro míry a váhy a k němuž bylo postupně zhotoveny 80 národních kopií (Česko má kopii č. 67). Hmotnost etalonu se jednak mění s časem a jednak přesnost určování jeho hmotnosti není valná. Proto se uvažuje o možnosti *definovat jednotku hmotnosti obdobně jako jednotku času a délky pomocí základních fyzikálních konstant*, o nichž věříme, že jsou časově i prostorově neproměnné. V úvahu připadají dle J. Flowerse zejména Planckova konstanta, Avogadrovo číslo (počet atomů uhlíku ve 12 g látky) a Rydbergova konstanta, popř. rychlosť světla ve vakuu – tyto konstanty jsou známy s přesností na 8–9 platných cifer, kdežto nejlepší klasické metody, založené na etalonech, dosahují stěží přesnosti 10^{-7} , ačkoliv náklady na zhotovení a uchovávání etalonů dosahují částek řádu milionu dolarů! Rozhodnutí o změně **definice kilogramu** však není bezprostředně v dohledu.

S předešlým problémem také souvisí nedostatečná přesnost při ověřování **platnosti gravitačního zákona** pro velmi malé vzdálenosti (pod 0,1 mm) zkušebních tělisek. S. Bässler aj. na univerzitě v Mohuči však nyní dokázali měřit průběh této závislosti

i pro vzdálenosti řádu nanometrů. Použili k tomu chladných neutronů, padajících v gravitačním poli Země a odsakujících po dopadu na podložku. Protože energie neutronů podléhá kvantové mechanice, stačí najít energii, při které už neutron od podložky právě neodskočí. Autoři pokusu tak ověřili platnost gravitačního zákona i pro tak nepatrné rozměry, což mimo jiné zpochybňuje předpověď strunové teorie, podle níž bychom měli pozorovat odchylky od 2. mocniny v gravitačním zákoně již při vzdálenostech pod 100 μm.

V současné době nejpřesnější fyzikální měření umožňují lasery s mimořádně krátkými impulsy. Donedávna rekordní femtosekundové lasery musely díky pokusům rakouských fyziků z vídeňské univerzity ustoupit ještě mžikovějším o délce impulsu 100 attosekundy. Pro srovnání připomeňme, že elektron oběhne proton v jádře vodíkového atomu za 150 as. Podle R. Wynandse lze zkonztruovat náramkové atomové hodinky s přesností 10^{-11} (chyba 1 sekundy za 3 tis. let – výhodné jako dědictví po prapradědečkovi pro praprvnuky), které se budou prodávat za 100 euro. Pro porovnání připomeňme, že nejlepší kyvadlové hodiny dokázaly udržet čas s přesností 10 ms/den; křemenné dosahují přesnosti 100 μs/d; systém GPS 10 ns/d a cesiové 1 ps/d.

R. Quast aj. využili kvalitních spekter kvasaru HE 0515-4414 (Pic; $z = 1,15$) na VLT ESO k hledání případné závislosti konstanty jemné struktury α na čase. Nenašli žádnou roční změnu v relativní míře 1.10^{-15} za posledních 8 mld. let. Podobně H. Chand aj. studovali kvasary s červenými posuvy z v rozmezí 0,4 – 2,3 a dostali tak horní mez pro roční změnu konstanty α nižší než 2.10^{-16} v intervalu posledních více než 10 mld. let. Nezávislým testem je měření množství štěpných produktů v přírodním reaktoru Oklo v Gabunu, jenž byl aktivní před 1,8 mld. let. Odtud vychází podle J. Darlinga aj. roční změna konstanty α menší než 1.10^{-17} . Autoři však také měřili jemnou strukturu radiových čar OH ve spektru kvasaru PKS 1413+135 (Boo; $z = 0,25$) a obdrželi roční změnu maximálně 2.10^{-15} za poslední 3 mld. let. Konečně M. Fischer aj. změřili tuto konstantu laboratorně ve spektru vodíku a dostali hodnotu roční změny pod 10^{-15} , resp. z měření magnetického momentu atomů Cs a Rb jen 5.10^{-16} . Podle J. Bahcalla tak všechny tyto výsledky posílí názor, že konstanta α se během vesmíru nemění.

E. Witten shrnul vývoj teoretické a experimentální fyziky mikrosvěta od objevu radioaktivnosti v r. 1896, čímž se poprvé prozradila existence slabé jaderné interakce. To nakonec vedlo k významnému teoretickému výsledku o významu spontánního narušení souměrnosti, jenž se stalo hybnou silou fyzikálního vývoje vesmíru. Tak jako se Maxwellovi podařilo sjednotit pomocí svých proslulých rovnic elektřinu a magnetismus, přičemž rovnice mají tu vlastnost, že umožňují souměrné transformace jak globálně tak lokálně, dokázali C. Yang a R. Mills nalézt rovnice s obdobnými vlastnostmi (tzv. kalibrační rovnice) pro silnou a slabou jadernou interakci. Na rozdíl od rovnic pro elektromagnetické pole však Yangovy-Millsovy rovnice umožňují spontánní narušení souměrnosti při fázových přechodech. Witten to přirovnává k situaci kapaliny, v níž není žádný směr přednostní – panuje zde naprostá souměrnost. Když však kapalinu ochladíme natolik, že zmrzne, vznikají krystaly pevné látky s význačnými osami souměrnosti – totální souměrnost je tak porušena.

Těsně po velkém třesku byla hmota vesmíru vysoce souměrná, jelikož průměrná teplota hmoty byla tak vysoká, že mezi elektromagnetismem a jadernými silami platila naprostá souměrnost. Ta se však rychle porušila při rozprávání a tudíž ochlazování vesmíru dvěma fázovými přechody – při prvním se oddělila silná a při druhém slabá jaderná síla vinou (či zásluhou?) spontánního narušení souměrnosti. Při druhém fázovém přechodu získaly výměnné částice (intermediální bosony, zprostředkující slabou jadernou interakci) W^\pm a Z^0 svou klidovou hmotnost téměř o dva řády vyšší než je hmotnost protonu, čímž se odlišily od nehmotných fotonů, které zprostředkovávají elektromagnetickou interakci. Witten předpovídá, že energie, při níž dochází ke spontánnímu narušení souměrnosti elektroslabé interakce, bude dosažena v budoucích urychlovači LHC, a to povede k odhalení tzv. Higgsova bosonu, jenž je odpovědný za velikost klidové hmotnosti intermediálních bosonů.

Odtud pak povede cesta k ověření ještě fundamentálnější myšlenky supersymetrie (SUSY), která je sice velmi nadějná teoreticky, ale teprve budoucí experimenty ukáží, nakolik je ověřitelná prakticky a zda tudy vede cesta ke kvantové teorii gravitace, na níž si zatím všichni teoretici marně lámou zuby. Witten si myslí, že vodítkem při řešení těchto problémů se stane antropický princip, a že se nakonec ukáže, že hmotnost Higgsova bosonu v různých doménách vesmíru může být odlišná – a v té „naší doméně“ je právě taková, aby v ní byl možný život.

Na přelomu srpna a září 2004 se uskutečnilo v Aspenu ve státě Colorado čtyřdenní setkání 50 předních fyziků, kteří se věnují strunové teorii, včetně takových es jako jsou Edward Witten, John Schwarz nebo Michael Green. Právě na podobném setkání v Aspenu v r. 1984 se strunová teorie zrodila. Název nového setkání „Struny a skutečný svět“ naznačil hlavní soudobý problém strunové teorie: je to báječná a nesmírně obtížná matematická konstrukce, ale nikdo neví, zda se podle ní reálný svět opravdu řídí, protože zatím neexistuje žádný experiment, který by tuto koncepci buď potvrdil nebo vyvrátil. Ke kritikům strunové teorie patří též L. M. Krauss, jenž považuje za fundamentální otázky soudobé fyziky podstatu skryté energie, vztah kvantové mechaniky k Hawkingovu procesu vypařování černých dér a konečně, zda existují přídavné rozměry vesmíru kromě času a tří prostorových dimenzí.

Fundamentálním problémům fyziky a filosofie bylo věnováno také VIII. symposium „The Seven Pines“ v květnu 2004 v městě Stillwater v Minnesotě za účasti předních světových fyziků, filosofů a historiků vědy. Ústředním tématem sympozia byly otázky „Proč existuje klasické chování v kvantovém světě?“, resp. „Proč je fyzika tak divná a denní realita nikoliv?“ a „Co to znamená, že měříme?“. Jak známo, princip superpozice stavů v kvantové mechanice dává najednou možnost různých hodnot kvantových veličin dané částice, ale jakmile začneme s měřením, vlnová funkce se zhroutí a dostáváme jediný výsledek měření. Různí odborníci řeší tuto otázkou různě, např. předpokladem o souběžné existenci mnoha vesmírů, nebo zavedením tzv. skrytých proměnných. Jiní autoři si myslí, že kvantová mechanika je jen důsledkem teorie informace, která mj. tvrdí, že informaci napříč vesmírem nelze přenést okamžitě a že neexistuje žádná dokonalá kopie dané informace. C. Fuchs to vyjádřil slovy „Vlnová funkce je informací pozorovatele o objektivním světě“. Naproti tomu J. Hartle se nakonec otázal: „Je-li vlnová funkce vesmíru charakteristikou něčí informace, tak kdo to je ten Něco?“ Účastníci sympozia věnovali hodně pozornosti také nejnovějším experimentům s kvantovým provázáním (entanglement) párů částic na velkou vzdálenost a s kvantovou teleportací (H. Kimble a S. van Enk; M. Riebe aj.; M. Barrett aj.) a soudí, že se tak fakticky pokoušíme nalézt meze, kdy rostoucí rozměr těles zabrání, aby se dostala do kvantové superpozice stavů. Účastníci se shodli na tom, že výsledek těchto pokusů bude ovšem znamenat ještě ztříšenější fyziku...

7. Život ve vesmíru

W. Napier připomněl, že **přenos zárodků života** na Zemi pomocí meteoritů navrhl lord Kelvin už v r. 1894, ale dnes je zřejmé, že tento mechanismus nefunguje v interstelárním prostoru. Trochu lepší vyhlídky má takový *přenos mikroorganismů uvnitř sluneční soustavy*. Za poslední 4 mld. let dopadlo podle autora na Zemi asi 40 mil. kamenů z Marsu, přičemž vnitřky objektů o průměru nad 0,2 m se nikdy neohřály nad 100° C. V současné době dopadá na Zemi ročně asi 15 meteoritů z Marsu, ale nejspíš nic živého nepřinesly, mj. proto, že případné mikroorganismy na povrchu Marsu či v jádrech komet ničí kosmické záření – během několika milionů let se sníží počet přežívajících mikroorganismů na miliontinu původní hodnoty. Optimističtější výpočty uveřejnili M. Wallis a N. Wickramasinghe, kteří tvrdí, že právě interstelární komety mohou ochránit přepravované zárodky života před likvidací kosmickým či ultrafialovým zářením a dokází je dodávat až v tunových objemech do obřích molekulových oblaků, v nichž právě vzniká nové pokolení hvězd.

G. Gonzales zavedl nový pojem – **obydlitelná galaktická zóna** (OGZ), která je definovaná jako oblast dostatečně vzdálená od centra Galaxie, aby nebezpečí setkání mateřské hvězdy obydlené planety s cizí hvězdou nebo dokonce blízkou supernovou bylo zanedbatelné, ale přitom ještě tak blízká centru, aby mateřská hvězda měla dostatečné zastoupení tzv. kovů, což je patrně nutná podmínka k tomu, aby planeta zemského typu u dané hvězdy vůbec vznikla.

Podle C. Leneweavera aj. vznikla OGZ v naší Galaxii zhruba před 8 mld. let ve vzdálenosti 7,5 kpc od centra a zvolna se rozšiřuje souběžně s tím, jak Galaxie stárne. V současné době patří do OGZ asi desetina hvězd naší Galaxie, z nichž 3/4 jsou starší než Slunce.

R. Kerr shrnul výsledky úsilí o aktivní nalezení cizích civilizací (SETI) od prvního pokusu OZMA v r. 1960 až po známý projekt **§SETI@Home** u radioteleskopu v Arecibu, který byl ukončen v březnu 2004. Projekt využíval souběžných měření v 70 mil. frekvenčních kanálech, takže byl o plných 14 rádů efektivnější než původní OZMA. Přesto však dosud nebyl zaznamenán ani jeden nadějný případ umělého signálu z vesmíru. Možná i z toho důvodu se řada autorů začala pokoušet o hledání **umělých optických signálů** z kosmu. Jak uvádí A. Howard aj., současné technické možnosti umožňují naší civilizaci vysílat laserové impulsy o trvání nanosekund, které jsou v příslušném monochromatickém pásmu až o 4 rády intenzivnější než odpovídající optické záření Slunce. To naopak znamená, že by pro nás nebylo technicky obtížné zaznamenat laserové signály mimozemšťanů, pokud by ovšem směřovaly v úzkém svazku k Zemi. Autoři sestavili katalog 13 tis. hvězd podobných Slunci a během posledních pěti let uskutečnili 16 tis. měření souběžně na observatořích Agassiz a Princeton (reflektory mají průměr 1,5 a 0,9 m), když fotometry dosahují časového rozlišení 100 ns. Každý cíl sledují po dobu 48 s a během 150 nocí prohlédnout příslušné hvězdy po celé viditelné části oblohy. Jak jistě tušíte, ani oni nic nenašli.

Nepočítáme-li tedy s pokusy hledat umělé laserové signály v optickém oboru spektra, tak lze za největší naději pro budoucnost považovat úsilí o vybudování **antenní soustavy ATA** v Hat Creek v Kalifornii.

Zatím jsou tam v provozu 3 parabolické antény s průměrem mísy 6 m, ale jejich počet se v první etapě výstavby zvýší na 32 a výhledově až na 350. Díky výkonnějším počítačům se *mohutnost radiových přehlídek zdvojnásobuje každého 1,5 roku*, takže pokud je v naší Galaxii alespoň několik desítek tisíc technických civilizací, měli bychom mít úspěch v detekci jejich signálů už během několika desítek roků...

C. Rose a G. Wright však tvrdí, že podobně jako ztruskotanci na pustých ostrovech i mimozemšťané nás mohou nejlaciněji zpravit o své existenci pomocí kosmické obdobky **lahvové pošty**. Když předpokládáme, že veškeré naše encyklopedické informace mají rozsah rádu 1 EB, pak k jejich efektivnímu zápisu úplně stačí 1 g obvodů v pevné fázi, pokud na každý bit věnujeme plných 1000 atomů niklu, což je velmi slušná redundancy. Takový drobet lze obalit olovem a poslat v 10 t kosmickém korábu s radiomajákem rychlostí 300 km/s nazdarbů do Galaxie. Informace na takto chráněném čipu zůstane čitelná alespoň do vzdálenosti 10 tis. světelných let od Země. Tento způsob vysílání informace se nejlépe hodí pro rozsáhlá data, posílaná na mimořádně velkou vzdálenost. *Čím více je dat a čím dál se mají dostat, tím je energeticky výhodnější v porovnání s vysíláním pomocí elektromagnetických vln*. To nám předvedla již sonda Voyager 1, která nese na měděné desce asi 1 Gb informací, takže její start do vesmíru vyžadoval energii 60 kJ/bit. V porovnání s radarem na Arecibu je tedy tento způsob energeticky výhodnější pro vzdálenost nad 17 tis. světelných let (5 kpc). Pokud by však sonda nesla pouhé 3 disky DVD, tak už je doprava informace energeticky levnější pro vzdálenost nad 1 700 sv. let (500 pc). Kdybychom však dokázali zhustit informace do podoby nukleové kyseliny DNA, tak je takový přenos levnější už pro vnější hranici sluneční soustavy...

J. Hein upozornil na **spřízněnost lidské populace** jednoduchým výpočtem. Jestliže jednotlivé generace člověk za sebou následují v průměru po čtvrt století, tak každý člověk v populaci 5 mld. jedinců má s kterýmkoliv jiným žijícím člověkem společného předka nejpozději před 800 roky. Uvažujeme-li všechny lidi z období před 1600 lety, dají se naši tehdejší předchůdci rozdělit na dvě třídy: bud jsme jejich přímými potomky (20% tehdejší populace), anebo jejich potomci už vymřeli (80% tehdejší populace). To je přirozeně příliš zjednodušující model, protože mísení v lidské populaci není zcela náhodné; mezi geograficky vzdálenými předky bylo mísení velkou vzácností.

Přesto se dá říci, že s každým současným člověkem máme alespoň jednoho společného předka nejpozději před 2300 lety (76 generací) a všechny společné předky před 5000 roky (169 generací), čili všichni máme nakonec tytéž příbuzně; stačí se jen pořádně ohlédnout dozadu.

Ostatně podle nejnovějších výzkumů pochází celá **současná lidská populace** z Afriky, kde vznikla asi před 150 tis. lety. Před 50 tis. lety začali naši předkové odtamtud migrovat všemi směry a v západní Asii i v celé Evropě nejpozději před 35 tis. lety vytlačili neandrtálce, patrně též v souvislosti s globálním ochlazením. Je jistě pozoruhodné, že všichni tvorové rodu Homo vynikají mj. tím, že vydrží *běžet celé hodiny s poměrně malým výdajem energie*, čímž se významně odlišují od savců včetně primátů. Savci jsou sice často podstatně rychlejší na malé vzdálenosti, ale ochabnou už po pouhé čtvrt hodině. Možná bychom mohli testovat inteligenci mimozemšťanů dotazem, jak dlouho vydrží běžet v jednom zátahu...

8. Astronomické přístroje

8.1. Optická astronomie

Od časů průkopnických pozorování Galilea Galileiho uběhla už bezmála čtyři století, v jejichž průběhu vzrostl dle R. Racineho průměr primární optiky ze 16 mm na 9,8 m, tedy více než 600krát, ale souhrnná **plocha astronomické optiky** na celém světě dokonce 375 000krát. Ke zdvojnásobení průměru optiky dochází téměř stabilně vždy po půl století. Pouze v letech 1609 – 1700 se průměr optiky zdvojnásoboval již po čtvrtstoletí a v letech 1980-2000 dokonce za pouhých 20 roků. *Nové generace dalekohledů nastupují obvykle v epizodách po 35 letech* – v současné době jsou hlavními novinkami rotačně odlévaná primární zrcadla, segmentovaná zrcadla, spřažené dalekohledy (optické interferometry), adaptivní optika a robotické dalekohledy. Díky tomu bude možné během nejbližšího čtvrtstoletí postavit dalekohledy s průměrem zrcadel kolem 25 m a do konce století přesáhnou ekvivalentní průměry dalekohledů téměř určitě 100 m.

Jak uvádí J. Bailey, americká sonda k Marsu Orbiter 2009 bude mít na palubě 5 W laser pro komunikaci se Zemí a ten se dá využít jako vynikající pointační hvězda 2 – 6 mag pro adaptivní optiku pozemních dalekohledů, které pak na Marsu rozliší podrobnosti o průměru pouhých několika kilometrů.

E. Borra aj. dokonce uvažují o resuscitaci **rotujících kapalných zrcadel** tím, že by rotující viskozní kapalina byla povlečena reflektivním koloidálním filmem, což by umožnilo naklápt takové zrcadlo o desítky stupňů. Pokud by byla kapalina feromagnetická, dal by se tvar jejího povrchu snadno upravovat magnetickým polem. Taková zrcadla by byla mimořádně laciná a ve spojení s adaptivní optikou neobyčejně výkonná.

Pro **přehlídkové účely** se vyvíjejí soustavy až pěti širokoúhlých kamer s průměry objektivů 200 mm, světllostí f/1,8 a zorným polem bezmála $8^\circ \times 8^\circ$, vybavené čipy CCD o hraně 2048 pixelů. K zobrazení 50 tis. hvězd do 13 mag stačí jednosekundová expozice, takže se dá počítat s 50 mil. měření každou noc. Tím by se velmi zrychlilo hledání malých planetek, nových proměnných hvězd včetně supernov v cizích galaxiích, optických protějšků GRB i objevy exoplanet metodou fotometrických transitů před mateřskou hvězdou. Není ovšem jednoduché takový příval dat zaznamenat, nacházet v nich nejjednodušší ukazy co nejrychleji a následně vše archivovat.

V r. 2004 uplynulo pět let od zahájení provozu prvního osmimetru **VLT** v Chile. Klíčoví lidé, kteří se zasloužili o konstrukci a stavbu nejvýkonnějších pozemských dalekohledů, byli především dva generální ředitelé ESO, Holanďan L. Woltjer a Američan italského původu R. Giacconi. Vedoucím projektu s mimořádnými zásluhami o dodržení specifikace i termínů uváděných dalekohledů do chodu pak další Ital M. Tarenghi. Prvním šéfem Observatoře Cerro Paranal se pak stal třetí Ital R. Gilmozzi. Giacconi a Gilmozzi využili svých zkušeností s provozem HST a mají tak velkou zásluhu na tom, že *VLT dává v několika směrech lepší výsledky než HST*, protože vítězí svou podstatně větší sběrnou plochou zrcadel.

Jak uvedl A. Renzini, za prvních pět let bylo na základě pozorování VLT publikováno již 600 vědeckých prací a do chodu se uvádějí **přídavná zařízení II. generace**, např. spektrograf **VIMOS**, jenž umožňuje naráz pořídit 800 spekter; **NACO** – fotografická komora s adaptivní optikou, která umožnila zobrazit eliptické dráhy hvězd v okolí černé velešíny v jádře Galaxie, nebo **FORS-1** – první fotometrický polarimetr. V r. 2004 byly dále uvedeny do chodu spektrometr **VISIR** pro střední infračervené pásmo, adaptivní optika **SINFONI** pro spektrograf a zobrazovač v blízkém infračerveném pásmu a další adaptivní optika **MACAO** pro zobrazovač v optickém oboru spektra, jenž tak dosáhne úhlového rozlišení 0,07arcsec. V létě r. 2004 se **Finsko** stalo 11. členskou zemí ESO.

Také japonský teleskop **Subaru** s průměrem zrcadla 8,3 m, hmotností 23 t a tloušťce jen 0,2 m na Mauna Kea na Havajských ostrovech je již podle M. Iye aj. vybaven systémy adaptivní optiky **IRCS** a **CIAO** pro pozorování v optické a blízké infračervené oblasti spektra, což umožňuje v zorném poli o průměru 20arcsec dosáhnout úhlového rozlišení 0,065arcsec. Subaru má vybudována tři ohniska (primární f/1,8; Ritchey-Chrétien f/12,2 a Nasmyth f/12,6). Patrně nejvýkonnějším přístrojem u Subaru je kamera **Suprime-Cam**, složená z mozaiky 10 čipů CCD (4×2 kpix), která podle N. Kashikawy aj. dokáže zobrazovat objekty až B = 28,4 mag, popř. I = 27,4 mag atd. v pásmu 365 – 900 nm v zorném poli o průměru 6arcsec s rozlišením 0,1"/pix. Této kameře však konkuruje **MegaCam** u dalekohledu **CFHT** s průměrem zrcadla jen 3,6 m, ale zato s mozaikou 36 čipů CCD o celkové kapacitě 340 Mpix. Kamera s adaptivní optikou ostře zobrazuje pole o ploše téměř 1° čtvereční.

J. Lawrence aj. upozornili na mimořádně příznivé **astroklima na antarktické stanici Dome** v nadmořské výšce 3250 m na 75° j.š. Kvalita zobrazení (*seeing*) je tam po čtvrtinu možné pozorovací doby lepší než 0,15arcsec a medián činí pouze 0,27arcsec. To jsou zcela nevídání hodnoty i v porovnání s nejznámějšími observatořemi na Mauna Kea (0,50arcsec), La Palma (0,76arcsec) či Cerro Paranal (0,80arcsec). Kromě toho je díky chladnému a mimořádně suchému vzduchu na stanici nejlepší průzračnost, až o dva rády lepší než na havajských sopkách nebo v Chile v poušti Atacama. Jelikož na stanici nebývá příliš silný vítr ani nadměrný výskyt polárních září, je to velmi perspektivní místo zejména pro obří optické interferometry.

Jak ukázal A. Tokovinin, stačí vyřešit adaptaci vlnové fronty pro přízemních několik set metrů, kde vzniká největší část rozmytí bodových obrazů hvězd ve všech používaných vlnových délkách.

D. Smith aj. popsali současný stav vyhledávacích **robotických teleskopů ROTSE-III**, instalovaných na pěti stanicích (Texas, Mt. Haleakala, Siding Spring, Tubitak v Turecku a Namibie). Na každé stanici pracuje baterie 4 širokoúhlých zrcadlových komor na společné montáži. Zrcadla mají průměr 0,45 m (f/1,9) a zorné pole o průměru 1,85°. Aktivují se do 10 s po vyhlášení poplachu a během 60 s expozice dosahují 19 – 20 mag. Užívají se především pro rychlé vyhledávání optických protějšků či dosvitů GRB. Na Mauna Haleakala byl také instalován sériový robotický „**liverpoolský teleskop**“ s průměrem zrcadla 2 m z daru mecenáše Martina „Dill“ Faulkese ve výši 18 mil. dolarů, který mohou dálkově ovládat britští školáci, pokud jejich škola přispěje 340 dolary za půl hodiny pozorovacího času. Hlavní pozorovací náplň tvoří hledání planetek, supernov a optických protějšků záblesků gama. Podle I. Steelea byl další liverpoolský dvoumetr instalován na observatoři na ostrově La Palma, který od října 2004 pracuje ve zcela autonomním režimu.

8.2. Optické dalekohledy v kosmu

Počátkem r. 2004 se rozběhl naplno vědecký program poslední ze čtyř velkých observatoří NASA - Spitzerova kosmického teleskopu (SST). První zveřejněně snímky zobrazily galaxii M81 (UMa) v pásmu 3,6 – 8,0 μm, prachový disk kolem hvězdy Formalhaut (PsA) a anonymní galaxii, vzdálenou od nás 1 Gpc. Jelikož SST pracuje též ve střední a daleké infračervené oblasti, stal se mimořádně vhodným nástrojem pro výzkum nejvzdálenějších hlubin vesmíru, ale i pro studium vnitřku prachových mračen v naší Galaxii i v objektech Místní soustavy, zejména ve spojení se zbývajícími velkými observatořemi – HST a Chandra.

Počátkem roku též začala NASA s úvahami, jak dál naložit s HST, který je po havárii Columbie nedosažitelný pro údržbu či dokonce další vylepšení. Zatímco tehdejší generální ředitel NASA S. O'Keefe jakoukoliv novou misi k HST zavrhl jako příliš nebezpečnou, mnoho Američanů včetně prominentních astronomů a také senátorka B. Mikulski vyvinuli značné úsilí, aby toto rozhodnutí zvrátili. Paní senátorka docílila toho, že pro posouzení, zda a jak zachránit další provoz HST, byla jmenována komise, vedená admirálem H. Gehmanem, jenž předtím předsedal vyšetřovací komisi pro zkoumání příčin havárie Columbie.

Někteří odborníci dokonce navrhovali *robotickou misi* k HST na jaře 2007, která by byla údajně levnější a ovšem bezpečnější než let posádky v raketoplánu, jenže s robotickými opravami tak složitého zařízení na oběžné dráze nejsou téměř žádné zkušenosti a čas na vyzkoušení této techniky prostě chybí. Přesto Americká akademie věd sestavila komisi pro posouzení robotické opravy HST pod vedením L. Lanzerottiho, která měla vydat svůj verdikt do konce r. 2004. Komise zjistila, že robotická oprava by přišla přinejmenším na 1 mld. dolarů a výhlídky na její úspěch jsou stěží 50%, takže koncem roku 2004 tato možnost padla, ale komise podpořila pilotovanou misi raketoplánu nejenom kvůli údržbě, ale i kvůli dalšímu vylepšení HST. V závěru roku S. O'Keefe nakonec rezignoval na svou funkci v NASA, kterou vykonával jen 3 roky. Odborníci mu kromě postoje k údržbě HST vyčítali hlavně odklon od základního poslání NASA podporovat prvotřídní vědu a také nevhodnou personální politiku, když do vedoucích funkcí dosazoval arámdní důstojníky bez zkušeností s kosmickým výzkumem.

Mezitím naštěstí pracoval HST bez přerušení a hned počátkem roku 2004 dokončil pozorování ultrahlubokého pole (**HUDF**). Jeho celoroční provoz přišel americké poplatníky na 160 mil. dolarů; odstranění z oběžné dráhy by stálo asi 500 mil. dolarů. G. Meylan spočítal, že v posledních letech je každoročně publikováno v prestižních vědeckých časopisech na 500 prací, založených na pozorovacím materiálu z HST. V průměru je každá taková práce citována 45krát. Celkem již *HST posloužil pro sepsání více než 4 100 vědeckých prací*. Nejvíce citovanou prací vůbec je pozorování Hubblova hlubokého pole (**HDF**). Pokud jde o produktivitu jednotlivých koncových zařízení HST, suverénně vede širokoúhlá kamera *WFPC*, následovaná s velkými odstupem spektrografy *STIS, GHRS* a *NICMOS*. Spektrograf STIS však bohužel po 7 letech úspěšného provozu selhal v srpnu 2004 a bez zásahu člověka se nedá opravit.

8.3. Radiová astronomie

P. Ho aj. popsali novou anténní soustavu pro submilimetrovou astronomii **SAO-ASIAA**, kterou postavili Američané ve spolupráci s Čínany v sedle na Mauna Kea v nadmořské výšce 4080 m. Soustavu tvoří 8 radioteleskopů o průměrech parabol 6 m a přesnosti povrchu na 12 μm, které pracují v pásmu 180 – 900 GHz. Oproti dosavadním submilimetrovým aparaturám má 30krát lepší úhlové rozlišení. R. Ricci aj. uveřejnili první výsledky radiové přehlídky oblohy pomocí australské kompaktní sestavy radioteleskopů **ATCA**. Tvoří ji šest parabol s průměrem 22 m na observatoři v Narrabri a pracuje v několika mikrovlnných pásmech s frekvencemi nad 5 GHz, kde až dosud žádné přehlídky neexistovaly, protože kvůli malým zorným polím mikrovlnných radioteleskopů by trvaly příliš dlouho. Na frekvenci 18 GHz (vlnová délka 16 mm) zatím prohledá pět 1 200° čtverečních ve 12° pruhu mezi deklinacemi –59° a –71°. Objevili tak přes 220 radiových zdrojů většinou v hlavní rovině Galaxie, z nichž se asi polovinu podařilo ztotožnit opticky především s hvězdami a kvasary. Téměř čtvrtina zdrojů odpovídá známým radiogalaxiím, ale zbylou čtvrtinu se nepodařilo identifikovat vůbec.

S pozoruhodným projektem **LOFAR** za více než 50 mil. euro přišli holandskí radioastronomové. V severovýchodní části Nizozemí chtějí postupně instalovat 15 tisíc antén pro nízkofrekvenční radioastronomii v pásmu 10 – 250 MHz (1,2 – 30 m). V současné době je v centrálních 320 hektarech projektu rozmístěno 40 antén a dalších 20 antén pokrývá oblast o poloměru 10 km. Ve vnější části observatoře až do vzdálenosti 175 km od centra se zatím nachází dalších 30 antén, ale rozměry observatoře se mohou v budoucnu zvětšovat i do zahraničí. Díky důmyslnému softwaru lze antény sfázovat do určitého směru, anebo mohou pracovat jako všeobecné. Jak uvedli D. Salter aj. má být *úhlové rozlišení (1arcsec) i citlivost soustavy LOFAR možná až tisíckrát vyšší* v porovnání s dosavadními systémy. Aparatura má být v úplném provozu od r. 2007. Pokroky v elektronickém přenosu velkých objemů dat umožnily též podstatně zjednodušit funkci radiových interferometrů na dlouhých základnách **eVLBI**. Od r. 2004 jsou takto propojeny antény v portorickém Arecibu, britské Cambridži, holandském Westerborku a polské Toruni.

8.4. Astronomické umělé družice

20. dubna 2004 byla po mnoha odkladech vypuštěna družice **Gravity Probe B** o hmotnosti přes 3 t, jejíž koncepce byla navržena již r. 1959 a jejíž cenová visačka je vpravdě astronomická – 700 mil. dolarů. Jejím úkolem je ověřit dva efekty obecné teorie relativity (Lenseovo-Thirringovo strhávání souřadné soustavy o 0,04"/r a de Sitterova geodetickou precesi – 6,6arcsec/r) s přesností o řád lepší, než to dokázaly předešlé experimenty. Jádrem přístroje je přesně vybroušená kulička z taveného křemíku zvící pingpongového míčku a potažená niobem. Její poloměr se v žádném směru neodchyluje od ideální koule o více než 8 nm. Kulička rotuje rychlostí 10 tis. obrátek/min ve vakuu v dutině uvnitř družice chlazené na teplotu pouhých 1,8 K. Z toho důvodu je na palubě 24 hektolitrů (!) kapalného hélia. Družice byla vynesena na kruhovou polární dráhu o poloměru 640 km, na níž by měla měřit alespoň 18 měsíců. Poloha družice bude díky soustavě družic GPS známa s přesností na pouhých 10 mm. Družice je pointována na hvězdu IM Peg a přesnost úhlových měření pomocí speciálních magnetometrů dosahuje 0,1 obl. milivteřin.

Koncem listopadu 2004 odstartovala družice **Swift**, jejímž hlavním úkolem je rychlá lokalizace zábleskových zdrojů záření gama s cílem umožnit tak jejich následné rentgenové a optické sledování. Podle N. Gehrelse aj. a E. Fenimoreho aj. se družice v ceně 250 mil. dolarů o hmotnosti 1,5 t pohybuje po kruhové dráze ve výšce 600 km. Je vybavena velmi citlivým detektorem měkkého záření gama **GBT** (15 – 150 keV), který díky kódované masce dokáže během 15 s určit polohu GRB s přesností na 4arcmin. To pak umožní natočit daným směrem rentgenový teleskop **XRT** pro pásmo 0,2 – 10 keV se zorným polem 23arcmin, jenž hbitě během 1 min určí polohu rentgenového protějšku s přesností na 5". To zase stačí dalekohledu **UVOT** pro pásmo 170 – 650 nm se zorným polem 17arcmin, aby během 2 min. našel optický protějšek a určil jeho polohu na 0,3arcsec; tyto údaje se ihned přenáší na Zemi a posílájí internetem na cca 40 robotických teleskopů, které jsou připraveny k pozorování během několika desítek sekund a mohou tak poskytovat vodítko pro spektrografy velkých teleskopů s cílem určit červený posuv ve spektrech optických protějšků nebo dosvitů. Očekávaná životnost družice Swift se odhaduje na 8 roků a ročně je schopna najít polohy zhruba pro 100 GRB. Pro srovnání uvedeme, že předešlá družice **HETE-2** dokázala za 4 roky provozu spatřit přes 400 GRB, ale dobré polohy získává (pomaleji) jen pro 25 GRB ročně.

V dubnu 2004 ukončila ultrafialová družice **GALEX** první rok měření na oběžné dráze. Za tu dobu stihla vykonat přehlídku blízkých galaxií v ultrafialovém pásmu a zaznamenat desítky milionů zdrojů včetně galaxií, kvasarů a bílých trpaslíků. V červnu 2004 oslavila družice **FUSE** pro daleký ultrafialový obor spektra páté výročí činnosti na oběžné dráze. Za tu dobu získala na 29 tis. spekter 2 tis. astronomických objektů. Patrně nejvýznamnějším objevem této družice bylo odhalení existence haly horkého plynu kolem naší Galaxie a dále určení zastoupení deuteria v Galaxie 23.10^{-6} . Bohužel budoucnost ultrafialové astronomie je chmurná; po r. 2008 nebude na oběžné dráze ani jeden fungující přístroj, pokud se nepodaří umístit na HST spektrograf COS.

Koncem července 2004 skončila svou činnost submilimetrová družice **SWAS**, která byla vypuštěna v prosinci 1998 a pracovala jako spektrometr pasivně chlazený na 175 K v pásmu 487 – 557 GHz. Podle V. Tollse aj. odhalila během své životnosti na 200 astronomických objektů a přispěla tak k prohloubení našich znalostí o chemii interstelárního prostředí, neboť sledovala čáry a pásy O, C, H₂O a CO.

8.5. Kosmické sondy

V lednu 2004 na Marsu úspěšně přistála americká vozítka **Spirit** a **Opportunity**, která od té doby doslova chrlí pozoruhodné záběry na Zemi, neboť jejich plánovaná životnost čtvrt roku byla už mnohonásobně překročena. Panoramatické snímky Marsu na internetu měly dokonce po několik týdnů větší návštěvnost než pornografické stránky. V březnu 2004 odstartovala evropská kometární sonda **ROSETTA**, která pomocí trojnásobného využití gravitačního praku u Země v letech 2005, 2007 a 2009 a v r. 2007 také u Marsu dospěje v srpnu r. 2014 ke svému cíli – periodické kometě 67P Čurjumov-Gerasimenko. Tam se usadí na oběžné dráze kolem jádra komety a vyšle na jádro přistávací modul **Phila**.

Počátkem července 2004 dospěla k Saturnu po sedmiletém letu velká kosmická sonda **Cassini** o hmotnosti 5,6 t v ceně 3,3 mld. dolarů – společný projekt NASA, ESA a italské kosmické agentury. Na své palubě nesla také evropský sestupný modul **Huygens**, jenž počátkem r. 2005 měkce přistál na Saturnově družici Titanu. Plánovaná životnost Cassini na oběžné dráze u Saturnu jsou 4 roky, tj. 74 oběžných kolem planety.

Na začátku srpna 2004 odstartovala pomocí rakety Delta americká kosmická sonda **MESSENGER** v hodnotě bezmála 430 mil. dolarů, která směruje k Merkuru pomocí tří prakových manévrů (u Země v srpnu 2005; u Venuše v říjnu 2006 a v červnu 2007). Kolem Merkuru bude prolétat v lednu a říjnu 2008 a v září 2009, aby se konečně v březnu 2011 u něho usadila na oběžné dráze. Americká sonda **Genesis** v hodnotě 264 mil. dolarů sbírala po 29 měsíců až do dubna 2004 vzorky (celkem 0,4 mg) slunečního větru v Lagrangeově bodě L1. Počátkem září 2004 vstoupila schránka o hmotnosti 205 kg rychlostí 10,7 km/s do zemské atmosféry a měla být nad Utahem zachycena vrtulníkem. Při průletu zemskou atmosférou se jí však vinou obráceně namontovaných spínaců neotevřel padák, takže kolem kaskadérů ve vrtulnících, kteří ji měli zachytit ve vzdachu, prosvítěla vysokou rychlosť a zaryla se do země rychlosť 85 m/s. V polovině listopadu 2004 se usadila u Měsíce evropská sonda **SMART-1**, která využila pro třináctiměsíční let k Měsíci iontový motor. Týž motor lze využít i pro lety automatických sond k Marsu nebo k Merkuru.

Známý americký odborník J. van Allen rozvířil znova debatu o tom, mají-li se podporovat **pilotované kosmické lety**. Tvrdí, že přínos těchto letů pro vědu i praktické aplikace není dostatečný, že pro výzkum kosmu jsou daleko nejvhodnější bezpilotní prostředky, jak ukazuje výčet jejich ohromujících výsledků v posledních cca 40 letech. Jeho názory podpořili také D. Kennedy a B. Hanson, kteří žádají, aby vědci v tomto směru jasně vyslovili svůj názor na přednosti robotických projektů v kosmonautice. Naproti tomu astronaut a geolog H. Schmitt tvrdí, že nic nenahradí lidský mozek, který má kapacitu jako programovatelný superpočítač a spíše než robot tak objeví nečekané jevy.

V NASA počítají na základě **kosmické iniciativy** presidenta G. Bushe s pilotovanými lety na Měsíc a na Mars, což dle střízlivého odhadu bude znamenat do r. 2020 vydání asi 127 mld. dolarů jen pro let na Měsíc. Přitom roční rozpočet NASA se pohybuje kolem 15,5 – 16,5 mld. dolarů, takže zmíněná koncentrace na pilotované lety silně podvazuje finance i kapacity pro rozvoj bezpilotní kosmonautiky, na kterou naopak sází – zatím stále úspěšněji – především evropská agentura ESA. Jako na zavolanou tak přichází studie B. Laubschera a B. Edwardse o možnostech **kosmického výtahu**, který by dokázal vytáhnout družice na oběžnou dráhu a případně stáhnout nefunkční družice k opravám na Zemi, což by velmi podstatně zlevnilo náklady na starty a přistávání družic.

8.6. Netradiční přístrojové metody

V prosinci 2003 byla v Namibii na vysočině Khomas dokončena stavba soustavy 4 teleskopů **HESS** pro sledování fotonů záření gama s energiemi 100 GeV – 10 TeV pomocí spršek Čerenkovova záření, vznikajících při jejich interakci se zemskou atmosférou. Každý teleskop tvořený skládanými zrcadly o výsledném průměru 13 m má sběrnou plochu 107 m² a zorné pole o průměru 5°. V jeho ohnisku se nalézá 960 fotonásobičů. Teleskopy jsou umístěny ve vrcholech čtverce o straně 120 m, a mohou zaměřit polohy zdrojů záření gama s přesností několika obl. minut.

Smithsonova astronomická observatoř přesouvá kvůli protestům tamějších Indiánů z Mt. Hopkinse na Kitt Peak v Arizoně čtvereční dalekohledů **VERITAS** o průměru složených zrcadel 12 m, která budou sloužit k detekci Čerenkovova záření, vznikajícího v zemské atmosféře při průletu fotonů záření gama o energiích 50 GeV – 50 TeV. Aparatura v hodnotě přes 13 mil. dolarů bude mít podstatně lepší parametry než všechna dosavadní zařízení, pracující v této exotické oblasti energetického spektra fotonů.

8.7. Astronomické přehlídky, katalogy a astrometrie

M. Kilic aj. studovali **vlastní pohyby hvězd** porovnáním snímků HDF HST a snímků projektu GOODS po 7 letech. Zjistili, že dva slabé modré objekty mají vlastní pohyb až 0,015arcsec/rok, takže jde o bílé trpaslíky v galaktickém disku ve vzdálenostech zhruba 0,5 kpc od nás. Naproti tomu ostatní slabé modré objekty, objevené HST, vlastní pohyb nevykazují, takže jde o aktivní jádra galaxií ve vzdáleném vesmíru, a nikoliv o bílé trpaslíky v halu Galaxie, jak se domnívali původní objevitelé.

B. Mobasher a N. Scoville popsalí přehlídku **COSMOS**, uskutečňovanou pomocí kamery ACS HST ve filtru 814 nm na ploše 2° čtverečních s mezní hvězdnou velikostí 26,5 mag. Přehlídka má za cíl zobrazit 2 mil. objektů s červenými posuvy z rozmezí 0,5 – 3,0 a takto najít vývojové efekty v morfologii galaxií. H. Jones aj. a W. Saunders aj. uvedli první výsledky australské přehlídky **6dF**, která zabírá osmkrát větší plochu (přes 17 tis. čtv. stupňů), než již hotová přehlídka 2dF, a dvakrát větší plochu než přehlídka SDSS. V rámci přehlídky budou do r. 2005 změny červené posuvy 150 tis. galaxií a pro 10% z nich budou stanoveny i jejich hmotnosti.

Jak uvádí P. Padovani aj., pozorování v rámci první čtvrtiny přehlídky **SDSS** zabírají celou tisícovku disků DVD. Pouhé zkopírování tohoto množství dat zabere při rychlosti 1 MB/s plné dva měsíce. Velmi brzo budou astronomické údaje přibývat temppem 1 TB/noc a tak vzniká složitý problém, jak s těmi daty zacházet, aby se vůbec dala zpracovat v rozumném čase. V americkém Ústavu pro kosmický teleskop probíhá digitalizace proslulého fotografického **Palomarského atlasu II**. Celkem se jedná o snímky bezmála 900 polí o průměru 6,5° na sever od -30° deklinace ve filtroch centrovanychých na 480, 650 a 850 nm. Mezní hvězdná velikost snímků se pohybuje mezi 20 – 21 mag a celkový rozsah souboru dat dosáhne 3 TB. C. Barbieri aj. zahájili v r. 2002 **digitalizaci astronomických snímků**, pořízených na vatikánské a italských observatořích. Jde o jedinečný soubor 66 tis. fotografií a 27 tis. spekter z let 1894 – 1998.

Za poslední dvě tisíciletí vzrostla úhlová přesnost astronomických měření z 10° v Ptolemaiově katalogu na 0,001arcsec v katalogu **HIPPARCOS**. B. Schaefer usoudil na základě souřadnic ve starobylém Farneseově atlasu, že *Ptolemaiův katalog vznikl v poslední čtvrtině 2. stol. př. n. l.* Katalog vzdáleností hvězd, měřených družicí HIPPARCOS, ovšem přišel na 300 mil. dolarů, a o takové částce se jistě Ptolemaiovi ani nesnilo.

9. Astronomie a společnost

9.1. Úmrť a výročí

V roce 2004 zemřeli významní světoví astronomové:

V. Bronšten (*1918; meteory, Astr. věstník), **T. Gold** (*1920; stacionární vesmír; pulsary), **J. Matteiová** (*1943; AAVSO), **J. Oke** (*1928; Palomar, hvězdy a galaxie, spektrografy), **V. Moroz** (*1931; planety, kosmonautika), **W. Strohmeier** (*1913; proměnné hvězdy, Bamberg), **J. Westphal** (*1930; kamery CCD) a **F. Whipple** (*1906; komety).

Naše řady opustili: **F. Kozelský** (*1913; přístroje, čestný člen ČAS), **L. Valach** (*1933; SÚH, Kozmos) a **J. Zajíc** (*1910; hvězdárna Vlašim).

9.2. Ceny a vyznamenání

Významná uznání ve světě získali tito badatelé: **J. Adouze** (UNESCO: Kalinga), **T. Berners-Lee** (Millenium Technology; www), **S. Brin & L. Page** (Marconi; Google) **G. Ellis** (Templeton), **R. Giacconi** (Astronomische Gessellschaft: Schwarzschildova medaile), **A. Guth & A. Linde** (Gruber), **M. Longair** (členství v Roy. Soc.), **A. McDonald** (Herzberg), **J. Ostriker** (Zlatá medaile RAS), **M. Rees** (Russell, Faraday) a **A. Rükl** (Astronomische Gessellschaft: B. Bürgel) a dále u nás **Z. Ceplecha** (Nušlova cena ČAS), **L. Kohoutek** (Česká hlava, Patria), **P. Pravec** (prémie O. Wichterle), **A. Rükl** (Littera Astronomica a čestný člen ČAS) a **Jana Tichá** (Kvízova cena ČAS).

Již počtrnácté se na Harvardově univerzitě udělovaly koncem září 2004 čím dál tím populárnější **ceny Ignáce Nobela** (viz: www.improb.com/ig/) za „výzkumy, kterým se nejprve usmíváme, ale pak se nad nimi můžeme i zamyslet“. Cenu za fyziku obdržel autor práce o dynamice tance hula-hop (co musíte dělat, aby vám obruč kolem pasu nespadla na zem), kdežto cenu za biologii získala práce o úloze nadýmání při komunikaci slaněčků. Cenu za medicínu obdrželi dva autoři, kteří studovali vliv country music na sebevražednost a cenu za mír obdržel vynálezce karaoke. Cenu za literaturu dostal spisovatel, který dokázal vyjádřit podstatu dědičnosti pouhými sedmi slovy: „*Dědičnost znamená: neobviňujte sebe, ale své rodiče.*“

9.3. Astronomické konference, časopisy, instituce a společnosti

Česká astronomická společnost (ČAS) uspořádala na přelomu března a dubna 2004 v Litomyšli mezinárodní **konferenci o dvojhvězdách** k nedožitým 90. narozeninám prof. Zdeňka Kopala. Odborné části se účastnila řada významných světových odborníků ve výzkumu dvojhvězd včetně několika Kopalových žáků. O díle prof. Kopala proběhl též souhrnný seminář pro širší veřejnost a v závěru týdne byla na místě Kopalova rodného domu odhalena plastika M. Karla a F. Diaze „*Těsná dvojhvězda*“. Při té příležitosti

proběhl v Litomyšli též **16. sjezd ČAS**, na němž byla novou předsedkyní ČAS zvolena Dr. Eva Marková, ředitelka Hvězdárny v Úpici. V září 2004 se konala v Praze první společná konference **ČAS a německé Astronomische Gesselschaft** pod názvem „Od kosmologických struktur k Mléčné dráze“ za účasti asi 200 odborníků z 10 států.

Neuvěřitelným rozhodnutím bratislavského magistrátu byl v březnu 2004 zrušen bez náhrady **Astronomický úsek PKO**, zřízený v r. 1958, který téměř po půlstoletí suploval díky svým nadšeným zaměstnancům a spolupracovníkům v Bratislavě dodnes neexistující lidovou hvězdárnu a planetárium. Bratislava se tak stala nezáviděnou raritou mezi evropskými hlavními městy.

V Evropě jsme na podzim 2004 slavili půlstoletí Evropského centra pro výzkum částic, známého pod francouzskou zkratkou **CERN**. Laboratoř CERN založilo 12 evropských států na základě mezivládní dohody. Dodnes se tento počet rozšířil na 20, včetně Česka a Slovenska. CERN se stal významným modelem pro plodnou mezinárodní spolupráci a v nejbližší budoucnosti se díky novému urychlovači LHC stane nejvýznamnějším světovým pracovištěm pro studium částicové struktury hmoty s velmi úzkou návazností na astrofyzikální problémy, zejména pokud jde o první minuty po velkém třesku.

V Batavii ve státě Illinois bylo při známé laboratoři Fermilab zřízeno nové **Centrum pro částicovou astrofyziku**, jehož prvním ředitelem se stal E. Kolb. Centrum se mj. věnuje projektům SDSS a Pierre Auger Observatory. **Smithsonovo centrum pro astrofyziku** na Harvardově univerzitě má po dvacetiletém působení I. Shapira nového šéfa, jímž se stal C. Alcock. Roční rozpočet tohoto prestižního ústavu činí 110 mil. dolarů ročně, což jsou přibližně 3/5 rozpočtu celé Akademie věd ČR...

G. Eichhorn připomněl, že r. 1992 začala NASA ve spolupráci se Smithsonovou observatoří shromažďovat bibliografické údaje o vědeckých astronomických publikacích v systému **Astrophysics Data System**. Její čím dál rozsáhlejší databáze je veřejně přístupná na adresu: ads.harvard.edu. V r. 2004 bylo v databázi 30 mil. bibliografických položek, z toho 340 tis. s celým textem a ve více než 2 mil. případů lze stáhnout alespoň abstrakt. Databázi navštíví každý měsíc na 100 tis. uživatelů z celého světa. Známý americký časopis **The Astronomical Journal** má od počátku r. 2005 nového šéfredaktora Johna Gallaghera III, jenž vystřídal Paula Hodgeho. Cirkuláře Mezinárodní astronomické unie (IAUC) přestaly být volně dostupné na internetu, protože příjmy za předplatné klesly za posledních pět let o čtvrtinu. Místo toho se zavádí zaheslovaný internetový vstup pro ty instituce, které si předplácejí tištěnou verzi cirkulářů.

Americký vědecký týdeník Science uveřejnil seznam deseti **nejprestižnějších univerzit na světě** v tomto pořadí: Harvardova u., Stanfordova u., Caltech, Kalifornská u. Berkeley, Cambridžská u. (UK), MIT, Princeton u., Yale u., Oxford (UK) a Kolumbijská u. V seznamu špičkových 50 univerzit na světě je 35 z USA a 10 z Evropy. Naprosto neuvěřitelné tempo rozvoje vědeckého výzkumu však nasadila **Čína**, když počet původních publikací zvýšila za posledních 22 roků dvacetkrát. Také země **Latinské Ameriky** se začínají ve vědě prosazovat, když za posledních 13 let stoupala jejich souhrnná vědecká produkce třikrát, a to zejména v Mexiku, Brazílii, Argentině a Chile. Naproti tomu země býv. východního bloku v Evropě v této soutěži ztrácejí – od r. 1989 se zde vědecká produkce snížila o pětinu!

9.4. Letem (nejen) astronomickým světem

R. Bishop a D. Lane zkoumali **schopnosti lidského oka** při tzv. skotoskopickém vidění, typickém pro astronomická pozorování. Čtyři pozorovatelé ve věku 38 – 62 let pozorovali při periferním vidění pomocí 0,6 m reflektoru v ideálních podmínkách na vrcholu sopky Mauna Kea jednak slabé hvězdy a dále spirální mlhoviny a siluetu temné skvrny v jasné emisní mlhovině. Ukázalo se, že lidské oko má byť omezenou integrační schopnost zejména pro bodové svítící zdroje, protože dokáže integrovat fotony po dobu 0,9 s. Pro temnou siluetu činí integrační čas 0,6 s a pro plošný zdroj 0,3 s. V těchto krátkých integračních časech *lidské oko předčí i moderní matici CCD*!

D. Anderson upozornil na fantastické možnosti **sdíleného počítání** prostřednictvím osobních počítačů v soukromých rukou. Průkopníkem v tomto směru se stal astronomický projekt SETI@Home, kdy více než milion osobních počítačů hledalo pomocí softwaru, vytvořeného na Univerzitě v Berkeley, příznaky umělých signálů v obsáhlých datech z radioteleskopu v Arecibu. Jelikož na světě bude kolem r. 2015 v provozu asi miliarda osobních počítačů, skýtá to velkolepé možnosti pro zvýšení výpočetního výkonu na úroveň 100 Tflop (dosud nejvýkonnější superpočítače dosahují výkonu 35 Tflop, ale za jejich použití se platí velké peníze). Lze tak například hledat obrovská prvočísla nebo nové kombinace pro léky, či simulovat vývoj počasí atd.

R. Pallavicini a S. Randich sestavili seznam dosud *nerozrešených hlavních otázek hvězdne astronomie*:

1. Zastoupení lehkých prvků ve vesmíru
2. Nalezení hvězd populace III
3. Zastoupení hvězdných populací v Galaxii
4. Spektra hvězd v Místní soustavě galaxií
5. Zastoupení Li a Be a jejich mísení uvnitř hvězd
6. Spektra hvězd nejmenších hmotností a hnědých trpaslíků
7. Hvězdné oscilace; asteroseismologie
8. Magnetická aktivita hvězd a Dopplerovo zobrazování jejich povrchu

10. Závěr

Ostřílení astronomové jsou přirozeně zvyklí na to, že navzdory neuvěřitelným úspěchům přírodních věd obecně a astronomie zvlášt vydávají mnozí jinak cihodní spoluobčané nemalé částky za konzultace s astrologiemi o svém (ale i cizím) osudu. Přesto však by mne nikdy nenapadlo, že 5% dospělých Američanů věří podle současných průzkumů tomu, že Spojené státy nikdy nevyslali své astronauty na Měsíc, tj. že celý projekt Apollo byl kolosální podvod, nafilmovaný v Hollywoodu. Podle sociologů je to však úda-

jně normální v každé lidské pospolitosti. Vymyslete si jakoukoliv pitomost, vhodně ji mediálně nafoukněte – a 5% populace vám uvěří a bude se do krve hádat s ostatními, že máte pravdu.

V závěru bych proto rád ocitoval **rady pro vědecké pracovníky**, které ve vánočním čísle v r. 2004 uveřejnil prestižní britský vědecký týdeník Nature:

1. Nezapomeň chodit studovat do knihoven. Google to nenahradí.
2. Komunikuj s novináři, přednášej pro veřejnost, ale bez prezentací v Power Pointu.
3. Bojuj proti pověrám a předsudkům laické veřejnosti.
4. Posílej do Nature práce, které mohou zajímat i odborníky z jiných specializací. Čti pořádně korektury.
5. Nedělej ze svých doktorandů otroky na sběr a zpracování dat. Dávej přednost jejich kariéře před svou vlastní.

A úplně nakonec ještě výstižný citát spisovatele a dramatika Henrika Ibsena (1828 – 1906), který se jistě hodí i na fakta, obsažená v právě končících astronomických žnících: „*Normální pravdy žijí zpravidla sedmnáct, osmnáct, maximálně dvacet let; jenom zřídka déle.*“

Obsah

**Kozmos
2/2006**

Úvodem.....	2
1. Sluneční soustava.....	2
1.1 Planety sluneční soustavy	2
1.1.1. Merkur a Venuše.....	2
1.1.2. Země – Měsíc	3
1.1.2.1. Nitro, povrch a atmosféra Země	3
1.1.2.2. Meteority.....	4
1.1.2.3. Kosmické katastrofy na Zemi	6
1.1.2.4. Měsíc.....	7
1.1.3. Mars	8

**Kozmos
3/2006**

1.1.3. Mars (<i>pokr.</i>)	8
1.1.4 Jupiter	9
1.1.5. Saturn	10
1.1.6. Nejvzdálenější planety	10
1.2 Meziplanetární látka	11
1.2.1. Planetky	11
1.2.2. Komety	14
1.2.3. Meteorické roje a bolidy	15
1.3. Planetární soustava kdysi a dnes	15
1.4. Slunce	16

**Kozmos
4/2006**

1.4. Slunce (<i>pokr.</i>)	16
2. Hvězdný vesmír	17
2.1. Extrasolární planety	17
2.2. Hnědí trpaslíci	19
2.3. Prahvězdy	19
2.4. Osamělé hvězdy	20
2.5. Těsné dvojhvězdy	21
2.6. Proměnné hvězdy	22
2.6.1. Novy a kataklyzmické proměnné	22
2.6.2. Fyzické proměnné	23
2.7. Planetární mlhoviny a bílí trpaslíci	24

**Kozmos
6/2006**

3. Neutronové hvězdy a hvězdné černé díry	25
3.1. Supernovy a jejich pozůstatky	25
3.2. Radiové pulsary	27
3.3. Rentgenové dvojhvězdy a proměnné	28
3.4. Zábleskové (GRB) i trvalé zdroje záření gama	29
4. Mezihvězdná látka	30
5. Galaxie	30
5.1. Hvězdokupy	30
5.2. Naše Galaxie	31
5.3. Místní soustava galaxií	32
5.4. Cizí galaxie	32
5.5. Kvasary a aktivní jádra galaxií	33
5.6. Gravitační čočky	34
5.7. Gravitační mikročočky	34
6. Kosmologie a fyzika	35
6.1. Obecné úvahy o stavbě i vývoji vesmíru	35
6.2. Problém skryté hmoty	36
6.3. Základní kosmologické parametry	36

**Kozmos
1/2007**

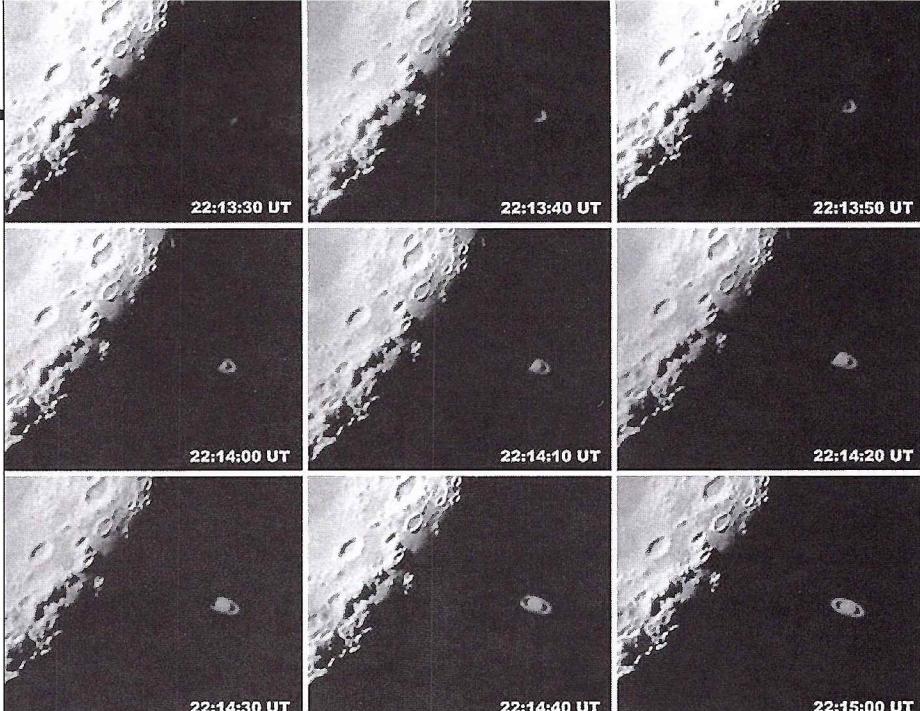
6.3. Základní kosmologické parametry (<i>pokr.</i>)	36
6.4. Reliktní záření	37
6.5. Kosmické záření	37
6.6. Jaderná a čisticová fyzika	38
6.7. Relativistická astrofyzika	39
6.8. Experimentální a teoretická fyzika	39
7. Život ve vesmíru	41
8. Astronomické přístroje	42
8.1. Optická astronomie	42
8.2. Optické dalekohledy v kosmu	43
8.3. Radiová astronomie	43
8.4. Astronomické umělé družice	43
8.5. Kosmické sondy	44
8.6. Netradiční přístrojové metody	44
8.7. Astronomické přehlídky, katalogy a astrometrie	45
9. Astronomie a společnost	45
9.1. Úmrtí a výročí	45
9.2. Ceny a vyznamenání	45
9.3. Astronomické konference, časopisy, instituce a společnosti	45
9.4. Letem (nejen) astronomickým světem	46
10. Závěr	46

Zákryty planét Mesiacom

Úkaz, pri ktorom pre pozorovateľa na Zemi bližšie a zdanlivo väčšie teleso zakryje iné menšie a vzdialenejšie, nazývame zákryt. Ak je vzdialenejšie teleso na oblohe väčšie ako teleso bližšie, úkaz nazývame prechod. Pri počutí slova zákryt si obvykle predstavíme zákryty hviezd Mesiacom. Mesiac ale, hoci menej často, zakrýva aj planéty. Iné typy zákrytov sú napr. zákryty hviezd planétkami, vzájomné zákryty mesiacov Jupitera, zákryty hviezd planétami a veľmi výnimočne vzájomné zákryty alebo prechody planét. Známe sú aj zákrytové premenné hviezdy, kde pozorujeme vzájomné zákryty hviezd v dvojitéch či viačnosobných hviezdnych systémoch.

O zákrytoch

Vo všeobecnosti má (alebo aspoň dodnes) pozorovanie zákrytov veľký význam. Pozorovaním zákrytov hviezd Mesiacom je možné spresňovať pohyb Mesiaca a sledovať zmeny v rotácii Zeme. Úkazmi Galileiho mesiacov Jupitera je možné sledovať poruchy v ich obehu. Zákryty hviezd planétkami poskytujú jedinečnú príležitosť (okrem nákladného priameho výskumu kozmickými sondami) určovať veľkosť a tvar týchto veľmi málo preskúmaných telies. Pomocou zákrytu hviezdy Uránom boli v roku 1977 objavené prstence planéty. Pozorovanie zákrytových premenných hviezd prináša jedinečnú informáciu o rozmeroch, fyzikál-



Časový priebeh zákrytu Saturna Mesiacom dňa 3. novembra 2001.

Foto: P. Rapavý

nych vlastnostiach a hmotnostiach jednotlivých zložiek. Pozorovanie zákrytov je teda veľmi užitočné, ale práve pozorovanie zákrytov planét Mesiacom, o ktorom budeme písat, neprináša z odborného pohľadu žiadny význam. Dané je to najmä tým, že pri bežných zákrytoch nastávajú presne definované zmeny jasnosti prakticky bodovalých zdrojov svetla, meraním ktorých je možné veľmi presne stanoviť čas a časové údaje potom uplatniť pri výpočte požadovaných pozičných hodnôt. Planéty však majú na oblohe nezanedbateľný uhlový rozmer, a tak ich zákryt nastáva postupne. Časy prvého a posledného dotyku planéty a okraja Mesiaca nazývame kontakty. Počas vstupu za okraj Mesiaca nastáva 1. a 2. kontakt, neskôr, keď sa planéta dostáva spoza okraja Mesiaca, teda nastáva jej výstup, označujeme jej kontakty ako 3. a 4. Časy kontaktov nemožno presne určiť, lebo obraz planéty ani vo veľkých dalekohľadoch nie je dostatočne kvalitný na to,

aby bolo možné s požadovanou presnosťou určiť čas, kedy z planéty Mesiac začne alebo prestane „odkrajavať“. Odhad časov kontaktov je tak oveľa horší ako presnosť predpovede. Takéto merania by nepriniesli nové poznatky v pohybe Mesiaca či planét. Pozorovanie zákrytov planét Mesiacom sa však teší mimoriadnemu záujmu astronómov pre výnimočný pozorovateľský zážitok, ktorý je ešte umocnený zriedkovosťou tohto úkazu.

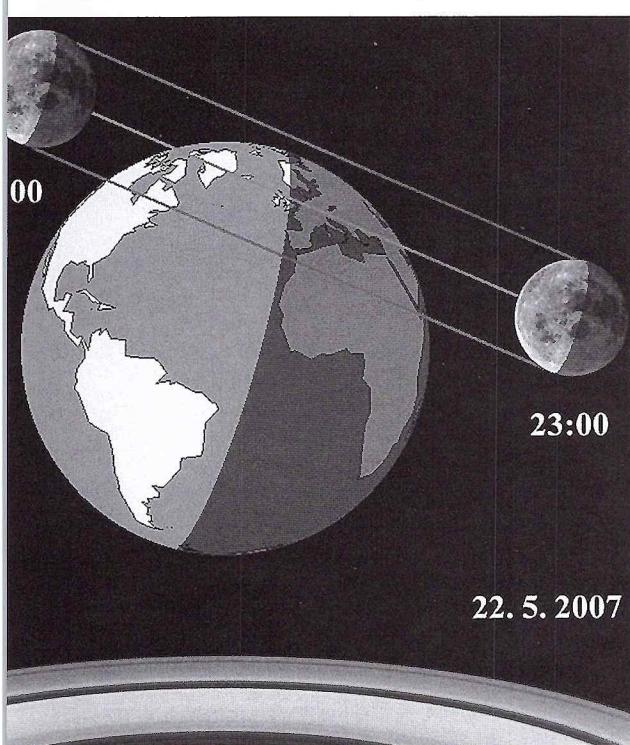
Zákryty planét Mesiacom nepatria k často sa vyskytujúcim javom, a preto sa rok 2007 javí v tomto smere ako výnimočný. Nastanú až štyri zákryty, a navyše všetky budú mať dobré podmienky na pozorovanie. Prvý z nich bude zákryt Saturna 2. marca v období asi od 3:37 do 4:16

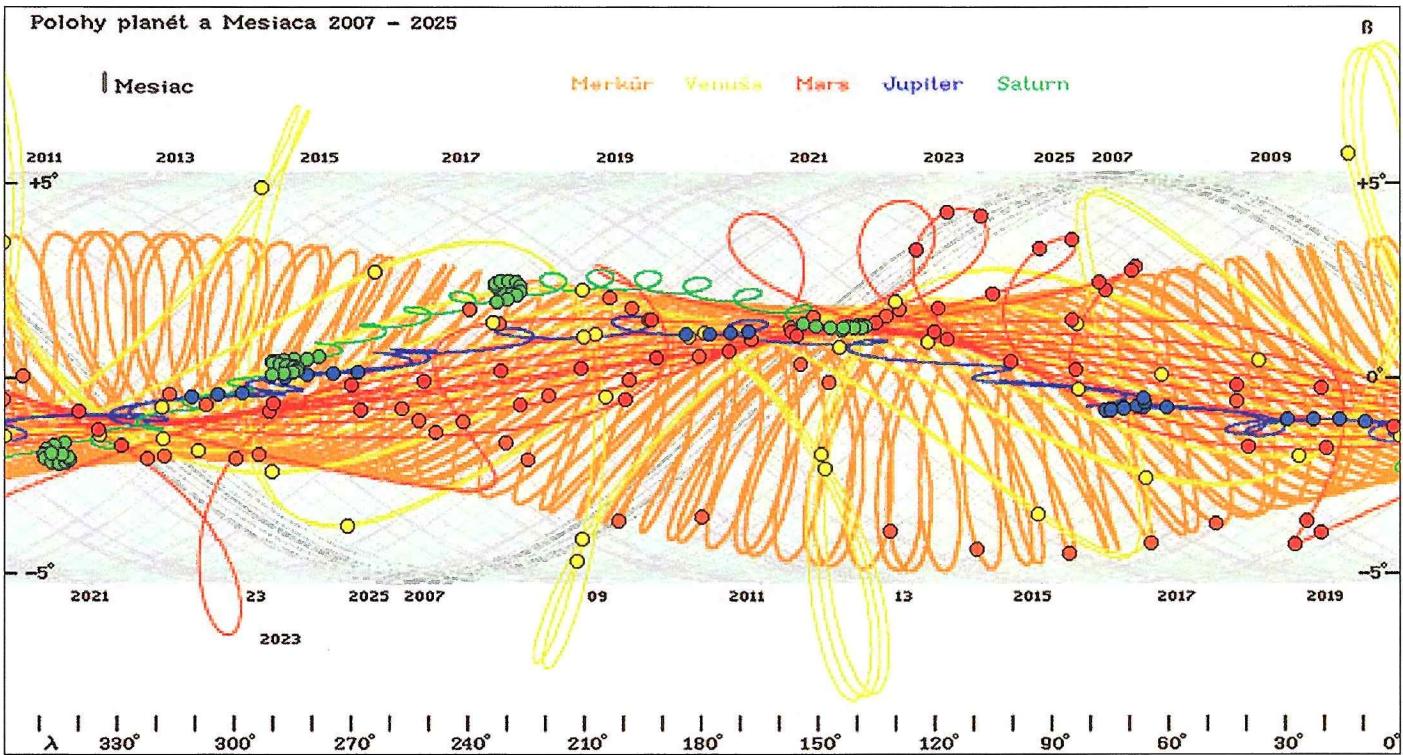
Pohľad na Zem zo Saturna v čase zákrytu tejto planéty Mesiacom.

SEČ. Nasledovať bude zákryt Saturna 22. mája (20:30 – 21:34), potom Venuše 18. júna (15:33 – 16:54) a úspešný rok zakončí „vianočný“ zákryt Marsu 24. decembra od 4:50 do 5:16 SEČ. Zákryty s výnimkou úkazu Venuše nastanú počas noci. Venuša bude v čase zákrytu dostatočne vzdialená od Slnka na to, aby jej zákryt bol pozorovateľný aj počas dňa.

Ako prebiehajú zákryty planét?

Samotný priebeh zákrytov v prevažnej miere udáva Mesiac, lebo jeho pohyb na oblohe je dominantný. V dôsledku obehu okolo Zeme prejde na oblohe v smere zo západu na východ priemerne asi 13° za jeden deň. O svoj uhlový rozmer (0.5°) sa tak oproti hviezdnomu pozadiu posunie asi za 55 minút. Teda, ak hvieza alebo planéta počas zákrytu prejde stredom kotúča Mesiaca, nebude približne hodinu pozorovateľná. Ak zakrývaný objekt prechádza okrajom Mesiaca, úkaz trvá kratšie. Skutočná dĺžka úkazu záleží od momentálnej vzdialenosťi Mesiaca od perigea, lebo tento údaj významne ovplyvňuje zdanlivú veľkosť Mesiaca a aj jeho denný pohyb. Svoju úlohu zohráva aj neustále sa meniaci rozmer a paralaktický posun Mesiaca, vyplývajúci zo zmeny polohy pozorovateľa v dôsledku rotácie Zeme. Vlastný časový priebeh vstupu alebo výstupu planéty je daný momentálou uhlovou veľkosťou danej planéty. Najväčší uhlový rozmer spomedzi planét dosahuje Venuša v období dolnej konjunkcie so Slnkom o hodnote $64''$, čo predstavuje asi $1/30$ zdanlivého rozmeru Mesiaca. Potom nasleduje Jupiter, Mars, Saturn a najmenší je Merkúr. Pre vonkajšie planéty je ideálny stav okolo ich opozície, keď sú k Zemi najbližšie. Pri centrálnom prechode môže vstup aj výstup trvať aj vyše minúty a pri prechode poza okrajové časti disku Mesiaca ešte dlhšie. Úmerne vzrástajúcej vzdialnosti od Zeme sa zmenšuje uhlový rozmer planét a tým sa aj skracuje doba ich vstupu, či výstupu. Vnútorné planéty je najlepšie pozorovať v najväčšej elongácii od Slnka. Najhoršie podmienky na pozorovanie zákrytov má Merkúr. Pre svoju malú vzdialenosť od Slnka je väčšinu obdobia nepozorovateľný, a tak je nepozorovateľná aj väč-





Polohy planét a Mesiaca v okolí ekliptiky v rokoch 2007 až 2025.

šína jeho zákrytov. Samozrejme, vyskytujú sa aj zákryty ostatných planét no tieto úkazy neprinášajú ani estetický zážitok. Aj vo veľkých dalekohľadoch sa javia slabšie, ako ostatné planéty. Nastávajú aj zákryty „bývalej planéty“ Pluto, no tie sú prakticky nepozorovateľné.

Zákryty jednotlivých planét majú určité zvláštnosti. Merkúr a Venušu väčšinou pozorujeme vo fáze, a preto vidíme len priebeh zákrytu osvetlenej časti planéty. Pri Jupiteri pozorujeme vždy jeho štyri najjasnejšie mesiace, a tak dochádza aj k ich zákrytom. Tieto vnímame ako bodové zdroje, ich zákryty nastávajú okamžite, a preto meranie časov nie je celkom bezvýznamné. Hádam najpôsobivejšie sú zákryty Saturna s jeho prstencami.

Dôležitým faktorom je fáza Mesiaca. V období okolo novu nie je možné pozorovať, lebo úkazy nastávajú na dennej oblohe, a navyše veľmi blízko pri Slnku. V okolí splnov zase

vstupy aj výstupy nastávajú pri osvetlenom okraji Mesiaca, čo pozorovanie významne zhoršuje. Najlepšie pozorovateľné sú zákryty, ktoré nastanú okolo 1. štvrti. Vtedy dobre pozorujeme vstupy a úkazy nastávajú večer. V období okolo poslednej štvrti pozorujeme dobre výstupy, no úkazy nastávajú v menej príjemných ranných hodinách.

Zákryty planét Mesiacom môžeme väčšinou pozorovať aj volným okom, no neprináša to očakávaný pozorovateľský zážitok. Aj jasné planéty sa v blízkosti Mesiaca, najmä ak je vo väčšej fáze, javia veľmi nevýrazné. Spôsobuje to v ovzduší rozptylené mesačné svetlo a tiež znížená citlivosť oka vyvolaná prítomnosťou veľmi jasného Mesiaca.

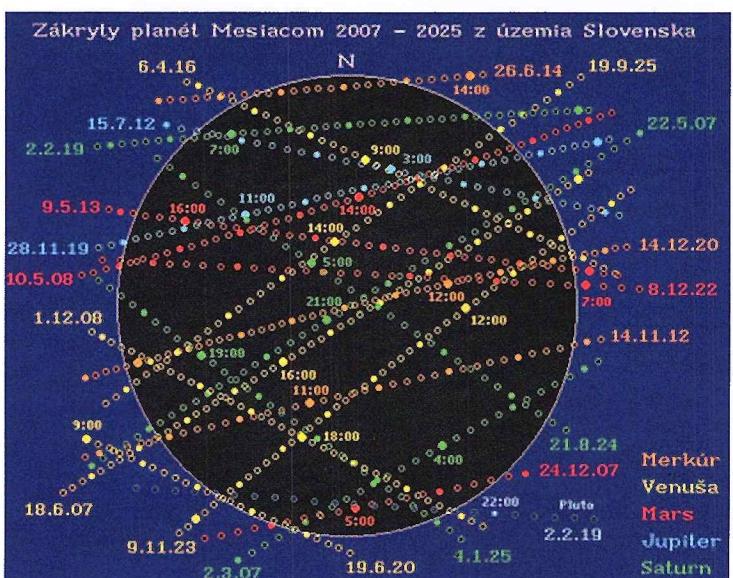
Očakávaný zážitok prinesie pozorovanie dalekohľadom dosahujúcim zväčšenie umožňujúce dostatočne dobre vidieť planétu v jej plnej kráse.

Ako sa stretávajú planéty a Mesiac na oblohe?

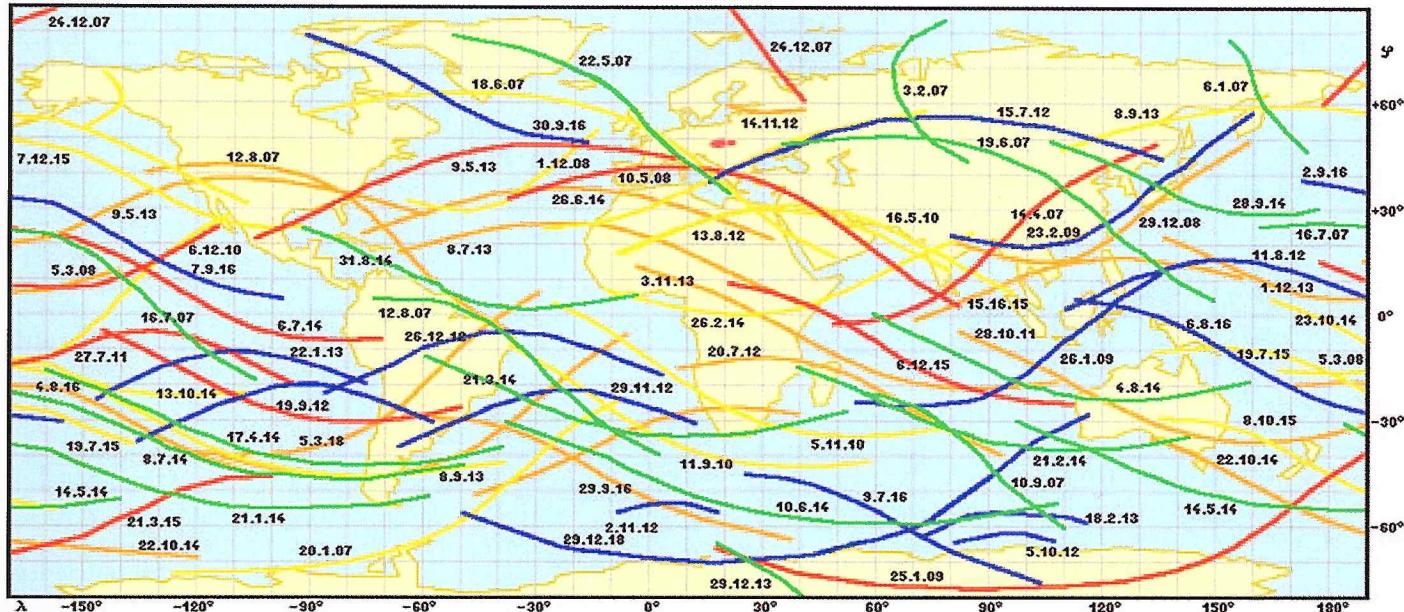
Sklon mesačnej dráhy k rovine ekliptiky je asi $5,1^\circ$ a preto sa Mesiac striedavo dostáva o túto hodnotu nad a pod ekliptiku. Za svoju siderickú obežnú dobu (27,3 dňa) prejde po celej oblohe a opíše okolo ekliptiky krvku podobnej sínusoidy. No mesačná dráha nie je stála, jej uzly sa natáčajú s períodou asi 18,6 roka. Jednotlivé sínusové krvky pohybu Mesiaca okolo ekliptiky sa preto pomaly presúvajú z východu na západ, a tak sa Mesiac môže postupom času dostať do ľuboľnejšej časti oblohy od ekliptiky vzdialenej menej ako $5,1^\circ$.

Pri pozorovaní z rôznych oblastí povrchu Zeme sa v dôsledku paralaktického posunu Mesiaca pás ešte rozširuje. Nakoniec aj rozmer mesačného kotúča prispieva k šírkе pásu o hodnotu $0,5^\circ$. Celkové tak pre pozorovateľa zo Zeme

Dátum	čas	planéta	h ^o	poznámka
2. 3. 2007	03:37	Saturn	18	2 dni pred splnom
22. 5. 2007	20:29	Saturn	34	1 deň pred 1. štvrtou
18. 6. 2007	15:33	Venuša	58	1 deň po nove, denný
24. 12. 2007	04:49	Mars	26	spln
10. 5. 2008	13:19	Mars	49	denný, asi nepozorovateľný
1. 12. 2008	17:23	Venuša	4	denný
15. 7. 2012	02:33	Jupiter	22	3 dni po poslednej štvrti
14. 11. 2012	10:38	Merkúr	20	krátko po nove, nepozorovateľný
9. 5. 2013	15:51	Mars	22	krátko pred novom, nepozorovateľný
26. 6. 2014	13:24	Merkúr	47	krátko pred novom, nepozorovateľný
6. 4. 2016	08:36	Venuša	38	1 deň pred novom, asi nepozorovateľný
2. 2. 2019	06:51	Saturn	10	2 dni pred novom, občiansky súmrak
28. 11. 2019	10:39	Jupiter	12	1 deň po nove, denný
19. 6. 2020	09:18	Venuša	60	1 deň pred novom, denný
14. 12. 2020	10:57	Merkúr	17	krátko pred novom, nepozorovateľný
8. 12. 2022	06:06	Mars	9	spln, nautický súmrak
9. 11. 2023	11:05	Venuša	30	3 dni pred novom, denný
21. 8. 2024	04:37	Saturn	12	2 dni po splne, denný
4. 1. 2025	18:44	Saturn	20	2 dni pred 1. štvrtou
19. 9. 2025	13:20	Venuša	25	3 dni po nove, denný



Vzájomné polohy Mesiaca planét počas zákrytov pozorovateľných z nášho územia v rokoch 2007 až 2025.



Pozorovateľnosť zákrytov z povrchu Zeme v roku 2007 až 2025.

môžu nastať zákryty objektov majúcich ekliptikálne šírky v rozmedzí asi $\pm 6,3^\circ$.

V oblasti oblohy, kde sa môže dostať Mesiac sa pohybujú aj planéty. *Obrázok na predchádzajúcej strane hore* predstavuje okolie ekliptiky, ktorá prechádza vodorovne stredom obrázka. Ekliptikálna šírka Mesiaca a planét je 10-násobne zväčšená oproti ekliptikálnej dĺžke. V obrázku sú vynesené ich polohy v období od začiatku roka 2007 do konca roka 2025. Za toto obdobie polohy Mesiaca postupne vyplňia celý pás. V obrázku sú čiarami podané stredy mesačného kotúča. Aby bolo možné odhadnúť jeho polohu v čase, počas párných rokov sú vynesené iným odtieňom ako v nepárnych. Približný tvar a veľkosť mesačného kotúča skresleného neproporcionalnou mierkou mapky je *na tom istom obrázku vľavo hore*. Za sledované obdobie prejde Merkúr celou ekliptikou asi 77-krát, Venuša 30-krát, Mars takmer 10 ráz, Jupiter asi 1,5-krát a Saturn zatiaľ prejde len niečo vyše polovice svojej dráhy okolo Slnka. Planéty sú okrem malých výnimiek celý čas v oblasti, kde sa pohybujie Mesiac. Z pásu von sa dostáva Venuša v obdobiach dolných konjunkcií so Slnkom. Malá vzdialenosť od Zeme spolu so sklonom dráhy spôsobuje, že sa na oblohe dostáva ďaleko od ekliptiky. Z oblasti občas vychádza aj Mars v období niektorých opozícii so Slnkom. Strenutie Mesiaca a planét je tak viac-menej náhodné. V neceločíselných obežných dobách Mesiaca aj planét nie je možné nájsť periodické opakovanie vzájomných polôh. Vzdialejšie planéty, teda Jupiter, a najmä Saturn, majú vlastný pohyb na oblohe taký malý, že sa začínajú z pohľadu zákrytu správať ako hviezdy. Kedže polohu na oblohe menia pomaly, Mesiac sa po uplynutí 27,3 dňa k nim opäť vracia. Môže sa vyskytnúť niekoľko opakovaných zákrytov, teda tzv. zákrytová kampaň danej planéty. Veľmi dobrá situácia nastáva v okolí opozície Saturna, a to najmä v období jeho retrográdneho pohybu. Vtedy sa Saturn pohybuje z východu na západ, a tak nejaké obdobie sleduje postupný posun dráhy Mesiaca spôsobený natáčaním sa uzlov jeho dráhy.

Na spomínanom obrázku na predchádzajúcej strane hore sú krúžkami vyznačené polohy všetkých zákrytov, ktoré v danom období môžeme

pozorovať zo Zeme. Za sledované obdobie nastane celkom 189 zákrytov planét, z toho je 37 zákrytov Merkúra, 35 Venuše, 42 Marsu, 25 Jupitera a 50 Saturna. Veľký počet zákrytov Saturna je dáný jeho pohybom v slučke. Je možné predpokladať, že približne podobný počet zákrytov nastane v každom 19,6 roka trvajúcom období. Okrem toho nastane aj značný počet zákrytov Uránu a Neptúna. Pluto sa odlišuje od planét aj z pohľadu zákrytov. Veľký sklon jeho dráhy spôsobuje, že väčšinu času sa nachádza mimo pásu, v ktorom sa pohybuje Mesiac. Práve zanedlho nastane obdobie, keď sa Mesiac s Plutom začnú stretávať. Pluto do oblasti vstúpi v roku 2010 a opustí ju v roku 2030. Ďalší, asi 20-ročný prechod oblasťou sa začne až v roku 2190. Jeden zo zákrytov Pluta nastane 2. februára 2019 večer. V tento deň zhodou okolností nastane ráno zákryt Saturna.

Zákryty planét u nás

Z pomerne veľkého počtu zákrytov nastávajúcich počas uvedeného obdobia je len malá časť pozorovateľná z jedného miesta povrchu Zeme. Pri pozorovaní zo Slovenska za dané obdobie nastane len 20 úkazov, z ktorých nie všetky budú pozorovateľné. Základné informácie o jednotlivých zákrytoch sú uvedené v tabuľke na predchádzajúcej strane.

V tabuľke je uvedený čas začiatku zákrytu pre Banskú Bystricu a v rámci územia Slovenska sa táto hodnota môže odlišovať až o niekoľko minút. Ako h je označená výška úkazu nad obzorom. Vzájomné polohy planét a Mesiaca a tiež časové priebehy možno odčítať z obrázku na predchádzajúcej strane dole. Polohy planét sú vynesené s časovým krokom 2 minúty a desiatky minút aj celé hodiny sú zvýraznené. Obrázok nemá pre jednotlivé úkazy jednotnú mierku. Tá je prispôsobovaná zmenám zdanlivej veľkosti Mesiaca, aby jeho okraj a polohy planét zodpovedali všetkým zákrytom.

Zákryty planét z celého povrchu Zeme

Ako je to s pozorovaním zákrytov planét z ostatného povrchu Zeme? Ak si chceme predstaviť oblasť pozorovateľnosti daného zákrytu, najlepšie je sledovať situáciu zo zakrývanej

planéty. Na obrázku na prvej strane tohto článku je pohľad na Zem zo Saturna dňa 22. mája 2007. Mesiac by sa z planéty javil asi 3,66-krát menší ako Zem. Jeho fáza bude opačná ako pri pozorovaní zo Zeme. Zem bude vykazovať takú istú fázu ako Mesiac. Mesiac prejde popred Zem asi za 3 hodiny. Pozorovateľ zo Saturna by pozoroval prechod Mesiaca popred disk Zeme. Pre nás je ale dôležité, že oblasť Zeme v danom čase prekrytá Mesiacom je práve oblasť pozorovateľnosti zákrytu zo Zeme. Táto plocha je prienikom guľovej plochy povrchu Zeme a valcového tieňa s priemerom asi 3400 km. Posun Mesiaca a tiež rotácia Zeme spôsobí, že tieň Mesiaca sa po povrchu Zeme presúva a oblasť pozorovateľnosti zákrytu sa roziahne na veľké územie. Ak sa obmedzíme na oblasť Zeme, v ktorých nastáva centrálny zákryt, do mapky môžeme zakresliť krvky, ktoré tieto miesta pre jednotlivé zákryty popisujú. Tieto čiary sú na obrázku na tejto strane. Úkazy jednotlivých planét sú rozlišené tým istým farebným klúčom, ako na obrázkoch na predchádzajúcej strane. Čiary majú tvary aj dĺžky podobné pásmom totality počas slnečných zatmení. Je to preto, že vznikajú v podstate rovnakým spôsobom. Rozdiel je len v tom, že pásy totality predstavujú oblasť úplného tieňa Mesiaca a tu opisujú len stred tieňa Mesiaca, ktorý sa rozkladá v tisíce kilometrov širokom okolí. Na zemskom povrchu by sme našli aj oblasť polotieňa, no tie sú pomerne úzke a sú to miesta povrchu Zeme, kde by sa dal zákryt pozorovať ako dotyčnicový, a teda planéta by poza Mesiac prešla iba svojou časťou.

Do obrázku by bolo možné zobraziť aj južné a severné hranice tieňa, no stal by sa tak veľmi neprehľadný. Pre mnohé zákryty oblasť pozorovateľnosti centrálnego zákrytu nastáva mimo povrchu Zeme. Takéto zákryty nie sú v mapke vyznačené. Jedným z nich je aj zákryt Saturna 2. marca 2007.

Možnosť pozorovania zákrytov planét mesiacom z jedného miesta na Zemi nie je teda veľa. Bývajú aj niekoľkoročné obdobia, keď sa takáto možnosť nevyškytne. Rok 2007 je z pohľadu zákrytov planét Mesiacom skutočne výnimočný. Napokon ale o všetkom rozhodne počasie. Tak nech je ku nám priaznivé!

PETER ZIMNIKOVAL

Pilotované lety v roce 2007

Pět raketoplánů, dva ruské sojuzy – celkem sedm pilotovaných startů do vesmíru v jednom roce. Naposledy se přesně takovýto počet letů uskutečnil v roce 2002, tedy bezprostředně před zkázou raketoplánu Columbia. Pokud vše půjde podle plánu, mělo bychom po pětileté odmlce této frekvence opět dosáhnout v roce letošním...

Příchod nového roku 2007 přivítala na palubě stanice ISS tříčlenná posádka. Jejím velitelem byl Michael Lopez-Alegria, vědeckým důstojníkem Sunita Williamsová (oba USA) a palubním inženýrem Michail Tjurin (Rusko). Zatímco Lopez-Alegria a Tjurin startovali do vesmíru 8. září 2006 na palubě lodi Sojuz TMA-8, Williamsová přiletěla po startu raketoplánu Discovery STS-116 dne 10. prosince 2007. Na stanici přitom vystřídala Thomase Reitera (Německo) reprezentujícího ESA, který zde dlouhodobě pracoval od července 2006.

Střídání posádky po jednotlivých členech by přitom nemělo být výjimečné, protože s tímto modelem se do budoucna počítá naprostě běžně. Platit by mělo pravidlo, že dva členové posádky budou střídání pomocí ruského sojuzu, třetí pomocí raketoplánu. Tento model byl použity svého času při letech amerických astronautů na ruskou stanici Mir, nicméně zde se potýkal se svými mouchami – problémy s výcvikem posádek (když jeden člověk má pracovat s nejméně dvěma posádkami), navazující problémy při nutnosti změn (např. zdravotní problémy) apod. Opravdu bude zajímavé sledovat, jak se s těmito výzvami partneři (a především astronauti) budující ISS vypořádají.

Pilotované lety v roce 2007 začnou bezpilotním startem: půjde o loď Progress M-59, která odstartuje ze základny Tjuratam (Bajkonur) dne 18. ledna. Jejím cílem se stane stanice ISS, kam po dvoudenném samostatném letu dopraví zásoby potravin, vody, přístrojů, poštu pro kosmonauty, palivo apod.

Skutečný program pilotovaných letů se pak otevře 16. března startem amerického raketoplánu

Atlantis STS-117 (montážní let ISS-13A). Jeho posádka bude šestičlenná: kvůli velmi hmotnému nákladu není možné startovat s obvyklými sedmi astronauty. Velitelem letu bude Frederick Sturckow (veterán z misí Endeavour STS-88/1998 a Discovery STS-105/2001), pilotem Lee Archambault (nováček) a letovými specialisty James Reilly (Endeavour STS-89/1998 a Atlantis STS-104/2001), Patrick Forrester (Discovery STS-105/2001), Steven Swanson a John Olivas (oba nováčci). Všichni reprezentují NASA.

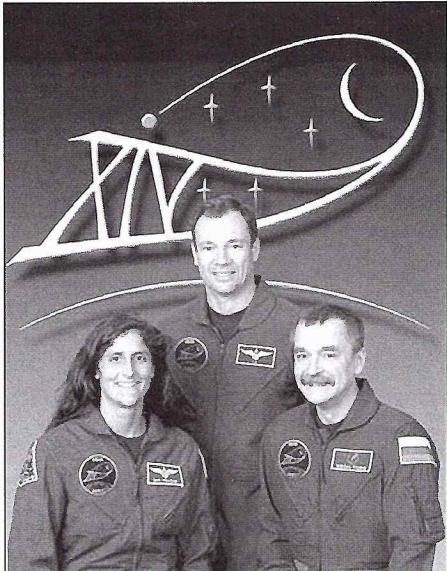
Pro zajímavost uvádíme, že tato posádka se sice připravovala už před zkázou Columbie, ale potkala ji trojice změn. Z pozice pilota byl vyřazený Mark Polansky, který „povýšil“ na post velitele předchozího letu STS-116. Do stejné mise byla přeřazena i Joan Higginbothamová, naopak na pozdější let STS-118 byl nominován Richard Mastacchio.

Dvojice Reilly-Olivas a Forrester-Swanson mají v průběhu připojení raketoplánu k ISS uskutečnit tři výstupy do otevřeného prostoru ve skafandru. Jejich hlavním cílem bude instalace další části příhradové konstrukce ke stanici, jmenovitě dílu ITS S3/S4. Tím stanice opět získá svoji symetrii, protože v září 2006 při letu Atlantis STS-115 dostala díly ITS P3/P4. Díky určité asymetrii se stanice hůře ovládala, tyto problémy byly nejmarkantnější zvláště při manévrech (kdy se tah motorů špatně směroval proti těžišti). Součástí konstrukce ITS S3/S4 (umístěna bude na levou stranu stanice) je i další rozměrný panel slunečních baterií.

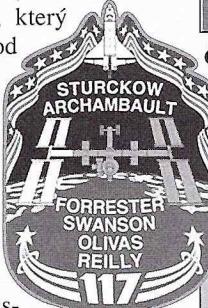
Posádka raketoplánu Atlantis má také složit druhou polovinu panelu slunečních baterií na nosníku P6, který byl od roku 2000 umístěn na provizorní pozici „nad stanicí“. Půjde o pravé křídlo 2B; levé křídlo 4B s obtížemi složila posádka raketoplánu Discovery STS-116 v prosinci 2006.

Start raketoplánu Atlantis STS-117 bude po generální opravě první z rampy 39A. Z ní by se ostatně měly uskutečnit i všechny zbývající starty raketoplánu, rampa 39B bude upravena pro starty nového nosiče Ares s lodí Orion. Jediné možné využití rampy 39B v programu raketoplánů se rýsuje pro případ záchranné mise k letu STS-125 (což bude servisní expedice k teleskopu Hubble v roce 2008; půjde o jedinou zbývající výpravu raketoplánu nemířící k ISS).

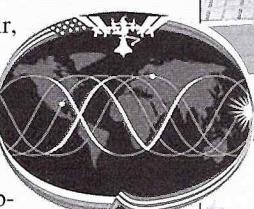
Na devátého dubna 2007 se chystá další pilotovaný start, tentokrát ruský. V lodi Sojuz TMA-10 poletí velitel Fjodor Jurčichin (veterán z letu Atlantis STS-112/2002), palubní inženýr Oleg Kotov a účastník kosmického letu (= „kosmický turista“) Charles Simonyi. Ten se narodil v Maďarsku, ale již v útlém věku odešel za hranice. Postupně se stal prominentním vývojářem Microsoftu, stál mj. u zrodu aplikací Word a Excel. Později založil vlastní firmu Intentional Software – a nyní se má ve věku 58 let stát pátým „kosmickým turistou“ světa.



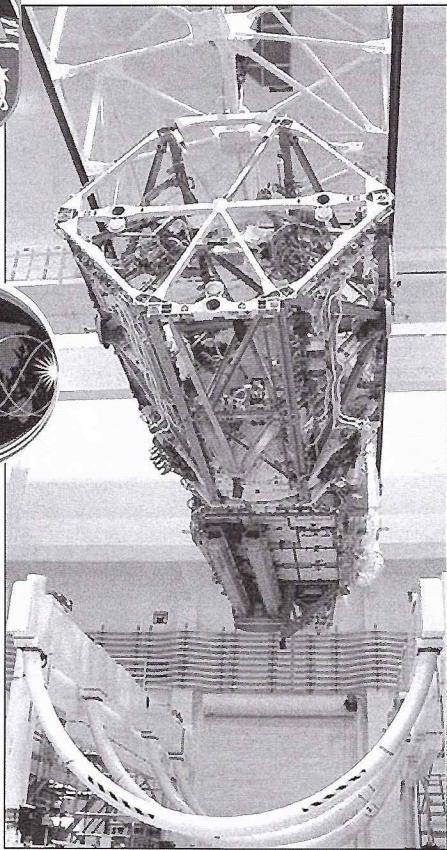
Čtrnáctá základní posádka ISS přivítala příchod nového roku 2007 (zleva): Sunita Williamsová, Michael Lopez-Alegria a Michail Tjurin.



Emblém letu raketoplánu Atlantis STS-117.



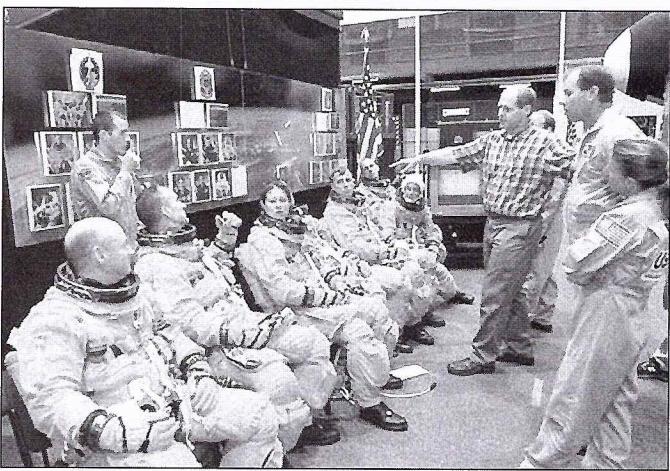
Emblém patnácté základní posádky ISS.



Předstartovní příprava nákladu raketoplánu STS-117: ITS S3/S4.



Posádka kosmické lodi Sojuz TMA-10 (zleva): Fjodor Jurčichin, Charles Simonyi a Oleg Kotov.



Posádka STS-118 v průběhu výcviku.

Naproti tomu Jurčichin a Kotov jsou profesionální kosmonauti, kteří vytvoří jádro patnácté základní posádky ISS. Jejím třetím členem bude nejprve Sunita Williamsová (viz výše), později ji nahradí Clayton Anderson a toho ještě na závěr vystřídá Daniel Tani (viz níže). Země budující ISS se totiž snaží vytvořit stav, kdy se na palubě stanice vystřídá co nejvíce specialistů – proto chtějí redukovat půlroční pobyt některých astronautů, jejichž místo by tak postupně mělo zaujmout několik osob. To bude krásně vidět u šestnácté základní posádky ISS – viz níže. Tomuto časťímu střídání na palubě ISS se začalo přezdívat „mikroexpedice“.

Nejdůležitější události čekající na patnáctou základní posádku stanice jsou:

- 11. dubna 2007 – přilet na ISS.
- 20. dubna – odlet Sojuzu TMA-9 (na palubě bude Michael Lopez-Alegria, Michail Tjurin a Charles Simonyi).
- 23. dubna – přelet Sojuzu TMA-10 z modulu Zvezda na modul Zarja.
- 11. května – odlet zásobovací družice Progress M-59.
- 14. května – přilet družice Progress M-60.
- květen – dvě vycházky Jurčichina a Kotova.
- červen/červenec – přelet raketoplánu Endeavour STS-118 (viz níže), střídání Sunity Williamsové a Claytona Andersona.
- červenec – přelet evropské zásobovací družice ATV-1/Jules Verne.
- červenec – kosmický výstup Jurčichin a Anderson.
- 2. září – odlet Progressu M-60.
- 5. září – přelet Progressu M-61.
- září – přelet raketoplánu Discovery STS-120 (viz níže), vystřídání Claytona Andersona astronautem Danielem Tanim.
- říjen – odpojení družice ATV-1/Jules Verne.
- říjen – přelet lodi Sojuz TMA-11 s šestnáctou základní posádkou ISS (viz níže).

U patnácté základní posádky ještě jednu poznámkou. Jedná se o nejméně zkušený tým (bráno počtem startů), jaký kdy zamířil k ISS. Z hlavní posádky má letovou zkušenos-

jen velitel Fjodor Jurčichin (a Daniel Tani, ovšem ten bude s posádkou pracovat jen posledních několik málo dní), a to ještě v podobě krátkodobého letu raketoplánem. Záložní posádka ISS je na tom úplně stejně – a záložní posádka lodi Sojuz se dokonce skládá z trojice nováčků (Roman Romaněnko, Michail Kornijenko a Oleg Skripkočka). Je to dáné tím, že v minulých letech kvůli omezení daným zkázou Columbie (např. redukce stálé posádky ISS ze tří na dvě osoby) bylo potřeba využívat služeb hlavně kosmonautů-veteránů, nyní by měla nastat éra nováčků. (Byť měřit zkušenosť pouze počtem startů je trochu zjednodušující, přece jen jde o snadno vyjádřitelnou hodnotu.)

Druhý start raketoplánu v roce 2007 se uskuteční 28. června a mise STS-118 (alias 13A.1) bude představovat první let pro stroj Endeavour po téměř pětileté pauze. Posádka poletí ve složení „šest plus jeden člen“ – tedy šest astronautů obsluhujících raketoplán, sedmý bude střídající člen posádky ISS. Tím tentokrát bude již výše zmíněný nováček Clayton Anderson (pro připomenutí: vystřídá Sunitu Williamsovou).

A komu NASA svěří raketoplán? Veličelem má být Scott Kelly (veterán Discovery STS-103/1999), pilotem Charles Hobaugh (Atlantis STS-104/2001), letovými specialisty Richard Mastracchio (Atlantis STS-106/2000), Dafydd Williams (Kanada, Columbia STS-90/1998), Tracy Caldwellová a Barbara Morganová (obě letí poprvé).

Velkou pozornost bude poutat především osoba Barbary Morganové, která dělala v lednu 1986 náhradníci Christě McAuliffeové – středoškolské profesorce, která letěla do vesmíru v rámci projektu „Teacher In Space“. Zahynula však v troskách raketoplánu Challenger. Morganová se od té doby snažila „procpat“ na palubu některého z kosmických raketoplánů – až v roce 1998 byla přijata jako řádný člen oddílu astronautů (jen s přídomkem Education Specialist). Nyní by tedy po více než dvaceti letech usilovné práce měla být její snaha korunována úspěchem...

A úkoly raketoplánu Endeavour? Pokud se dal let STS-117 přirovnat k letu STS-115, pak STS-118 bude do značné míry kopí mise STS-116. Hlavním úkolem letu bude doprava další části nosníku na ISS, konkrétně dílu S5. Endeavour dále poveze modul SpaceHab-SM a paletu ESP-3. Kromě toho bude raketoplán poprvé vybavený jednotkou Station-Shuttle Power Transfer System, která umožní připojit energetický systém raketoplánu na palubní síť stanice. Což v konečném důsledku bude šetřit baterie raketoplánu a umožní prodloužit jeho pobyt u stanice o tři až čtyři dny (díky čemuž by budoucí posádky měly mít více času a nebyly pod takovým tlakem jako dosud).

Přes prázdniny bude na oběžné dráze celkem klid (nepočítáme-li chystaný premiérový start evropské nákladní družice ATV-1/Jules Verne k ISS), další pilotovaný start se připravuje na 7. září 2007. Misi STS-120 (alias 10A) má provést Atlantis pod vedením astronautky Pamela Melroyové (Discovery STS-92/2000 a Atlantis STS-112/2002). Ta se tak stane teprve druhou ženou v historii kosmonautiky, jíž byla svěřena role velitele. Coby pilot jí bude asistovat George Zamka (nováček). Ze čtyř letových specialistů jsou tři nováčci, jen Scott Parazynski se vydává na svůj pátý let (dosud Atlantis STS-66/1994, Atlantis STS-86/1997, Discovery STS-95/1998 a Endeavour STS-100/2001). Jmenovitě jde o Michaela Foremana, Dougla Wheelocka a Paola Nespoliho (Ital, který na palubě reprezentuje agenturu ESA). Posledním pasažérem na palubě Atlantidy bude Daniel Tani (veterán z Endeavour STS-108/2001), poletí ovšem pouze s jednosměrnou letenkou – protože na palubě ISS vystřídá Claytona Andersona.

Atlantis STS-120 do vesmíru dopraví modul Node-2 o hmotnosti 13 600 kg (jinak má tvar válce o délce 7,2 a průměru 4,4 m). Node-2 bude sloužit k několika účelům. Jenak bude zajišťovat skladovací a obytné prostory pro zbytek stanice, jednak poslouží jako spojovací uzel pro připojení dalších modulů. Jmenovitě půjde o evropský Columbus, ja-

ponský Kibo nebo příležitostné kontejnery MPLM. Node-2 bude při letu raketoplánu provizorně umístěný na modul Unity (alias Node-1), po odletu raketoplánu jej posádka stanice přemístí na modul Destiny. K propojení bude potřeba tří výstupů do otevřeného prostoru.

Dalším důležitým úkolem posádky bude přemístit nosník P6 se složenými panely slunečních baterií (viz výše) z polohy dočasné do definitivní. Půjde o obtížný úkon, protože nosník má hmotnost přes osm tun.

Šestého října 2007 odstartuje v letošním roce druhá ruská loď Sojuz (TMA-11). Jejím velitelem se stane zkušený kosmonaut Jurij Malenčenko z Ruska (dosud Sojuz TM-19/1994, Atlantis STS-106/2000 a Sojuz TMA-2/ISS-7/2003), palubní inženýrkou Peggy Whitsonovou z USA (dosud Endeavour STS-111/ISS-5/2002) a kosmonautem-výzkumníkem Šejch Mušafar Šuchor z Malajsie. Jeho let je součástí komerčního kontraktu uzavřeného mezi ruskou a malajskou vládou na dodávky osmnácti letounů Su-30MK za 900 mil. USD: přičemž nabídka na let kosmonauta byla Ruskem „přihozena“ coby konkurenční výhoda oproti nabídkám jiných zemí. Šejch Šuchor (34) byl vybráný jako vítěz konkursu, jeho náhradníkem bude Faíz Chálid (26).

Z celé šestnácté základní posádky bude tentokrát největší pozornost poutat let Peggy Whitsonové. Jednak se stane prvním členem oddílu NASA, který zavítá na ISS ke druhému dlouhodobému pobytu – a jednak bude její let rekordní. Nemá totiž trvat obvyklého půl roku, ale Whitsonová se bude vracet až v polovině roku 2008 na palubě raketoplánu Endeavour STS-119. Má tak na oběžné dráze strávit deset měsíců – což bude nejdélší non-stop let na ISS vůbec stejně jako nejdélší

americký let v historii. Díky své předchozí zkušenosti s půlročním pobytom na stanici se také stane americkým rekordmanem v délce strávené ve vesmíru. A aby těch prvenství nebylo málo: bude prvním člověkem, který bude velet dvěma základním posádkám ISS po sobě (tedy šestnácté a sedmnácté, i když své velení v polovině druhé směny předá jinému kosmonautovi).

A co všechno na šestnáctou základní posádku ISS čeká? Telegraficky a chronologicky:

- 6. října – start v lodi Sojuz TMA-11 z Tjuratamu.
- 8. října – přilet na ISS.
- říjen – přijetí raketoplánu Discovery STS-122.
- říjen – přelet Sojuzu TMA-11 z modulu Zvezda na modul Zarja.
- 15. listopadu – přilet zásobovací družice Progress M-62.
- prosinec – přijetí raketoplánu Endeavour STS-123.
- leden 2008 – přilet zásobovací družice Progress M-63.
- únor 2008 – přijetí raketoplánu Atlantis STS-124.
- 24. února 2008 – přilet lodi Sojuz TMA-12.
- 4. března – přistání Sojuzu TMA-11.

V posledním čtvrtletí letošního roku by NASA ráda stihla ještě dva starty raketoplánu. Nejprve má Discovery STS-122 (alias 1E) vynést do vesmíru evropskou laboratoř Columbus v ceně 800 mil. eur. Doprovázet ji bude velitel Stephen Frick (veterán Atlantis STS-110/2002), pilot Alan Poindexter (nováček), Rex Walheim (Atlantis STS-110/2002), Hans Schlegel (německý zástupce ESA, Columbia STS-55/1993), Stanley Love a Leland Melvin (oba letí poprvé). Sedmé místo na palubě zaujmí opět střídající člen základní posádky ISS, tentokrát jím bude Léopold Eyharts (Francie/ESA, veterán z letu Sojuz TM-27/1998), který na stanici vymě-

ní Daniela Taniho. Bude tak pokračováno v konceptu „mikroexpedic“ (zhruba dvouměsíčních směn na ISS), který mimochodem vymyslel Hans Schlegel – astronaut letící právě na tomto raketoplánu.

Jak už bylo výše uvedeno, hlavním úkolem mise bude na ISS dopravit evropskou laboratoř Columbus. Ta má válcovitý tvar, délku 6,8 a průměr 4,5 metru. Prázdná hmotnost bude 10300 kg, plně naložená 19300 kg (startovací hmotnost bude 12775 kg, laboratoř bude kvůli omezené nosnosti dovybavena později). Celkem pojme až deset speciálních „skříní“ (racks) s experimenty, přičemž tři z nich budou mít na starosti zjištění životních podmínek a chlazení. Další experimenty bude možné připojit na Columbus zvenčí.

Účet pilotovaných letů v roce 2007 by měl startem 8. prosince uzavřít Endeavour STS-123 (1J/A). V době uzávěrky tohoto Kozmosu byli z celé posádky jmenováni jen dva členové: letový specialista Takao Doi (Japonsko, veterán z letu Columbia STS-87/1997) a Robert Thirsk (Kanada, dosud Columbia STS-78/1996). Thirsk přitom bude na ISS vyměněný za Léopolda Eyhartsa (viz výše). Při letu Endeavouru bude na stanici dopravena první (přetlaková) část japonského modulu Kibo.

Na rok 2008 se pak chystá hned osm pilotovaných startů kosmických lodí. V prvé řadě to budou dva ruské sojuzy, a to TMA-12 a TMA-13. Dále pak pět raketoplánů: Atlantis STS-124 Discovery STS-125 (resuscitovaná mise k teleskopu Hubble), Endeavour STS-119, Atlantis STS-126 (historicky poslední let raketoplánu Atlantis) a Discovery STS-127. A po tříleté přestávce bychom se v září 2008 měli dočkat také třetího čínského pilotovaného startu Shen Zhou-7, v jehož rámci má být uskutečněna kosmická vycházka ve skafandrech.

TOMÁŠ PŘIBYL

Astrolym – Astronomická olympiáda aj na Slovensku

Slovenskí žiaci a študenti stredných škôl dostávajú novú možnosť overiť si svoje schopnosti a vedomosti v najstaršej vednej disciplíne, ktorú pestovali už aj staroveké civilizácie. Áno, ide o astronómiu, ktorá správadzala človeka už od praveku. Ludia pozorovali nočnú oblohu, sledovali východy a západy Slnka, zaznamenávali pohyby nubeských telies po oblohe, aby mohli lepšie porozumieť času, ročným obdobiam a kolobehu života na Zemi. Po čase pochopili, že mnohé úkazy sa opakujú pravidelne a dokázali ich aj predvídať. Tak sa postupne rodila astronómia. Vyspelé civilizácie si budovali predhistorické observatóriá, aby mohli pres-

nejšie zaznamenávať pohyby najjasnejších astronomických objektov. Mnohé kultúrne národy sveta získali tak obdivuhodné znalosti z astronómie, používali dôvtipné metódy merania a logické úvahy pre poznanie toho, čo sa deje okolo nás.

Preto dnes v každom z nás drieme záujem o astronómiu, sme späť s prírodou a jej zákonmi. Každý mladý človek by dnes v dobe internetu a počítačov mal týmto prírodným zákonom dokonale rozumieť, aby nebol na smiech nejakým numerológom, ktorí sa snažia do nášho života vnášať hlúposti v podstate len v snahe zarobiť na ľudskej smiešnosti. A práve astronomická olympiáda má pre-

veriť naše znalosti, naše schopnosti logicky uvažovať a riešiť tak úlohy podobne, ako ich kedysi riešili naši predkovia. My nemôžeme byť horší a nové informačné prostriedky by nám mali naše poznanie rozširovať a nie naopak.

Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenskej akadémii vied (SAS pri SAV) so sídlom v Tatranskej Lomnici získala od Agentúry na podporu výskumu a vývoja (APVV) prostriedky na financovanie svojho projektu „Astronomická olympiáda – Astrolym“, zameraného na súťaž žiakov základných a stredných škôl Slovenska v oblasti astronómie a prírodných vied. Bol menovaný 7 členný Výkonný výbor (VV) Astronomickej olympiády na Slovensku, zložený z profesionálnych astronómov, ktorí budú pripravovať úlohy, organizovať súťažné kolá, vyhodnocovať správnosť riešení a pripravovať odborný program pre účastníkov. Spoluřiešiteľskou organizáciou v tomto projekte je

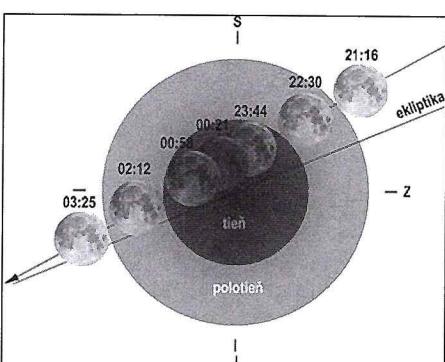
Úplné zatmenie Mesiaca 3./4. marca

Zatmenie bude pozorovateľné v celom priebehu, Mesiac vychádza po 17. hod. a pri začiatku čiastočného zatmenia (pozičný uhol 130°) už bude vo výške 45°. Úplná fáza zatmenia bude trvať 74 minút a to je dostatočné čas na fotografické experimenty s rôznymi objektívmi. Žiaľ, Mesiac bude oblasti chudobnej na jasnejšie hviezdy v južnej časti Leva a tak najjasnejšou hviezdu kúsok pod Mesiacom bude 56 Leo (premenná VY Leo 5,7 – 6,0 mag).

Ak sa nechceme len pokochať týmto nádherným prírodným úkazom, môžeme zaznamenávať kontakty zemského tieňa s krátermi a počas maximálnej fázy určovať vzhľad zatmenia podľa Danjonovej stupnice. Zákrytári iste využijú možnosť pozorovať zákryty hviezd počas maximálnej fázy, ktoré majú svoje neobyčajné čaro, napoko pri vstupoch i výstupoch Mesiac pozorovanie neruší a tak je možné pozorovať hviezdy až 12 mag.

Priebeh zatmenia (SEČ)

	Az	h	PA
začiatok polotieňového zatmenia	21:16	129	38
začiatok čiastočného zatmenia	22:30	151	45
začiatok úplného zatmenia	23:44	177	48
stred zatmenia	00:21	191	47
koniec úplného zatmenia	00:58	203	46
koniec čiastočného zatmenia	02:12	226	38
koniec polotieňového zatmenia	03:25	244	28



Danjonova klasifikácia vzhľadu mesačných zatmení

Francúzsky astronóm A. Danjon vytvoril v roku 1920 klasifikáciu vzhľadu mesačných zatmení založenú na jeho farebnom vzhľade. Z fotometrického hľadiska stupeň L4 zodpovedá čistej atmosfére a L0 atmosfére zakalenej. Existuje súvislost vzhľadu zatmenia s 11-ročným slnečným cyklom i činnosťou meteorických rojov.

Hodnotenie vzhľadu sa vykonáva pri pozorovaní voľným okom alebo binokulárom s malým zväčšením v čase blízkom maximálnej fáze zatmenia.

L0 – veľmi tmavé zatmenie, Mesiac takmer neviditeľný, zvlášť v strede totality.

L1 – tmavé zatmenie, šedivé až hnedé sfarbenie. Podrobnosti sú len ľahko viditeľné.

L2 – tmavočervené, alebo hrdzavočervené zatmenie s tmavou škvornou uprostred tieňa. Okrajové časti relatívne jasné.

L3 – tehlovočervené zatmenie s jasným alebo nažltkastým okrajom.

L4 – jasné zatmenie, s medenočerveným alebo oranžovým tieňom. Tieň je modrastý s jasným okrajom.

Pre porovnanie jasnosti jednotlivých zatmení je možné, pokúsiť sa o určenie celkovej jasnosti zatmenia v čase maximálnej totality porovnávaním s jasnými objektami na oblohe. Je potrebné použiť vhodný defokusér, aby sme Mesiac vnímali ako bod. Vhodné je použiť napr. Argelanderovu metódu, ktorú dôverne poznajú premenári.

PAVOL RAPAVÝ

aj Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici.

Astronomická olympiáda umožní žiakom všetkých základných a stredných škôl riešiť zaujímavé úlohy v dvoch kategóriях. Lahšie úlohy budú určené pre základné školy a tie zložitejšie pre stredoškolákov. Prvé kolo súťaže prebehne na školách, krúžkoch, hvezdárňach alebo v centrach volného času a všade tam, kde sa nájdú ochotní vedúci, alebo pedagógovia, ktorí zorganizujú svoje prvé kolo súťaže, prihlásia svoju skupinu, uvedú všetkých, ktorí sa na spoločnom stretnutí pokúšali riešiť zaslané úlohy a po vyhodnotení vyberú troch najúspešnejších riešiteľov. Každý takýto krúžok potom dostane od organizátorov astronomickej olympiády astronomické pomôcky pre svoju ďalšiu činnosť.

Druhé kolá astronomickej olympiády prebehnú regionálne na vybraných hvezdárňach, planetáriach a astronomických zariadeniach. Organizátori pozvú najúspešnejších riešiteľov

z prvého kola spolu aj so svojimi vedúcimi na krátky pracovný pobyt, kde profesionálni astronómovia prednesú astronomické prednášky, multimedialne programy, filmy a v prípade priaznivého počasia sa pokúsia aj o praktické pozorovania. V planetáriach si účastníci budú môcť pozrieť špeciálne programy a v diskusii s odborníkmi upresniť svoje poznatky. Počas takéhoto pobytu prebehne aj riešiteľská súťaž, z ktorej tí najlepší postúpia do celoslovenského finále astronomickej olympiády. Každý úspešný riešiteľ druhého kola získa vecnú odmenu a astronomickú pomôcku pre svoj krúžok, ktorý ho vyslal.

Celoslovenské finále astronomickej olympiády prebehne na najvýznamnejšom astronomickom pracovisku na Slovensku, na Astronomickom ústave Slovenskej akadémie vied v Tatranskej Lomnici. Tu sa zopakuje postup druhého kola, no úlohy už budú ľahšie, aby sa preverili schopnosti tých naj-

lepších spomedzi záujemcov o astronómiu. Pre úspešných riešiteľov však budú pripravené aj cenné odmeny.

Cestovné a pobytové náklady, spojené s účasťou v druhom a finálovom kole astronomickej olympiády všetkým pozvaným uhradia organizátori. Okrem toho sa v súčasnosti rokuje o možnosti, aby si najlepší finalisti vyskúšali svoje astronomické schopnosti aj v zahraničí. Prvé kolo olympiády bude začiatkom februára. Už teraz je však k dispozícii emailová adresa: , kde je možné získať ďalšie informácie. Neskor budú všetky výsledky a aktivity Astronomickej olympiády publikované na internete na stránke SAS pri SAV (www.taz.sk/sas).

Všetkým záujemcom o astronómiu želám odvahu zapojiť sa do nášho „olympijského hnutia“, lebo hlavnou úlohou nie je vyhrať, ale zúčastniť sa.

Dr. L. HRIC, CSc.,
predseda VV
Astronomickej olympiády na Slovensku

Kyslík, ktorý robí problémy

Ozón v stratosfére

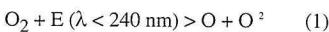
Troposféra a stratosféra

Už sme spomenuli, že najväčšia koncentrácia ozónu sa nachádza vo vyšej atmosfére. Tento nepresný termín sa používal dovtedy, kým nebola atmosféra rozčlenená podľa charakteru zmeny teploty vzduchu s výškou na 5 vrstiev (troposféra, stratosféra, mezoféra, termosféra, exoféra). V súvislosti s problematikou ozónu sú zaujímavé prvé dve vrstvy atmosféry, nachádzajúce sa najbližšie k povrchu Zeme – troposféra a stratosféra. Kým v troposfére (vrstve vzduchu, ktorá je najbližšie k povrchu Zeme) pri normálnych meteorologických podmienkach teplota vzduchu s výškou klesá (v priemere o 6°C/km), v stratosfére začína teplota vzduchu s výškou rásť. V troposfére rozloženie teploty vzduchu s výškou predstavuje priznivé podmienky pre výstupné pohyby vzduchu ohriateho od povrchu Zeme, ktoré sú zároveň kompenzované zostupnými pohybmi relatívne chladnejšieho vzduchu k povrchu Zeme. V stratosfére výškové zvratenie teploty vzduchu 'nepraje' jeho vertikálnemu premiešaniu. Odlišný charakter stratosféry a troposféry vyjadrujú aj ich názvy. V gréckine slovo tropoein znamená premenlivý a charakterizuje intenzívne premiešavanie vzduchu vo vertikálnom aj v horizontálnom smere, ktorého následkom je tvorba oblačnosti a premenlivost počasia, ktoré sme každodenne vystavení pri zemskom povrchu. Latinské slovo stratus môžeme prekladať ako vrstvenatý, čo odráža veľmi pomalé pohyby vzduchu, ktoré v stratosfére pozorujeme tak vo vertikálnom, ako aj v horizontálnom smere. Kým čas, za ktorý sa vzduchová častică presunie cez celú troposféru, môžeme vyjadriť v prípade intenzívnej búrkovej činnosti v minútach a v prípade tzv. pekného počasia v dňoch, v stratosfére sa časy presunu vzduchovej časticie cez túto vrstvu vyjadrujú v rokoch (obr. 2-1). Troposféru a stratosféru oddeľuje prechodová vrstva vzduchu, ktorá sa nazýva tropopauza. V aerológii je začiatok tejto vrstvy presne definovaný, zjednodušene môžeme povedať, že je to vrstva vzduchu, kde sa pokles teploty vzduchu s výškou zastavuje. Výška tejto vrstvy klesá od rovnika, kde sa nachádza až v hlinine okolo 18 km, k zemepisným

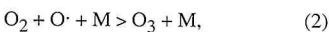
pólom, kde dosahuje výšku iba cca 8 km. O stratosférę hovoríme od výšky tropopauzy až po hlininu vo výške asi 50 km nad povrhom Zeme. V rámci stratosféry ešte rozlišujeme spodnú stratosférę (do výšky cca 25 km), a hornú stratosférę (od výšky cca 35 km). Vrstva medzi hlininami vo výške 25 km a 35 km predstavuje prechodovú vrstvu medzi spodnou a hornou stratosférou. Najväčšia koncentrácia ozónu sa pozoruje vo vrstve medzi hlininami s výškou 20 km a 40 km.

Chapmanove reakcie

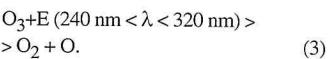
Pre objasnenie tohto, prečo je najviac ozónu v stratosfére a prečo tu teplota vzduchu s výškou rastie, je potrebné pochopiť základné mechanizmy, ktorími v stratosfére ozón vzniká a zaniká – musíme sa podrobnejšie zaoberať Chapmanovou chemickou teóriou vzniku a rozpadu ozónu. Táto teória sa dá zhrnúť do štyroch chemických reakcií, v ktorých hrá hlavnú úlohu kyslík, či už vo forme atómu (O), molekuly O_2 alebo ozónu. V hornej stratosfére, pôsobením slnečného UV žiarenia s vlnovou dĺžkou λ menšou ako 240 nm, dochádza k rozkladu dvojatómových molekúl kyslíka O_2 na jednotlivé atómy (photodisociácia):



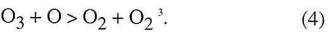
Tieto potom reagujú s ostatnými molekulami kyslíka, za vzniku ozónu:



kde M je neutrálna „kolízna“ častică nepodielajúca sa na vlastnej reakcii, avšak vyrovnavajúca energeticke pomery reakcie. Symbolom E je označená energia žiarenia s vlnovou dĺžkou λ uvedenou v závitore. Vplyvom UV žiarenia sa ozón opäť rozkladá na molekulárny a atómový kyslík:



Vzniknutý atómový kyslík môže rozložiť ďalšiu molekulu ozónu:



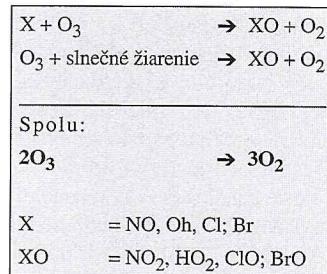
Zdrojom tepla, ktoré sa prejavuje rastom teploty vzduchu v stratosférę, je reakcia 4. Chapmanove reakcie predstavujú vyjadrenie rovnovážneho stavu medzi vznikom

a rozkladom ozónu v hornej stratosférę. Ak sú procesy vzniku a rozkladu ozónu v dynamickej rovnováhe, v atmosférę sa udržiava konštantné množstvo ozónu. V hornej stratosférę (vo výškach cca 30 – 50 km), kde je dostatok UV žiarenia pre tvorbu atómového kyslíka, sa tvorí najviac ozónu (reakcie 1, 2, 4). Fotodisociácia dvojatómovej molekuly kyslíka prebieha pomaly, v porovnaní s reakciami 2 a 4. Rýchlosť fotolózy ozónu závisí od intenzity dopadajúceho UV žiarenia. Reakcia 3 prebieha intenzívnejšie, keď je dráha slnečných lúčov v atmosférę čo najkratšia. Rýchlosť fotolózy ozónu preto závisí od dennej a ročnej doby a tiež od zemepisnej šírky. Bez prítomnosti slnečného žiarenia (v noci), končia reakcie 1 a 3. Ozón sa photolyticky nerozkladá, ale ani nevzniká – kvôli nedostatku atómového kyslíka – preto denný chod celkového ozónu nepozorujeme. V dlhodobých radoch meraný celkový ozón sa však prejavuje signál 11-ročného cyklu zmien slnečnej aktivity, pričom zmeny slnečnej aktivity najviac vplývajú na koncentráciu ozónu v hornej stratosférę. Rýchlosť Chapmanových reakcií závisí aj od teploty vzduchu (závislosť účinného absorpčného prierezu molekuly od teploty), preto zmena teploty vzduchu stratosférę vyvolaná inými príčinami ako zmenou koncentrácie samotného ozónu môže nepriamo ovplyvniť tvorbu a rozpad molekúl tejto látky.

Vznik (reakcia 2) a rozpad ozónu (reakcia 4) ovplyvňuje koncentráciu atómového kyslíka. Rovnováha medzi dvojatómovým kyslíkom a jedno- a trojatómovou formou sa v hornej stratosférę ustaluje veľmi rýchlo (rádovo v sekundách). V spodnej stratosférę sa ozónu tvorí menej (prevláda reakcia 3), avšak stredná doba života molekuly ozónu je tu väčšia (kvôli nedostatku atómového kyslíka reakcia 4 prebieha zriedkavo). Na vytvorenie dynamickej rovnováhy medzi vznikom a zánikom ozónu je tu potrebných až niekoľko dní. Reakcie 2 a 3 prebiehajú veľmi rýchlo a vyjadrujú transformáciu jednoatómového kyslíka na ozón a opačne. Preto bol definovaný termín 'nepárny kyslík', ktorý zahŕňa ozón a atómový kyslík dohromady. Kým v mezofére (nad hlininou vo výške 60 km) je nepárny kyslík two-

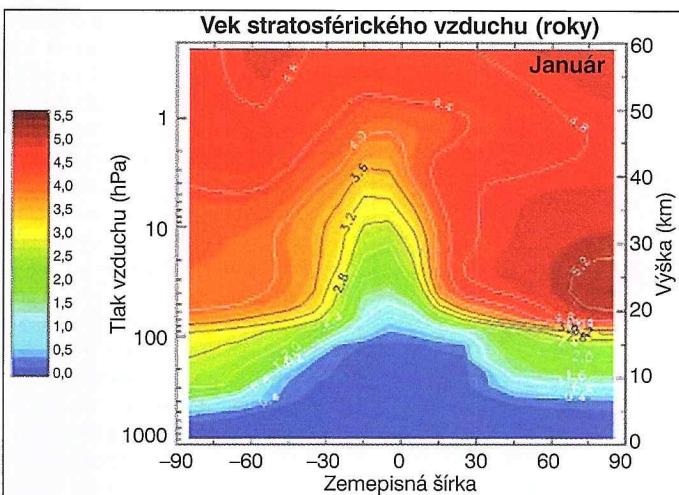
rený prevažne jeho jednoatómovou formou, v strednej a v spodnej stratosférę nepárny kyslík tvorí hlavné ozón (pod hlininou vo výške 45 km predstavuje ozón 99 % nepárneho kyslíka). V stratosférę je produkcia ozónu určená dostupnosťou atómového kyslíka. Hlinina maximálnej koncentrácie ozónu predstavuje oblasť atmosférę, kde je ešte hustota vzduchu (dostatok kyslíka O_2) a množstvo slnečného UV žiarenia dostatočné, aby prebiehala reakcia 1, ktorej výsledkom je atómový kyslík, životne dôležitý pre vznik ozónu. Pod túto vrstvu už nepreniká dostatok UV žiarenia pre fotolózickú reakciu 1 a nad touto vrstvou je hustota vzduchu taká malá, že napriek veľkej intenzite UV žiarenia reakcia 1 prebieha zriedkavo.

V spodnej stratosférę je koncentrácia ozónu výrazne ovplyvnená transportom, teda dynamickými procesmi. V hornej stratosférę sú určujúcim faktorom pre koncentráciu ozónu fotochemické reakcie. V 60. rokoch sa ukázalo, že meraný koncentrácia stratosférického ozónu nezodpovedá jeho koncentráciu vypočítanej použitím Chapmanových reakcií, ale je oveľa menšia. Zistilo sa, že rozpad molekuly ozónu prebieha aj inými chemickými reakciami. Schéma takýchto reakcií je na obrázku 2-2, kde látka X môžu byť zlúčeniny OH , H , Cl , NOx , alebo Br . Ako z obrázku vidieť, tieto reakcie sú katalytické, t. j. zlúčenina, ktorá do reakcie s ozónom vstupuje, sa reakciou nespotrebuje, ale môže vyuvať zánik ďalších molekúl ozónu.



Obr. 2-2: Schématické znázornenie katalytických chemických reakcií prebiehajúcich v stratosférę, pri ktorých zaniká molekula ozónu.

Meranía výškových profilov koncentrácie ozónu ukázali, že koncentrácia ozónu nie je najväčšia tam, kde je rýchlosť reakcie 3, pri ktorej vzniká ozón, najväčšia. Na rovníku



Obr. 2-1: Vek vzduchu v jednotlivých oblastiach stratosféry v januári vyjadrený v závislosti od zemepisnej šírky a nadmorskej výšky. Pod vekom sa myslí dĺžka zotrvenia vzduchovej časticie v rôznych oblastiach stratosféry od jej prieniku z troposféry do stratosféry. Z obrázka je zrejmé, že v januári sa v stratosfére najdlhšie pohybujú vzduchové hmoty, ktoré sa nachádzajú v polárnej stratosfére južnej pologule. V júli sa naopak, najdlhšou dobou zotrvenia vyznačujú vzduchové hmoty v polárnej stratosfére severnej pologule.

je najväčšia koncentrácia ozónu vo výške 25 km, pričom najviac atómového kyslíka sa nachádza v hladine s výškou 40 km. V polárnych oblastiach sa oblasť s najväčšou rýchlosťou tvorby ozónu pozoruje oveľa vyššie, v porovnaní s oblastami s najväčšou koncentráciou ozónu, navyše medzi polárnou oblasťou severnej a južnej pologule existujú veľké rozdiely v koncentrácií aj rozložení ozónu. To znamená, že globálne rozloženie ozónu v stratosfére je určené aj jeho prenosom. Ako tento prenos v stratosfére prebieha? Ako prebieha výmena vzduchu medzi stratosférou a troposférou, keď tropopauza predstavuje blokujúcu vrstvu atmosféry zabranujúcu vertikálnemu premiešavaniu vzduchu? Ovplyvňuje cirkulácia vzduchu pri zemskom povrchu dynamické procesy v stratosfére?

Brewerovsko-dobsonovská cirkulácia vzduchu v stratosfére

Brewerove merania obsahu vodnej parí v stratosfére pomocou lieptadiel v roku 1949 potvrdili, že obsah vodnej parí v tejto časti atmosféry je veľmi malý, stratosféra je suchá a vodná para výrazne neovplyvňuje radiačnú bilanciu tejto vzduchovej vrstvy. Merania vodnej parí v stratosfére nad oblasťou Panamy však odhalili zaujímavý jav – množstvo vodnej parí pripadajúce na jednotku objemu tu bolo menšie, než by sa dalo čakať podľa teploty tropopauzy v tejto oblasti (predpokladalo sa, že obsah vodnej parí v stratosfére závisí od toho, aká bo-

la teplota vzduchu tropopauzy, cez ktorú pôvodom troposférický vzduch bohatý na vodnú paru do stratosféry prenikal – závislosť napäťia vodnej parí od teploty). To sa dalo vysvetliť iba tým, že vodná para pozorovaná v stratosfére nad Panamou, musela do stratosféry preniknúť cez veľmi vysoko položenú tropopauzu s nízkou teplotou. Také vlastnosti má tropická tropopauza. Brewerove merania tak potvrdili existenciu stratosférickej cirkulácie, ktorú predpokladal Dobson už v roku 1930. Na základe globálneho rozloženia celkového ozónu Dobson usúdil, že v stratosfére existuje prenos vzduchu charakteristický výstupnými pohybmi v trópoch (pričom trópy sú oblasťou, kde do stratosféry preniká najviac pôvodom troposférickeho vzduchu) a zostupom vzduchu vo vyšších zemepisných šírkach. V súčasnosti sa velkoškálová stratosférická výmena vzduchu nazýva terminom brewerovsko-dobsonovská cirkulácia (obr. 2-3), alebo aj stratosférická pumpa. Čas, za ktorý vzduchová častica absolvuje jeden stratosférický cirkulačný cyklus, sa odhaduje na 5 rokov. Pôvodne sa predpokladalo, že nasávanie troposférickej vzduchu do stratosféry cez tropickú tropopauzu umožňuje intenzívnu tvorbu búrkových oblakov, ktoré často prenikajú až do stratosféry. Ukázalo sa, že tieto procesy nie sú pre brewerovsko-dobsonovskú cirkuláciu podstatné. Ako praciuje stratosférická pumpa?

Meridionálna stratosférická brewerovsko-dobsonovská cirkulácia prebieha pomaly a je vždy výraznej-

šia na tzv. zimnej pologuli. V letnom období, po skončení polárnej noci sa táto stratosférická cirkulácia výrazne spomalí. Brewerovsko-dobsonovská cirkulácia v stratosfére má tri časti – (i) oblasť s výstupnými pohybmi vzduchu v trópoch, (ii) oblasť transportu vzduchu od trópov k pólu v subtropických zemepisných šírkach a (iii) oblasť zo stupných pohybov vzduchu v miernom pásme (tzv. 'surf zóna') a v polárnom pásme (polárny vortex).

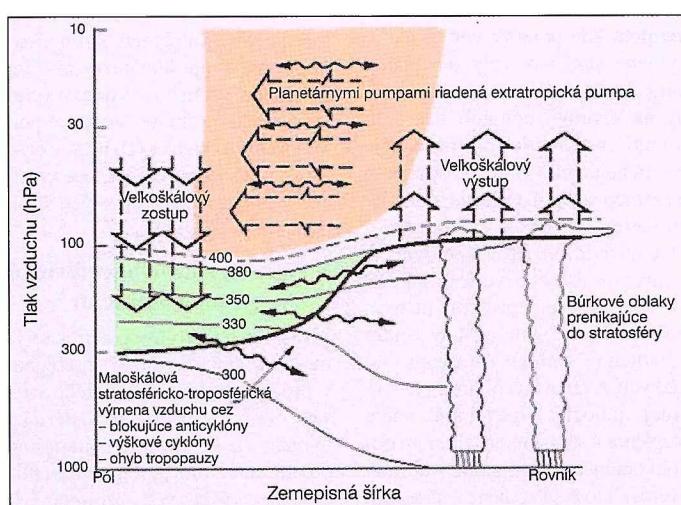
Kým v oblasti miernych zemepisných šírok zostupujúci stratosférický vzduch preniká až do troposféry, v polárnych oblastiach zostupuje do spodnej stratosféry (tropopauza je v polárnych oblastiach nízko nad povrchom Zeme). Najkratším časom zotrvenia v stratosfére (obr. 2-1) sa vyznačujú vzduchové hmoty v spodnej tropickej stratosfére (rádovo mesiace) a najdlhšie cirkulujú v stratosfére vzduchové hmoty, ktoré sa zostupnými pohybmi dostali až do spodnej stratosféry mierneho a polárneho pásma (4 – 5 rokov). Vzduch v trópoch sa z hladiny 16 km (približne hladina tropopauzy) dostane do hladiny 27 km až za cca 0,5 roka. Do hornej stratosféry sa dostane iba veľmi malá časť pôvodom troposférickeho vzduchu, ktorý prenikol do spodnej stratosféry – prevažná časť (90 %) je do výšky 32 km transportovaná smerom k zemepisným pólom. Hoci troposférický vzduch obsahuje veľmi málo ozónu, pri transporte cez tropickú stratosférku koncentrácia ozónu stúpa vďaka fotochemickým reakciam. Pri pohybe smerom k pólu, už okolo 30° severnej a južnej zemepisnej šírky sa začína prejavovať, okrem meridionálneho pohybu vzduchu, aj zostupný pohyb. Na ozón bohatý vzduch sa pri poklesе dostáva do oblasti s väčšou hustotou

vzduchu, kde je menej atómového kyslíka (UV žiarenie, ktoré spôsobuje rozklad molekulárneho kyslíka je takmer úplne pohltene vo vyšších vrstvách atmosféry) – reakcia 4, pri ktorej sa ozón rozkladá, prebieha zriedkavo, stredná doba života aj koncentrácia ozónu, v porovnaní s tropickou oblasťou, rastú. Od rovnika smerom k zemepisným pólom preto pozorujeme nárast celkového množstva ozónu.

Výraznejší meridionálny pohyb vzduchu od trópov k pólu v zime je vyvolaný prudkým ochladením v polárnej oblasti počas polárnej noci. Studený vzduch klesá k povrchu nielen v troposfére, ale aj v stratosfére. Nedostatoč vzdachu, ktorý klesol k povrchu, je v polárnej stratosfére v zime kompenzovaný prúdením od rovnika k pólu. Takéto 'nasávanie' vzduchu do polárnej stratosféry predstavuje spomínanú 'stratosférickú pumpu'. Výrazný rozdiel teploty vzduchu medzi extrémne studenými polárnymi oblastami a nižšími zemepisnými šírkami vyvoláva veľký rozdiel tlaku vzduchu, pričom sa v polárnej stratosfére na zimnej pologuli formuje silné západné prúdenie, ktoré môže nadobüdať charakter jet-streamu (nočný polárny jet-stream sa pozoruje vo výške cca 50 km). Táto uzavretá západná stratosférická cirkulácia okolo pólu sa nazýva polárny vorTEXOM.

Ozón a planetárne vlny

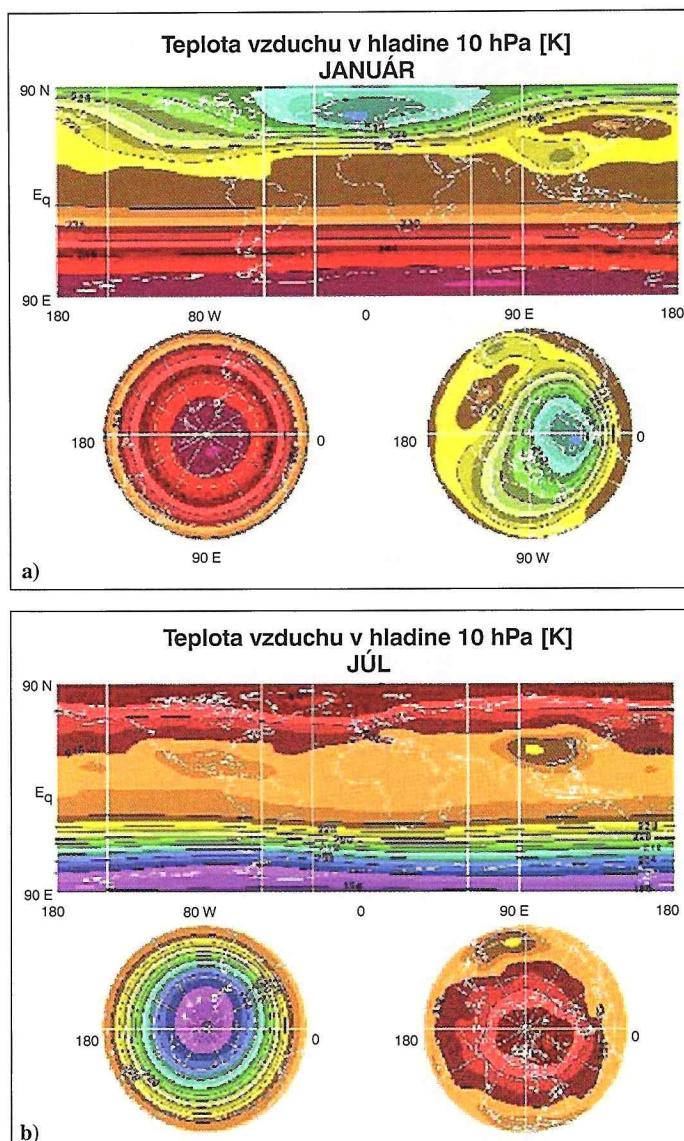
Pôvodne sa predpokladalo, že brewerovsko-dobsonovská cirkulácia, je podobne, ako to predpokladá cirkulačná schéma v troposfére, vyvolaná nerovnomerným ohrevom zemského povrchu. Neskôr sa zistilo, že brewerovsko-dobsonovská cirkulácia môže prebiehať iba pôsobením planetárnych vlnových po-



Obr. 2-3: Schématické znázornenie brewerovsko-dobsonovskej cirkulácie.

hybov vzduchu, ktoré spôsobujú vzostup vzduchu v trópoch a pokles vo vyšších zemepisných šírkach stratosféry. Kým horizontálne rozloženie teploty vzduchu v troposfére je také, že teplota klesá smerom od rovníka k pólu (výraznejšie na tzv. zimnej pologuli), v stratosfére pozorujeme takmer rovnomený pokles teploty vzduchu od pólu tzv. letnej pologule k extrémne chladnému pólu zimnej pologule (obr. 2-4a-b). Takéto rozloženie teploty je spôsobené tým, že stratosféra sa neohrieva iba vplyvom samotnej insolácie (vplyv insolácie je dominantný na letnej pologuli), ale aj pri chemických procesoch vedúcich k vzniku a rozpadu ozónu (zdroj tepla, ktorý je dominantný pre ohrev stratosféry na zimnej pologuli). Kým na južnej pologuli pozorujeme jednoduché zonálne rozloženie teploty vzduchu, na severnej pologuli, najmä v zime, pozorujeme výrazné zonálne nepravidelnosti v rozložení teploty vzduchu. To, spolu so striedajúcimi sa veľkými oblastami pevniny a oceánov, vyskováva intenzívnu tvorbou atmosférických vln, hľavne v zime.

Práve planetárne vlny a ich rozdielny charakter na severnej a južnej pologuli ovplyvňujú rozdiely vo formovaní severného a južného polárneho vortexu. Predpokladá sa, že výrazné vlnové prúdenie na severnej pologuli pri kontakte s oblasťou polárneho vortexu (tzv. lámanie planetárnych vln) narúša silné západné prúdenie vortexu, a teda zabráňuje vytvoreniu studenej izolovanej stratosférickej vzduchovej hmoty v okolí severného pólu. Dynamický pokles vzduchu pri vlnovom prúdení tiež prispieva k zvýšeniu teploty vzduchu. Preto je vzduchová hmota v oblasti polárneho vortexu na severnej pologuli teplejšia a menej izolovaná, v porovnaní s južnou pologulou, kde polárny vortex nie je výrazne narúšaný vplyvom planetárnych vln. Výrazné planetárne vlny na severnej pologuli tiež spôsobujú nesymetrické umiestnenie centra polárneho vortexu, vzhľadom na zemepisný pól. Centrum polárneho vortexu sa tu posúva smerom ku Škandinávii. Na južnej pologuli je centrum polárneho vortexu takmer totožné so zemepisným južným pólem. Práve náhle posuny centra polárneho vortexu smerom do nízkych zemepisných šírok na severnej pologuli spôsobujú náhle oteplenia v stratosfére v zimnom období (sudden stratospheric warming events), ktoré sú spojené s nárastom množstva celkového ozónu. Takéto udalosti sa vyskytujú na severnej pologuli raz za 3 – 4 roky.



Obr. 2-4: Globálne rozloženie teploty vzduchu v izobarickej hladine 10 hPa (cca 30 km nad hladinou mora) v januári a v júli. Obrázky ukazujú nepravidelnosti v štruktúre poľa izoteriem na severnej pologuli v porovnaní s južnou pologulou, čo je jednou z príčin intenzívnejšej tvorby planetárnych vln na severnej pologuli.

Modely s vysokým rozlíšením a merania z lietadiel ukazujú, že na-rušenie vortexu planetárnymi vlnami sa prejavuje hlavne vytiekáním polárneho vzduchu z vortexu (pre-juje sa vo vláknitej štruktúre polí sledovaných chemických látok v okolí vortexu – obr. 2-5), intrúzie vzduchu z miernych zemepisných šírok do vortexu sú zriedkavé.

Stratosférisko-troposférická výmena vzduchu

Stratosférisko-troposférická výmena vzduchu môže prebiehať v procesoch, ktoré sú malého rozsahu (stratosférisko-troposférická výmena vzduchu v miernom pásme prostredníctvom blokujúcich anticyklón, výškových izolovaných cyklón a udalostí s ohybom tropopauzy do troposféry), alebo veľkého

rozsahu (veľkoškálové nasávanie troposférického vzduchu do stratosféry v brewerovsko-dobsonovskej cirkulácii prostredníctvom extratropickej pumpy a postupné pohyby vzduchu v extratropických oblastiach). Vzduch, ktorý v mimotropickej oblastiach zostúpi z hornej do spodnej stratosféry (veľkoškálové procesy) sa odtiaľ potom dostáva do troposféry prostredníctvom lokálnych procesov malého rozsahu.

Blokujúce tlakové výše umožňujú prenikanie vzduchových hmôt nižších zemepisných šírok smerom k póloom. Keďže tieto vzduchové hmoty obsahujú menej ozónu a tropopauza sa nad výraznými tlakovými výškami formuje vo väčšej výške nad povrhom, prítomnosť anticyklóny sa prejaví poklesom množstva celkového ozónu.

Výškové uzavreté tlakové níže sa

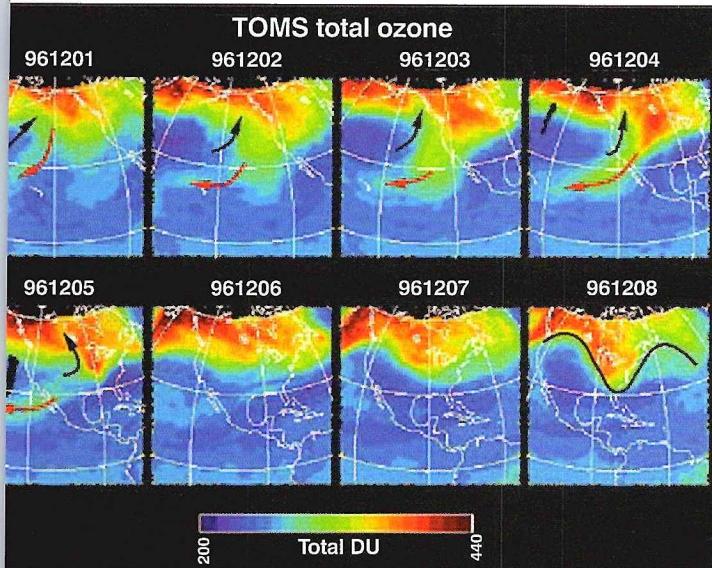
často formujú v oblastiach deformácie troposférického jet-streamu. Ak sa takáto oblasť nízkeho tlaku vzduchu izoluje, je v nej obsiahnutý pôvodom polárny vzduch, bohatý na ozón, ktorý sa dostane do nižších zemepisných šírok. Za prítomnosti výškových cyklón tak pozorujeme v celkovom vzduchovom stĺpici prevahu na ozón bohatého, pôvodom stratosférického vzduchu, čo sa prejaví relatívnym vzostupom množstva celkového ozónu.

Situácie, pri ktorých nastávajú intrúzie stratosférického vzduchu do troposféry zostupom stratosférického vzduchu za troposférickým jet-streamom, sa označujú termínom ohyb tropopauzy. Takéto javy nastávajú na západnom okraji výškových cyklón. Pozorovania ukázali, že pri takýchto situáciách sa taktiež zo spodnej stratosféry dostáva troposféricky vzduch chudobnejší na ozón, ale bohatý na aerosoly a antropogenné znečistujúce látky.

Atmosférické oscilácie a variabilita stratosférického ozónu

Krátkodobé variácie množstva celkového ozónu, hľavne v miernom pásme, sú spôsobené striedaním prítomnosti tlakových útvarov a frontálnych systémov. Krátkodobé (časová škala dňa) výkyvy množstva celkového ozónu spôsobené uvedenými synoptickými javmi predstavujú cca 10 % z priemerných hodnôt. Celkové množstvo ozónu sa však prirodzene mení aj na dlhšej časovej škále rokov, alebo desaťročí. Periodické zmeny cirkulácie vzduchu v rôznych častiach atmosféry ovplyvňujú dynamické procesy súvisiace s rozložením stratosférického ozónu. Vplyvom kvázi-biennálnych oscilácií (QBO) môžu medziročné zmeny celkového množstva ozónu predstavovať viac ako 10 %. QBO ovplyvňujú množstvo ozónu v stratosfére pôsobením na rozdelenie stratosféricej teploty – vplyv na fotochemické procesy v hornej stratosfére – a tiež spôsobuje zmeny v intenzite transportu ozónu brewerovsko-dobsonovskou cirkuláciou (zvýrazňuje alebo spomaľuje transport ozónu v stratosfére). Signál oscilácií QBO je pozorovaný tak v tropických, ako aj v extratropických meraniach celkového ozónu.

Termínom El Niño sa označuje teplá fáza uzavratej cirkulačnej bunky v troposfére juhovýchodného Pacifiku, ktorá sa nazýva južnou osciláciou (ENSO). Rozdielom tlaku vzduchu na ostrovoch Tahiti a v austrálskom Darwine je definovaný



Obr. 2-5: Rozloženie celkového ozónu 1. – 8. 12. 1996 na severnej pologuli podľa satelitných meraní TOMS dokumentuje narušenie polárneho vorstu severnej pologule planetárnymi vlnami.

index ENSO (SOI). Práve medzi SOI a celkovým ozónom meraným v niektorých oblastiach ovplyvnených ENSO cirkulačiou bola zistená korelácia. Pokles množstva celkového ozónu o viac ako 4 %, po silnom El Niño 1982/1983 v niektorých tzv. akčných oblastiach ENSO, sa nedal vysvetliť inak, ako vplyvom tohto fenoménu. Všeobecne sa predpokladá, že vplyv tejto oscilácie na ozón sa prejavuje len pri extrémne výrazných fázach ENSO, pričom v miernom pásme je zanedbatelný.

V miernom a polárnym pásme severnej pologule predstavuje dominantný mód klimatickej variabilitu tzv. severná arktická oscilácia (AO). Za súčasť AO sa považuje zimný mód tejto cirkulácie v sever-

nom Atlantiku tzv. severoatlantická oscilácia⁶ (NAO). S intenzitou riaďiacich tlakových útvarov v Atlantickom oceáne súvisí aj poloha tropopauzy v tejto oblasti. Zahrnutím vplyvu dynamickej variabilitu NAO sa dajú vysvetliť nekonzistentné trendy celkového ozónu v západnej (výrazne klesajúce) a severnej Európe (takmer bez trendu). Niektoré práce poukazujú na koreláciu medzi výskytom tzv. ozónových minidier v miernom pásme severnej pologule a kladnou fázu NAO. Analýza najdlhších časových radov meraní celkového ozónu ukázala, že vplyv atmosférických oscilácií na dlhodobé zmeny celkového ozónu má lokálny charakter.

ANNA PRIBULLOVÁ

² endotermická reakcia – energia sa pri reakcii spotrebúva

³ exotermická reakcia – energia sa pri reakcii uvoľňuje

⁴ QBO sa prejavujú periodickými zmenami smeru a rýchlosťou zonálneho prúdenia v tropickej stratosfere. Períoda týchto zmien je približne 26 – 32 mesiacov. Keďže tieto periodické zmeny smeru vetra v stratosfere boli prvý krát objavené pomocou aerologických meraní v Singapúre, tento jav sa niekedy označuje termínom Singapúrske vetry. QBO sa prejavuje postupným poklesom hladiny, v ktorej pozorujeme východné prúdenie, k tropopauze, pričom vo vyššie položených hladinách je východné prúdenie postupne nahradzane západným prúdením. Počas jednej períody pozorujeme vo výškach 20 – 25 km vystriedanie východného prúdenia západným a opačne⁷. QBO sa pozoruje v oblasti medzi 15° S z.š. a 15° J z.š.

⁵ AO charakterizujú rozdiely priemerného tlaku vzduchu v polárnej oblasti a v oblasti subtropickej tlakových výši severnej pologule. Kladná – teplá fáza AO nastáva, ak pozorujeme nižší než normálny tlak vzduchu, v oblasti severného pólu a vyšší tlak vzduchu v pásme subtropickej tlakových výši severnej pologule. Takéto rozloženie pola tlaku vzduchu umožňuje výraznejší meridionálny prenos frontálnych systémov na sever, čo sa prejavuje väčším úhrnom zrážok napr. v oblasti Škandinávie a Aljašky, pričom relatívne sucho je v západnom stredomorí (Španielsko, Portugalsko) ale aj v Kalifornii. Pri zápornej fáze AO je rozloženie tlaku vzduchu opačné. Jedna fáza AO môže trvať niekoľko rokov.

⁶ Index, vyjadrujúci intenzitu NAO – NAI, je definovaný na základe rozdielu tlaku vzduchu na hladine mora v oblasti azorského mesta Ponta Delgada a islandského Stykkisholmur. Keďže ide o zimný cirkulačný mód, do úvahy sa berú merania získané v decembri – marci. Pri kladnej fáze NAO pozorujeme relatívne nižší tlak vzduchu v oblasti islandskej tlakovéj nižšej a tiež vyšší tlak vzduchu v azorskej anticyklóne – čomu zodpovedá intenzívnejší cyklónalny prenos na severovýchod do vnútrozemia Európy. Pri zápornej fáze je to opačne.

Astronómia aj ako kultúrny fenomén

Pre väčšinu z vás asi zažitá skúsenosť. Chcem sa s vami ale podeliť o tú svoju, z prípravy na seminár pre učiteľov, ktorý sme po dlhšom čase s podporou agentúry APVV zorganizovali v Rimavskej Sobote. Téma bola rozsiahla, novinky zo slnečnej sústavy, osud Pluta, množstvo misií k planétam a ja som začala rozmyšľať, ako zaujať, ako z mora faktov, snímok a videosekvencii na internete nájsť niečo, čo by informáciám dodalo ľudský rozmer, nájsť súvislosti.

Privelá informáciu, no napokon sa čosi začalo rysovať a v prípade Spiritu a Opportunity sa podarilo nájsť chronologicky zoradené snímky, ktoré robity vytvorili. S kombináciou z nadhladu ich cesty z MGS to bolo veľmi autentické, tak že divák bol vtiahnutý, akoby šiel s nimi a sám bol pri tom a zároveň akoby sa díval a svoju cestu zhora so všetkým nadhladom. Sekvencia Spiritu skončila „autoportrétom“, akým úklonom a rozlúčkou, Robot Opportunity, naopak, začal akoby osobným pohľadom z krátera, v ktorom pristál s obmedzeným rozhľadom a východom Slnka na Marse, ktorý odfotil pre nich, pre divákov. Tak nastala malá personifikácia, akés spojenie, stotožnenie sa s „hrdinami“. V príbehoch totiž nikdy nejde o príbeh samotný, ale vždy o konfrontáciu toho vášho s tým druhým. To je ten kultúrny fenomén, ktorý vždy niekom posúva. V tomto prípade to bola len celkom malinká konfrontačná paralela, mňa však inšpirovala napísat čosi o nedocenenom kultúrnom rozmere astronómie. Tá totiž ponúka veľké konfrontácie i premostenia do ďalekej minulosti i budúcnosti, lebo také sú jej mierky, časové i priestorové. A to ešte o mnoho ďalej než súčasná kultúra na históriu ľudstva, v ktorej zohrala takú významnú úlohu, pretože zorientovala v čase a v priestore tak, že cítil a stále prežíva obrovský rešpekt k prírode, že mu ukazuje jeho pravé miesto v nej a absurdnosť konzumu, že všetkým môže formovať jeho identitu.

Chcela som napísat, že tento obrovský kultúrny potenciál astronómie je niečo, čo na rozdiel od inej kultúry predovšetkým zjednocuje a preto si zasluží pozornosť. Vesmír všetkými svojimi rozmermi totiž ďaleko presahuje individuálne ľudské životy a aj v tomto prípade skutočný zmysel detailu je možné pochopiť len v kontexte celku a tak niečo, čo sa možno javí ako paradoxné, je v skutočnosti zákonité.

Asi nie nadarmo mnohé filozofie a náboženstvá upierajú svoj pohľad do nebies. Aká škoda, že pri tom nezostanú, možno by tu dole vládla väčšia jednota. Keďže to bolo možné, navrhla by som všetkým ľuďom, aby zhasli všetky svetlá, alebo išli niekde von na kopec, niekde, kde je ozajstná tma, urobili si pohodlie, zakryli sa dekom a zadívali sa dlho dlho na hviezdne nebo. Keďže to nejde, vyskúšajte to aspoň vy, a uvidíte, ako vás bude fascinovať. Necháte tu dole starosti a uvidíte, čo budete cítiť pri tom a potom, keď sa vrárite. Meteorári vedia, o čom hovorí. Jeden slávny geológ sa raz pri pohlade na odhalené obrovské vertikálne vrstvy hornín vjadril, že má až závrat z prieplasti času. Čo by asi povedal pri pohľade do útrob vesmíru...

DANA RAPAVÁ

Kométa McNaught zo Srbska

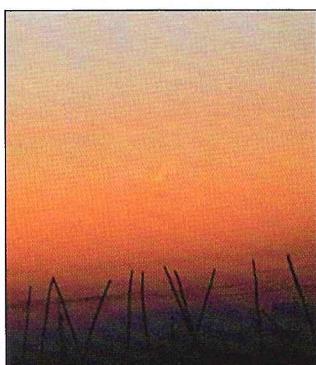
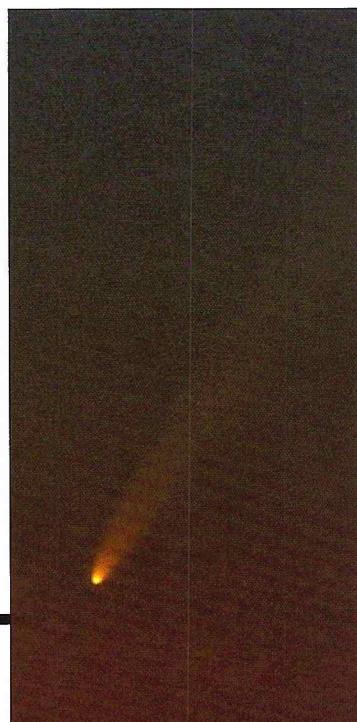
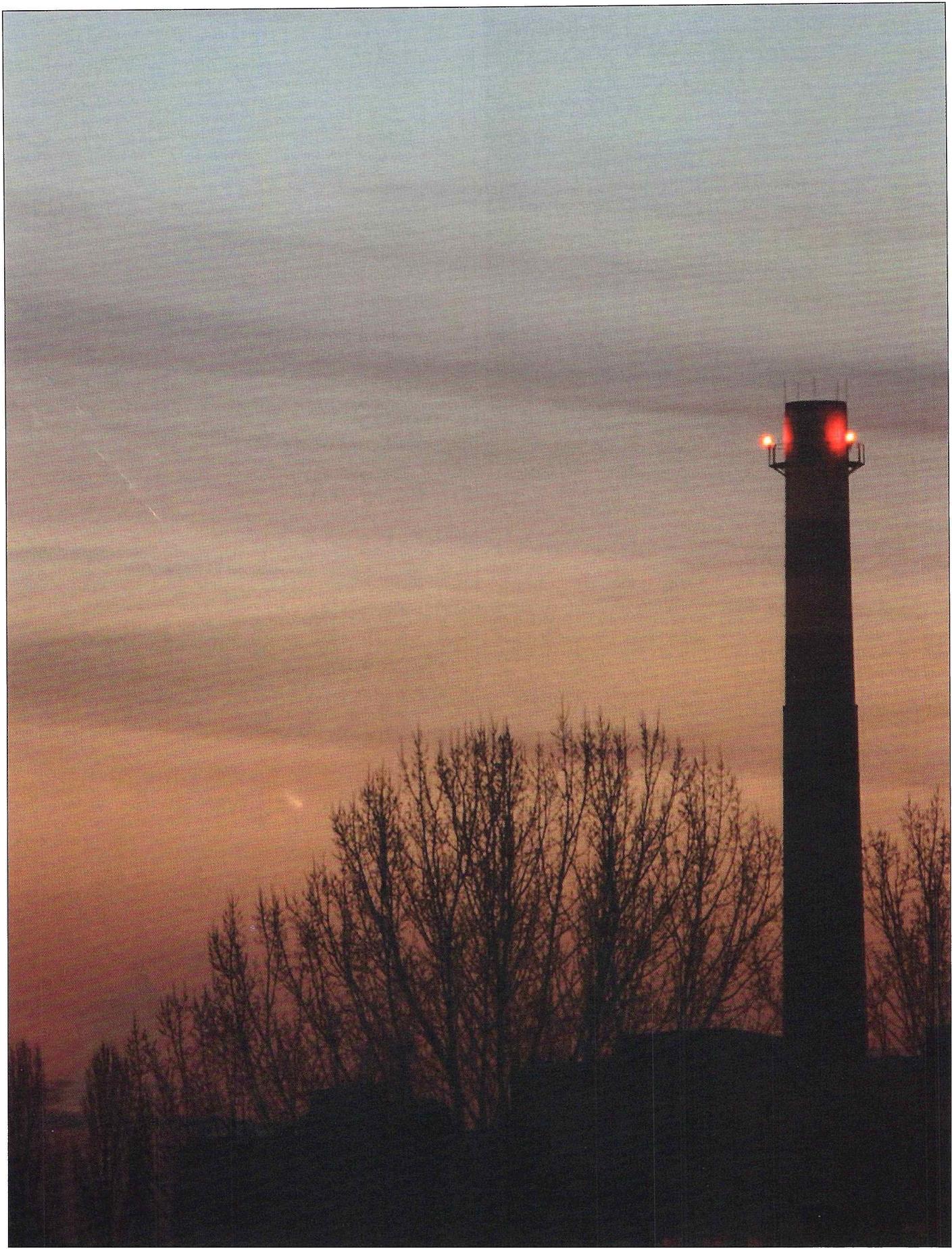


Foto vľavo je z 10. 1. 2007 o 17:34 v Kulpíne, Srbsko. Panasonic DMC-FZ7, expozícia 8x1 s, ISO 200, FocalLength 72 mm, MaxApertureValue F 2,83, DigitalZoomRatio 3,30 x FocalLengthIn35mmFilm – 432 mm.

Jaroslav Grňa a Pavel Kevensky



Fotografia kométy McNaught. Bola zhotovená fotoaparátom Canon EOS 20D. Objektív: Canon EF 24-105/F4 L, zaclonený na clonu 4 a nastavený na ohniskovú vzdialenosť 105mm. Citlivosť ISO 200, expozičný čas 1s. Fotografované v Bratislave 8. 1. 2007 približne o 6:50. Obrázok bol počítačovo upravený (nastavenie kriviek, saturácie, zaostrenia) v programe Photoshop.

Autor: Tomáš Maruška

Zákryty, zatmenia a medziplanetárna hmota

V dňoch 22. – 24.9.2006 sa v hoteli Šport v Rudine nedaleko Kysuckého Nového Mesta uskutočnilo stretnutie astronómov zo Slovenska, Čech a Moravy. Pracovníci Kysuckej hvezdárne v Kysuckom Novom Meste v spolupráci s kolegami z Hvezdárne vo Valašskom Meziříčí zorganizovali seminár s názvom *Zákryty, zatmenia a medziplanetárna hmota*. Seminár bol jednou z akcií projektu *Cez hviezdy k spolupráci a poznaniu*, ktorý bol zameraný na oživenie dlhorodených vzťahov medzi astronómami zo Slovenska a Česka. Tento projekt je spolufinancovaný prostriedkami Fondu mikroprojektov EU programu Interreg IIIA.

Počas troch dní si účastníci vypočuli mnoho nových informácií počas prednášok lektorov z Čech a Slovenska. Program seminára bol dôkladne pripravený tak, aby obohatil o nové informácie nielen pracovníkov slovenských a českých hvezdární, ktorí sa zapájajú do pozorovania tohto druhu, ale aj aktívnych členov astronomických združení, členov Slovenského zväzu astronómov amatérov a Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV a ďalších záujemcov, ktorí už odskúšali svoje pozorovateľské schopnosti na niektorých astronomických javoch. Prednášajúci odovzdali poslucháčom mnoho nových informácií. Vo svojich prednáškach zúročili svoje bohaté skúsenosti z pozorovania zákrytov hviezd Mesiacom, dotyčnicových zákrytov, vzácných planétkových zákrytov ako aj zo zatmení Slnka a Mesiaca a pozorovaní premenných hviezd.

Poslucháči si vypočuli prednášky na témy *Pozičné merania, Zákrytársky rok 2007 a 10 záluďnosť pozorovania v teréne, Pozorovanie Slnka – CCD a iné, Predpovede úkazov, zákryty planétami, informácie z posledného ESOP, AU Modra – medziplanetárna hmota, CCD fotometria kométi* – program pre astronómov amatérov, *Ako sa rodí objav pri pozorovaní premenných hviezd, Pozorovania premen-*

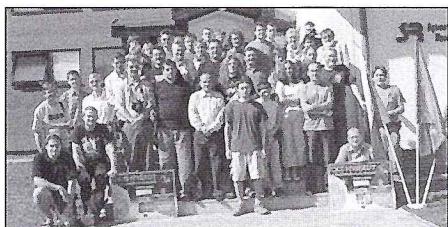
ných hviezd – program pre astronómov amatérov (informácie o cezhraničnom projekte „Pod spoločnou oblohou“), *Základné informácie o pripravovanej expedícii za dotyčnicovým zákrytom 3. 11. 2006*. Po každej prednáške nasledovala diskusia, v ktorej boli zodpovedané otázky poslucháčov.

Program bol vyplnený aj krátkymi príspevkami z oblasti noviniek v astronomii, konkrétny spracovaný úspešné pozorovania a osobné skúsenosti samotných prednášateľov. Boli odprezentované nasledujúce príspevky: *CCD pozorovanie zatmenia Slnka v Side, Pozorovanie zákrytu M45 Mesiacom CCD kamerou Astropix 1.4, Optické pozorovania GRB, Niekolko štatistických údajov o pozorovaní zákrytov na Slovensku, Úspešné pozorovanie planétkového zákrytu – vyhodnotenie*.

Počas seminára sa účastníci dozvedeli ako pozorovať jednotlivé typy úkazov, kedy sú najvhodnejšie podmienky a ako svoje pozorovania spracovať. Taktiež sa dozvedeli aký je stav v danej oblasti na medzinárodnom astronomickom poli.

Prednášky a príspevky z tohto podujatia si môžu záujemcovia nájsť na web stránke projektu www.astrokysuce.sk. Záverečným výstupom bude tiež zborník v tlačenej forme, ktorý bude pre záujemcov dostupný na Kysuckej hvezdárni v Kysuckom Novom Meste.

Mgr. JANKA PIERONOVÁ
Kysucká hvezdáreň v Kys. N. Meste



Dve percentá pre astronómiu



Všetkých zákrytárov, členov Slovenského zväzu astronómov amatérov a príaznivcov astronómie na Slovensku možno zaujme, že v tomto roku bude SZAA usporiadateľom 26. European Symposium on Occultation Projects, medzinárodnéj konferencie o zákrytových projektoch. Myšlienka, kontakty a začiatky sa zrodili pri príprave medzinárodného projektu Venus Tranzit v Brandýse nad Labem a na konferencii ESOP v Paríži ešte v roku 2004. Vďaka J. Mánkovi, ktorý pomohol s prednesom našej prezentácie v Leidene je dnes medzinárodná konferencia v Tatrách blízkou realitu. Pretože SZAA je občianskym združením ľudí, ktorí sú profesionálne väčšinou inak vytážení, stali sa spoluusporiadateľmi tejto významnej akcie Astronomický ústav SAV, Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV a Slovenská ústredná hvezdáreň. Za úspech považujeme i to, že záštitu nad konferenciou prevzal prezident SR.

S projektom ESOP-u je spojené množstvo organizačnej práce, prípravujú sa internetové stránky, ktoré sa plánujú spustiť v marci, tiež je rozpracovaná nová verzia stránok SZAA, ktoré budú živšie, interaktívnejšie. SZAA v tomto roku čaká aj príprava Valného zhromaždenia. Za úspech možno považovať postupné uverejňovanie hesiel astronomickej encyklopédie vo Wikipédii, čo je tiež výsledkom práce SZAA a láskavého súhlasu autorov encyklopédie.

Od svojho založenia v roku 1970 má SZAA za se-

bou roky úspešné i menej úspešné aj preto, že jeho činnosť finančovaná len z členských príspevkov, sponzorských darov, a predovšetkým z % dane. Z týchto príspevkov bola väčšinou nakúpená technika a ani také veľké akcie ako minulorocné pozorovania úplného zatmenia Slnka v Turecku neboli finančované na percenta, účastníci si expedíciu hradili sami.

Percento z dane je tou najväčšou pomocou pre všetky pobočky SZAA, robia všade na Slovensku neoceniteľnú dobrovoľnú prácu pri šírení ducha astronómie, zvlášť tam, kde nie je v blízkosti profesionálne astronomické zariadenie. S príspevkami a fotografiami, ktoré vznikli aj vďaka tým, ktorí nás podporili minulosti, ste sa mohli stretnúť aj na stránkach Kozmosu.

Sídлом SZAA je Hvezdáreň Rimavská Sobota (www.astrors.szm.sk), kde je aj možnosť ubytovania počas astronomických akcií a môžu ju využívať všetci členovia SZAA.

Ďalšie informácie o činnosti nášho zväzu nájdete na stránkach www.szaa.sk.

Ďakujeme Vám za Vašu podporu.

Právnické a fyzické osoby podávajúce daňové priznanie určujú prijimatelia 2% priamo v daňovom priznaní.

Potrebné údaje:

IČO: 37820044; právna forma: občianske združenie; meno: SZAA MO; sídlo: Rimavská Sobota.

Melánia Príhodová

6. 6. 1959 – 31. 12. 2006

V posledný decembrový deň nás zastihla smutná správa o tragickej nehode našej kolegyne Melánie Príhodovej.

Melánku sme poznali ako človeka, čo srdečne i ducha zasvätil ľudovej astronomii. Záujem o ňu prejavila už na základnej škole. Svoju záľubu rozvíjala i počas štúdia na Strednej priemyselnej škole strojníckej vo Zvolene. V astronomickom vzdelávaní pokračovala pomatu-ritným štúdiom astronomie v Hurbanove. Kedže sa v tom čase už aktívne zapájala do astronomického diania v Žiarskom regióne, bolo jej v lete r. 1978 ponúknuté miesto samostatného odborného referenta-astronóma na Okresnej hvezdárni v Žiari nad Hronom. Prijatím tejto ponuky sa začala jej profesionálna dráha na poli amaterskej astronomie.

Melanka sa snažila využívať všetok svoj pracovný čas maximálne účelne. Všetci sme počítivali jej entuziazmus, s ktorým pripravovala a viedla najrozmanitejšie podujatia. Astronómu a príbuznému prírodnému vede prezentovala pri každej príležitosti. Jej doménou bola predovšetkým príprava kultúrno-spoločenských a výchovno-vzdelávacích podujatí. S deťmi a mládežou sa stretávala nielen na exkurziách a astronomických krúžkoch, ale aj na súťažiach, či už vedomostných, výtvarných alebo literárnych. Metodicky koordinovala astronomické krúžky v regióne, podieľala sa na príprave metodických listov pre záujmové krúžky. Za účasti kolegov z ďalších hvezdární iniciovala stretnutia pedagógov na rôznych školeniach, seminároch a poznávacích zájazdoch. Verejnosti boli známe predovšetkým jej besedy a prednášky, na ktorých predstavovala významné osobnosti československej astronómie. Pokračovala v tradícii organizovania astronomických dní a večerov spojených s pozorovaním skvostov nočnej oblohy.

V r. 1988 stála pri zdrode meteorologickej stanice v Žiari nad Hronom a pravidelne vykonávala meteorologické merania a pozorovania.

Sprístupnením Žiarskeho planetária verejnosti v r. 1996 sa aktívne zapájala do tvorby audiovizuálnych programov pre rôzne vekové kategórie. Pôsobila aj ako stála dopisovateľka v miestnych periodikách a ako spoluautorka periodika Astron.

Bola aj členkou rôznych záujmových združení. Dlhoročne aktívne pracovala v Slovenskej astronomickej spoločnosti a Slovenskej meteorologickej spoločnosti pri Slovenskej akadémii vied, Miestnej organizácii Slovenského zväzu astronómov amatérov a miestnej odborovej organizácii.

Bilancia jej doterajšej práce je až neuveriteľná. Uskutočnila bezmála desaťtisíce podujatí s vyše štvrt miliónom účastníkov.

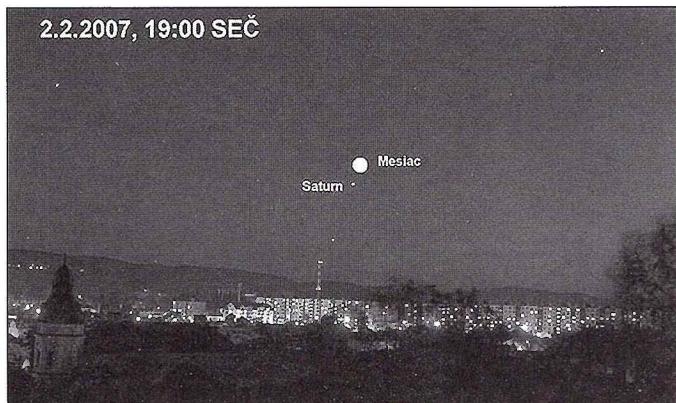
Húzevnatosťou, výtrvalosťou a profesionalitou v práci si získala úctu a rešpekt nás všetkých. Za svoju obetavú prácu získala mnohé uznanie a ocenenia. Budeme si ju pamätať ako človeka s vysokými metami, ktoré však predčasne vyskasa šťastná hvieza.

Cest jej pamiatke.

Mgr. Stanislav Kaniansky,
vedúci KHaP MH ZH



2.2.2007, 19:00 SEČ



19.2.2007, 18:00 SEČ



Obloha v kalendári

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

február– marec
2007

Niekto z nás sa poteší prichádzajúcim jari, snáď najkrajšiemu ročnému obdobiu. Z planét má veľmi dobré podmienky viditeľnosti Merkúr a Saturn, Venuša bude ozdobou večernej oblohy. Po dlhšom čase máme možnosť „uloviť“ mladý Mesiaca i pokochať sa zatmením Mesiaca. Ak k tomu ešte pripočítame zákryt Plejád môžeme smelo konštatovať, že pri pozorovaní, či len nezáväznom pozerať sa na oblohu sa počas týchto dvoch mesiacov nudit nebudem.

Planéty

Merkúr je pozorovateľný hned od začiatku februára, na konci nautického súmraku je vo výške 8° ako objekt $-0,9$ mag a jeho nájdenie nám ešte ulahčí jasná Venuša, ku ktorej sa najviac (5°) priblíží 5. 2. 7. 2. bude Merkúr v najväčej východnej elongácii (18°), jednej z najlepších v tomto roku a tak by nemal byť žiadny problém ho nájsť na večernej oblohe. Po elongácii sa jeho uhllová vzdialenosť od Slnka bude zmenšovať a už pred koncom druhej februárovej dekády sa stratí vo večernom súmraku. 23. 2. bude v dolnej konjunkcii a ráno na oblohe, veľmi nízko nad obzorom, bude až pred polovicou marca. 22. 3. je sice v dostatočnej najväčej západnej elongácii ($27,7^{\circ}$), no nepriaznivý sklon ekliptiky k obzoru spôsobí, že začiatkom občianskeho súmraku bude vo výške len 2° , čo je pri jasnosti $0,2$ mag skutočne málo...

12. 2. bude v konjunkcii s Uránom a tak ďalekohľadom s dostatočne veľkým zorným poľom by sme mohli vidieť obe planéty súčasne. 18. 2. bude v peknej konjunkcii s tenkým kosáčikom Mesiaca (a necelý stupeň od Mesiaca bude Urán). Ďalšia, o niečo tesnejšia konjunkcia bude 17. 3. ráno, Merkúr bude hore nad Mesiacom a tak chybäckou krásy bude len tá nešťastná malá výška nad obzorom.

Venuša ($-3,9$ a $-4,0$ mag) má pomaly sa zlepšujúce podmienky večernej viditeľnosti. Začiatkom februára je na konci občianskeho súmraku vo výške 13° , koncom marca však už 27° a bude teda skutočným klenotom večernej oblohy. Zlepšovanie jej viditeľnosti súvisí s približovaním sa maximálnej východnej elongácie 9. 6. Zaujímavú konjunkciu s Uránom si budeme môcť vychutnať 7. 2., obe planéty od seba budú $40'$ a je to teda aj slušná šanca na fotografický záznam. Konjunkcie s Mesiacom nastanú 19. 2. a 21. 3. Februárová je o niečo krajšia, nakolko obe telesá budú bližšie. V každom prípade by sme nemali nechat zaháľať fotografickú techniku, ktorú máme k dispozícii. Odmenou nám

budú pekné zábery na farebne zaujímavo sfarbenej večernej oblohe.

Mars (1,4 – 1,1 mag) má pomerne stabilné, aj keď podpriemerné podmienky viditeľnosti. Vyčádzá ráno počas astronomickeho súmraku a nájdeme ho v Strelcovi, 25. 2. sa presunie do Kožoročca. Nakolko je od Zeme ďaleko (od 2,23 do 1,93 AU) jeho uhllový priemer je malý, necelých $5''$ a teda aj ďalekohľade ho uvidíme len ako malý červenokastý kotúčik bez podrobností. 15. 2. a 16. 3. bude Mars v konjunkcii s Mesiacom, no v oboch prípadoch pomerne nízko nad obzorom. Fotogenickejšia bude konjunkcia marcová u ktorej sú podmienky lepšie. Koncom marca sa svojim vlastným pohybom po oblohe priblíží k Neptúnu a najbližšie (1°) budú 25. 3. a tak v prístroji s vhodným zorným poľom si môžeme dobre všimnúť ich odlišné sfarbenie.

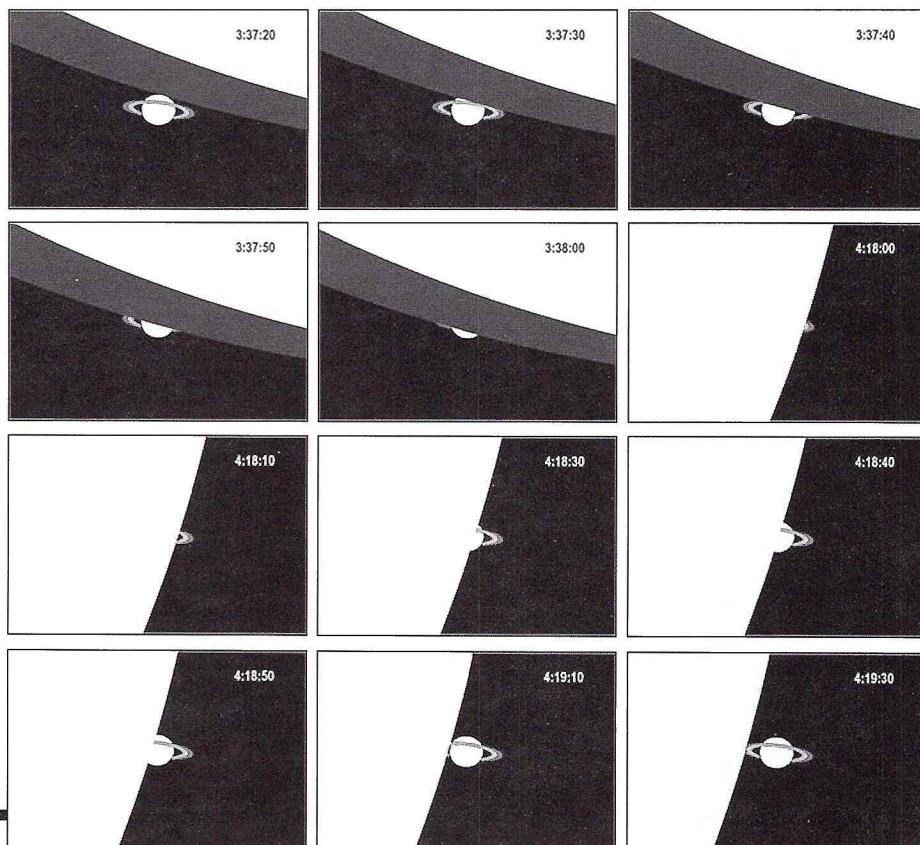
Jupiter ($-1,9$ až $-2,3$ mag) v južnej časti Hadonosa má vcelku dobré pozorovacie podmienky, nakolko začiatkom februára vychádza o pol štvrtej

a koncom marca je už pozorovateľný počas celej druhej polovici noci. Svoj pohyb v priamom smere spomaluje a začiatkom apríla bude v zastávke. Jeho uhllový priemer sa zväčší z $34'$ na $40'$. Už malým ďalekohľadom uvidíme jeho najjasnejšie mesiace a pri dostatočnom zväčšení sa môžeme pokochať aj jeho zaujímavými povrchovými útvarami. 12. 2. bude v nevýráznej konjunkcii s Mesiacom po poslednej štvrti. Podobná konjunkcia nastane aj 11. 3.

Saturn (0 až $0,2$ mag) má pozorovacie podmienky ideálne, napoko 10. 2. je v opozícii a teda pozorovateľný po celú noc v súhvezdí Leva. Už malým ďalekohľadom uvidíme jeho prstence, ktoré sa nám vo svojej plnej kráse ukážu až vo väčšom prístroji pri dostatočnom zväčšení.

3. 2. bude v peknej, pomerne tesnej ($0,8''$), konjunkcii s Mesiacom po splne.... Ďalšie konjunkcie (zákryty) nastanú 2. a 29. 3. 29. 3. nastáva zákryt pod obzorom, no 2. 3. si ho môžeme naplne vychutnať. Jedinou chybäckou krásy bude Mesiac krátko pred splnom.

Vstup (1. kontakt) nastane o 3:37:29 SEČ vo výške 14° nad obzorom a Mesiac bude Saturn zakrývať 52 sekúnd. Výstup (3. kontakt) nastane o 4:17:55 SEČ vo výške 21° a Saturn bude spoza Mesiaca vychádzať 113 sekúnd. Jednotlivé fázy



Zákryty hviezd Mesiacom (február – marec 2007)

POZORUJTE S NAMI

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
4.2.	3 8 55	D	15797	3.8	-80S	121	52	-112
4.2.	4 17 39	R	15797	3.8	+72N	309	25	-121
4.2.	5 41 9	R	15851	5.7	+33S	235	41	-58
5.2.	20 30 44	R	17698	6.2	+85S	290	21	54
8.2.	1 58 32	R	19322	6.9	+39N	344	26	-84
11.2.	3 58 55	R	21683	7.0	+90N	281	97	23
12.2.	5 12 40	R	22572	6.0	+88S	272	105	21
20.2.	18 59 37	D	1035	5.9	+50S	104	8	-127
20.2.	19 14 30	D	1046	4.4	+82N	57	8	-27
22.2.	21 6 9	D	3617	5.7	+85S	75	8	-61
23.2.	22 53 36	D	4813	5.5	+52S	115	-27	-109
23.2.	23 0 55	D	4831	4.3	+89S	78	-8	-61
23.2.	23 15 6	D	4854	3.9	+63S	103	-25	-87
23.2.	23 19 00	D	4857	5.8	+76N	63	-5	-42
23.2.	23 20 55	D	4863	6.4	+83N	70	-9	-50
24.2.	20 2 53	D	5948	6.6	+61S	112	54	-122
26.2.	1 3 1	D	7710	5.6	+74N	74	-7	-61
26.2.	17 31 26	D	9368	5.3	+28N	34	81	275
27.2.	0 37 37	D	9863	6.7	+70N	78	17	-73
1.3.	0 32 54	D	13085	7.0	+71S	127	21	-123
8.3.	23 38 13	R	20408	6.5	+84N	298	57	29
24.3.	19 12 29	D	6836	6.4	+82S	92	56	-79
25.3.	23 0 33	D	9216	6.5	+79S	104	-8	-91
27.3.	17 43 54	D	12431	6.6	+6S	188	-28	-656
29.3.	1 54 39	D	14117	6.6	+29N	47	27	-37

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

zákrytu sú na obrázkoch. Časy sú počítané pre Rimavskú Sobotu, na ostatnom území sú rozdiely asi ± 2 min.

Urán (5,9 mag) vo Vodnárovi nájdeme malým dalekohľadom na oblohe vo večerných hodinách, neskôr sa jeho viditeľnosť zhoršuje a začiatkom poslednej februárovej dekády sa stratí vo večernom súmraku. 5. 3. bude v konjunkcii so Slnkom a potom sa presunie na rannú oblohu. Ráno však aj pri dostatočnej elongácii bude pozorovateľný len obtiažne, nakoľko sklon ekliptiky k obzoru je malý. Koncom marca bude na začiatku občianskeho súmraku len vychádzat. Urán sa dostane do zaujímavej konjunkcii Venušou 7. 2. o málo výraznej konjunkcii s Merkúrom 12. 2. 18. 2. bude v tesnej konjunkcii s Mesiacom, mimo nášho územia bude pozorovateľný zákryt. Od nás budú obe telesa najbližšie pred ich západom. Tesné priblženie oboch telies sa zopakuje 18. 3. v malej elongácii od Slnka.

Neptún (8,0 mag) v Kozorožcovi je nepozorovateľný, nakoľko 8.2. je v konjunkcii so Slnkom. Po konjunkcii sa sice dostane na rannú oblohu, no ešte v polovici marca bude na začiatku občianskeho súmraku vo výške len 5° nad obzorom. Nevýrazné konjunkcie s Mesiacom sú v kalendári úkazov.

Mesiac krátko po nove

18. 2. je výborná šanca na zbadanie veľmi mladého Mesiaca, nakoľko na konci občianskeho súmraku ($17:38$, Slnko pod obzorom 6°) bude Mesiac vo výške 5° a azimute 253° (Mesiac bude po nove 24,4 hod). Slnko zapadne v azimute 254° a Mesiac v tom čase v azimute 247° a vo výške 10° . Rekord

sice určite nepadne, no pohľad na tenuliný Mesiac je fascinujúci. Šanca na rekord je po marcovom nove. 19. 3. je Mesiac pri západe Slnka vo výške 6° a v azimute 2° vľavo. V tom čase je Mesiac len 14,2 hodiny po nove, pri ktorom bolo mimo nášho územia pozorovateľné čiastočné zatmenie Slnka.

Zákryt Plejád Mesiacom 24. 2. začínajú okolo polnoci. Mesiac prejde severnou časťou tejto hviezdokopy a k poslednému zákrytom bude dochádzať už tesne pred západom Mesiaca. Tu budú vo výhode pozorovateľia na západnom Slovensku, ktorým Mesiac zapadne neskôr. Ďalší zákryt Plejád bude 23. 3., no v tom čase bude Mesiac ešte pod obzorom a tak ho uvidíme už len tesne vľavo od hviezdokopy, nakoľko posledné výstupy nastávajú práve pri jeho východe...

Úplné zatmenie Mesiaca v noci z 3. na 4.3. bude od nás pozorovateľné v celom priebehu, podrobnejšie informácie sú v samostatnom príspievku.

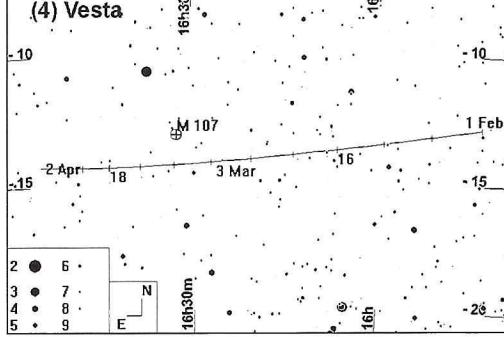
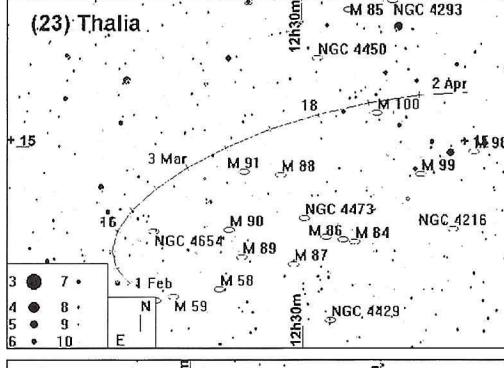
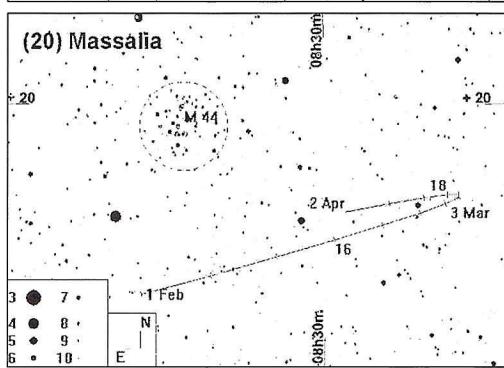
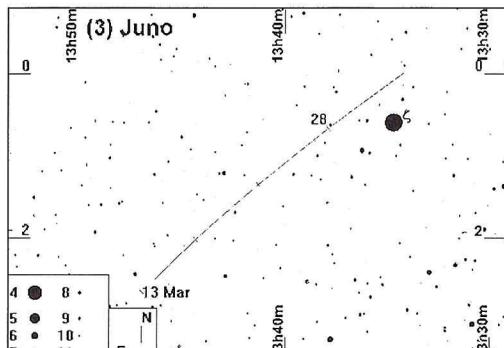
Dotyčnicový zákryt 8. je jediným z jasnejších na našom území. Hranica zákrytu prechádza v blízkosti Piešťan, Nitry a Štúrova. Aj tento zákryt nie je ideálny, nakoľko hvieza (dvojhviezda) má len 7,8 mag, nastáva však dostatočne ďaleko na neosvetlenej strane Mesiaca pred poslednou štvrtou. Ďalší jasný (5,3 mag) zákryt bude 26.2., jeho hranica je však u našich severných susedov a tak by sme museli vycestovať trošku severne od Krakova... Podrobnosti k týmto zákrytom sú na stránkach www.astrors.szm.sk, www.szaa.sk.

Dátum	hvieza	UT	mag	%	CA
8.2.	X 19329	2 45 11	7,8	71-	14D
26.2.	ZC 1008	17 51 45	5,3	75+	1B

Dátum	UT	planéta	hvieza	mag	pokles	trv [s]
1.2.	17:32	143 Adria	TYC 1775 110	10,7	3,9	6,0
9.2.	22:3	1004 Belopolskya	TYC 1381 1447	10,9	4,3	6,0
21.2.	16:54	36 Atalante	TYC 2496 736	10,2	2,1	8,9
4.3.	20:10	494 Virtus	TYC 2403 1283	8,9	5,8	8,4
7.3.	1:43	539 Pamina	TYC 6130 575	9,4	5,6	7,9
9.3.	20:30	389 Industria	HIP 19417	9,9	3,3	3,4
9.3.	23:47	1082 Pirola	TYC 1402 1111	9,4	6,6	4,0
13.3.	19:9	1072 Malva	TYC 2454 643	9,2	6,1	8,6
17.3.	2:47	134 Sophrosyne	UCAC2 21327664	10,6	2,7	15,1
19.3.	0:45	742 Edisona	TYC 2486 622	10,9	4,2	11,3
30.3.	21:28	1819 Laputa	TYC 1356 1060	9,9	6,9	4,1

Planétky

Najjasnejšou planétou bude (4) Vesta, u ktorej si pripomienieme 29. 3. 200 rokov od jej objavenia H. Olbersom v západnej časti Panny ako pomerne jasný objekt 6 mag. Túto planétku teraz nájdeme



**Tabuľky východov a západov
(február – marec 2007)**

Slnko						
		Súmrak				
	Astronomický	Nautický	Občiansky			
Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.
1. 2.	7:10	16:38	6:36	17:12	5:58	17:50
6. 2.	7:02	16:46	6:29	17:20	5:52	17:57
11. 2.	6:55	16:54	6:22	17:27	5:45	18:04
16. 2.	6:46	17:03	6:14	17:35	5:38	18:11
21. 2.	6:37	17:11	6:06	17:43	5:30	18:19
26. 2.	6:28	17:19	5:57	17:50	5:21	18:26
3. 3.	6:18	17:27	5:47	17:58	5:11	18:34
8. 3.	6:09	17:34	5:38	18:05	5:01	18:41
13. 3.	5:59	17:42	5:28	18:13	4:51	18:49
18. 3.	5:48	17:49	5:17	18:20	4:40	18:57
23. 3.	5:38	17:57	5:07	18:28	4:30	19:05
28. 3.	5:28	18:04	4:56	18:35	4:19	19:13
Mesiac		Jupiter				
Východ Západ		Východ Západ				
1. 2.	15:3	8	7:07	12:03	3:30	12:03
6. 2.	21:29		8:31	3:15	11:47	
11. 2.	2:06		10:03	2:58	11:30	
16. 2.	6:27		15:25	2:42	11:13	
21. 2.	8:02		22:35	2:25	10:55	
26. 2.	11:03		3:45	2:09	10:38	
3. 3.	17:02		6:13	1:52	10:20	
8. 3.	22:40		7:20	1:34	10:02	
13. 3.	3:04		10:18	1:17	9:44	
18. 3.	5:31		17:11	0:58	9:26	
23. 3.	7:19			0:40	9:07	
28. 3.	12:29		3:42	0:21	8:48	
Merkúr		Saturn				
Východ Západ		Východ Západ				
1. 2.	7:54		18:05	17:20	7:52	
6. 2.	7:43		18:25	16:57	7:31	
11. 2.	7:25		18:31	16:35	7:11	
16. 2.	6:58		18:15	16:13	6:50	
21. 2.	6:26		17:37	15:52	6:29	
26. 2.	5:56		16:48	15:30	6:09	
3. 3.	5:32		16:04	15:08	5:49	
8. 3.	5:16		15:35	14:46	5:28	
13. 3.	5:06		15:20	14:25	5:08	
18. 3.	4:59		15:15	14:04	4:47	
23. 3.	4:53		15:20	13:43	4:27	
28. 3.	4:49		15:30	13:22	4:07	
Venuša		Urán				
Východ Západ		Východ Západ				
1. 2.	8:13		18:40	8:23	19:22	
6. 2.	8:05		18:55	8:04	19:04	
11. 2.	7:57		19:10	7:46	18:45	
16. 2.	7:48		19:24	7:26	18:27	
21. 2.	7:39		19:39	7:07	18:09	
26. 2.	7:30		19:53	6:48	17:51	
3. 3.	7:21		20:07	6:29	17:33	
8. 3.	7:12		20:21	6:10	17:15	
13. 3.	7:03		20:36	5:51	16:57	
18. 3.	6:54		20:50	5:32	16:38	
23. 3.	6:45		21:05	5:13	16:20	
28. 3.	6:38		21:20	4:53	16:02	
Mars		Neptún				
Východ Západ		Východ Západ				
1. 2.	5:39	13:52	1. 2.	7:31	17:13	
6. 2.	5:34	13:50	6. 2.	7:11	16:54	
11. 2.	5:28	13:49	11. 2.	6:52	16:36	
16. 2.	5:21	13:49	16. 2.	6:32	16:17	
21. 2.	5:14	13:49	21. 2.	6:13	15:59	
26. 2.	5:06	13:49	26. 2.	5:54	15:40	
3. 3.	4:57	13:50	3. 3.	5:35	15:21	
8. 3.	4:48	13:51	8. 3.	5:16	15:03	
13. 3.	4:39	13:52	13. 3.	4:57	14:44	
18. 3.	4:29	13:53	18. 3.	4:37	14:25	
23. 3.	4:19	13:54	23. 3.	4:18	14:06	
28. 3.	4:08	13:56	28. 3.	3:59	13:48	

Dátum RA(2000) D(2000) mag

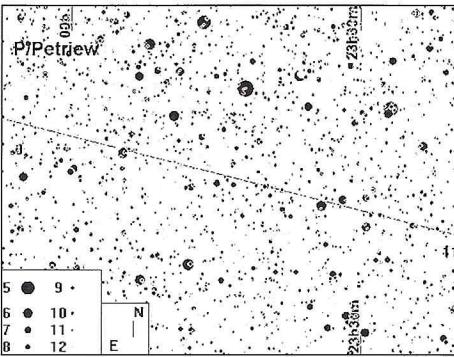
Efemerida planétky (4) Vesta

1. 2.	15 ^h 43,0 ^m	-12°48,5'	7,6
6. 2.	15 ^h 51,0 ^m	-13°07,4'	7,6
11. 2.	15 ^h 58,8 ^m	-13°23,9'	7,5
16. 2.	16 ^h 06,3 ^m	-13°38,0'	7,4
21. 2.	16 ^h 13,5 ^m	-13°49,7'	7,4
26. 2.	16 ^h 20,3 ^m	-13°59,2'	7,3
3. 3.	16 ^h 26,7 ^m	-14°06,5'	7,2
8. 3.	16 ^h 32,6 ^m	-14°11,7'	7,1
13. 3.	16 ^h 38,1 ^m	-14°15,1'	7,1
18. 3.	16 ^h 43,1 ^m	-14°16,7'	7,0
23. 3.	16 ^h 47,5 ^m	-14°16,8'	6,9
28. 3.	16 ^h 51,2 ^m	-14°15,6'	6,8
2. 4.	16 ^h 54,2 ^m	-14°13,3'	6,7

zorovateľné nebudú. V tabuľke sú úkazy pre hviezdy jasnejšie ako 11 mag pri ktorých je pokles jasnosti pri zákryte aspoň 1 mag. Upresnenia predpovedí sú na stránke <http://mpocc.astro.cz>.

Kométy

Tieto hmlisté obláčiky sú niekedy skutočne nevysvetiteľné. Začiatkom januára bola kométa McNaught (C/2006 P1) viditeľná ráno pred východom Slnka voľným okom, niektorí pozorovali ju odhadovali dokonca jasnejšiu ako 0 mag.


Efemerida planétky (20) Massalia

1. 2.	8 ^h 42,8 ^m	+16°51,1'	8,5
6. 2.	8 ^h 37,9 ^m	+17°10,8'	8,7
11. 2.	8 ^h 33,3 ^m	+17°29,3'	8,9
16. 2.	8 ^h 29,3 ^m	+17°46,0'	9,0
21. 2.	8 ^h 25,9 ^m	+18°00,3'	9,1
26. 2.	8 ^h 23,2 ^m	+18°12,0'	9,3
3. 3.	8 ^h 21,4 ^m	+18°20,9'	9,4
8. 3.	8 ^h 20,5 ^m	+18°26,9'	9,5
13. 3.	8 ^h 20,5 ^m	+18°30,0'	9,7
18. 3.	8 ^h 21,3 ^m	+18°30,2'	9,8
23. 3.	8 ^h 22,9 ^m	+18°27,5'	9,9
28. 3.	8 ^h 25,3 ^m	+18°22,0'	10,0
2. 4.	8 ^h 28,5 ^m	+18°13,8'	10,1

Efemerida planétky (23) Thalia

1. 2.	12 ^h 46,1 ^m	+11°56,9	10,3
6. 2.	12 ^h 47,4 ^m	+12°16,9	10,2
11. 2.	12 ^h 47,8 ^m	+12°40,5'	10,1
16. 2.	12 ^h 47,3 ^m	+13°07,1'	10,0
21. 2.	12 ^h 46,0 ^m	+13°35,8'	9,9
26. 2.	12 ^h 43,8 ^m	+14°05,5'	9,8
3. 3.	12 ^h 40,8 ^m	+14°34,9'	9,8
8. 3.	12 ^h 37,2 ^m	+15°02,6'	9,7
13. 3.	12 ^h 33,0 ^m	+15°27,5'	9,6
18. 3.	12 ^h 28,5 ^m	+15°48,3'	9,6
23. 3.	12 ^h 23,7 ^m	+16°03,7'	9,6
28. 3.	12 ^h 18,9 ^m	+16°12,9'	9,7
2. 4.	12 ^h 14,3 ^m	+16°15,5'	9,8

Efemerida planétky (3) Juno

13. 3.	13 ^h 47,0 ^m	-2°39,6'	10,0
18. 3.	13 ^h 44,4 ^m	-2°01,1'	10,0
23. 3.	13 ^h 41,3 ^m	-1°21,0'	9,9
28. 3.	13 ^h 37,9 ^m	-0°40,2'	9,8
2. 4.	13 ^h 34,2 ^m	+0°00,7'	9,8

vo Váhach, Škorpiónovi a Hadonosovi, a keďže sa zjasňuje, na prelome mája a júna by sme ju mali uvidieť aj voľným okom.

Do 11. mag budú v opozícii planétky (471) Paragenia (3. 2., 10,7 mag), (17) Thetis (8. 2., 11 mag), (43) Ariadne (11. 2., 11 mag), (51) Nemausa (12. 2., 10 mag), (116) Sirona (12. 2., 10,7 mag), (89) Julia (17. 2., 10,7 mag), (16) Psyche (3. 3., 10,3 mag), (11) Parthenope (19. 3., 10 mag), (23) Thalia (20. 3., 9,6 mag), (19) Fortuna (21. 3., 10,6 mag).

Planétku (20) Massalia opíše popod otvorenú hviezdomkopu M44 (Jaslicky) v Rakovi elegantnú kľúčku a (23) Thalia sa počas oboch mesiacov pohybuje v Panne a Vlasoch Bereniky, prechádza v blízkosti niekoľkých galaxií Messierovho katalógu. V každom prípade by sme sa mali pokúsiť odfotografovať jej približenie ku galaxii M 100, od ktorej bude 23. 3. len štvrtý stupňa. Planétku (3) Juno nájdeme koncom marca (31. 3.) v blízkosti (0,4°)jasnej hviezdy ζ Vir (3,4 mag).

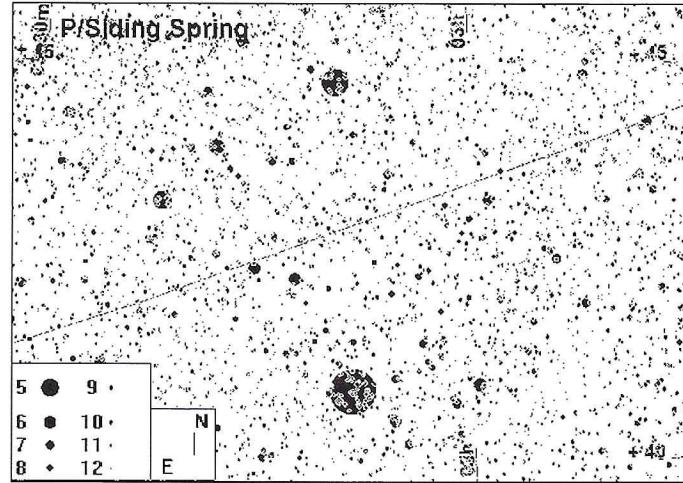
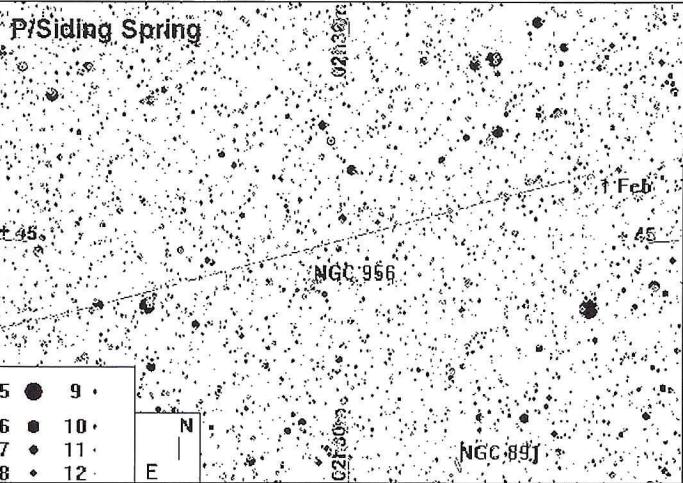
Podľa nominálnych predpovedí nastáva v rámci neurčitosti predpovede 11 zákrytov hviezd plánétami, no z nášho územia pravdepodobne po-

Efemerida kométy P/Siding Spring (P/2006 HR30)

1. 2.	2 ^h 12,4 ^m	+45°54,0'	11,5	95,0
6. 2.	2 ^h 48,9 ^m	+44°12,0'	11,7	96,1
11. 2.	3 ^h 22,7 ^m	+42°01,5'	11,8	97,0
16. 2.	3 ^h 53,5 ^m	+39°32,1'	12,0	97,5

Efemerida kométy P/Petriew (P/2001 Q2)

11. 2.	23 ^h 16,6 ^m	-2°12,1'	12,0	27,5
16. 2.	23 ^h 38,8 ^m	-0°48,2'	11,9	28,0
21. 2.	0 ^h 01,5 ^m	+0°38,0'	11,9	28,7
26. 2.</				



U nás ju však asi videlo len málo ľudí, nakoľko v čase najväčšej jasnosti sa s nami počasie zahrávalo... Pred koncom prej januárovej dekády sa jej elongácia od Slnka natolik zmenšila, že prestala byť pozorovateľná. Perihéliom prešla 12. 1.

Na oblohe je niekoľko komét, no tie sú v dosahu len výkonnejších dalekohľadov. Pod 12 mag bude do polovice februára kométa P/Siding Spring (P/2006 HR30) v Androméde a Perzeovi a potom ju až do polovice marca vystrieda P/Petrew (P/2001 Q2), ktorú nájdeme v Rybách.

Meteory

Pre pozorovateľov meteorov je to najchudobnejšie obdobie v roku. V pracovnom zozname IMO

je len nevýrazný roj δ Leoníd, jeho odľšenie od sporadickejho pozadia je veľmi obtiažne. Pozorovanie bude rušiť Mesiac po prvej štvrti. V min-

ulých rokoch uvádzaný roj Virginidy už IMO do svojho zoznamu nezaradilo.

PAVOL RAPAVÝ

Meteorické roje (február – marec 2007)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad.		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
XOR	26. 11. – 31. 12.	2. 12.	05:28	+23	1,2	0,0	28	3	IMO
AHY	5. 1. – 14. 2.	19. 1.	08:52	-11	0,7	-0,3	44	2	DMS
FLE	1. 2. – 28. 2.		11:00	+06	0,5	-0,3	30	5	ALPO
DLE	15. 2. – 10. 3.	25. 2.	11:12	+16	0,9	-0,3	23	2	MO
VIR	25. 1. – 15. 4.	(24. 3.)	13:00	-04	0,5	-0,3	30	5	

AHY – α Hydrydi, FLE – februárové Leonidy, DLE – δ Leonidy, VIR – Virginidy

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

Kalendár úkazov a výročí (február – marec)

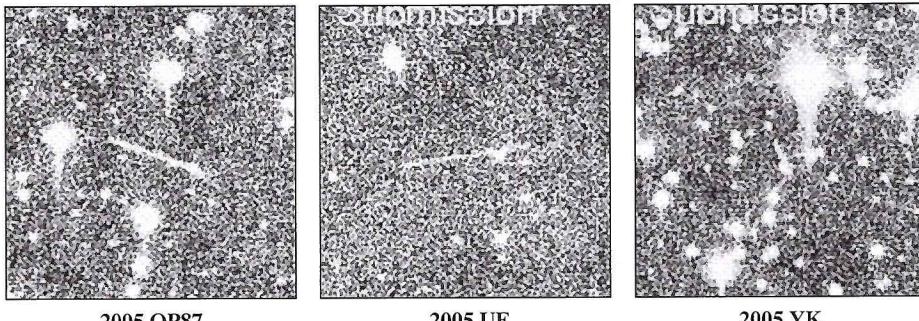
2. 2.	6,8	Mesiac v splne	18. 2.	11,4	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 4° severne)	16. 3.	17,3	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 2,3° severne)
3. 2.	0,4	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 0,6° južne)	18. 2.	19,6	Úrán v konjunkcii s Mesiacom (zákryt u nás nepozorovateľný)	17. 3.	4,7	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 1,3° severne)
3. 2.	30. výročie (1977) zániku Salutu 4	planétku (471) Papagena v opozícii	19. 2.	10,9	Mesiac v prízemí (361 423 km)	18. 3.	7,0	Úrán v konjunkcii s Mesiacom (Úrán 0,7° južne)
3. 2.	(10,7 mag)		19. 2.	17,7	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 2,3° južne)	18. 3.		Svetový deň planetárií
3. 2.	130. výročie (1877) narodenia J. Kavána		20. 2.		45. výročie štartu Friendship 7 (J. Glenn)	19. 3.	3,7	Mesiac v nove (čiastočné zatmenie Slnka, od nás nepozorovateľné)
4. 2.	40. výročie (1967) štartu Lunar Orbiter 3		23. 2.	5,7	Merkúr v dolnej konjunkcii	19. 3.		225. výročie narodenia V. von Bielu planétku (11) Parthenope v opozícii (10 mag)
5. 2.	1,4	Merkúr v konjunkcii s Venušou (Merkúr 6,3° južne)	23. 2.		20. výročie (1987) vzplanutia supernovy 1987A	19. 3.		Mesiac v prízemí (357 800 km)
7. 2.	13,3	Mesiac v odzemí (404 974 km)	24. 2.	8,9	Mesiac v prvej štvrti	19. 3.	19,6	planétku (23) Thalia v opozícii (9,6 mag)
7. 2.	18,2	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (18,2°)	25. 2.	19,9	Merkúr v prízemí (0,63243 AU)	20. 3.		planétku (19) Fortuna v opozícii (10,6 mag)
7. 2.	20,2	Venuša v konjunkcii s Úrantom (Venuša 0,7° južne)	25. 2.		maximum meteorického roja δ Leonidy	21. 3.		jarná rovnodenosť, začiatok astronomickej jari
8. 2.	planétku (17) Thetis v opozícii (11 mag)		27. 2.		110. výročie (1897) narodenia B. Lyota	21. 3.	11,5	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 3,7° južne)
8. 2.	100. výročie narodenia W. Markowitza		1. 3.		25. výročie (1982) Venery 13	21. 3.		80. výročie (1927) narodenia A. Arpa
8. 2.	Neptún v konjunkcii so Slnkom		1. 3.		80. výročie (1927) narodenia G. Abella	22. 3.	3,0	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (27,7°)
9. 2.	10,2	Neptún v odzemí (31,03565 AU)	2. 3.	4,0	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (zákryt)	23. 3.		Svetový meteorologická deň
9. 2.	21,8	Merkúr v príslni (0,3075 AU)	2. 3.		35. výročie (1972) sondy Pioneer 10	23. 3.		110. výročie narodenia K. Lašovského
10. 2.	10,9	Mesiac v poslednej štvrti	3. 3.		planétku (16) Psyche v opozícii (10,3 mag)	25. 3.	19,3	Mesiac v prízemí
10. 2.	17,6	Saturn v prízemí (8,20033 AU)	4. 3.	0,3	Mesiac v splne (úplné zatmenie Mesiaca)	25. 3.	21,4	Merkúr v odslní (0,4667 AU)
10. 2.	19,6	Saturn v opozícii	4. 3.		225. výročie (1782) narodenia G. Kováča-Martinyho	27. 3.		35. výročie (1972) Venery 8
11. 2.	planétku (43) Ariadne v opozícii (11 mag)		5. 3.		25. výročie Venery 14	29. 3.		Saturn v konjunkcii s Mesiacom (zákryt od nás nepozorovateľný)
12. 2.	13,4	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6,2° severne)	5. 3.	16,6	Úrán v konjunkcii so Slnkom	29. 3.	6,1	200. výročie (1807) objavenia planétky (4) Vesta (H. Olbers)
12. 2.	60. výročie (1947) meteoritu Sichote Alin		6. 3.	19,9	Úrán v odzemí (21,08085 AU)	1. 4.	18,4	Merkúr v konjunkcii s Uránom (Merkúr 1,5° južne)
12. 2.	planétku (51) Nemausa v opozícii (10 mag)		6. 3.		220. výročie narodenia J. Fraunhofera	1. 4.		planétku (516) Amherstia v opozícii (10,5 mag)
12. 2.	planétku (116) Sirona v opozícii (10,7 mag)		6. 3.		80. výročie (1927) narodenia G. Coopera	2. 4.	18,3	Mesiac v splne
12. 2.	Merkúr v konjunkcii s Úrantom		7. 3.	4,3	Mesiac v odzemí (405 838 km)	2. 4.		Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať späťne
12. 2.	Merkúr 4,4° severne)		7. 3.		70. výročie (1937) narodenia T. Korcovej	6. 4.	2,7	Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať späťne
13. 2.	15,0	Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať späťne	7. 3.		170. výročie (1837) narodenia H. Drapera			
14. 2.	35. výročie (1972) Luny 20		7. 3.		215. výročie narodenia J. Herschela			
15. 2.	2,0	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 3,6° severne)	9. 3.	9,8	Merkúr v konjunkcii s Neptúnom (Merkúr 5,2° severne)			
17. 2.	2,4	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 2,2° severne)	11. 3.	22,1	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6,1° severne)			
17. 2.	planétku (89) Julia v opozícii (10,7 mag)		12. 3.	4,9	Mesiac v poslednej štvrti			
17. 2.	Mesiac v nove		16. 3.	2,4	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 1,9° severne)			
			16. 3.		80. výročie narodenia V. Komarova			
			16. 3.		290. výročie (1717) narodenia F. Weissa			

Polovačka na asteroidy cez internet

Celosvetová sieť internetu sa 15 rokov po svojom vzniku postupne dostáva do mnohých domácností. A našla si cestu aj k astronómom, ved' v súčasnosti internet ponúka mnoho aplikácií nielen pre profesionálov, ale i amatérov. Vďaka pripojeniu na internet som v posledný augustový deň roku 2005 objavil blízkozemskú planétku 2005 QP87 a potom v priebehu štyroch mesiacov ešte ďalšie dva: 2005 UF a 2005 YK.

Projekt FMO Spacewatch, ktorý tieto objavy umožnil však skončil v marci 2006. Len krátko pred jeho ukončením som sa dozvedel o ďalšej možnosti ako pátrať po asteroidoch aj bez vlastného ďalekohľadu, stačí mať pripojenie na internet.

Objavové snímky asteroidov nájdených autorom v rámci projektu FMO Spacewatch



2005 QP87

2005 UF

2005 YK

SkyMorph – archív pozorovaní na internete

SkyMorph je systém, ktorý umožňuje záujemcom cez internetové pripojenie skúmať snímky z databázy pozorovaní získaných v rámci programu NEAT (Near Earth Asteroid Tracking). Hlavným cieľom tohto programu je hľadanie blízkozemských planétok. Vybrané oblasti oblohy sú snímané v pravidelných intervaloch. Z každej lokality sa získavajú tri snímky zvyčajne v 15- až 30-minútových intervaloch. Skombinovanie týchto záberov umožňuje sledovanie pohybu naznamenaných objektov a následne ich identifikáciu. V súčasnosti sa v databáze SkyMorph nachádza vyše 3,3 miliónov snímok z troch pozorovacích staníc v období 1996 až 2004. Do systému sú tiež zahrnuté snímky z projektov Digitized Sky Survey a Digitized Sky Survey II. Môžete tu prezerat i fotografické platne z prvej palomarskej prehliadky oblohy, ako aj pozorovania z observatória USNO z Flagstaffu v Arizone. Takto sa dá cestovať späť v čase skoro o 60 rokoch a skúmať snímky oblohy z obdobia rokov 1948 – 2004. Spomedzi amatérov sa pravidelne venuje pátraniu v archíve relatívne málo fudí, podaktori to však dotiahli do neuveriteľnej dokonalosti. Nájst na viac než polstročných snímkach nedávno objavený objekt je úctyhodný výkon.

Možnosti využitia

Archív SkyMorph ponúka viacero možností nielen pre vlastnú zábavu, ale aj na serióznu vedeckú prácu. Dá sa tu pátrať po supernovách, po nových planétkach, sledovať pohyb známych asteroidov alebo komét. Hodnotné sú predobjavové pozície telies, ktoré pri prvotnom prezeraní snímok akosi ušli pozornosti profesionálov. Je to dôležité pri blízkozemských planétkach a obzvlášť

pri asteroidoch skupiny PHA (Potentially Hazardous Asteroids) s rizikom zrážky so Zemou. Taktto získané pozorovania umožňujú spresniť dráhové elementy a vylúčiť daný objekt z potenciálnej hrozby.

Osvojenie teórie

Prv než začnete pátrať po asteroidoch v archíve NEAT je potrebné zvládnúť trocha teórie. Holandský amatér Marco Langbroek, ktorý mi radil pri mojich začiatkoch, má celý postup práce výborne opísaný na svojej internetovej adrese. Taktiež sa musíte naučiť pracovať s počítačovými programami Astrometrica a FindOrb. Prvý z nich je určený na získanie astrometrických pozícii zo snímok a druhý vyrátať dráhové elementy pozorovaných telies. Doporučujem oboznámiť sa aj s činnosťou Strediska pre malé planétky (Minor Planet Center) a s ich cirkulárom Minor Planet Electronic Circular (MPEC). MPEC je cenným zdrojom informácií k tejto práci – každý deň zverejňuje na internete nové pozorovania a aktualizované dráhy zo zaslanych pozorovaní. Táto predpríprava je dôležitá preto, aby ste sa vyhli množstvu slepých uličiek, ktoré sú na tu každom kroku. Trvalo mi viacero týždňov, kým som tento celý proces dokonale zvládol a dopracoval sa k túženému výsledku – k objavu prvej planétky. V ďalšom sa pokúsim stručne popísať postup pri polovačke na asteroidy.

Cieľ hľadania

Postupnosť krokov závisí od toho, čo mienite v archíve hľadať. Predpokladám, že najatraktívnejším cieľom práce je nájdenie novej planétky. V princípe sa vždy hľadajú 3 pozície telesa a zistuje sa, či ide o známe, alebo nové teleso. Ja som sa zameral na predĺženie pozorovaného obdobia nových asteroidov, t. j. na vyhľadávanie ich pred-

objavových pozícii. Popri tom, ak na skúmaných snímkach zistím nové teleso, snažím sa nájsť ďalšie pozorovania, tak aby sa dala vyrátať dráha telesa. Ak mám šťastie a nájdem daný objekt aspoň z troch nocí, zasielam údaje do MPEC, kde asteroid zaevdijú a pridelia mu predbežné označenie. Do konca roku 2003 platilo, že objav z archívu NEAT bol priznaný objaviteľovi, ale neskôr došlo k úprave. V súčasnosti aj keď nájdete nový objekt, objav je uznany pre observatórium NEAT.

Získanie snímok

Pripojíte sa na internetovú stránku databázy SkyMorph a vyberiete si jednu z dvoch ponúkaných možností na hľadanie snímok – podľa konkrétnego objektu cez volbu Moving target, alebo podľa zvoleného času a pozície cez volbu Position/Time. Jednoduchšia je prvá možnosť – do kolónky cieľ (Target) zadáte zvolenú planétu, napr. v auguste objavenú 2006 QD43. V tabuľke je potrebné vyznačiť, v akej databáze má program vyhľadávať – tu zaznačte archív NEAT. Systém vyhľadá všetky snímky vyhovujúce zadaným kritériám. Taktto získate zoznam pozorovaní, na ktorých by sa mal nachádzať zvolený objekt. Zvyčajne ide o niekoľko desiatok pozorovaní zoradených podľa dátumu. Z daného zoznamu si vyberáte trojicu snímok a prv než si zvolíte konkrétné snímky je dobré sledovať niekoľko parametrov. V zozname sa zobrazia snímky podľa identifikačného kódu, vyberajte len z tých, ktoré končia písmenom a, b alebo c. To sú označenia snímok získané na Mt. Palomare 1,2-metrovým ďalekohľadom, kód stanice je 644. Ostatné snímky sú z ďalších dvoch observatórií, sú menej kvalitné a hľadať na nich si vyžaduje istú prax. Pri výbere si všimajte aj uvedenú jasnosť telesa, ktorá sa uvádzá u každého pozorovania. Hľadajte pozície s jasnosťou najviac do 19. – 20. magnitúdy, slabšie objekty (do 21. mag.) sú s istotou identifikovateľné len výnimočne. Kvalita snímok je rôzna, ale ak sa rozhodnete prezeráť snímky podľa dátumu, oplatí sa hľadať napr. z novembra 2001, alebo augusta 2002, kde sú kvalitné snímky po viaceru dňa za sebou. Darmo totiž nájdete nové teleso z jednej noci, na presné určenie dráhy to nepostačuje. Čím dlhši je časový interval v ktorom hľadáte, tým viac narastá nepresnosť vyrátanej pozície a klesá šanca na nájdenie objektu. Po zadaní zvolenej trojice snímok je potrebné uviesť veľkosť požadovanej snímky (NEAT Pixels). Program je automaticky nastavený na 300-pixelov. Aby sa Vám zobrazilo dostatočne veľké hviezdne pole zadajte veľkosť 1100 pixelov. Ešte zaznačte kolónku Show singlets a ostatné voľby nechajte prázdne. Po kliknutí na zobrazenie snímok sa požadované zábery objavia na monitore a tieto skopírujte do počítača vo formáte fits.

Astrometria

Získané súbory sa prezerajú v programe Astrometrica. Jeho skúšobnú verziu získate stiahnutím z internetu na nižšie uvedenej adresu. Pred začatím s prácou si musíte zvoliť nastavenie pozorovacieho miesta (Settings). Pri prezeraní snímkov zo SkyMorph ide zvyčajne o parametre observatória Mt. Palomar s kódom 644 a nastavenie pre túto lokalitu nájdete na už spomínamej holandskej stránke (súbor 644.cfg). Načítate si skopírované snímky a pri každej zadáte dátum a čas pozorovania zo zoznamu NEAT. Ak máte

SkyMorph Moving Target Detection

Please enter the name of the object you wish to search for and the desired database. The orbital elements of the object can be found in the table below.

Target	Epoch	Time to retrieve	Description
NEAT	1998-2000	>30 seconds	Near Earth Asteroid Tracking system archive images available
DSS	1948-1956 1972-1988	>40 seconds	Digitized Sky Survey images available
DSS2	1994-1997	>30 seconds	2nd Digitized Sky Survey images available
HST	1993-2000	>50 seconds	HST Observatory archive images available
USNO	1978-1999	>40 seconds	USNO primary catalog data available at USNO [ID is necessary] images available
DSS2	1948-1956	>30 seconds	Digitized Sky Survey 2 Catalog data available at USNO [ID is necessary]

Vyhľadávacia stránka programu SkyMorph.

všetko správne nastavené, objaví sa Vám na obrazovke hviezdné pole všetkých troch záberov. Po kliknutí na volbu Blink Images v lište Nástroje program skombinuje načítané tri zábery do jednej. Teraz sa Vám budú postupne meniť snímky jedna za druhou a ak zbadáte objekt, ktorý sa oproti ostatným hviezdom posúva, našli ste pravdepodobne planétu. Nezabúdajte však na fyzikálne zákony! Asteroidy sa počas pozorovaného obdobia 15 – 30 minút pohybujú zvyčajne v priamej líniu a za rovnaký čas prejdú rovnakú vzdialenosť. Ak budú dve pozície blízko seba a tretia ovela ďalej, alebo iným smerom, pravdepodobne sa nejedná o jedno a to isté teleso, ale chybu pri snímaní, či spracovanie snímok. Ďalším krokom je načítanie presných súradníc pozorovanej oblasti. Zvolíte sa volbu Astrometry a v nej Data Reduction. Program bude od Vás žiadať súradnice hviezdeho pola. Tu zadáte tie zo zoznamu, ktorý našiel SkyMorph z kolónky Predicted Object Position. Na základe týchto údajov Astrometrica zosúladí konkrétné hviezdné pole s katalógom USNO – B 1. V prípade, že program nenašiel dostatok referenčných hviezd, objaví sa tabuľka Error. Pravdepodobne ste zadali nesprávne údaje – bud súradnice alebo čas pozorovania. Ak sa v spodnej časti monitora objaví malá tabuľka Data reduction Results s počtom referenčných hviezd pre všetky tri skúmané snímky, tak je všetko v poriadku a môžete pokračovať. Ak teraz kliknete myšou na pozíciu planétky, objaví sa okienko Object Verification. V dolnej časti tabuľky je prázdný riadok, kde je potrebné uviesť označenie meraného objektu. Zvolte si ľubovoľný šestimiestny kód. Ja používam kód v tvare KRT001, kde posledné tri pozície sú vlastne čísla, označujúce poradie objektu, ktorý skúmam. Meranú pozíciu objektu potvrďte kliknutím na Accept a podobne určite koordináty „objavu“ i na ďalších dvoch snímkach. Program automaticky zaznačí stred zvoleného objektu. V prípade, že sa Vám takto určené koordináty nepozdávajú, môžete pozíciu určiť mechanicky súčasným stlačením klávesnic Ctrl+Shift a myši. Zmerané pozície planétky nájdete pod kódom, ktorý ste si sami zvolili v súbore MPCReport.txt. Tento súbor vytvára Astrometrica automaticky.

Nájdenie nového asteroidu

Podmienkou na zaevidovanie novoobjaveného asteroidu je najst pozičie z troch rôznych dní. Medzi prvým a ďalším pozorovaním nesmie uplynúť viac ako 30 dní. To, či na prezeranej snímke sledujete známy, alebo nový objekt zistíte tiež cez internet na stránke ASTPLOT. Po zadaní pozorovacieho miesta NEAT (kód 644), presného času pozorovania a vyrátaných súradníc cez As-

trometricu Vám tento program za niekoľko minút zobrazí danú hviezdnú oblasť so všetkými známymi planétami. Keď sa jedná o známy asteroid, bude daný objekt v strede mapky, prípadne v jej blízkosti. Ak je to však nové teleso, na zadaných koordinátoch by nemalo byť nič. Po tomto zistení je potrebné z pozorovaných pozícií vyrátať dráhové elementy planétky.

Určenie dráhy

Táto časť práce je najnáročnejšia. Od správne určenej dráhy závisí, či budete hľadať na správnom mieste a často môžete skončiť v slepej uličke. Nie je totiž zaručené, že sa Vám podarí nájsť aj pozície z ďalších dní. Na výpočet dráhových elementov používam program OrbFit, ktorý si takisto môžete stiahnuť z internetu. Tento je kompatibilný so súborom astrometrických meraní programu Astrometrica. Jednoducho načítate vytvorený MPCReport.txt a kliknete na Vami zvolený kód skúmaného telesa. Na prvotné určenie dráhy sa používa spôsob výpočtu Vaisala. Po kliknutí na tento typ výpočtu sa onedlho objavia vyrátané elementy dráhy. O tom, či sa jedná o dobrý výpočet, zistíte z uvádzanej chyby RMS. Tá by mala byť menšia ako 1. Čím je bližšie k nule, tým je dráha presnejšia. Inak pravdepodobne nejde o presne namerané pozície, alebo ste za planétku povážovali kozmický šum.

Hľadanie ďalších pozícií

Po tomto kroku sa vrátite do SkyMorphu a tento krát budete hľadať nové pozície na základe vypočítanej dráhy. Teraz však kolónku Target necháte prázdnú a zadáte do tejto tabuľky vyrátané dráhové elementy skúmaného objektu. Medzi ďôležité údaje dráhových elementov patrí i dátum prechodu perihéliom. OrbFit tento údaj vyráta, uvádzá ho však v klasickom tvare – rok, mesiac, deň. SkyMorph však vyžaduje zadanie dátumu podľa Juliánskeho kalendára. Na prevod existuje viacero programov dostupných na internete, ja používam Julian Date Converter. Po zadaní elementov dráhy SkyMorph vyhľadá snímky, na ktorých by sa dané teleso mohlo nachádzať. Kontrolou na doterajší správny postup je to, že medzi novými pozorovaniami v zozname nutne musí byť i tá objavová. Taktôľ môžete skontrolovať pozorovania z prej noci – vyrátané pozície budú pravdepodobne trocha odlišné od tých nameraných a čím je rozdiel menší, tým je dráha lepšie určená. Ak však v tomto zozname „objavové“ pozorovanie chyba, výpočet je zly. Vráťte sa späť do programu OrbFit a skúste inú variantu dráhy, ktorú získate opakoványm kliknutím na volbu Vaisala. Z novo získaného zoznamu pozorovaní si opäť zvolíte trojicu snímok a celý postup identifikácie opakujete. Ďalšie pozície sa snažte sa hľadať na snímkach s minimálnym časovým odstupom od dátumu objavu. Ak sa na vyžidaných snímkach objaví niekoľko pohybujúcich sa telies, najprv vylúčte známe objekty cez ASTPLOT. Ak aj tak zostane viacero adeptov, jednoducho zmerajte pozície všetkých telies. Samozrejme jednotlivé objekty musíte označiť odlišným kódom. Opäť vyrátať dráhu telesa, teraz už z dvoch pozorovacích dní a ihneď zistíte, či máte ten správny objekt. Tento krát však výpočet spravte spôsobom Auto-Solve. Ak ste našli ten istý objekt ako v prvej noci, RMS zvyčajne klesne, alebo sa zmení len minimálne. V opačnom prípade RMS bude väčšie ako 1 a spravidla oveľa

väčšie. Tak ste žiaľ ste na zlej adrese – našli ste pozície iného objektu. Najčažšie na začiatok je identifikovať planétku z druhej noci. Po získaní pozícií z troch a viacerých dní sa dráha bude spresňovať a vyrátaná pozícia planétky sa postupne priblíži do stredu prezeraného pola. Tento postup opakujete dovtedy kým nájdete všetky možné pozície. Namerané pozície nového objektu, minimálne však z troch pozorovacích nocí, sa zasielajú do Strediska pre planétky.

Zaslanie astrometrických pozorovaní

Zmerané pozície objektu sú uložené v Astrometrici v súbore MPCReport.txt. Sú pripravené na elektronické zaslanie do centra MPC. Forma e-mailu je presne zadaná a vysvetlenie postupu nájdete na stránke Guide to minor planet astrometry. Ak Váš mail nezodpovedá určenému formátu, jednoducho ho automatický program vráti. Ak áno, nasledujúci deň sú zaslané údaje publikované v cirkulári MPEC. Minor Planet Electronic Circular využívam jednak na kontrolu, či moje pozorovania boli akceptované a tiež na volbu ďalších asteroidov, pre ktoré hľadám nové pozície.

Predbežné označenie planétky

Ak nájdený objekt je nový, zvyčajne v priebehu 24 hodín obdržíte odpoveď. V období novu Mesiaca budete čakať na odpoveď o niečo dlhšie. A takto vypadá odpoveď na zaslaný objav – Designation [AUTOMATIC SENDING]: KRT003 K01UM4S. Asteroid, ktorý som pri hľadaní označil kódom KRT003, som našiel na snímkach z obdobia 16. – 24. októbra 2001. Planétku dostaťa predbežné označenie K01UM4S, čo je skrátená forma predbežného označenia nových planétok – viac známe označenie tohto istého objektu je 2001 US224.

Týmto úspešne skončila prvá fáza polovačky. Na ľahu budú teraz profesionáli, ktorí pri svojich pravidelných prehliadkach oblohy získajú nové pozorovania pri ďalších opozíciách telesa. A vy sa môžete pustiť do nového hľadania.

Táto činnosť je vhodná pri zlom počasí, či v období splnu Mesiaca, a ako vidieť, neslúži len pre potešenie, ale umožňuje získať i vedecky hodnotné výsledky. Zároveň je to výborný spôsob, ako nadobudnú praktické skúsenosti pre serióznu astronomickú prácu. Čo ak si raz budem môcť zaobstaráť výkonný ďalekokľad a veľkoplošnú CCD kameru a tak poľovať na asteroidy priamo a nie iba sprostredkovane cez internet?

Pre niekoho zábava na voľný čas, pre iného každodenná činnosť. Niet však nad zážitok, keď očami prilepený na okulár ďalekokľadu, počas horúcej letnej noci, alebo zababušený v 15 stupňovom mraze, sledujete na vlastné oči to neopakovateľné a prekrásne predstavenie, čo nám ponúka matka príroda.

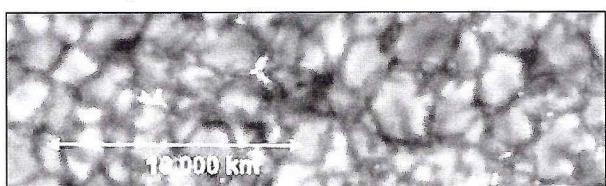
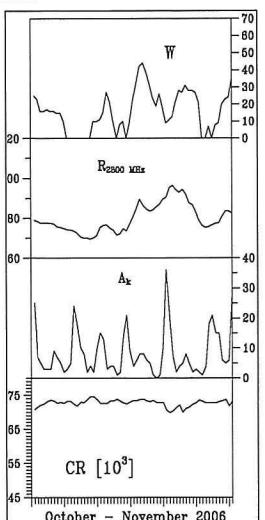
ŠTEFAN KÜRTI

Užitočné stránky na internete:

- <http://sks.gsfc.nasa.gov/skymorph/skymorph.html> – databáza SkyMorph
- <http://home.wanadoo.nl/marco.langbroek/asteroid.html> – manuál na prácu s archívom SkyMorph
- <http://www.astrometrica.at/> – program Astrometrica
- http://www.projectpluto.com/find_orb.htm – program na výpočet dráh FindOrb
- <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/JulianDate.html> – program na prepočet Juliánskeho dátia
- <http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/mpc.html> – Minor Planet Center
- <http://cfa-www.harvard.edu/mpec/RecentMPCs.html> – cirkulár MPEC
- <http://cfa-www.harvard.edu/iau/info/Astrometry.html> – Guide to Minor Planet Astrometry
- <http://asteroid.lowell.edu/cgi-bin/koeahn/astplot> – ASTPLOT zobrazí planétky na mapke oblohy podľa zadanych súradnic

Slnečná aktivita október – november 2006

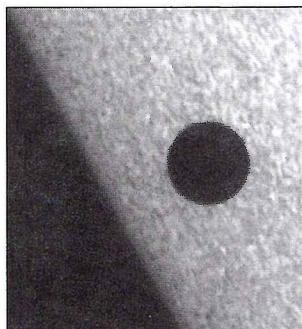
Slnečná aktivita je podobne ako po celý minulý rok nadálej na veľmi nízkej úrovni. Vidíme to na všetkých priebechoch. V minulom čísle sme na tomto mieste písali o úspešnom vypustení družice *HINODE* (východ Slnka), určenej na výskum slnečnej činnosti. Prvé snímky slnečnej granulácie pomocou optického dalekohľadu boli získané 23. októbra (vypustená bola 22. septembra). Časť jednej uvádzame na obr. 1. Potvrdilo sa, že sa podarilo dosiahnuť teoretické rozlíšenie 0,2'', čo je okolo 150 km na slnečnom povrchu.



Obr. 1. Časť snímky slnečnej granulácie, ktorú získala družica *HINODE*.

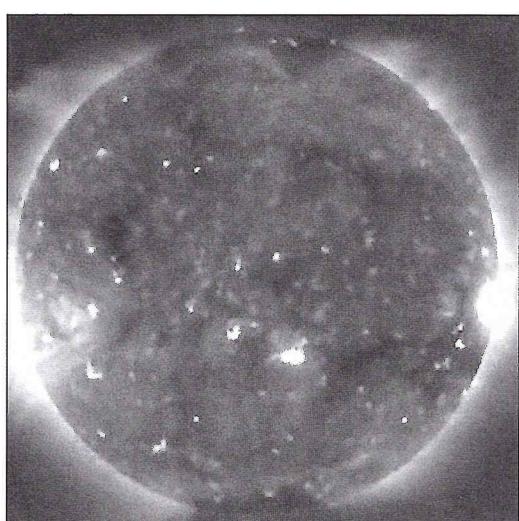
Týmto prístrojom sa podarilo tiež zachytiť vzácný úkaz, prechod Merkúra pred slnečným diskom 8. novembra 2006 (obr. 2).

Prvé snímky slnečného povrchu pomocou röntgenového dalekohľadu družice *HINODE* boli získané 25. októbra. J. Davis z Marshallovo kozmickej strediska NASA sa vyjadril, že ide o zatiaľ najdokonalejší kozmický röntgenový dalekohľad. Ukázalo sa, že tento prístroj tiež dosahuje plánované parametre. Jednu z prvých snímok slnečného disku v röntgenovom žiareni uvádzame na obr. 3. Podobne úspešne dopadlo testovanie röntgenového spektrometra.



Obr. 2. Snímka prechodu Merkúra pred Slnkom, ktorú získala družica *HINODE* 8. novembra 2006.

MILAN RYBANSKÝ



Obr. 3. Snímka Slnka v röntgenovom žiareni.
(Provided by Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA)

Česko-slovenská konferencia pracovníkov hvezdárni a pedagógov



V nedávnej minulosti existovala medzi českými a slovenskými astronomickými pracoviskami a pracovníkmi čulá spolupráca. Či už to bolo v oblasti odborno-pozorovateľských aktivít alebo v oblasti kultúrno-vzdelávacej a metodicko-poradenskej. Je zrejmé, že rozdelením Československa došlo k útlmu tejto efektívnej spolupráce. Hvezdáreň vo Valašskom Meziříčí v spolupráci s Kysuckou hvezdárnou v Kysuckom Novom Meste sa preto rozhodli túto spoluprácu oživiť a pripravili spoločné stretnutie pracovníkov hvezdárni, pedagógov a nadšencov astronómie zo Slovenska a Česka s názvom *1. česko-slovenská konferencia pracovníkov hvezdárni a pedagógov*. Konferencia sa uskutočnila ako jedna zo záverečných aktivít projektu Poznávanie bez hraníc, podporeného fondom mikroprojektov programu iniciatívy Interreg IIIA.

Konferencia sa konala v priestoroch hvezdárne vo Valašskom Meziříčí v dňoch 10. – 12. novembra 2006.

Nosnou myšlienkom konferencie bolo posilniť vzájomnú spoluprácu a hľadať možnosti ďalšej spolupráce medzi jednotlivými hvezdárnami a tiež medzi hvezdárnami a školami.

Pre účastníkov bol pripravený bohatý program, ktorý bol tvorený cyklom najrôznejších prednášok z oblasti astronómie, besied a príspievkov nielen od astronómov ale aj od pedagógov. Celkom odznelo 13 prednášok, medzi nimi novinky z astronómie v oblasti Slnečnej sústavy, ktoré prezentoval Doc. RNDr. Ján Svoreň. DrSc., výsku-

mu Slnka od RNDr. Vojtecha Rušina, DrSc., či súčasných poznatkoch o stavbe vesmíru od prof. Petra Kulhánka. Doc. RNDr. Zdeněk Pokorný. CSc. predstavil internetový kurz astronómie určený všetkým tým, ktorí chcú študovať astronómiu v pohodlí svojho domova cez internet. Prijemným spestrením programu bola prednáška Mgr. Karola Petříka, doplnená hudobnými vložkami, ale tiež zaujímavý film od RNDr. Vojtecha Rušina, DrSc. *Zatmenie Slnka v Nigérii*. Do programu však prispeli aj pedagógovia, ktorí predstavili niektoré medzinárodné vzdelávacie programy určené učiteľom a študentom zamiereným na oblasť astronómie. Veľmi prínosnou bola aj panelová diskusia nazvaná *Hvezdárne pre školy alebo ako si môžeme vzájomne pomôcť*, v ktorej pedagógovia prezentovali svoje skúsenosti s hvezdárnami a taktiež navrhli možnosti rozvoja ďalšej spolupráce.

Neocenieľné boli najmä osobné stretnutia a diskusie medzi pracovníkmi hvezdárni a učiteľmi.

Veríme, že účastníci konferencie odchádzali domov spokojní a že získané poznatky a námyty uplatnia vo svojej ďalšej práci tak na hvezdárňach ako aj v školách.

Mgr. KRISTÍNA VLČKOVÁ
Kysucká hvezdáreň v Kysuckom N. Meste

Všetky poznatky prezentované na konferencii boli zhrnuté do zborníka referátov, ktorý je spolu s podrobnejším programom konferencie prístupný na internetovej adrese www.astrokysuce.sk.

- Predám veľmi lacno achromatický objektív s priemerom 180 mm a ohniskom 2500 mm, revolverové meniče okulárov na 3 a 4 okuláre ako aj rôzne strchové, zenitové, pentagonálne a iné hranoly. Tel.: 02/628 022 55.

- Predám lacno astronomické knihy, mapy, CD-ROM, diskety a časopisy Kozmos r. 1997 až 2004. Tel.: 0902673825.

- Koupím časopisy Riše hvězd, starší ročníky 1920 až 1963, vázané i nevázané. Ing. Igor Konečný, J. E. Purkyně 2990, 73801 Frýdek Místek, tel. +420-732341225 nebo večer +420-558628965, e-mail: igor.konecny@volny.cz.

- Predám hvezd. dalekohľad zn. Bushnell typu Newton 76/700 mm, azimutálna montáž, jemný pohyb zvislo, hrebeňový okulárový výťah, hladáčik 5×24mm, okuláre: SR4, H8, F20, Barlow 3×, Slnečný filter, statív-drevená trojnožka, cena 5 500 Sk. Email: pexo15@orangemail.sk hyperlink, tel.: 0904170807.

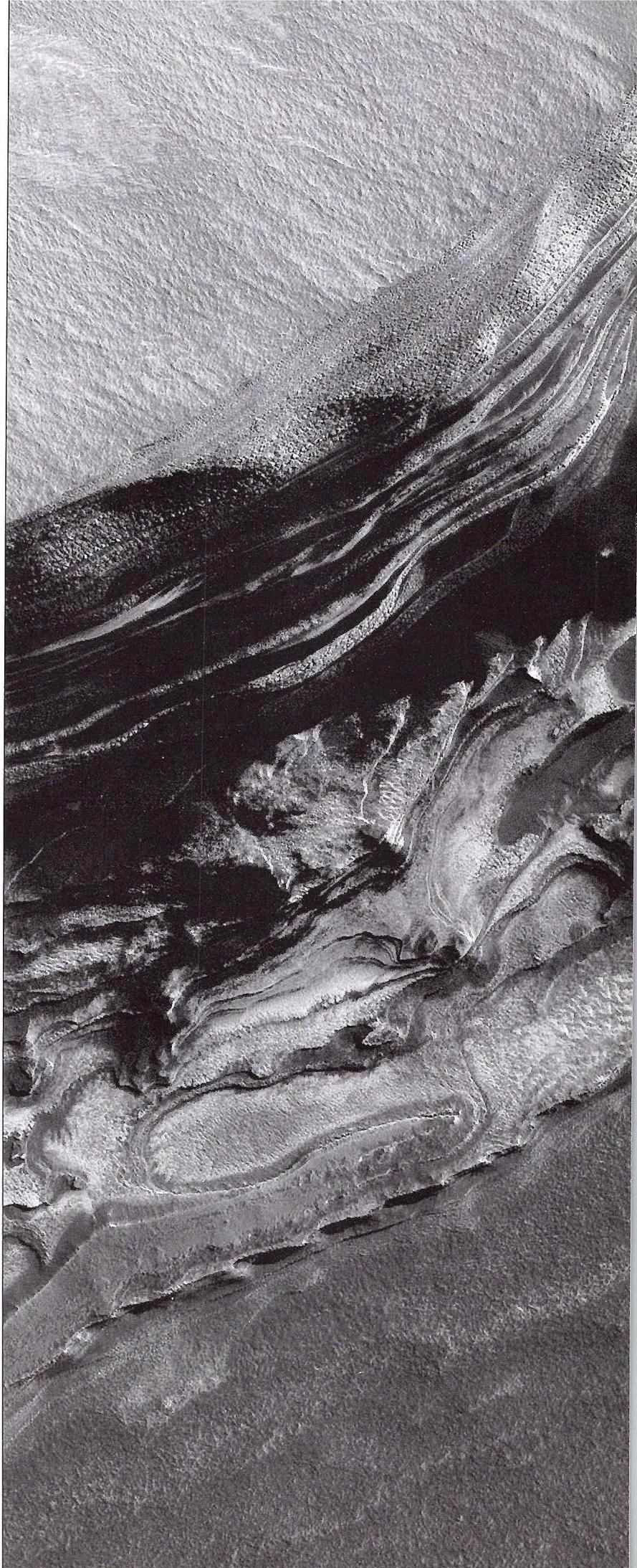
Russelov kráter

Na snímke z poslednej marťanskej sondy Mars Reconnaissance Orbiter (kamera HiRISe), vidíme pole veľkých tmavých dún. Na svahoch viacerých dún možno rozoznať akési žľaby, ktoré začínajú pod vrcholcami dún a strácajú sa na ich úpätiach. Niektoré z týchto žľabov sú pokrútené, iné sú rovné. V tomto prípade nemusí ísť o vývery vody, ale skôr o lavíny sypkého materiálu, ktoré vznikajú vtedy, keď sa srieň H_2O a CO_2 s príchodom jari vyparí a na svahu vznikne nestabilita.



Chasma Boreale

Na snímke sondy MRO (kamera HiRISe) vidíme v nebývalom rozlíšení svah gigantického kaňona Chasma Boreale, ktorý vznikol vodnou eróziou v usadeninách. Červenikasté vrstvy v hornej časti tvoria horniny premiešané z ľadom. Prítomnosť ľadu v hornej vrstvach dokazujú aj početné trhliny na ploche za okrajom, ktoré pripomínajú povrch ľadovca. Tmavšie vrstvy v sendviči tvorí pieskovec. Ide o zatial najzretelnejší dôkaz periodických premien klímy na Červenej planéte.



CELESTRON

NOVINKY 2006/2007

Explora Scope 100

Newton 100/400

Zväčšenie 50x ďalej rozširovateľné

Uvádzacia cena: 4900 SKK



NexStar 4SE

Explora Scope 8

Newton 80/550

Zväčšenie 44x ďalej rozširovateľné

Uvádzacia cena: 3100 SKK

Stačí vybalíť a môžete pozorovať, bez nutnosti montáže
Superkompaktný ďalekohľad

jediný správny web >>> WWW.CELESTRON.SK

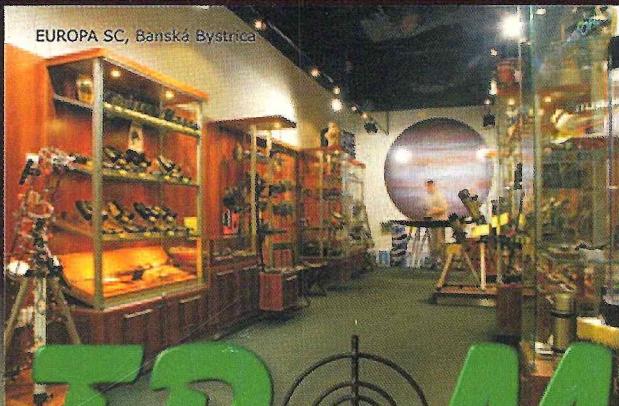
NOVÝ NexStar 4SE™:

- > Maksutov-Cassegrain 102/1325
- > svetelnosť f/13
- > GoTo systém s databázou 40000 obj.
- > hľadáčik s červeným bodom
- > CD-ROM The Sky Level 1
- > pripojiteľný k PC
- > ovládanie fotoaparátu
- > azimutálna / paralaktická montáž
- > okulár 25 mm (53x zväčšenie)
- > okulár 10 mm (133x zväčšenie)
- > statív s duralovými nohami za 1,-SK

18.999,- SK

A STATÍV ZA 1,-SK

NOVÝ MODEL
A EŠTE LEPŠIA CENA



TROMF

Ctení zákazníci,

najdete nás v novom nákupnom centri

EUROPA SHOPPING CENTER

TACTICAL SHOP

PONDELOK - ŠEDEDA

OD 9. DO 21. HODÍNY

Na Troskách 25, B. Bystrica

II. poschodie

tel.: 048/4125117

a maloobch. predajní a sídlo firmy

pondelok - piatok od 9. do 17. hodín

Partizánska 80, Banská Bystrica

tel.: 048/4142332

e-mail: tromf@tromf.eu

www.tromf.eu



Partizánska 80, Banská Bystrica

SME TU PRE VÁS, BLIŽŠIE A PODSTATNE DLHŠI

2 predajne